

## Sluttrapport

### **Opplæring av taubanemannskap og kursmetodeutvikling ved bruk av Owren 400 Mini kabelkranmodell.**

#### **Mål**

Målsettingen med forsøket var å gjennomføre 5 opplæringskurs av taubanemannskap på Mære Landbruksskole / Midtnorsk Skog- og Tresenter i løpet av 2011 /2012. Bruk av Owren 400 Mini kabelkranmodell (taubanesimulator) mener vi er en god forutsetning for å gjennomføre kurs på en kostnadseffektiv måte. Det er også gjennomført studier for å dokumentere lærings effekt av å bruke en taubanesimulator til opplæring av taubanemannskap. Owren 400 Mini er en tro kopi i målestokk 1: 3 av en moderne Owren 400 kabelkran.

Prosjektet er gjennomført av Norsk Institutt for Skog og landskap i samarbeid med Mære Landbruksskole, og er finansiert med bidrag fra Skogbrukets Verdiskapingsfond og Utviklingsfondet for Skogbruk.

#### **Bakgrunn**

For å kunne møte utfordringen med den store økningen i hogstmoden skog i bratt terreng er det beregnet at vi trenger mellom 60 og 70 taubaner med dyktig mannskap. Etter mange år med lav avvirkning med taubane, er aktivitetsnivået og interessen for drift i bratt terreng igjen økende. Prosjekter som Kystskogbruket og 10-1 har og har hatt stor betydning for dette. Stormen «Dagmar» som la ned enorme mengder tømmer på Vestlandet har også bidratt til økt aktivitet. Det er kjent at det mangler opplæring på taubanemannskap. Hver ny taubane som tas i bruk fremover vil kreve opplæring av minst 3 norske eller utenlandske arbeidere. Kompetanse blant eksisterende mannskap skal også løpende vedlikeholdes og oppgraderes. Derfor finnes et voksende behov for opplæring og trening for drift i bratt terreng.

I 2009 ble det konstruert en 1:3 skala av Owren 400 Mini taubane. Taubanen er bygget som tro kopi av Owren 400 full skala, men har elektrisk drift av vinsjer istedenfor hydraulikk. Modellen er utstyrt med det mest moderne utstyr for fjernstyring, og brukes til opplæring på Midtnorsk Skog- og Tresenter på Mære. (Disponeres og brukes nå av Skog og landskap). Owren 400 Mini er mobil og er montert på en biltilhenger og kan derfor enkelt flyttes. Taubanen har vist seg meget vel egnet til opplæring på grunn av at den er en tro kopi i alle detaljer og at det er små krefter som settes i sving ved opplæring og demonstrasjon. Vi ønsket å kvantifisere effekten av å bruke Mini taubanen i opplæringen.

## Gjennomføring

### Opplæringsstudie.

Den delen av prosjektet hvor vi skulle se på effekten av opplæring med simulator ble gjennomført på Ås sommeren 2011. En prøvestrekning på 42 meter ble lagt ut med 5 lass (1 stokk i hvert lass) fordelt langs strekket og hvert lass og plassering ble merket. Mellom lass 2 og 3 ble det plassert ett 0,9 meter høyt hinder. Til forsøket ble det valgt 4 forsøkspersoner og en referanse person med lang erfaring i praktisk bruk og opplæring. De 4 andre hadde fra 5 til 15 min prøving på Mini Owren. Deltagerne fikk en kort innføring i taubaneteknologi og bruk av vinsjen. Deltagerne var deretter med og rigget taubanen. Dette innebar betjening av taubanen og de enkelte funksjoner, uttrekking av liner og rigging av endetreet. Til rigging av endetreet ble det brukt normal størrelse på utstyret. Dette er fordi en da får en helt realistisk montering. Det er mer krevende å klatre og jobbe i trær med tyngre utstyr. Selve vinsjingen foregikk på den måten at de kjørte løpekatten ut til hver av de 5 lassene, fikk stoppet på lasset og vinsjet det deretter inn til stamplass. Deltakernes prestasjoner og tidsforbruk ble registrert og sammenliknet opp imot instruktørens prestasjon. Instruktøren har lang erfaring i å bruke dette utstyret. Kjøringen ble gjentatt 7 ganger i løpet av forsøket med presis samme oppsett hver gang. Hele operasjonen ble tidsstudert og det ble målt krefter i linene kontinuerlig under kjøringen. På den måten hadde vi kontroll på spenningen i linene og tidsforbruk på deltid og totalt per kjøresyklus. Spenningen i linene sier noe om kjøreferdighetene. Såkalte «peak» indikerer ujevn kjøring og for lav spenning betyr at hele lasset sleper i bakken, og det er heller ikke bra. Etter gjentakene kunne vi se om det var utvikling i kjøreferdighetene i løpet av forsøket. Data fra tidsstudiene og målingene ble analysert og her inngår også informasjon om deltakerens bakgrunn, forutsetninger osv.

Etter planen skulle det gjennomføres 5 kurs i tillegg til den delen hvor vi ser på innlæringseffekten ved bruk av taubanesimulator. Dette har vist seg vanskelig å gjennomføre fordi Midtnorsk Skog- og Tresenter på Mære ble lagt ned og planen var at disse kursene skulle gjennomføres der og i regi av dem. Samtidig har det blant de aktuelle entreprenørene vært både utstyrs forandringer og bytte av mannskaper som har forkludret planene. To av de banene som det var planlagt kursing på har heller ikke kommet til landet. En annen aktuell maskin som var aktuell å kurse mannskapet på er fortsatt ikke klar fra fabrikk. Dette er årsaken til at 3 kurs er gjennomført, ikke 5 som planlagt.

## Taubanekurs med bruk av OWREN 400 MINI taubanesimulator.



SKOGSKURS på Honne har utarbeidet et to-trinns taubanekurs, med minimumskurs på 22,5 timer som er godkjent av arbeidstilsynet som såkalt «dokumentert sikkerhetsopplæring for bruk av kabelkran». Timene ut over grunnkurset er oppfølging og trening på taubanelagets bane.

Kurset går over 3 dager. Dag 1 er innedag med tema: Taubaneteori, planlegging, sikkerhet og signaler, og ståltaulære. Dag 2 er ute med følgende tema: Taubanevinsjen og utstyr, montering/rigging av taubanen og endefester, kjøring av taubanen, og hogst og stropping. Dag 3 er planlegging ute i felt, hogst og kjøring av banen, og nedrigging av banen.

Vi har hatt problemer med å gjennomføre slike kurs fra a-->å de siste årene. Noen taubaneentreprenører har kjøpt taubaner fra Østerrike, og valgt å ta kurs gjennom produsent/forhandler, og det har skjedd i Østerrike. Andre som kjører eldre norske taubaner har skiftet ut mannskap en for en, og tatt opplæringen internt. Det er ikke bygget og solgt ny norsk taubane i Norge siden sist på 1990-tallet.

Vi vet at det kommer til å bli behov for taubanekurs i Norge etter hvert, for i følge «Melding og Kystskogbruket», jan. 2008, så står ca 1/3 av skogen i Kystskogfylkene i det som er definert som taubaneterreng. Det vil si at når hele arealet av den tilgjengelige hogstmodne skogen skal drives, vil ca 1 mill m<sup>3</sup>/år bli tatt ut med taubaner. I dag drives i underkant av 100.000 m<sup>3</sup> med taubaner. Dvs at i løpet av de kommende 20-25 årene bør det komme i drift 2-3 nye taubanelag hvert år i gjennomsnitt. Og alle skal ha dokumentert opplæring!

Entreprenør Knut Jørgen Oseberg fra Syvde i Vanylven kommune på Sunnmøre bestilte kurs for to taubanelag her i høst, og taubaneinstruktør Viljo Finnøen og undertegnede gjennomførte et 22,5 timers kurs for de to lagene i oktober. I om at de var 6 personer fra Latvia, så valgte vi å være to stykker for å klare å holde alle i aktivitet i 3 dager.

Deltagere på kurset var: Gatis Jankalns, Viktor Vazlamovs, Dounis Joruskins, Georgijs Zukovs, Alekijejs Paramorovs og Pavels Kubcs.

Noen hadde noe erfaring fra kjøring av Osebergs Owren T3 taubane fra tidligere, mens andre ankom kursstedet dagen før vi startet, så her var det stor spredning i kunnskap. Men det var for så vidt veldig bra, for språket blir en utfordring ved slike kurs. To snakket litt engelsk, men det er skoleengelsk og ikke fagengelsk, så det blir mye «tegne og fortelle» sammen med laget og de som skal oversette. Med dette utgangspunktet er det en veldig stor fordel å ha en Owren 400 Mini som opplæringssimulator, der alle kan stå relativt nære banen for å lære rigging og kjøring uten fare for egen og andres sikkerhet.

All erfaring viser at det er vanskelig å drive god opplæring når mannskapet har fått taubanen levert, klar til bruk og første drifta står og venter. Lønningen er ofte basert på oppmålt kubikkmeter levert ved bilvei, så motivasjonen for repetisjon og trening og terping på detaljer er svært liten. Derfor burde all opplæring av taubanemannskap skje før nybanen blir levert og utgiftene løper på. Owren 400 Mini er suveren til det bruket dersom taubanen som leveres er av en slik type. På dette kurset hadde vi både Minibanen og er større Owren T3.

Kurset starter med teori om krefter og effekter, hvor modeller med endetre, barduner og fiskevekter avslører kreftenes lunefulle utslag med uheldige vinkler både vertikalt og horisontalt. Når mannskapet får kjenne i fingrene hvordan kreftene forandrer seg til det verre med uheldig bardunering, så er det lettere å forklare uten i felt når de store banene skal rigges. Dette er en viktig del av kurset, fordi kreftene må de ha forståelse for, slik at de unngår nedrivning av endetre, eller at vinsjen velter.



Ute i felt startet vi med montering av Owren 400 Mini. Dette er en miniutgave av den store banen, så alt fra heving av tårn til bardunering og kjøring er det samme som på de store banene. Her er også bardunvinklene for bardunering av tårnet viktige å få rett både i horisontal og vertikal retning!

Når tårnet er heist og bardunene montert og strammet, er det montering/rigging av endefeste. Den største utfordringen er å lære mannskapet å klatre! Her må de stole på utstyret, prøve å slappe av, og håndtere motorsaga med forsiktighet når de kvister opp stammen.

Utstyret som etter hvert skal monteres oppe i treet (stropp, blokk og barduner) må organiseres godt på bakken slik at det blir enkelt å heise det opp når man har kommet til riktig høyde. Normalt skal dette være en enmannsjobb, men ved førstegangsrigging på et nytt felt er det ofte to mann som samarbeider om rigging av



endetre. Begge har gått opp med utstyr, så det er to personer på stedet. Men senere når man skal forhåndsrigge neste endefeste, er det ofte bare en person som utfører alt. Da er det viktig med god organisering før man klatrer opp, så man slipper den sure ekstraturen ned på bakken. Når alt er rigget ferdig oppi treet, legges den tynne hjelpelina inn i blokka, med endene nede ved bakken, klar til å trekke monteringslina gjennom endeblokka.



Valg av forankringstrær til endetreet er meget viktig, det er de som skal holde igjen for alle kreftene i banen. Ingen trær er like, så noen få holdepunkter for valg finner vi i litteraturen, men mye erfaring og skjønn avgjør valget av disse trærne. De velges ut sammen med endetreet, for det er viktig med riktige vinkler og lengde fra endetre til forankring.

Nå er alt klart i begge ender, så da er det uttrekking av den tynne monteringslina neste steg i rigginga. I

praktisk arbeid ville en person ha startet å gå ut med monteringslina mens de andre rigget endefestet.



Når monteringslina er kommet tilbake til vinsjen, så er det kun kjøring av tromler på selve taubanen som gjenstår av lineriggingen. En person står bak vinsjen og passer tromlene og kjører den ene trommelen, mens en person står foran og kjører den andre trommelen (returtrommelen) med kjørepanelet (radiofjernstyring).

Løpekatten på Owren-taubanene er en såkalt trommelkatt med tre liner. Dvs. den har trekk- og uttrekksline som kommer inn på løpekatten hver sin retning, en egen heiselina inne på løpekatten, og returlina festet i bakkant. Linene må helst monteres i riktig rekkefølge, for å gjøre det enkelt, og det er veldig greit å ha en modell-løpekatt for å trene på dette.



Alt er montert, og kjøretreningen kan starte. Styrepanelet er akkurat det samme som på de store banene, så her er det bare å trene i veg! Det er ofte stropperen sliter litt for å kjøre banen fra terrenget, så her kan den som kjører være både stropper og vinsjefører uten at det spiller noen rolle om man må stoppe og tenke seg litt om. Gjengangeren er at mannskapet i ettertid sier de gjerne skulle trent mer med Owren 400 Mini på selve kjøringen enn det ble gjort. Derfor prøver vi å motivere til mest mulig kjøring når banen er oppe, og viser til resultatene fra forsøkene våre på Ås om hvor fort (eller sakte?) resultatforbedringene kommer.



Sideflytting av endefeste til nytt endetre ved bruk av løpekatten fikk mannskapet trene på, før man naturlig avslutter bruken av minibanen med nedrigging/innkjøring av liner, nedrigging av endefeste, og nedpakking av utstyret.

Mannskapet gikk rett over på praksis da de skulle flytte strekk og rigge nytt endetre på Owren T3.

Vindfall i flere lag gjorde uttrekking av tynnlinja til en utfordring, så her trengs det mer forskning for å finne enklere riggemetoder.



Kurs i planlegging av hogst og vinsjing på nytt felt ble for disse to taubanelagene gjennomført i Bjørkedalen. Der skulle vi uken etterpå demonstrere den nye Owren 350 taubanen, så her fikk mannskapet starte på stående skog og planlegge alt fra starten av.

Ståltaulære hører med, og vi hadde med ekstra ståltau til opplæring og trening på øyespleis og kort langspleis.

#### Kurslitteratur:

- Taubaneboka «Skogsdrift med taubane», SKOGKURS
- Temakort med utvalgte viktige tema fra Taubaneboka.

Taubaneinstruktør Viljo Finnøen hadde også et 3-dagers taubanekurs for et mannskap hos entreprenør Knut Jørgen Oseberg i februar, med bruk av Owren 400 Mini. Kursdeltagere var: Railo Silins, Girts Grivins, Ingars Osis, Alex Gataulins, Vjac Vasilevskis. Disse hadde jobbet med Owren 400 taubane noen få uker uten opplæring, og ikke fått det til å gå særlig bra. Dessverre så innså de etter kurset at dette var ikke en jobb for dem, og sluttet og reiste heim.

Dette er slikt som kan skje, men det nye mannskapet som kom i stedet for de som dro, var mye bedre!

Således er det avholdt 3 kurs etter opplegget til SKOGKURS, med Owren 400 Mini som taubanesimulator.

## Resultater

### Taubanekurs.

Resultater fra taubanekurs er vanskelig å kvantifisere da en først etter en tid får se om mannskapet har lært noe. Sånn sett burde ett kurs også inneholde en oppfølging etter en tid kanskje 1 måned? Da ville man kunne vurdere om de har lært noe og samtidig ha muligheten til å korrigere eventuelle dårlige vaner eller ting som gjøres feil.

### Innlæringseffekt.

Tidsstudiene og måling av krefter i linene viste klart at det var god utvikling i ferdighetene ved å trene med Owren taubane simulator. I begynnelsen var tidsforbruket nesten dobbelt så høyt for nybegynnerne som referansepersonen. Etter 6 gjentak var de omtrent likt med referansepersonen. En av forsøkspersonene var faktisk raskere enn referansen. For mere om gjennomføring og resultater se **vedlegg 1**.

## Konklusjon

Prosjektet har vist at Owren 400 Mini er et meget godt hjelpemiddel ved opplæring av taubanemannskap. Selv om det er vanskelig å dokumentere effekten i tid/innlært kunnskap, så vet vi som har holdt på med dette i snart 40 år at de som får lov til og "leke seg" med en simulator blir fortore flinke til å kjøre de store taubanene, og unngår som oftest de store tabbene. Den store fordelen med taubanesimulatoren er at en kan øve seg mye uten å være redd for å gjøre noe feil. Ved øving på store baner i drift vil en redsel for å gjøre noe galt som kan bli dyrt, legge en begrensning på kjøringen enten i form av alt for forsiktig kjøring eller få kjøring. Sikkerhet er også et viktig argument for å bruke taubanesimulatoren i opplæring. Det er små krefter i systemet i forhold til full skala utstyr.

Når vi nå har kommet i gang med taubanesatsingen i Kystskogbruket skulle vi selvsagt hatt både Norsk Taubanesenter og Silvimontana operative, men begge er nedlagt. Like vel håper vi det blir stilt midler til disposisjon slik at vi kan kjøre skikkelige kurs for taubanemannskaper. Vi vet at fortjenestemarginene er små i taubanebransjen, mens den samfunnsmessige verdien av det tømmeret som taubanelagene vinsjer frem er stor! Det er viktig med lokkemiddel og billig/gratis kurs for å få gjennomført de på en faglig god måte.

Nils Olaf Kyllø

Seniorrådgiver

Morten Nitteberg

Overingeniør

## Vedlegg 1

Austro2011/FORMEC'11: Pushing the boundaries with research and innovation in forest engineering October 9 – 12, 2011, Graz and Rein – Austria

### **The Owren mini 400: a unique 1:3 scale electrically powered tower yarder for research, training and demonstration**

**Giovanna Ottaviani Aalmo, Nils-Olaf Kyllø\*, Bruce Talbot**

Norwegian Forest and Landscape Institute

Section for Forest Technology and Economics

Høgskoleveien 8, 1432 Ås, Norway

#### **Abstract:**

*This paper introduces a 1:3 scale tower yarder modeled on the Owren T400. The yarder was developed in Norway to promote steep terrain logging activity by increasing awareness through demonstrations at exhibitions and field days, to contribute to the theoretical and practical training of new logging crews, both with regard to rigging and operation, and finally, to be used as a research and development tool for testing new working methods and auxiliary equipment. Results from a comparative study of three people with differing levels of experience showed that both a beginner, and a part-time machine operator, rapidly approached the time consumption and line tension profiles of an expert. The risk of total system failure is high for early stage operators of cable yarders. Eliminating tension 'spikes' through training on the mini-yarder is likely to prove valuable in preventing downtime, reducing the risk of accidents, and increasing yarder productivity.*

**Keywords:** cable-yarding , training, simulator, steep terrain

#### **Introduction**

Recently, the Norwegian government has advocated an increase in forest based activity, partly to stimulate rural economies, to maintain cultural landscapes, and to contribute to timber and renewable energy feedstocks. At 9 million m<sup>3</sup> per annum, Norway harvests less than 30% of the annual forest growth, and the standing volume of timber has doubled over the past century.

Since the early 1990s, interest in steep terrain logging in Norway has waned significantly, in line with falling real timber prices, increasing costs of infrastructure, and increases in the level of affluence in society at large. In this period, cable yarding activity has accounted for less than 1% of the annual cut. In the meantime, considerable volumes of timber are coming online for harvesting in steep terrain (> 40% slope), more than 70 million m<sup>3</sup> in the coastal region and 40 million m<sup>3</sup> in the inland region within the next 20 to 30 years (Vennesland et al., 2006). Present operating capacity in the



country is less than 100 000 m<sup>3</sup> per year (roughly 15 000 m<sup>3</sup> per yarder on average). Many of the skilled crews of earlier times have gone into retirement, leaving only a sparse distribution of individuals with potential know-how in contributing to any future upswing.

Any noticeable increase in activity in steep terrain would require (i) vastly increased awareness of the existence of the work opportunities in local areas (ii) a marked increase in recruitment of human resources into the sector (iii) a need for more research into the productivity, ergonomics, economics and systems configurations in cable yarding under these conditions, and (iv) capacity building and vocational training of cable yarder crews.

In an effort to counter this, the specialist machine company Trygve Owren AS received project funding to develop a true scale 1:3 version of their Owren 400 tower yarder. The Owren 400 is a popular yarder in the boreal zone, and can be used as both a fixed or a running skyline. Heinimann et al.(2001) provide a comprehensive categorisation of yarder types and functions. The 'mini' yarder, with its retractable 3 m tower, is mounted on a fully contained standard car trailer, brutto mass is 1350 kg.. Including trailer and frame, the top of the tower is 4.3 metres above the ground. It is fitted with drums for the strawlines and guy lines, as well mainline, haulback lines, skyline and slackpulling line (fig. 1). Technical drum capacity on the skyline is 192 m of 6 mm cable, though in practice only 150 m are installed. The mainline and haul-back line are 4 mm, allowing 400 m in normal operating conditions. The winches are electrically powered by a 15kVA generator. The line speed has not been tested specifically but is estimated at 0.75 m s<sup>-1</sup> in the centre of the drum. While it is designed for use as a running skyline system (the system of choice in Norwegian conditions), it can also be used in a static skyline configuration (i.e. also has a skyline drum).



**Figure 1. The trailer mounted Owren mini 400 yarder**

Training of new yarder operators is a somewhat risky business. Given the high cost of tower yarders, and the need to keep them working productively, any operator training traditionally takes place under normal working conditions, which by definition are high risk zones for early training. Sudden tension spikes can break the rigging, uproot tailspars, or snap one of the lines, while uncontrolled

downhill yarding poses a significant threat to the tower and crew below the load. Therefore, there is a recognised need to train cable yarding crews offsite, but in similar conditions – especially in developing motoric skills for smoother operation. For ground based harvesting systems, simulators have been available and improved upon since the 1980s. Ovaskainen (2005) used 6 skilled machine operators to test the sense of ‘reality’ of a harvester simulator, and found that while there was generally good correspondence on methods and controls, the visual environment caused a number of discrepancies. However, they have been found to greatly advance learning, especially in the initial stages. The learning curve for forest machine operators has been shown to follow a sigmoidal improvement over a long period. In a study of 32 operators, Purfürst (2010) showed that the majority began their career at 50-60% of what would become their mean performance. He found that an average operator reaches the end of the learning phase of work after 9 months.

### **Aim**

The main objective of this paper is to present a quantitative evaluation of the Owren 400 tower yarder as a training tool. However, the paper also discusses recruitment and other aspects of yarder training such as rigging and functionality.

### **Material and Methods**

The main objective of the study is to assess how the Owren 400 mini works as a training tool. Five subjects participated in a 3 day training programme. We tested learning progress of two of the subjects against the instructor. The two subjects had varying background experience with forestry machines. Subject A was a forestry student with experience as a forwarder and excavator operator. Subject B was a doctoral student without previous experience. Subject C was the instructor, who had roughly 30 years’ experience with full scale Owren yarders, and was used as the control (table 1).

**Table 1: Details of the 3 subjects tested**

<b>Subject</b>	<b>Year of birth</b>	<b>Occupation</b>	<b>Previous exposure</b>
A	1987	Undergrad. Student	Forwarder /excavator operator – 15 min. on simulator
B	1970	Doctoral student	5 min. on simulator
C	1951	Professional instructor	Unlimited

The training included all aspects of yarder work, where the rigging is especially important. This involves a series of activities requiring special skills and theoretical knowledge. Rigging and down rigging was carried out before and after each session, and performance was also studied but is not reported here.

## Corridor layout

The yarder was rigged with a running skyline setup in a 41 m long corridor and 17 % slope (fig.2). The term running skyline refers to a yarding system of two or more suspended moving lines (mainline and haulback line). Once properly tensioned, these lines provide lift and travel to the loaded or unloaded carriage. The end-block was rigged 6.4 m above the ground. Maximum deflection at mid-slope was 5.2 m. Five small logs were laid out on permanently marked course. The first at 10m, the second at 15m, the third at 21 m, the fourth at 30m and the fifth at 37 m. A solid 1.5 m high obstacle

was placed between the second and third logs. Obtaining lift with a running skyline requires simultaneous tensioning of the mainline and the haulback line. This tension needs to be maintained while using the same lines to move the carriage to and fro, requiring significantly more skill than simply winching the logs in.

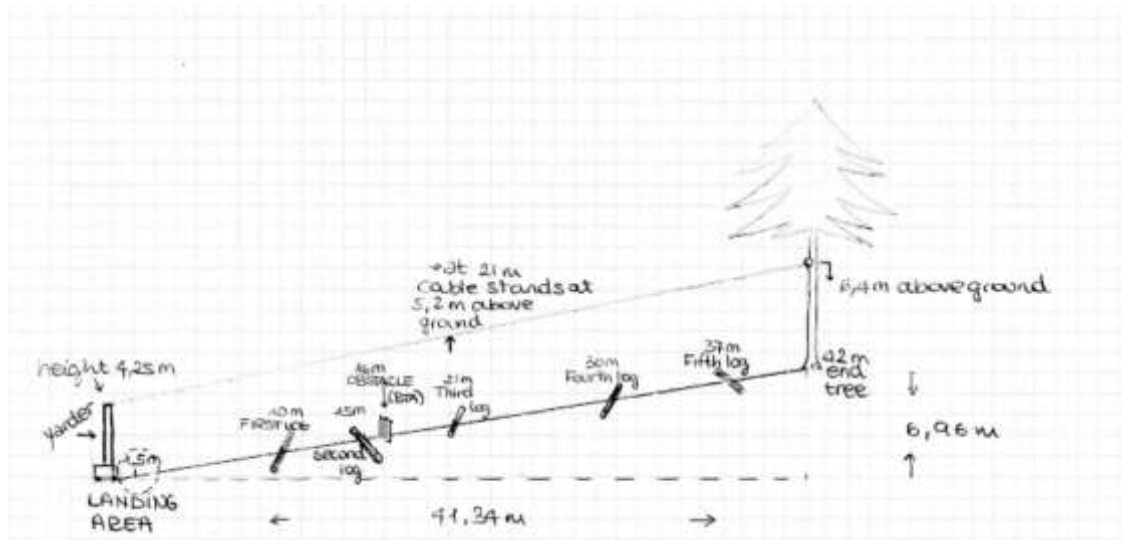


Figure 2 Layout of the training corridor

## Study measurements

The study was repeated over 3 days. After initial instruction on the functioning of the winch and winch controls, each of the 3 subjects had to yard all five logs to the landing area, giving one replication. In total there were 6 replications of the 5 logs per subject.

Performance was measured for each replication in two ways. Firstly, a time study was made for each subject and replication using SIWORK 3 software on an Allegro™ datalogger. The cycle times for each log were recorded according to the breakdown given in table 2. The five cycle times (1 for each log) were summed to give the replication time.

**Table 2: Breakdown of variables used in the time study**

<b>Variable</b>	<b>Description</b>
Out-haul	the time required for the empty carriage to travel from landing to each log's position – starts when the carriage leaves the position next to the tower, ends when the carriage stops on the slope
Line-out	the time required for pulling the drop line out of the carriage to the log – ends when the drop line has reached the log
Choke	the time required to hook the log – ends when the choker releases the hook
Haul-in	the time required to yard the logs to the landing - ends when the carriage stops next to the tower
Targeting	The time required to release the drop line once the carriage has stopped over the landing area, ends when the log touches the ground within the target area and the drop line is slack
Un-choking	the time required to release the chokers and lift them back close to the carriage ends when the dechoker releases the hook – new observation
Delay	All time not included in the above mentioned categories

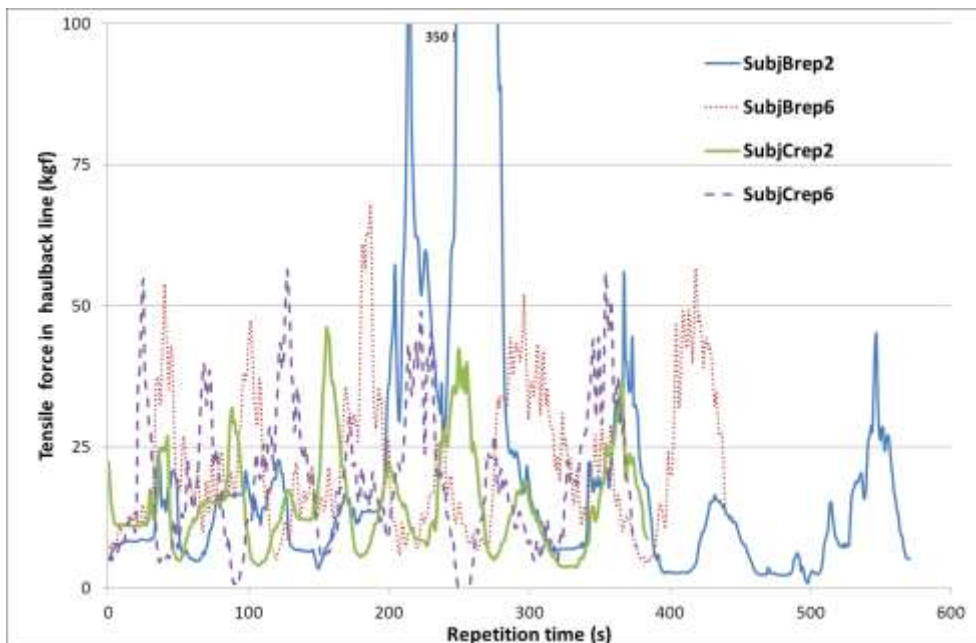
Secondly, a wireless 3.5 kN dynamometer was attached to the end block to continuously measure the tension in the lines, and provide some indication of the 'smoothness' of the operation (fig 2 – left). Tension spikes should be avoided as they can cause system failure, breaking the guylines or snapping the mainline or haul-back line. The ability to operate with low tension is one of the main advantages of the running skyline.



**Figure 3 (left) the wireless dynamometer attached to the end-block, (right) rigging the end-block at 6 m.**

## Results

The combination of time and tension monitoring provided useful profiles in assessing the regularity of the operation. Continuous tension logging makes all spikes explicit, while the simultaneous time study makes it possible to identify the work operation responsible (fig.4) Results on the time consumption per cycle were consistent with expectations, showing a clear decrease with each replication of 5 log batch (fig. 5). For subject A, who has experience with joystick operated forestry machines, time is quickly reduced, and by the 5<sup>th</sup> repetition, it equals the time consumption of the instructor (subject C). Subject B also shows rapid improvement, with time consumption continually decreasing with each repetition. The instructor showed consistent time consumption over all repetitions, which was to be expected.



**Figure 4 –Continuous force and time profiles for subjects B & C, repetition 2 and 6 respectively. For subject B repetition 2, a spike of 350 kgf (7-8 times the control value) was measured.**

With regard to the tensile force measurements from the dynamometer, subject A is able to halve the cumulative tensile force experienced after just 1 repetition. From repetition 2 and onwards, performance is indistinguishable from the instructor (subject C). Subject B also shows substantial improvement after 3 repetitions, and remains more constant after the third. The improvements in cumulative tensile force are more remarkable considering that time consumption decreases simultaneously, thereby indicating real repetition on repetition improvement.

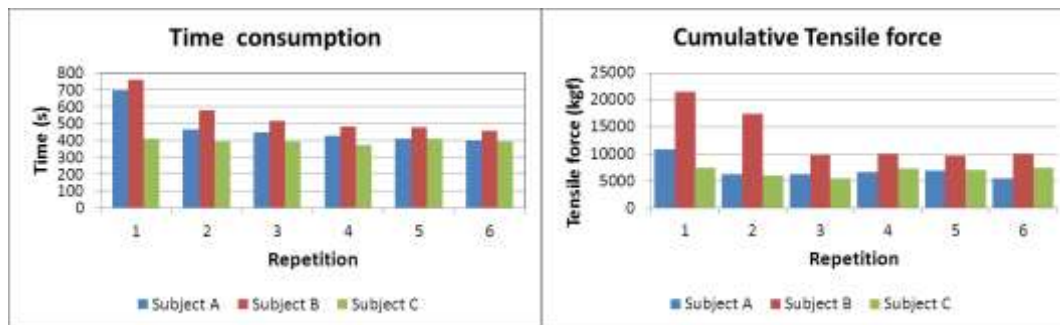


Figure 5 A (left) Time consumption (s) by subject and repetition, B (right) Cumulative tensile force measured over the entire repetition (5 logs), by subject and repetition

## Discussion

This presentation reports on experiences gained from using the mini yarder in training teams of operators over the past 2 years. The yarder is used in teaching and understanding rigging theory and practice, the functionality of the drums and lines, and the working principles of the carriage. Operators get to use the same control system as for the full size version, and thereby gain a good feel for the machine without the dangers of the high tensile forces otherwise present in normal working conditions.

This study shows that rapid improvements in understanding and motoric function can be made in a short time, and in a safe environment. Performance figures approached those of the expert instructor after only 6 replications. This is important for future expansion of tower yarder activity in Norway, where new entrants have little or no experience with yarding.

For research and educational purposes, the unit provides an excellent basis for testing new rigging or operating techniques, but is also useful in teaching time study and systems analysis to graduate students or research assistants.

The Owren mini yarder has been used numerously at forest and career exhibitions, and has proven to be a crowd-puller in attracting people to take a closer look at the technology. This is an invaluable role in stimulating potential new entrepreneurs in consider yarding as an interesting and viable choice.

Presently, a novel carriage concept (with yarder controlled slackpulling capacity, but requiring only two winch drums) is being constructed to the same scale by the Norwegian Forest and Landscape Institute, and the mini yarder will play an integral part in testing the prototype before a full scale version is developed.

## **Acknowledgements**

We appreciate the financial support from the Norwegian Forestry Development Fund and cooperation with the forestry training school 'Midt-Norsk Skogsenter. Thanks are specifically due to scientific engineer Morten Nitteberg for assistance with the instrumentation and data collection.

## **References**

Heinimann, H. R., Stampfer, K., Loschek, J. & Caminada, L. (2001) Perspectives on Central European Cable Yarding Systems. In *International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium*. Seattle, Washington, USA.

Ovaskainen, H. (2005) Comparison of Harvester Work in Forest and Simulator Environments. *Silva Fennica*, 39(1) 89-101.

Purfürst, F. T. (2010) Learning curves of harvester operators. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 31(2) 89-97.

Vennesland, B., Hobbelstad, K., Bolkesjø, T., Baardsen, S., Lileng, J. K. & Rolstad, J. (2006) Skogressursene i Norge 2006. Muligheter og aktuelle strategier for økt avvirkning. *Viten fra Skog og landskap*. Skog og landskap. 94 pp.