

Rapport
fra Skog og landskap

03/2014



skog +
landskap

Norsk institutt for
skog og landskap

GRAVEMASKINMONTERTE BARDUNFRIE TAUBANER

- status og muligheter i Norge og i utlandet

Bruce Talbot, Morten Nitteberg, Nils Olaf Kyllø



GRAVEMASKINMONTERTE, BARDUNFRIE TAUBANER

- status og muligheter i Norge og utlandet

Bruce Talbot, Morten Nitteberg, Nils Olaf Kyllø

ISBN: 978-82-311-0208-3

ISSN: 1891-7933

Omslagsfoto: Opparbeiding med Zöggeler-banen til T. Frivik Taubanedrift AS. Moagrenda, ved Kvam i Gudbrandsdalen. Foto: Bruce Talbot, Skog og landskap

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

SAMMENDRAG

Anvendelse av gravemaskinmonterte, bardunfrie taubaner er blitt mer vanlig i flere land. Under spesielle forhold har denne type taubane flere fordeler i forhold til ordinære kabelkraner med tårn. Spesielt det at en ikke behøver å bardunere gjør at en sparer tid og krefter ved montering av banen, noe som har stor betydning der hvor mengden tømmer for hvert enkelt oppsett er liten. Det at taubanen kan flyttes uten å måtte rigge ned er også en klar fordel der velteplassen har en begrenset størrelse eller der en lastebil skal passere velteplassen.

Noen ganger må man grave ned jordanker eller bore ned fjellbolter for å feste bardunene på tradisjonelle taubaner. Andre ganger er terrenget så bratt at man ikke får de nødvendige 45 grader mellom tårn og bardun. Her har bardunfrie taubaner store fordeler.

Muligheten til å bruke maskinen som gravemaskin er også en fordel. Det store antallet og ulike varianter av gravemaskiner, samt relativt lave investeringskostnader, gjør derfor dette til et interessant konsept.

Denne rapporten diskuterer fordeler og ulemper med gravemaskinmonterte, bardunfrie taubaner ved ulike tekniske løsninger og utfordringer.

Rapporten viser og diskuterer resultatene fra en elektronisk spørreundersøkelse som er gjennomført med 40 utvalgte deltakere som uttrykte sin mening om viktigheten av forskjellige funksjoner/løsninger på et slikt konsept. Resultatet fra undersøkelsen viste at det er mange ulike meninger, men også at det er noen få viktige funksjoner som alle er enige om nødvendigheten av.

Rapporten inkluderer også oppsummeringer fra en studiereise til hhv. Japan og Skottland hvor formålet var spesifikt å se på disse bardunfrie maskinene. Dertil kommer en kort gjennomgang av beregninger på et maskinkonsept som ikke er realisert. Sist i rapporten finnes det en oversikt over aktuelle maskinkonsepter på markedet.

SUMMARY

Excavator based, guy-line free yarders are becoming more widely used across Europe and the world. Under certain conditions, these yarders can offer a range of benefits as against the use of tower yarders. Especially the lack of the need to guy the tower represents a considerable time and work effort saving, at the same time providing a setup that is partially mobile during yarding. This essentially allows for a forest road to be used as a continuous landing, and space restrictions can be overcome. The abundant and relatively cheap availability of a range of excavators as base machines is another reason for their popularity.

This report discusses foreseen advantages and disadvantages of excavator based yarders, the technical adaptations that have and can be made to them, and the variations on these between different configurations and brands.

The report also provides an overview of a number of machines available on the market at the time of writing, it presents relevant highlights of study trips focusing on excavator-based yarders in Japan and Scotland, and it provides some of the issues dealt with and calculations made in designing one specific yarder concept.

Nøkkelord: Bardunfri taubane, hogst i bratt terreng, taubanedrift

Key Words: excavator based yarders, cable logging, steep terrain, harvesting

Takk til:

Arbeidet i denne rapporten er gjennomført med økonomisk støtte fra prosjektene *Gravemaskinmontert, bardunfri taubane* (19503/199) og *Utvikling av nytt driftssystem i mellomvanskelig terreng – bardunfri taubane* (225328/E40). Prosjektene er delvis finansiert av Utviklingsfondet for skogbruk, Skogtiltaksfondet og Kystskogbruket. En stor takk til deltakere i spørreskjemaundersøkelsen samt de medreisende og vertene fra studieturen til Skottland.

INNHold

| | |
|---|-----|
| Forord | ii |
| Sammendrag | iii |
| 1. Bakgrunn | 1 |
| 1.1. Maskinenes oppbygning og funksjonalitet..... | 2 |
| 1.2. Evaluering av ønsket funksjonalitet blant norske aktører | 3 |
| 1.2.1 Innkjøpspris | 4 |
| 1.2.2 Fleksibilitet..... | 4 |
| 1.2.3 Mobilitet på vei | 4 |
| 1.2.4 Mobilitet i terrenget | 4 |
| 1.2.5 Økt stabilitet..... | 7 |
| 1.2.6 Opparbeiding..... | 4 |
| 1.2.7 Økt rekkevidde | 4 |
| 1.2.8 Vinsj type..... | 5 |
| 1.2.9 Tårn | 5 |
| 1.2.10 Swingyarder funksjon | 5 |
| 1.3. Resultater..... | 5 |
| 1.3.1 Rangering av maskinkonseptene..... | 6 |
| 1.3.2 Styrke og svakhet ved metoden | 8 |
| 1.3.3 Konklusjonen..... | 9 |
| 1.4. Markedsoversikt | 10 |
| 1.4.1 Aktuelle konsepter på markedet..... | 10 |
| 1.5. Appendiks | 14 |
| 1.5.1 Delrapport 1: Japan | 14 |
| 1.5.2 Delrapport 2: Skottland 2010..... | 20 |
| 1.5.3 Delrapport 3: Konseptanalyse | 28 |

1. BAKGRUNN

Bardunfrie taubaner er taubaner som er bygd på en basismaskin som er tung nok til å være stabil under drift uten at det er nødvendig med bardunering under vinsjing. Oftest er en slik maskin bygd på en gravemaskin med egenvekt over 20t. Gravemaskiner er både mobile, har en bom som kan gi ekstra løft, og ei stikke som kan settes i bakken for ekstra stabilitet. Det er denne type – gravemaskinbaserte - taubane som rapporten her omhandler. Den mest vanlig anvendte taubane i Norge er Owren og Mouny kraner, som benytter et tårn oftest montert på hhv. en lassbærer eller en lastbil chassis, og omtales derfor ikke i rapporten. Amerikanske 'swingyardere' såsom Madill yardere tas heller ikke med, selv om de er bygd på liknende understell. Hovedforskjellen er at de er utstyrt med en slags portalkran i stedet for bommen og er oftest bygd på veldig stor basmaskiner (>40t) som har liten relevans for Norske forhold.

Bardunering er et tidskrevende og oftest et tungt arbeid, som forlengervinsjetiden og introduserer ennå et belastende moment i et arbeidsmiljø som allerede er kjennetegnet ved krevende fysiske forhold. Bardunering binder maskinen til arbeidsplassen, og på trange veger og små standplasser i bratt terreng gir det ofte plass problemer- både med hensyn til fralegging av tømmer og til tømmerbilen når den skal inn med henger for å unngå kjiipekostnader. En bardunfri taubane kan fort slakke ned linene og flytte etter behov.

Pr. i dag er det globalt store forskjeller i bruken av slike maskiner. På en internasjonal konferanse om drift i bratt terreng, avholdt i Norge i 2013, var det flere innlegg som antydte voksende bruk av gravemaskinbaserte taubaner fra bl.a. Skottland, Irland, Japan, New Zealand og Sør Afrika. Mens det i Japan er antakeligvis over 500 gravemaskinbaserte taubaner i drift, er det bare en håndfull i Østerrike, - et land som tar ut over 4 mill. m³ tømmer i året med taubane. Det viser at både tradisjoner, tekniske egenskaper og skogforholdene har sterk innflytelse på maskinvalg. I Japan er det mange gravemaskin fabrikanter, og maskinene anvendes til alle tenkelige formål. Østerrike produserer flere av de tradisjonelle og velkjente taubanemerkenes så som Koller og Konrad som kjører med bardunert tårn og fast bærekabel, og kan dermed få ut større tømmerdimensjoner i høyere fart over lengere avstander.

Interessen for gravemaskinbaserte taubane har også været voksende i Norge. Sist på 1990-tallet ble det bygd en bardunfri taubane ved Norsk Institutt for Skog og Landskap (den gang Skogforsk). Taubanen var bygget på en Kobelco 12 tonn gravemaskin. Vinsjenhet med 2 tromler og tårn var bygget over motordekselet i en egen ramme og i maskinens rotasjonssentrum. I spissen på stikka var det montert en ekstra arm med støttefot og ett aggregat (stegmater) (Figur 1). Maskinen oppnådde prestasjoner på mellom 6.0-6.4 m³ pr. systemtime, inklusiv opparbeiding og stabling, men fortløpende problemer med de mekaniske bremsene førte til at vinsjen til sist ble skrinlagt. Siden da er to prosjekter med fokus på gravemaskinbaserte taubaner blitt igangsatt.



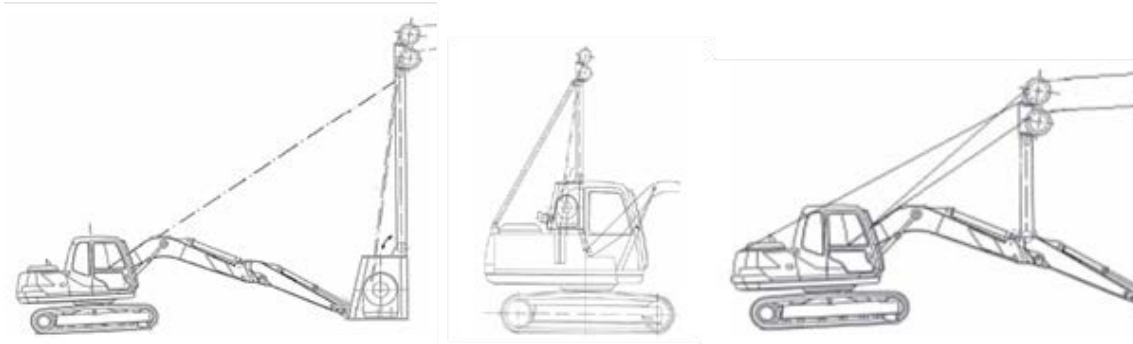
Figur 1 Bardunfri taubane utviklet på Skog og landskap ca. år 2000 -

1.1. Maskinenes oppbygging og funksjonalitet

Det finnes mange ulike konsepter av bardunfri taubane - hvor langt de fleste er bygd på en gravemaskin. Gravemaskinen gir både motvekt (stabilitet), og oljekapasitet til vinsjene. Bommen eller stikka kan brukes til å få ekstra høyde og ekstra stabilitet.

Figur 2 viser hvordan det i et eksempel (til venstre) kobles hele taubanen på enden av stikka. Her drives vinsjene hydraulisk gjennom hurtigkobling i kranspissen. Tårnet barduneres i selve maskinen, og kan derfor være høyt (gir økt pilhøyde) og tåle en større last enn de fleste andre design. Avstanden mellom omdreiningspunktet (på foten av tårnet) til maskinen, og maskinens egenvekt betyr at tårnet er veldig stabilt, også ved anvendelse av mindre og lettere basismaskiner. En annen fordel er at hele taubanen (tårn og vinsj) fort kan hektes av, og at maskinen så kan anvendes til andre formål. Den italienske fabrikanten Valentini og tyske Herzog tilbyr slike maskiner, men da er vinsjen festet i enden på bommen. Det gjør konvertering til annet utstyr vanskeligere. Maskinen i midten (Figur 2) er utsatt for store dreiemomenter under vinsjing da tårnet er sentrert på basmaskinen. Her skal stikka (med skuffe eller opparbeidingsaggregat) settes i bakken under vinsjing. Jo høyere tårnet blir, jo mindre stabil blir basmaskinen. Med et lavere tårn risikerer en at ståtauene kan henge seg opp i bommen når maskinen svinger for å opparbeide eller stable tømmeret. Fordelen med nettopp denne typen er at maskinen kan roterer fritt uten at det endres på strekkspenningen dvs. kan opparbeide / stable tømmer uten at løpekatten faller på bakken eller ståtauets overbelastet. Det siste eksempel i Figur 2 viser hvordan tårnet og blokkene er montert i bommen mens vinsjen er montert på selve basmaskinen. Denne løsningen har det vi kaller swingyarderfunksjon. Det vil si at når lasset kommer ned kan en svinge bommen ut til siden og på den måten få lagt lasset nærmere veien/velteplass, og fordelt tømmeret slik at det er lettere tilgjengelig for eksempel for en opparbeidingsmaskin.

Det er viktig at avstanden fra styreblokka i tårnet ned til trommelen er minst 20 ganger bredden på trommelen for å få god spoling av ståtauets.



Figur 2. Tre ulike konsept for bardunfri. (Torgersen & Lisland, 2002)

1.2. Evalueringen av ønsket funksjonalitet blant norske aktører

Det er flere måter å evaluere maskiner på - de kan variere alt fra å lage detaljerte beskrivelser av kapasiteter og funksjoner, til tidsstudier på maskiner under sammenlignbare forhold. Eller se på en rekke maskiner på en maskinutstilling. Det finnes neppe 2 maskiner som er ensartet - og den multifunksjonalitet en slik maskin har i dag gjør det meget vanskelig å rangere ulike maskiner i forhold til hverandre.

Egentlig er det behov for å beskrive maskinens tekniske egenskaper, men det er ikke alle som har samme forutsetning for å tolke nytten eller nødvendigheten av de ulike elementer eller maskinens funksjonalitet. Det har vært mye diskusjon i taubanemiljøet om hvordan en slik maskin bør se ut for å kunne prestere godt under norske forhold. Problemet med alle evalueringsmetodene er at det forutsetter at man har oversikt over og en felles forståelse for skogsforholdene der maskinen tenkes anvendt. Især parametere som forventet trestørrelse, banelengde og opparbeidingsmetoder har mye å si i forhold til maskinvalg.

Motivasjonen bak denne del av rapporten var både å prøve å forstå og oppfange den forskjell man har blant aktørene, samtidig som en teknisk gjennomgang av maskinene synes aktuelt for interesserte partnere. Det ble sendt ut et elektronisk spørreskjema til ulike grupper av aktører hvor de skulle gi en vekting av betydningen av en funksjonalitet i forhold til en annen.

Analysen - som heter Analytisk Hierarki Prosess (AHP) - krever en parvis sammenlikning av en rekke parametere for til sist å kunne prioritere dem i forhold til hverandre, og så matche denne prioriteringen opp imot maskinene. Prosessen gir en strukturert ramme hvor en rekke preferanser kan uttrykkes både samtidig og entydig

De 10 funksjoner / variabler som det ble spurt om var:

- Innkjøpspris
- Fleksibilitet
- Mobilitet på vei
- Mobilitet i terreng
- Stabilitet
- Opparbeidingsmulighet
- Rekkevidde
- To- vs. tre-tromlet vinsj
- Tårn
- Swingyarder funksjonalitet

I det følgende gis hver av disse en kort omtale:

1.2.1. INNKJØSPRIS

Skogsmaskiner er kapitaltunge investeringer, og taubaner utgjør ikke noe unntak. En investering på flere millioner kroner må baseres på gode forventninger til avkastning og en fornuftig tilbakebetalingstid. I spørreskjemaet ble det ikke tatt hensyn til innkjøpsprisens absolutte størrelse, men spørsmålet gikk ut på å danne en fornemmelse av hvordan prisen vektlegges i forhold til funksjonalitet. Ved angivelsen av et veiledende prisspenn fra 1.5 til 4.0 mill. kr, var det heller ikke satt opp i forhold til funksjoner eller utstyr, men spørsmålet er mer konseptuelt.

1.2.2. FLEKSIBILITET

Fleksibilitet - viktigheten av at maskinen lett kan konverteres mellom funksjon som taubane og vanlig gravemaskin - f.eks. av- og påmontering av tårn, kontroll, blokker, graveskuff evt. vinsj, i lengre perioder. Dette er viktig i de tilfeller hvor man ønsker å redusere antall maskiner for å redusere mannskap og transportkostnader, eller hvis man tror det bli nødvendig med graving en gang imellom. Da må samme basmaskin raskt og enkelt skifte mellom taubane, opparbeidingsmaskin og gravemaskin.

1.2.3. MOBILITET PÅ VEI

Mobilitet (på offentlige veier) - hvor viktig er det at maskinen har høy mobilitet på vei - dvs. er hjulgående og i stand til å kjøre lengre avstander med rimelig hastighet.

For entreprenører som mener at det for det meste vil bli jobbet ut fra skogsbilvei, er dette opplagt. Også for entreprenører som opererer innenfor et lite område og med god skogsbilveidekning, hvor maskinen flyttes ofte og raskt under egen kraft, kan dette være av større betydning.

1.2.4. MOBILITET I TERRENGET

Mobilitet i terrenget - hvor viktig er det at basmaskinen har god fremkommelighet i terrenget? Best fremkommelighet oppnås med belter, 'bulldozer skjær' og skuff i stedet for opparbeidingsaggregat.

Viktig for entreprenører som opererer i områder med dårlig skogsbilveidekning og som skal bruke basmaskinen som en kombinasjonsmaskin. Vinsjing, gravedrifter og til driftsvegbygging.

1.2.5. ØKT STABILITET

Større stabilitet - hvor viktig er det at maskinen kan håndtere større trekkrefter (>4 tonn)? Spørsmålet er rettet mot forventet lass-størrelse og kan oppnås ved å velge en større basmaskin eller ved bruk av kranspissen til støtte under vinsjingen.

En kraftigere vinsjenhet på en tyngre basmaskin vil være gunstig i områder med grovt tømmer - som for eksempel på Vestlandet, men samtidig kan det være utfordringer med smale og dårlige Vestlandsveier.

1.2.6. OPPARBEIDING

Opparbeidingsaggregat - hvor viktig er det at basmaskinen er utstyrt med opparbeidingsaggregat slik at den er i stand til å arbeide som selvstendig integrert taubane.

Dette er viktig i de tilfeller hvor man ønsker å redusere antall maskiner for å redusere mannskap og transportkostnader. Ulempen er at en ikke kan vinsje og opparbeide samtidig, noe som fører til redusert systemprestasjon, men også redusert investering. Ved undersøkelsestidspunkt var det ikke data tilgjengelig om produktivitet og økonomi.

1.2.7. ØKT REKKEVIDDE

Økt rekkevidde - noen taubaner anvendes med begrenset rekkevidde (maks 200m). Med 'økt rekkevidde' spørres det om hvor viktig det er at taubanen skal være i stand til å arbeide i 300-500m avstand.

Baner med rekkevidde 300- 500 meter krever mere tyngde og en er avhengig av en fast forbindelse, - som for eksempel en skuff i bakken ved vinsjing. Det holder ikke med å sette ett hogstagggregat i bakken. Det blir større spenninger i linene ved lange strekk.

1.2.8. VINSJ TYPE

Vinsj type - er det viktig med tre- tromlet vinsj eller holder det med to- tromlet vinsj (to- tromlet er billigere og lettere, men begrenser muligheten for nedovervinsjing hvis det brukes løpekatt med heiselinje). En tre-tromlet vinsj er både mer kostbart, tyngre og krever både et mer innviklet styringssystem og en dyktig maskinfører.

1.2.9. TÅRN

Tårn - er det viktig at maskinen er utstyrt med tårn for å få mer løft (pilhøyde). Tårnet kan monteres på maskinen, i forlengelse av bommen eller i enden av stikka. Alternativet er å bruke bommen til innfesting av styreblokker.

Det er argumenter både for og i mot tårn. Med tårn vil en få generelt bedre pilhøyde og i noen tilfeller få nok høyde slik at en unngår bukk. Med tårn og større pilhøyde vil en også trenge mindre krefter i systemet og risikoen for brudd reduseres. Generelt vil derfor tårn være ønskelig, men på gravemaskinmonterte taubaner, som også skal konverteres til hogstmaskin, må tårnet fjernes. Vi snakker her om tårn av en viss lengde (>5meter) ikke korte tårn på 1 til 2 meter.

1.2.10. SWINGYARDER FUNKSJON

Swingyarder funksjon – er det viktig at taubanen skal kunne svinge til side for å legge tømmeret på velteplassen ved siden av maskinen? Det krever bl.a. at ståltauet kjøres igjennom en blokk montert på bommen / stikka. Dette kan være fordelaktig under noen omstendigheter, men forhindrer opparbeiding med samme basmaskin

Swingyarder funksjon er som navnet tilsier vanlig i Nord-Amerika og også mye brukt i Japan. Fordelen med å ha denne muligheten er at en ved oppovervinsjing kan vinsje tømmeret lenger opp på standplass og unngå at tømmeret sklir ned lia. Samtidig gjør det at tømmeret lettere kan tas igjen av annet utstyr mens en vinsjer. Med blokkene montert på bommen er det lite gunstig å ha hogstaggregat montert i stikka, da det blir liten avstand mellom linene og aggregat/stammene. De kan da lett hekte seg i hverandre.

1.3. Resultater

Det var en veldig god respons på spørreskjemaet. Litt over 90% av utvalget på 40 personer besvarte skjemaet. Spørreskjemaet var langt og ofte gjentakende med bare marginale tilpasninger mellom spørsmålene. Responsen må absolutt ses som et tegn på sektorens riktig store engasjement for teknikken omkring drift i bratt terreng.

Tabell 1. Svarprosent fordelt på yrkesgruppe

| Yrkesgrupper | Antall spurte | Svar (%) |
|----------------------------------|---------------|----------|
| 1 Tidligere taubaneentreprenører | 3 | 100 |
| 2 Taubaneentreprenører | 10 | 80 |
| 3 Skogsjefer/skogbruksledere | 9 | 89 |
| 4 Fylkesmenn | 8 | 100 |
| 5 Forskere, instruktører, lærere | 10 | 90 |
| Total | 40 | 90 |

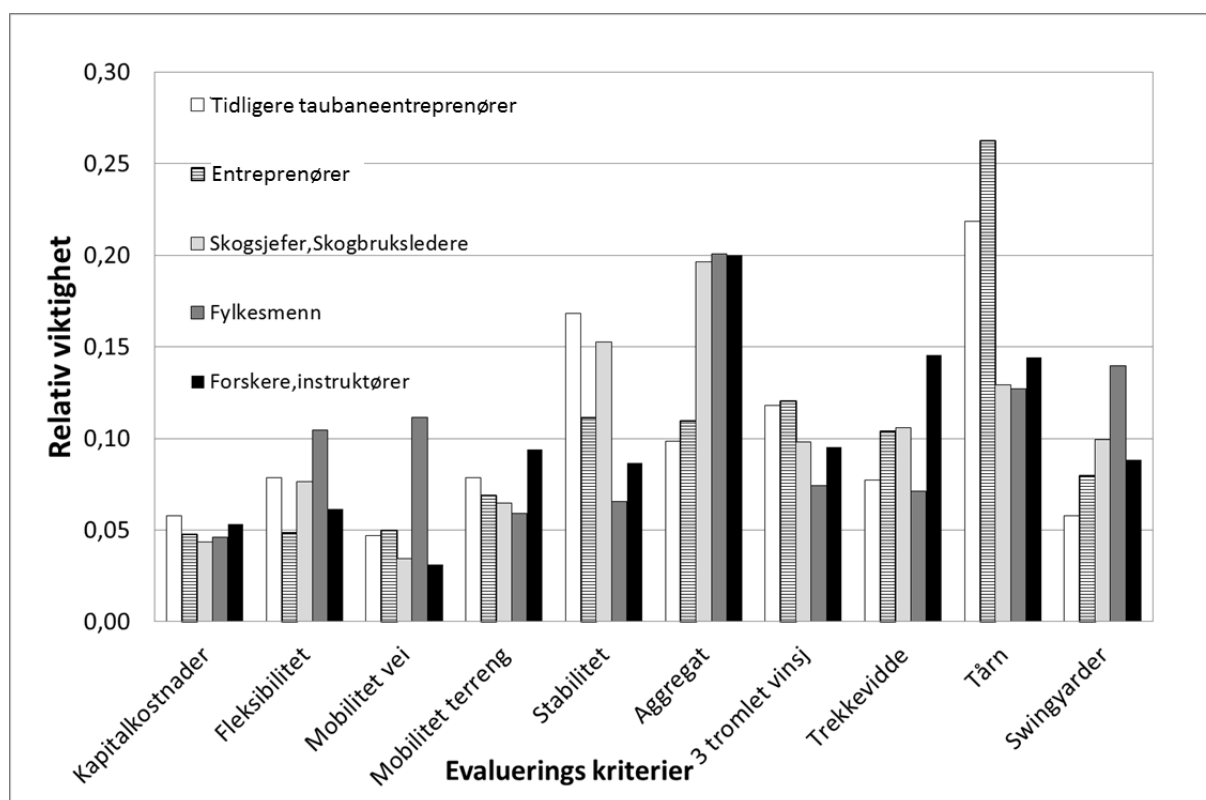
Resultatene avbildet i Figur 3 er relative - dvs. at funksjonene vektlegges i forhold til hverandre, - og er derfor ikke absolutte. F.eks. er innkjøpsprisen - selv om det trolig er en viktig parameter for enhver entreprenør - egentlig tilegnet meget beskjeden betydning i forhold til de andre funksjoner. Her var det også stor enighet blant gruppene.

Det ble heller ikke lagt mye vekt på fleksibilitet, som beskrev hvor lett maskinen kunne konverteres mellom taubane og gravemaskin. Fleksibilitet rangerte litt høyere enn innkjøpsprisen. Som gruppe tillegger fylkesmennene fleksibiliteten relativt mer vekt enn hva de andre gjorde. Det kan være at fylkesmenn tenker litt mer på helheten i landbruket generelt.

Den funksjonen som syntes å være minst nødvendig av alle, bortsett fra hos fylkesmennene, var mobilitet på vei. Det er interessant at økt mobilitet ikke oppfattes som viktig når en av motivasjonene for denne type maskin er at den skal ta mindre, spesielle drifter, noe som betyr at den skal flyttes forholdsvis ofte.

Det er interessant å se at i spørsmålet om hvor viktig det er å ha opparbeidingsaggregat på maskinen har skogssjefer, fylkesmenn og forskere nesten en identisk vekting (høy) - men også at denne gruppen avviker vesentlig fra entreprenørgruppen.

En annen bemerkelsesverdig forskjell med de samme gruppene, men med omvendt resultat, var spørsmålet om hvor viktig det var med tårn. For entreprenørene ble tårn oppfattet som en meget viktig fordel. Det er vanskelig å si om dette er relatert til at alle entreprenørene i dag har taubaner med tårn og vanskelig kan tenke seg uten, eller om det er basert på erfaring med store utfordringer med for lav pilhøyde – sikkert den siste.



Figur 3. Den relative viktighet av de ulike parametrene, fordelt på yrkesgruppe





1.3.1. RANGERING AV MASKINKONSEPTENE

Etter at svarene til respondentene var samlet inn og analysert, har vi sett på mulighetene for å koble dette opp mot enkelte maskinkonsepter. I spørreundersøkelsen ble det ikke nevnt noen spesifikke maskiner. De skulle bare uttrykke sin mening ut fra funksjonalitet.

Det er for mange forskjellige maskiner på markedet til at de kan omtales i en studie. Derfor er 4 maskiner valgt for å representere 4 grunnkonsepter som er beskrevet i Tabell 2 nedenfor.

På dette stadiet tas det ikke hensyn til brukernes (respondentenes) meninger.

Tabell 2 Kort beskrivelse av de 4 maskinkonsepter som evalueres

| Konsept | Beskrivelse | Bilde |
|---------|--|--|
| BK1 | Mellomstor beltegående gravemaskin (25 t) – bakmontert to-tromlet vinsj og separat bærekabeltrommel – Tårn montert som en forlengelse av stikka – Bruker skuffen som støtte i bakken og får ekstra høyde(ca. 10m) - rekkevidde 500+ m. Eksempel: EX550, A&B Services, Scotland |  |
| BK2 | Montert på en hjulgående gravemaskin og med 3-tromlet vinsj montert på bommen- Lite tårn montert på bommen med svingbare blokker og mooring system. Rekkevidde ca 220 m. Maskinen har opparbeidingsaggregat i kranspissen. Eksempel: Zöggeler 3-tr. Zöggeler Forsttechnik, Østerrike |  |
| BK3 | Mindre (ca 16 t) gravemaskin med to-tromlet vinsj montert ved siden av kranfoten og blokker hengt opp på bommen- egner seg best som slepebane- har klo for å stable stammene på velteplass- representerer et rimelig konsept med god fleksibilitet. Eksempel: HC20 Komatsu. Japan |  |
| BK4 | Tårn og vinsj i en enhet montert på bommen– med egen sylinder som justerer/stabiliserer tårnet- rekkevidde ca. 550 m.- mye arbeid å konvertere til gravemaskin. Eksempel: Valentini V550, Italia |  |

Ved rangering av maskinene er hver maskin evaluert i forhold til de andre med hensyn til funksjon. For eksempel på innkjøpspris får BK3 høyest poeng med 0.667 (Det er den billigste maskinen)

For fleksibilitet - det vil si hvor lett maskinen kan konverteres mellom taubane og normal gravemaskinfunksjon, var BK1 den absolutt mest fleksible, mens BK4 er den minst fleksible.

Når det gjelder mobilitet på vei er det klart at hjulmaskinen (BK2) har mye større mobilitet enn de andre med belter (0.750). Likevel var ikke mobilitet høyt vektet hos deltagerne. De andre parameterne kan tolkes på liknende vis.

Tabell 3. Panelets rangering av maskinkonseptene i forhold til parametrene. Høyest verdi er fremhevet.

| Konsept | Innkjøpspris | Fleksibilitet | Mob. vei | Mob. terreng | Stabilitet | Opparbeiding | 3 tromlet vinsj | Rekevidde | Tårn | Swing yarder |
|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| BK1 | 0.057 | 0.561 | 0.083 | 0.640 | 0.579 | 0.083 | 0.217 | 0.582 | 0.582 | 0.051 |
| BK2 | 0.057 | 0.136 | 0.750 | 0.036 | 0.096 | 0.701 | 0.527 | 0.085 | 0.085 | 0.254 |
| BK3 | 0.664 | 0.268 | 0.083 | 0.218 | 0.037 | 0.174 | 0.038 | 0.042 | 0.042 | 0.644 |
| BK4 | 0.221 | 0.036 | 0.083 | 0.106 | 0.288 | 0.042 | 0.217 | 0.290 | 0.290 | 0.051 |
| Sum | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Når vurderingene senere kjøres opp imot kravene – som var innhentet via spørreskjemaet, får man den endelige rangering av maskinene. Tabell 4 viser den endelige rangering etter yrkesgruppene, hvor det høyeste tallet representerer den maskinen som matcher kravene best. Her ses det f.eks. hvordan det for eks-taubaneentreprenører, taubaneentreprenører, skogsjefer og forskere/undervisere, er BK1 som ser ut til å passe best. Ikke bare det, men rangering på andre, tredje og fjerde plass er også meget ens. Det interessante med denne metoden er, at selv om det ble stilt forholdsvis ulike krav på tårn og opparbeidingsaggregat mellom skogsjefer og taubaneentreprenøren, vil det likevel ender opp veldig ens. Det skyldes både sammensetting av hele krav-’porteføljen’ for hver yrkesgruppe, samt hvordan de passer overens med panelets vurderinger av selve maskinene. Tabell 4 viser også at fylkesmennene som gruppe skiller seg litt ut ved en førsteprioritering av BK2 - men her er avstanden fra første til andre plassen langt mindre.

Tabell 4. Den endelige rangering - etter yrkesgruppene

| | Eks-entrepr. | Entreprenør | Skogssjefer | Fylkesmenn | Forskere /underv. |
|-----|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| BK1 | 0.41 | 0.39 | 0.36 | 0.30 | 0.36 |
| BK2 | 0.24 | 0.25 | 0.29 | 0.34 | 0.28 |
| BK3 | 0.16 | 0.16 | 0.18 | 0.22 | 0.19 |
| BK4 | 0.19 | 0.20 | 0.17 | 0.14 | 0.17 |

1.3.2. STYRKE OG SVAKHET VED METODEN

Styrkene er:

Metoden tvinger oss til å bryte ned maskinkonseptet til grupperinger av viktige funksjoner.

Prosessen kan lede oss til en klar forståelse av hva som er viktig og kan evt. være ett hjelpemiddel for å bygge en optimal maskin.

Men spesielt ved å “legge alle kort på bordet” er det mulig å se andres mening, og det kan være en viktig plattform til å bygge en dialog på.

Svakhetene er:

Deltakerne har forskjellig bakgrunn og må derfor naturlig nok gjøre subjektive valg ut fra egne erfaringer og tolkninger.

Selv innenfor grupper med mye erfaring og kompetanse varierer meningene i forhold til egne ideer, tiltenkt anvendelse, geografi, og de erfaringene en har bygget opp.

I dette studiet har vi brukt vektete gjennomsnittsvar i hver gruppe, men det er ikke alltid logisk idet to ekstremt forskjellige holdninger vil bli utslettet av hverandre (f.eks. mht. om det skal være tårn på maskinen eller ikke).

1.3.3. KONKLUSJONEN




Resultatet av undersøkelsen kan tolkes mer som den innsikt man får om gravemaskinmonterte, bardunfrie taubaner etter å ha kjørt hele prosessen igjennom. Det å realisere en prosess, tydeliggjøre problemstillingene og komme fram til noen generelle resultater er viktig i seg selv. Det finnes ikke riktige eller feil svar på de spørsmålene som ble stilt. Studiet er derfor kun en måte å få kvantifisert meningene på. Det blir forhåpentligvis fortsatt mye diskusjon omkring maskinene på messene fremover.

1.4. Markedsoversikt

En del av prosjektet gikk ut på å skaffe en oversikt over de maskiner som finnes på markedet. Her er det kun sett på gravemaskinmonterte, bardunfrie taubaner, og ikke andre former for swingyardere. I USA og New-Zealand er maskinene gjennomgående for store til å være relevante for norske forhold.

De fleste fabrikanter er i stand til å bygge en bardunfri maskin på ordre, men det vil ofte bli dyrt, og en prototype som ikke er ferdig utviklet. Japan er ett av de land som anvender flest av denne type taubaner, og hvor det er stor variasjon i størrelse og løsninger.

1.4.1. AKTUELLE KONSEPTER PÅ MARKEDET

| Bardunfrie baner med tårn og vinsj i en enhet som kan kobles til og fra uten å demontere banen | |
|---|--|
| Valentini V550 (Italia) Banelengde 500meter. Teleskop tårn 8-12 meter 4 hydrauliske bardunvinsjer Pris ikke tilgjengelig http://www.valentini-export.com/ |  |
| Herzog grizzly 400. (Sveits 350 - 400 meter bane. Pris med tre tromler (bærekabel, trekk og retur) Høyde tårn 9,8 m (11,8) Pris: Ca. 1 500 000 NOK uten gravemaskin men med tilpassing på graver. Herzog Forsttechnik AG http://www.herzog-forsttechnik.ch/Deutsch/Produkte/Seilkrantechnik.html |  |
| Bardunfri baner med vinsj montert på maskin/tårn som ikke kan frikobles som en enhet. | |
| Zöggeler yarder (Østerrike) som er en taubane med aggregat, men har ca. 225 meter rekkevidde. Moderne CAN-Bus styring av vinsj. Visning av krefter på skjerm Pris: Vinsjenhet: 600 800 NOK Montering 75-115 000 NOK Aggregat inkl mont: 770 000 NOK Teleskoparm: 153 000 NOK Tot. uten gravemaskin 1 623 800 NOK Zöggeler Forsttechnik http://www.zoeggeler.at/ |  |

A&B services EX550 (Skottland) leverer en bardunfri bane med tromler bak og over motorkasse og med tårn montert på stikka ved leddet mellom bom og stikke.

Banelengde 500 meter.

3 tromler. Fast og løpende bærekabel

Høyde på tårn ca 10 meter.

Pris: Komplette inkl. pent brukt graver

1 700 000 NOK (2010 pris)

<http://www.abs-scotland.co.uk/>



Alpine Logging (Sør Afrika)

Leverer 6,8,12 og 16 tonn vinsjer.

Alpine logging opererer med priser på komponenter da de monterer på plassen.

12 tonn to tromlet vinsjsett. 420 000 NOK-

Blokker og tårn 42 000 NOK

Transport til Europa 17 000 NOK.-

I tillegg kommer montering (normalpris i SA er ZAR 40 000.-)

<http://www.alpinelogging.co.za/index.html>



Hin-Tech (Sør Afrika)

Maskinen likner mye på Alpine Logging og kan kanskje være at begge er bygd opp omkring den samme vinsj fra Hinteregger.

Vinsjen er 2 tromlet, hydraulisk med hydr. aktiverte skivebremses - 6 t trekk på tom, min. 3 t. Hastighet på 3ms/5ms , Arbeidsrekkevidde 300 m

http://www.urus-hinteregger.com/index.php?option=com_content&view=article&id=140&Itemid=463



Komatsu HC20 (Japan)

Bygges med 1 eller 2-tromlet vinsj, ingen tårn (blokk festes i stikkarmen – tømmerklo. En veldig billig vinsj / taubane

Se s.13 i rapporten for mer informasjon

To tromlet versjon har 2.9 t trekk kreft- kapasitet er 400m á 10mm. Hurtigkopling mellom tømmerklo og skuffe

http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?ref=IE8Activity&from=ja&to=en&a=http%3a%2f%2fwww.komatsu-kenki.co.jp%2fproducts%2fforestry%2fPC138US-8S_sy.html



| | |
|---|--|
| <p>Nansei (Japan)</p> <p>Se s.15 i rapporten. Interessant maskin med både tårn og tømmerklo</p> <p>http://www.microsofttranslator.com/bv.aspx?ref=IE8Activity&from=ja&to=no&a=http%3a%2f%2fnansei-m.biz%2farchives%2f25</p> |  |
| <p>Timbermast'r (Oregon, USA)</p> <p>To tromlet, to trins vinsj,– opptil 11.3 t trekk og 1,4 ms (lav og tom) og 1.2 t og 13.9 ms (høg og fylt) med høyt tårn(12m)</p> <p>http://www.jewellattachments.com/product_detail.aspx?ID=594</p> |  |
| <p>TimberPro</p> <p>Timbermast'r bygget om av TimberPro i Tyskland - dvs. med 3-tromle og skuffe/klo.</p> <p>http://www.euro-logging.com/</p> |  |
| <p>Trygve Owren A/S Vingrom.</p> <p>Kan levere bane basert på deres interlukket vinsjsystem</p> <p>Banelengde 350 m.</p> <p>2 tromlet vinsj med den nye løpekatten (TL2010) + bærekabel.</p> <p>Levering evt ikke før 2014.</p> <p>Pris ikke tilgjengelig</p> |  |

| Fabrikant /Modell | Produsent/Land | Belter/Hjul | Vinsjmontering | B.kabel | Trekk (m/mm) | Retur | Tårn | Swingyarder | Fast/løpende | Monteringsvinsj | Aggregat/tømmerklo | Pris |
|---------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------|---------|--------------|---------|--------------------|-------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------------------|
| <u>Skyline EX 550</u> | A&B services (Skottland) | B | Bak på maskin | 550/16 | 1150/10 | 1150/10 | På ledd bom/stikke | Nei | F/ | Ja | Nei | ca 1,7 mill brukt graver |
| <u>Zöggeler</u> | Zöggeler Forstechnik Østerrike | H | På bom | | 200/11 | 500/8 | På bom | Nei | L | Nei | ZBH 75 | ca 2,4 mill |
| HC 20 Avanse | Japan | B | Ved siden av bom fot. | | 400/10 | 800/10 | Nei | Ja | L | Nei | Gripklo (Iwafuji) | Ukjent |
| URUS 3 UNI 300-3t | HIN-TECH Sør Afrika | B | Ved siden av bom fot. | | 340/23 | 630/10 | På ledd bom/stikke | ja | L | | | Ukjent |
| Skogforsk | Skog og Land. (prototyp) | B | Sentermontert | | | | Sentermontert | Nei | L | Nei | Tapio | Ukjent |
| Valentini | Valentini, Italia | B | Enden av stikka | 550/18 | 550/10 | 1100/10 | På enden av stikka | Nei | F | ? | Nei | Ikke oppgitt |
| Nansei, | Nansei, Japan | B | Ved siden av bom fot. | | | | På ledd bom/stikke | Ja | L | ? | Gripklo (Nansei) | 150 000 |
| Alpine | Alpine Logging ,Sør Afrika | B/H | Sentermontert | | | | På ledd bom/stikke | Nei | F/L | Ja | Nei | ca 0,5 mill for vinsjenhet. |
| Koller | Koller Forsttechnik, Østerrike | B | Bak på maskin | 900/16 | 950/10 | 1600/10 | På ledd bom/stikke | Nei | F/L | Ja | Nei | 1,4 mill |
| Timbermaster | jewellattachments USA | B | Ved siden av bom fot. | | | | På ledd bom/stikke | Nei | F/ | Nei | Nei | |
| Herzog Grizzly 400 | Herzog, Sveits | B | I bomspissen | 400/18 | 450/11 | 800/7 | I bomspissen | Nei | F/L | nei | Nei | 1,4mill uten graver |

1.5. Appendiks

Delrapporter fra studieturer til hhv Japan og Skottland, konseptanalyse og liste over aktuelle maskiner.

1.5.1. DELRAPPORT 1: JAPAN

1.5.1.1. Innledning:

Hensikten med turen var å se på de japanske modellene for bardunfrie taubaner montert på gravemaskin. Vi har sett brosjyrer og bilder fra skogsdrifter i Japan, og hadde inntrykk av at bardunfrie baner var ganske vanlige. I Norge har vi bygget to baner tidligere, en i 1990 og en i 2000, men begge fikk en kort levetid av ulike årsaker. Men når nå skogsdriftene kommer i gang for fullt på Vestlandet mener vi det er behov for bardunfrie baner i et visst antall for å ha fleksibiliteten til å drive effektivt under alle forhold. Mange land produserer bardunfrie baner med ulike utgangspunkt og tekniske løsninger. Skottland har sin løsning (se egen rapport), og amerikanerne har lenge bygget store, bardunfrie taubaner. Mellom-Europa har vinsjen montert foran på gravemaskinstikka, mens Japan har valgt en annen plassering av vinsjene.



Figur 4. Taubanedrift i Japan - Relativt store snauflater.

1.5.1.2. Taubaneutstyr:

Som nevnt har Japan stor aktivitet i bratt terreng (5-6 mill m³/år), men mye av utstyret er gammelt og arbeidskrevende med lav produktivitet. Vi besøkte noen av disse taubaneoppsettene, men her i rapporten konsentrerer vi oss mest om bardunfrie taubaner og mobile lette taubaner, og bruken av dem.

1.5.1.3. Bardunfri taubane:

Mekaniseringen i Japansk skogbruk kom seint i gang, og på 90-tallet var det lave tømmerpriser og kun de mest kostnadseffektive systemene ble tatt i bruk. Gravemaskinmontert taubane (Swing Yarder) var et slikt system hvor utviklerne valgte minimum kapitalkostnad. Det ble i utgangspunktet to utviklingslinjer. Komatsu valgte å sette vinsjene på siden av grunnmaskina og henge blokkene i bommen. Høyden på returlina ble avhengig av hvor høyt man løftet bommen under innvinsjing, og de la inn motvekt bak på gravemaskina. Den andre utviklingslinjen ble designet av universitetet i Kyoto, og er den samme som Komatsu sin linje. Unntaket her er konstruksjonen av et lite tårn som settes

oppå bommen for å få løft på linene. Maskinene stabiliseres ved å sette graveskuffen eller tømmerkloa nedi bakken mot innvinsjingsretningen. Denne konstruksjonen mister noe av swing yarder effekten med å legge tømmeret inn på veien ved siden av maskinen, eller til og med legge tømmeret nesten bak maskinen.

Japan har i alle fall 5 fabrikanter som i dag bygger swing yarders som de kaller taubaner montert på beltegående gravemaskin uten barduner, og som kan svinges rundt med lasset hengende i linene/løpekatten. Banestørrelse og lengder på strekkene varierer fra små 5-tonns til store 25-tonns maskiner, og rekkevidde fra 50-300 meter. Trekkraft varierer også, men opp til 3 tonn har vi fått oppgitt. Dette er alle løpende bærekabler, og to liner. Løpekatten er en enkel sak med to blokker. Heiselina, som er den samme som trekkлина, må trekkes ut for hånd av stropperne. (Her burde det være marked for en ny løpekatt som kan kjøre ut heiselina med bare to liner).

Blokkene henges opp med sjakler i bommen/stikka.



Figur 5. Oppheng for blokker og vinsjtrømler.

Tekniske spesifikasjoner for hver enkelt taubane finnes på produsentenes hjemmeside, så her presenterer vi prinsippene. Statistikken viser 419 enheter i arbeid i 2006, og flere har kommet til etterpå.

Som et eksempel kan vi se på rydding av veilinje i bratt terreng. Her har de en gravemaskin med påbygd to tromler som jobber foran med graving av vei. Så kommer man til stående skog, og som alle vet er det en stor utfordring å fjerne denne skogen. Trærne felles, raskt henger man opp to blokker i bommen, tar med seg returlina og en endeblokk med et par barduner 50 -100 meter forover i veilinja, henger opp endeblokka, monterer bardunene og trekker retur tilbake til løpekatten.



Figur 6. Gravemaskin med slepebane, rydding av veilinje.

Så starter innvinsjing av tømmer, men i og med at denne gravemaskina med vinsjen er foran i løypa, svinges tømmeret bakover til en annen maskin som kan frakte det vekk for opparbeiding og vekktransport. Dette er et tilleggsutstyr som man ofte savner på maskiner som bygger veier i bratt terreng. Mye veilinjetømmer blir unødig ødelagt her heime.



Figur 7. Swing yarder-prinsippet. Gravemaskina svinger lasset bak seg, vinsjer det inn, og en annen maskin tar lasset til opparbeidingsplass.

Etter opprydding av veilinja spoles ståltauet inn igjen, blokkene i tårnet tas ned så de ikke henger og slenger under arbeid, og maskina er klar til å grave videre. Gravemaskinene kan skifte mellom tømmerklo og graveskuff med hurtigkoblinger.



Figur 8. Cat 312 C med to-tromlet vinsj.

Det er en 91 HK motor på denne graveren. Terrengbrattheten her var i gjennomsnitt 90-100 %. Vinsjen har en rekkevidde på ca 200 meter med 10 mm ståltau. I utgangspunktet har gravemaskinen 2 pumper, en til bommen/gravestikka, og en til beltene. Når de setter på en vinsj, så tar de oljen fra den ene pumpa til trekkлина, og fra den andre til returlina. Derfor blir ikke kapasiteten all verden når det gjelder hastighet og trekraft. Men derfor kan de også vinsje med en slik lett maskin som grunnmaskin uten barduner!

Trykk i pumpene: 357 kg/cm². Oljemengde: 254 liter/min, dvs 127 liter/pumpe i minuttet.

Disse verdiene er max på hver pumpe.

Trommelbredde: 25 cm

Ytterdiameter: 64 cm

Kjernediameter: 41 cm

Dette er en fin konstruksjon, med enkel kjøring. Inne i førerhytta sitter et panel med joystick. Der kan hver trommel kjøres for seg, og tromlene kan kjøres samtidig ved å holde joysticken 45 grader ut til siden. Kan også fjernstyres utvendig med kabel. Høy og lav-hastighet. To potensiometre hvor trykket blir stilt. Det er solgt ca 200 CAT SY av ulik størrelse.

Av de mindre taubanene så vi på en liten CAT beltegraver som hadde en to-tromlet Nansei vinsj og et lite tårn. På bildet til venstre er tårnet nede og gravemaskinen brukes med tømmerklo til stabling av tømmer. Bildet til høyre viser tårnet oppe, og klar til å trekke ut returlina opp til endeblokka. Grunnmaskina er her så lett at operatøren støtter i mot med tømmerkloa under innvinsjing så ikke maskina skal tippe forover. Men denne er også uten bardunering. Rekkevidde med 8-10 millimeter ståltau er ca 150 meter.

Som løpekatt kunne de bruke Igland eggkatt med 2 egg, samme som Igland-banene med løpende bærekabel.



Figur 9. CAT beltegraver med tømmerklo og to-tromlet slepebanevinsj. Tårnet oppe på bildet til høyre.

Sammen med denne gravemaskina fant vi en Igland 203 Interlock. Kristen Igland kunne fortelle at de hadde solgt 5 stykker dit for ca 10 år siden, og dette var første gang han fikk høre fra en av banene sine!

Vi ser banen montert med vinkelblokker nede ved gravemaskina, og vinsjer tømmeret ned foran denne. Tømmeret vinsjes ned som helstammer. Kappes på veikant. Legg også merke til stabiliseringen av veikroppen/veiskråningen.



Figur 10. Igland 203 Interlock sammen med gravemaskin for å legge vekk tømmer.

1.5.1.4. Andre maskiner:

SLR200-SW var en spennende maskin. En Cat 320 D LN (22 tonn gravemaskin var påmontert 2-tromlet vinsj (motsatt side av det vi ser på bildet), og en lang teleskopbom som kunne skyves ut 20 meter. Det var forbausende god presisjon på tømmerkloa og man kunne tenke seg en slik maskin for å gå langs med veikanter for å rydde skog inntil 20 meter ut til siden. I bommen var det oppheng for blokker slik at den kunne brukes som slepebane. Som vi ser på det ene bildet kan løftehøyden ("tårnet") bli ganske høyt dersom lasset og motstanden ikke er for stor. Prisen på langkran: 28.000.000 Yen (ca. 1 653 500 NOK), montert på Cat med kran og klo. Prisen er grunnmaskin med langtreggende kran, og klo, uten vinsjesystemet.



Figur 11. Bilde 29 og 30: SLR200-SW med lang kran.

Som tidligere nevnt, det var et utall av små beltegående maskiner som vi vurderte som alt for små og for saktegående for våre forhold. For eksempel en lastetraktor på belter - som vist på bildet under - kunne sikkert kravle seg godt oppover smale hesteveier i Norge også, men økonomien ville nok bli heller tvilsom. Det hører med til historien at kjøreren var særdeles utrenet, så det hele ga et heller tvilsomt inntrykk.

1.5.1.5. Oppsummering:

Faglig sett var det flere overraskelser. (Vi besøkte kun taubaneterreng, så vi kan ikke uttale oss om driftsteknikken på lett terreng). Japanerne kjører med vanvittig masse forskjellig smått utstyr, som stort sett går på belter, spesielt fra Oikawa Motors. Veiene er smale oppe i de stupbratte fjellssidene, maskinene går sakte, de tar små lass, og dagsprestasjonene er som nevnt innledningsvis lave. Lastetraktorene er relativt tunge, smale, har liten lastekapasitet (rundt 5 tonn) og gammeldags førermiljø.

Taubanesystemene er en blanding av gammeldags og arbeidskrevende systemer, og moderne mobile taubaner med tårn, eller bardunfrie taubaner montert på gravemaskiner som swing yarder med løpende bærekabel. Noe import av taubaner har det vært fra Europa, også fra Igland i Norge, men nå er det flere fabrikker som lager "moderne" taubaner også i Japan. Hydraulisk interlock ved bruk av doble nokker har vært vanlig ganske mange år. Japan har et mål om å modernisere skogbruket sitt kraftig, så her vil vi nok se mange nymalte taubaner i skogene de nærmeste årene.

Forskningen har en flott testbane for taubaner, likedan har noen produsenter det også! Det er vanlig at leverandørene av utstyr har grunnopplæring av mannskap ved salg/overlevering av utstyr, mens treningssenteret FMC for det meste har videreutdanning.

Vi mener de to-tromlede taubanene montert på gravemaskiner kan være et nyttig og enkelt supplement til gravemaskiner som f.eks. bygger veier i bratt terreng for å rydde unna skogen i veilinja, men for profesjonelt skogbruk har de for lav kapasitet slik de er bygget i dag, og mangler en effektiv løpekatt.

1.5.2. DELRAPPORT 2 SKOTTLAND 2010.

1.5.2.1. Bakgrunn

Bakgrunnen for studieturen er prosjektet "Gravemaskinmontert, bardunfri taubane" Formålet med prosjektet er å utvikle og utprøve en kostnadseffektiv, gravemaskinmontert, bardunfri taubane for uttransport av virke i bratt terreng og i erosjonsutsatte ravineområder. Da vi hadde fått informasjon om at i Skottland opererte det mange gravemaskinmonterte taubaner, brukte vi internasjonale kontakter og fikk kontakt med A&B services i Killin.

1.5.2.2. Formål

Hensikten med reisen var å besøke A&B Services for å se på bardunfri taubane bygget på gravemaskin.

1.5.2.3. Gjennomføring

Killin er et lite sted med 800-900 innbyggere, og ligger ca. 1 ½ times kjøring nordvest for Edinburgh. A&B Services ble etablert for 19 år siden. Det er en liten bedrift med 4 ansatte (3 sveisere) i tillegg til eierne. For øvrig bruker de underleverandører for tjenester de ikke utfører selv. Vår vert under turen var Gordon Aitken, en av to eiere av A&B Services.

På vei opp til Killin fra Edinburgh stakk vi innom en entreprenør som kjørte Timbermaster kabelkran som fallbane i tynningsdrift. Gordon hadde tidligere arbeidet hos firmaet som produserte Timbermaster, men det er forlenget nedlagt. A&B Services hadde tatt inn brukte Timbermaster for overhaling, og videresalg. Denne entreprenøren hadde kjøpt brukt Timbermaster av dem for 16 år siden, og klarte seg godt med 5000 tonn i året, i tillegg til annet arbeid i skogen. (Produksjonen måles i tonn i Skottland).

Alle klager over dårlige priser, skottene også. Her hadde entreprenøren fått 25 GBP/tonn og det var han fornøyd med. Men dette var tydeligvis en spesialpris, og således var den vanlige driftsprisen lavere. Mannskapet han hadde med var en erfaren, og en uerfaren. Gjennomtrekk på mannskap her også.

Timbermaster hadde 10 mm trekkline, 9 mm returline, og 16 mm bærekabel (500 meter), som antakelig var den originale bærekabelen. Løpekatten var av enkleste slaget med 2 blokker, og det ble brukt A&B Services selvutløsbare stropp (den tyngste på 7 kg). Taubanen har det vi kjenner som Igland-betjening av tromlene. Operatøren står inni et bur på siden av vinsjen, og driften kommer via kraftoverføringsaksel fra en landbrukstraktor. Det kreves en traktor på 85-90 Hk.

A&B Services har bygget 34 taubanesystemer på gravemaskin. 32 er med Igland 8000-vinsjer, mens de to siste er med hydraulisk drevne vinsjer. 3-4 er i Sør-Irland, noen få i Wales. Den nye som vi så på fabrikktomta skulle til Wales. Alle banene, unntatt to, er levert med bærekabel. A&B Services løsning er basert på en basmaskin på ca. 25 tonn. På denne bygges det 2 vinsjer i bakkant og over motordekselet. Rett bak hytta monteres det en bærekabeltrommel delt i to – med en oppsamlingsdel og en strammedel. Det monteres også en hydraulisk drevet monteringsvinsj. Det monteres ikke ekstra pumper på maskinen. På stikka ved leddet mellom bom og stikke monteres det ett tårn med 2 blokker på siden og blokk for bærekabel på toppen. Høyde på tårn med skuffen i bakken blir ca. 10 meter. Denne konstruksjonen tillater god høyde på tårnet samtidig som det gir god stabilitet under vinsjing. Løsningen gir god fleksibilitet til bruk av maskinen som gravemaskin.



Figur 13. Taubane fra A&B services - vinsjingen fortsetter også når maskinføreren ikke har direkte utsyn til banen.

Banelengdene er oppgitt til å være 550 meter på de nye banene, og andre ganger får vi oppgitt at banene er levert med 550 meter ståltau, som tilsvarer banelengder på under 500 meter. Det er vel det siste som er mest riktig antakelig. Uansett så er vår erfaring at 500 meter er i lengste laget.

På fabrikktomta, som var av det enkle slaget med kontor, lager og hall for sveising og montering, fikk vi se en ferdig EX550 montert på en Doosan (koreansk) gravemaskin på 24.600 kg, og 120 kW motor. Vekta på beskyttelse, vinsjer og tilleggsutstyr var ca 4.500 kg, det gir en totalvekt på ca. 29.000 kg.



Figur 14. Ny bane klar til levering.

Vi besøkte også en entreprenør i Argyll området. Entreprenør Duncan arbeidet langs riksvei A83 før Lochgilphead., ca. 1 time og 40 min fra Killin. Duncan jobbet fast for Forestry Commission, på to års kontrakt. Han hadde flere mannskaper, med hogstmaskiner, lastetraktorer, gravemaskin med gripeklo for rydding i vindfall og taubane.

Litt om selve drifta: Det var ikke bilvei bort til det bratte terrenget, som var en kort lise, mindre enn 100 meter. Men nå er det veldig mye vannsyk skogsmark i Skottland med dårlig bæreevne, så de vinsjet også noe "vannrett" på flatmark inn til en basvei hvor kvistemaskin og lastetraktor kan foreta opparbeiding og framkjøring, Avstand til bilvei var 300-400 meter. Skogen var sitkagran, hvor de største var nesten 1 meter i rotavskjæret. Gj.snitt trestørrelse var anslagsvis ca. 400 liter. Basveien var delvis barlagt etter hogsten som var foregått i området, så gravemaskintaubanen har kjørt inn denne veien og vinsjet frem den gjenstående skogen. Trærne lå i ganske høye lunner, 6-7 meter, og avstroppingen skjedde med selvutløsbare stropper som lages av A&B Services (se eget avsnitt). I ettertid kommer en annen entreprenør inn med kvistemaskin og lastetraktor for å opparbeide og kjøre frem virket.



Figur 15. A&B bane i drift.

Banen vi besøkte kjørte med bærekabel oppspent med ganske liten forspenning, og montert direkte i en koblingsring foran stammen med 2 barduner bakover på hver side av stammen . Det medfører en horisontalkomponent fra kreftene i bærekabelen. Derfor måtte de også sette opp en tredje bardun i stammen rett bakover i opphengingspunktet for endestroppen. Koblingsringen var sertifisert og kjøpt fra firmaet Certex. Båndbardunene med jekkestrammere kjøpte de også der, og de hadde en bruddlast på 10 tonn.



Figur 16. Endefeste med koblingsring. Bærekabel til høyre, barduner til venstre.

Løpekatten var enkel med to blokker festet på en trekantplate. Øverste blokk løp på bærekabelen og trekklinen gikk over den nederste blokken og direkte ut til heiseline. Returlinen gikk om en blokk på siden av endetreet og ble festet i katten med sjakkel. På heiselina hang en selvutløslbar stropp med to lange kjettingstroppe, som begge hektes inn på den selvutløsbare stroppen før innkjøring av lasset. For at stroppeen skal få tak i "heiselinen" når løpekatten kommer ut i feltet (den henger på bærekabelen), så hadde de hengt et ca 5 meter langt fibertau som rakk nesten ned til bakken i enden av en av stroppene. Dette tauet så ut til å rette seg ut og henge ned til bakken hver gang ved retur av løpekatten.



Figur 17. Enkel løpekatt med selvutløslbar stropp.

Sjåføren sitter inne i gravemaskina og kjører taubanen. Med 1 spak betjener han begge tromlene (trekk og retur), den ene trekker inn og den andre kjøres ut. Hastigheten mellom de to tromlene justeres automatisk

Bærekabelen kjøres fra førerhytta, men operatøren kan også stå ved siden av bærekabeltrommelen og kjøre den derifra. Da blir det lett å legge kabelen fra oppsamlingsdelen til oppstrammingsdelen, og så tar man siste oppstrammingen innefra førerhytta.



Figur 18. Taubanen betjenes fra førerhytta.

Maskinføreren ser ingen ting ut i feltet når det kjøres i så høye lunner som her. Etter at lunna er 2 - 3 meter høy, må alt skje på "autopilot". Med fast bærekabel kan det skje uten fare for fastkjøring eller problemer av noe slag egentlig, så lenge stropper har god kommunikasjon med vinsjoperatør under innvinsjing av lasset inn til løpekatten. Tømmerlunna var nå blitt 5 - 6 meter høy, og i grenseland for hva kvistemaskinførerne liker. Lettere radiostyrte selvutløsbare stropper kunne gjort arbeidet lettere ved stropping og avstroppingen raskere.

Trekk- og returtromlene er kameraovervåket og vises på en liten skjerm inne i førerhytta. Det så ut til å fungere meget bra!



Figur 19. Skjerm i hytta viser tromlene.

Til høyre for førerhytta er det en hydraulisk drevet trommel for monteringsline. Monteringslina er 8 mm fibertau, og trommelen kan kjøres med en spak på høyre side. Det tar ca. 10 min å demontere det ekstra tårnet som er satt på, og da er gravemaskina klar til å gjøre gravejobb igjen. Den kan også grave med tårnet på bommen, men da må blokkene gjøres fast så de ikke henger og slenger. Hvis det er trangt så kan det høye tårnet hindre bevegelsene.

Veldig ofte må skottene ut fra bilvei for å komme bort til taubaneskogen, og derfor har gravemaskinmonterte taubaner blitt så vidt populært. Der har man to maskiner i en, først så graver man en stikkvei opp/bort til taubanedrifta, så kommer lastetraktoren med tårnet, og etter ett kvarter er man i gang med å rigge banen uten å tenke på bardunering og at andre maskiner skal inn på området (kvistemaskin og lastetraktor, eller i noen tilfeller lastebil direkte). Maskina er selvfølgelig svært enkel å flytte: Det er bare å slakke kablene, løfte grabben og sette beltene i gir.



Figur 20. Beskyttelse av tromlene.

Som det fremgår av bildene så er det satt på en del beskyttelse (stål) rundt maskina, og det er etter erfaring hvor det er fare for at tømmerstokker treffer maskina og kan gjøre skade på hydraulikk, tromler osv. Førerhytta er selvfølgelig ekstra beskyttet.

De to vinsjene bak er drevet av Franske Poclain hydraulikkmotorer, mens resten av hydraulikksystemet er fra Storbritannia. Hydraulikksystemet er konstruert på en litt gammeldags måte og kunne sikkert blitt modernisert, men det fungerer slik det er også.

| | |
|----------------------|---|
| Trekraft trekk/retur | tom trommel: 4,6 tonn full trommel: 2,8. Usikkert se faktaark. |
|----------------------|---|

| | |
|----------------|--------------------------------|
| Hastighet maks | full trommel: 6,5 meter/sekund |
|----------------|--------------------------------|

| | |
|--------|--|
| Liner: | Bærekabel 550 meter 16 mm Retur og trekk: 1150 meter 10 mm Hjelpelina: 1150 meter 8 mm fibertau (polypropylen) |
|--------|--|

Fra firma CERTEX kjøper de riggeutstyr (fiberbånd med jekkestrammere til endetrete og bukker), og koblingsring (mellom bærekabel, barduner og opphengsstropp)

Pris for et utstyr: (1 Britisk Pund (GBP) = 9,7 NOK)

- Pent brukt gravemaskin, Doosan eller Daewoo. A&B Services og entreprenøren mente det ikke var nødvendig med ny maskin): 45-50.000 GBP.
- Påbygg og annen beskyttelse mot stokker og ting som kan treffe maskinen): 15.000 GBP.
- Vinsjer pluss all hydraulikken, klar til å kjøres med løpende eller fast bærekabel: 98.000 GBP.
- Ståltau og utstyr: 8-9.000 GBP.

- Totalprisen slik vi så taubanen blir 172.000 GBP med dyreste alternativ, som tilsvarer ca 1.670.000 NOK med dagens kurs.



Figur 21. A&B services bygget på 36 tonn Volvo gravemaskin (foto: Anders Hals).

1.5.2.4. Diverse fra fabrikanten:

- De har ikke vurdert radiostyring av banene. Frem til for to år siden var det vel heller ikke aktuelt pga at det ble brukt Igland 8000 mekaniske vinsjer, men med de nye hydrauliske kan det være en del av utviklingen videre.
- Radiostyrte selvutløsbare stropper (Ludwig chokers) er blitt testet, men kundene synes de er for kostbare i forhold til det de kan tjene inn.
- Koller løpekatter brukes til fallbane. De betraktes som enkle og driftssikre, og de hadde forhandlerstatus og service på dem
- De er hovedforhandler i Skottland for Oregon, Silvatec og Certex.
- MEN: Gordon var svært interessert i å høre fra prosjektet "Mer effektive riggemetoder", og erfaringene vi har gjort med fibertau fra Teufelberger!

1.5.2.5. A&B Services, selvutløsbare stropper.

Firmaet har to selvutløsbare stropper som de produserer. De har kun mekanisk utløsning. Den største (7 kg uten kjettingstropp) virker slik at når den slippes/senkes ned på bakken/tømmerstokken, beveger den hengslede halvparten seg nedover av tyngdekraften, kroken som stroppen har hengt i blir frigjort, og stroppene er fri til å trekkes løs fra tømmeret. Det sier seg selv at med denne stroppen kan man ikke la lasset treffe bakken under veis fra terrenget til velteplassen. Det skjer ikke heller så lenge man kjører med fast bærekabel, som vi så på befaringene.



Figur 22. Selvutløsbare stropper. Lukket (strek) og åpen (avlastet).

Begge de to taubanelagene vi besøkte brukte denne selvutløsbare stroppen, sammen med to lange kjettingstropper. Stroppen kunne stroppe de stokkene som lå innenfor lengden til disse to kjettingene, og det ble lasset. Nå ligger trærne vesentlig tettere i Skottland enn vi har vært vant til med naturskogen i Norge. Det kunne godt være opp til 4 trær i lasset.

Den andre stroppen var utstyrt med en fjær som holdt låsebolten til kjettingstroppen oppe. Den måtte ha litt anslagen energi mot utløsertappen på undersiden for å løfte låsetappen og frigjøre kjettingen. Den samme utløsertappen presses inn under stropping for å låse stroppen. Det er klart at denne er enklere å få til å sitte og unngå at den løser ut under innvinsjing og fremkjøring av tømmer. Samtidig så vil den være vanskeligere å få løst ut når det er flere stropper og flere trær som kommer inn på velteplassen. Stropp med kjetting veide 6 kg. 1 stropp fungerer sikkert greit, kanskje også 2, men vi vil anta at flere enn 2 stropper vil medføre mye plunder for å få løst ut lasset. Gordon fortalte at noen valgte å ta bort fjæra for å få den til å løsne lettere.



Figur 23. Selvutløsbare stropp hvor kjettingens låsepinne er fjærbelastet.

1.5.2.6. Konklusjon

Den bardunfrie taubanen med de hydrauliske vinsjene og bærekabel er et meget spennende produkt. Kan kjøres som løpende bærekabelsystem, som fallbane eller som kabelkran med fast bærekabel. Skottene kombinerer denne maskinen med graving og sletting av adkomstveier til feltet (driftsveier), og så settes tårnet på toppen av stikka og det er klart for vinsjing. Normalt går det en kvistemaskin og lastetraktor sammen med taubanene, men som vi så på demonstrasjonen så gikk det helt greit å vinsje i lunne selv om taubaneoperatøren satt i gravemaskina. Bardunfrie taubaner vil være en stor fordel ved vinsjing i ravineområder

hvor en må stå på jordekanter uten mulighet for bardunering. Det er også mange standplasser langs veiene i bratte lier hvor det ikke er naturlige barduntrær på over-/nedsiden, eller nedsiden er for bratt til å finne bardunfester. Likedan langs hogstflater hvor naturlige bardunfester ikke finnes.

Skottene trenger en ny løpekatt som kan kjøre ut heiselina når taubanen kun har trekk og retur. Systemet med to enkle blokker fungerer, men er tungt og slitsomt for stropper. Hvis vi lykkes med utviklingen av den nye løpekatten TL2010, burde vi ha et marked i Skottland.

I Norge ville vi antakelig sett på muligheten for radiostyring av både vinsj og stropper slik at kvistemaskinføreren kunne operere begge deler. Men er det grunner vi ikke har sett som gjør at de ikke har vært særlig interessert i å se på en slik løsning?

Oppfølgingen bør være at et par personer drar bortover noen dager når de er på en normalt god drift, tidsstudere prestasjonene, og jobbe sammen med mannskapet noen dager for å bli bedre kjent med systemets styrke og svakheter.

1.5.3. DELRAPPORT 3. KONSEPTANALYSE

Oppgaven gikk ut på å beregne og vurdere bardunfri konsept med 10 meter teleskoptårn i enden på stikka. Instituttet har brukt konsulent Halvor Torgersen til å utarbeide konseptanalyse og foreta alle beregninger.

1.5.3.1. Innledning

Etter ønske fra entreprenør undersøkes et konsept der et 10 meter teleskoptårn festes i hurtigkobling i enden av stikka, og med vinsjene montert bak på gravemaskinen. Konseptet er at det skal være enkelt og raskt å skifte mellom skuff, hogstaggregat og taubane.

1.5.3.2. Metode

Maskinen er modellert i 3D CAD. Vi sammenligner med andre eksisterende konsepter som finnes på markedet. Det som ligner mest er en skotskprodusert bane med vinsjene montert over og bak motorkasse og tårnet montert på stikka, men ved leddet(se delrapport 2).

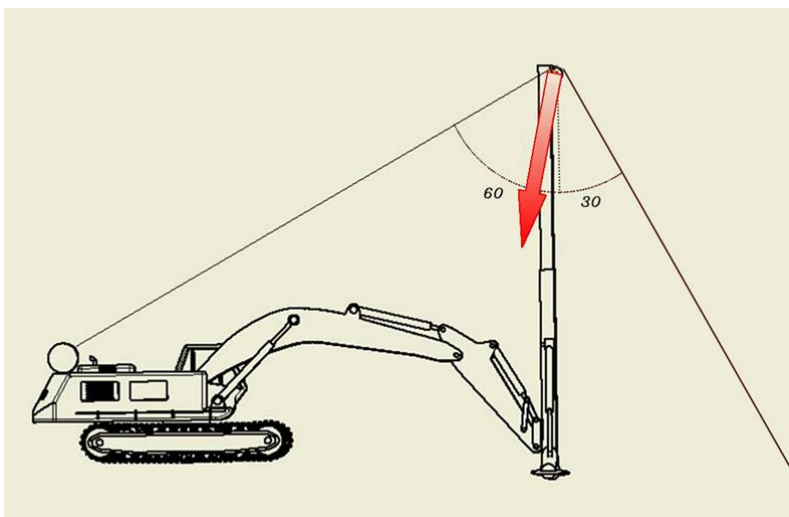
1.5.3.3. Resultat

Figur 24 viser gravemaskin med 10 meter teleskoptårn på stikka. Tårnet virker som en lang moment-arm. For å hindre at tårnet påfører resten av maskinen store momenter ble det modellert inn støttebein sidevegs.



Figur 24. Konseptet sett fra siden og ovenfra.

Bardunering fra toppen av tårn mot bakkant av maskin ville ikke bli effektivt mot sidevegs belastning fra banen. Vinkelen blir for liten. Spesielt på venstre side fordi bommen ikke står i senter av maskinen. Alle gravemaskinmonterte baner vil ha begrenset mulighet til store spenninger ved sidetrekk så lenge de skal være bardunfrie. Det skyldes at bredden på maskinen begrenser horisontalvinkelen på bardunene. På maskiner med vinsjenheten montert på basmaskinen kompenseres dette ved å sideforflytte maskinen. Taubaner med vinsj og tårn som en enhet montert i spissen på bommen er noe mer tungvint å flytte på grunn av barduner som må slakkes/strammes.



Figur 25. Resultanten av mest ugunstig vinkel. Vinkelen over blokka anslås til ca 90 grader.

Figur 25 synliggjør mulige vinkler som banen kan operere med. Resultanten av kreftene treffer utenfor aksen til tårnet i alle vinkler utenom en bestemt vinkel. Horisontalkomponenten av linekreftene påfører tårnets feste et moment. Vertikalkomponenten gir normalkrefter (dvs. kreftene gir ikke moment på konstruksjonen)

1.5.3.4. Beregninger:

Krefter med dynamisk faktor (1,5) forutsettes til 12 tonn til sammen i linene (trekk og retur).

Resultanten av kreftene i linene:

$$\cos 45 = \frac{\frac{F}{2}}{12} \quad F = 17 \text{ tonn}$$

Resultanten dekomponert i horisontal (x) og vertikal (y) komponent:

$$\cos 75 = \frac{x}{17} \quad x = 4,4 \text{ tonn}$$

$$\cos 15 = \frac{y}{17} \quad y = 16,4 \text{ tonn}$$

Momentet i tårnfestet blir $4,4 \text{ tonn} * 10\text{m} = 44 \text{ tonn} * \text{meter}$

1.5.3.5. Diskusjon

Beregninger

Momentet i bunn av tårnet blir relativt stort. Festet må dimensjoneres for kombinasjonen av kreftene X og Y. Situasjonen kan gjøres gunstigere ved å montere et stag mot bommen som vil redusere momentet i festet. Hvis banen hadde vært konstruert med vinsj i bunn av tårn og barduner mot bakkant av maskinen, ville dette momentet vært unngått. Kreftene ville bli ført rett ned vertikalt i tårnets akse og overført ned i bakken for alle mulige vinkler linene dannet. I tilfelle konstruksjon av høye og slanke tårn må stavkneking sjekkes i tillegg til vanlig dimensjonering. (*Slanke/tynne konstruksjoner med stor aksialkraft vil bøye seg og knekke når aksialkraften har en vinkel i forhold til senterlinjen i konstruksjonen*)

Montering og demontering

Montering og demontering av en taubane som er konstruert på denne måten ses på som tidkrevende. Banen kan ikke settes fra seg på en rask måte for å bytte til opparbeidingsaggregat, slik en tilsvarende bane med vinsj og tårn i en enhet kan. Med dette konseptet må hele banen rigges ned og linene kjøres inn på tromlene. Løpekatten må frigjøres fra linene. Demonteringen er ikke problemet, det er oppriggingen igjen som er tidkrevende. Linene må tres gjennom blokker i toppen av tårnet. Så må løpekatten tres. Hvor enkelt dette er, avhenger av hvilken løpekatt som brukes. Vi ser på nåværende tidspunkt ingen enkle løsninger for å demontere og montere linene på en kjapp måte på dette konseptet.

1.5.3.6. Konklusjon og anbefalinger

Sammenlignet med eksisterende systemer der vinsjene er montert i bunn av tårnet, vil dette konseptet falle dårligere ut både med konstruksjon og monteringsteknikk. Vi anbefaler derfor å vurdere andre konsepter. Det er allment kjent at løsninger som skal dekke alle muligheter, såkalte multimaskiner, ofte ikke er den beste løsningen innenfor den enkelte arbeidsoppgave. Skog og Landskap vil derfor anbefale at en vurderer andre taubaneløsninger som for eksempel hvor en ikke er avhengig av å skifte utstyr. Det medfører at en trenger en ekstra gravemaskin til. Fordelen er at da har man en taubane som vil kunne vinsje hele tiden. Vinsjen bør være radiostyrt. Slik kan man spare en vinsjoperatør ved at kvistemaskinkjører også kan kjøre vinsjen. Mannskapskostnadene er den utgiftsposten som ofte kan ødelegge økonomien.