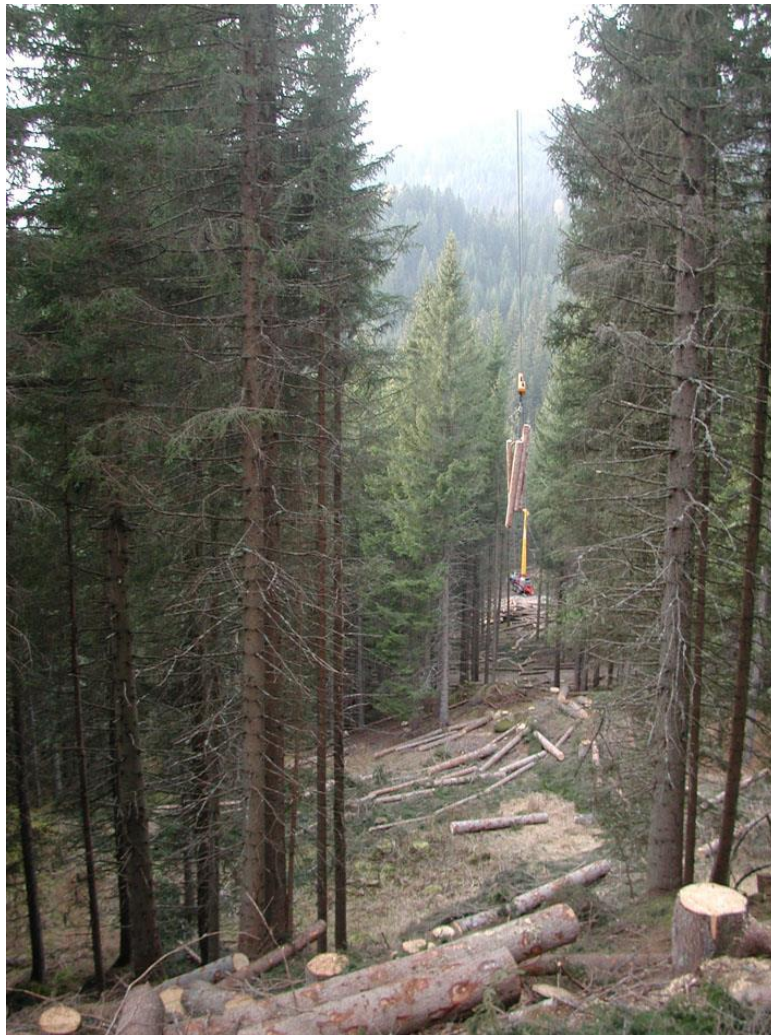


Ermittlung der möglichen Innovation im Bereich der Seilbringung



Bearbeitet von: Raffaele Spinelli
Consiglio nazionale della ricerca, CNR, Firenze
Natascia Magagnotti
Consiglio nazionale della ricerca, CNR, Firenze

Inhalt

1. Einleitung
2. Beschreibung der durchgeführten Arbeit
3. Analyse der bestehenden Bibliographie
4. Interviews mit internationalen Experten
5. Interviews mit Maschinenherstellern und Holzernteunternehmen aus den Provinzen Trient und Bozen
6. Schlussfolgerungen

Anlagen

1. Allegato 1 – Bibliografia
2. Allegato 2 – Appunti dalle interviste con gli esperti internazionali
3. Allegato 3 – Appunti dalle interviste con i costruttori e le imprese

1. Einleitung

Das Projekt FOROPA hat das allgemeine Ziel, die Unternehmensnetzwerke, welche sich mit der Nutzungssteigerung der Biomasse in Europa befassen, zu fördern und zu stärken. Innerhalb des Projekts versucht man alle Akteure der Holzwirtschaft, d.h. öffentliche und private Waldbesitzer, Schlägerungsunternehmen, Holzhändler sowie Betreiber von Energieumwandlungsanlagen, zu Innovationsmaßnahmen zu ermutigen.

Ein spezifisches Bestreben des Projekts FOROPA ist die Analyse des Innovationsbedarfs der Unternehmen, welche in den Bereichen der forstlichen Biomasse tätig sind. So kann man sich vorerst auf die technologische Entwicklung von dringenden und auch potentiell lohnenswerten Fällen konzentrieren, welche sei es den Schöpfer der Innovation als auch den Endanwender zugutekommen.

Im Alpenraum bereitet die Mobilisierung der Biomasse wegen der Orographie des Gebietes große Schwierigkeiten, weshalb Seilbahnen als Transportsystem des Holzes verwendet werden. Eine große Rolle werden die zunehmend verbreitenden skandinavischen Maschinen Harvester und Forwarder einnehmen, welche zwar nicht die Seilbahnen ersetzen können, jedoch auf Hochebenen und gemeinsam mit den Seilbahnen in Einsatz gebracht werden können.

Eine kürzlich durchgeführte Erhebung von Seilbringungsunternehmen in Norditalien hat eine Gesamtzahl von 360 Seilbahnanlagen ergeben, wovon 130 mit Antriebsstation und 230 mit Seilwinde auf Schlitten betrieben werden. In Norditalien besitzt eins von vier Schlägerungsunternehmen mindestens eine eigene Seilbahn und hat somit technisches Knowhow in der Verwendung. Bei über einem Drittel der Seilbahnanlagen handelt es sich um moderne Anlagen mit mobiler Antriebsstation, welche man vor allem in den Regionen Piemont und Trentino-Südtirol vorfindet, wo sie in aller Regel mit einem Prozessor verbunden sind. Über 70% der Seilbahnen sind italienische Konstruktionen, die namhaftesten Hersteller sind Greifenberg und Valentini. Unternehmen welche im Besitz einer Anlage sind schlägern circa die doppelte Menge Holz als jene ohne Seilbahnen (4.100 zu 2.300 m³) und ernten wesentlich größere Holzschläge (680 zu 560 m³).

Die Ergebnisse dieser Erhebung weisen auf 3 bedeutsame Aspekte hin:

1 – Die Schlägerungsunternehmen in Norditalien werden dank ihres bemerkenswerten Fachwissens in der Verwendung von Seilbahnen ohne weiteres im Stande sein, künftige innovative Technologien angemessen zu verstehen und zu nutzen. Dies darf man nicht unterschätzen, denn die Bedienung der Anlagen erfordert sehr viel Geschick und die Ausbildung neuer Mitarbeiter ist äußerst langwierig. Es wäre ja sinnlos innovative Produkte zu entwickeln, wenn niemand von den Unternehmen sie verwenden kann. Glücklicherweise ist dies bei den Schlägerungsunternehmen in Norditalien nicht der Fall. Aus den wertvollen Innovationen im Bereich der Anlagen wird man einen großen Nutzen ziehen können.

2 – Der Seilbahnbestand der Schlägerungsunternehmen ist ziemlich betagt und nur ein Drittel davon besteht aus modernen Anlagen mit mobiler Antriebsstation, welche ein Durchschnittsalter von 6 Jahren besitzen. Die übrigen zwei Drittel sind völlig überholt - sie bestehen aus Anlagen die mit Seilwinden auf Schlitten betrieben werden und durchschnittlich 15 Jahre alt sind. Aus diesem Grund sollte man die Erneuerung des Maschinenparks fördern, um eine höhere Produktivität als auch die Arbeitssicherheit gewährleisten zu können. Solch ein Anlass könnte die in den nächsten Jahren vorgesehenen öffentlichen Finanzierungsprogramme fördern, welche eine hervorragende Gelegenheit für die Umsetzung von potentiellen Innovationen im Holzsektor bieten.

3 – Der aktuelle Wert der Seilbahnen entspricht 20% des Gesamtwertes des genutzten Maschinenparks (Abb.1). Dies ist noch eher wenig wenn man bedenkt, welche ausschlaggebende Bedeutung diese Ausrüstung im Alpenraum besitzt im Gegensatz zu gewöhnlichen Maschinen wie etwa landwirtschaftliche Zugmaschinen. Zusammengefasst stellen landwirtschaftliche Zugmaschinen circa 50% des aktuellen Gesamtwertes des genutzten Maschinenparks dar. Deshalb ist es selbstverständlich, dass die kommenden öffentlichen Förderungsprogramme bei Investitionen in diesem Bereich vorerst in die Erneuerung des Seilbahnenbestandes fließen anstatt in die Ersetzung von einfachen Zugmaschinen.

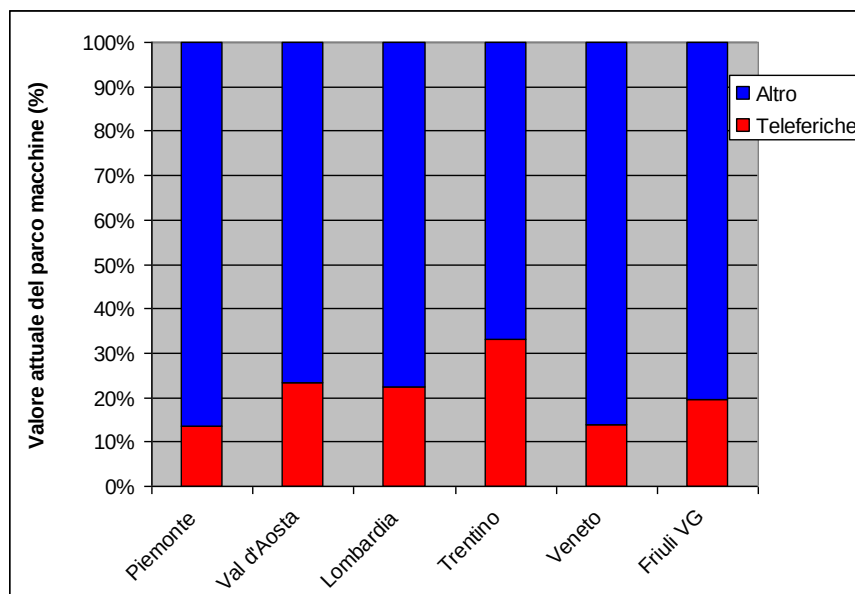


Abbildung 1: Aktueller Wert des Maschinenparks der Unternehmen im Forstsektor

Das Ziel dieser Aufstellung ist, mögliche Chancen für technische Innovationen zu ermitteln und diese an die Hersteller von Forstmaschinen weiterzugeben, damit in erster Linie die Industrie (im Allgemeinen alpine), welche solche Technologien entwickelt, als auch Forstunternehmen und die damit verbundene Holzwirtschaft zu begünstigen.

Um auf beste Weise reale Innovationsmöglichkeiten zu ermitteln, haben wir uns auf drei Vorgehensweisen, die in Synergie verwendet werden, basiert. Die Analyse charakteristischer Bibliographie, die Meinung international anerkannter Experten im Sektor und die Meinung ausgewählter Maschinennutzer und -hersteller.

2. Beschreibung der durchgeführten Arbeit

Die Arbeit wurde 2013 durchgeführt und wurde wie folgt gegliedert:

Aktivität 1 – bibliographische Analyse zur Erstellung eines diesbezüglichen Forschungsrahmens, vor allem durch die Prüfung der Akten der Kongresse COFE und IUFRO 03.06.00

Aktivität 2 – Interviews mit internationalen Experten

Aktivität 3 – Interviews mit einer repräsentativen Anzahl an Maschinenhersteller und Maschinenanwender von Seilbahnen aus Südtirol und dem Trentino

Aktivität 4 – Erarbeitung des vorliegenden Berichtes

Die detaillierte Beschreibung der durchgeführten Tätigkeiten innerhalb einer Aktivität wird in den jeweiligen Kapiteln individuell aufgezeigt, um die Abhandlung so gegliedert wie möglich zu halten. Zu berücksichtigen ist, dass das Rohmaterial, welches während der Arbeit gesammelt und als Basis für die Erarbeitung verschiedener Kapitel verwendet wurde, sich am Ende des Berichtes in ebenso vielen Anhängen befindet. Diese beinhalten: Anhang 1) die Liste der gesammelten Bibliographie; Anhang 2) die Notizen von den Interviews mit den internationalen Experten und Anhang 3) die Notizen von den Interviews, durchgeführt mit den Maschinenherstellern und Maschinenanwendern von Seilbahnen. Dies wurde deshalb gemacht, weil das Rohmaterial ziemlich umfangreich ist und es dem Bericht geschadet hätte, wenn man nach jedem Kapitel eine Auflistung angebracht hätte. Nichtsdestotrotz haben wir es für sinnvoll empfunden, das Rohmaterial für eine erhöhte Transparenz der geleisteten Arbeit beizulegen, sodass es jedem zugänglich ist und man unsere Schlussfolgerungen nachzuvollziehen oder eigene Denkansätze entwickeln kann.

3. Analyse der bestehenden Bibliographie

Während dieser Tätigkeit konnte man insgesamt 258 wissenschaftliche Arbeiten über Waldseilbahnen, davon 96 wissenschaftliche Artikel und 162 Präsentationen, sammeln und untersuchen. Die vollständige Liste der Publikationen wird im Anhang 1 wiedergegeben.

Selbstverständlich wurden bei der Analyse zunächst nur die Titel durchgenommen und infolge dessen jene Arbeiten berücksichtigt, welche das Interesse zur technischen Innovation, das wir in unserer Studie aufbringen, widerspiegeln. Die Analyse der gesammelten Arbeiten hat uns ermöglicht die Entwicklung der modernen Waldseilbahnen wiederzugeben. Sie wird folgend dargestellt:

Die Entwicklung der forstlichen Seilgeräte hat mit dem Laufwagen begonnen. Der erste große technologische Schritt wurde mit der Einführung der semiautomatischen Laufwagen (wurde am Tragseil mit eigens vorgesehenen Streckenblöcke angehalten) gemacht, die von Wyssen im Jahr 1939 auf den Markt gebracht wurden. Dies hat es ermöglicht die Seilbahn von einem Transportmittel, das zwischen zwei fixen Ladestationen operiert, zu einem Seilbringungsmittel zu verwandeln, welches in jedem Punkt der Linie auf- und abladen kann. Circa 10 Jahre später, im Jahre 1948, hat Baco den ersten automatischen Laufwagen (mit integriertem Bremssystem) eingeführt, der das Anhalten entlang des Tragseils weiter erleichterte. Anschließend haben Wyssen (1955) und Koller (1964) automatische Laufwagen entwickelt, ähnlich denen von Baco. Des Weiteren hat im Jahr 1964 Mayr-Melnhof einen Laufwagen mit einer Ausspultvorrichtung des Zugseils ausgearbeitet die er mit einem Hilfsseil, welches auf einer vierten Trommel befestigt wurde, betätigte. Ungefähr 25 Jahre später beginnt die Zeit der Laufwagen mit einem Hilfsmotor an Bord, welcher die Aufgabe des Hilfsseils übernehmen sollte. Mayr-Melnhof und Koller präsentieren ihre Ausführung mit Fremdzündungsmotor im Jahr 1998, während im Jahr 2001 die Variante mit elektrischem Motor von Gantner und jene mit Hydraulikmotor von Stuefer gestartet wurden. Mehr oder weniger zur selben Zeit erschienen motorisierte Laufwagen mit automatischer Überführung, wovon die aktuell bekanntesten wohl die Woodliner von Konrad sind.



Abbildung 2: Eine der ersten Seilbahnen mit dampfbetriebener Seilwinde, zu Beginn des 20. Jahrhunderts

Was die Antriebsstationen betrifft, beginnt der Übergang zu den Mastseilgeräten im Jahr 1966 durch Hinteregger, welcher den ersten Urus produziert hat, das Urexemplar einer sehr erfolgreichen Linie bis hin zu den 80er Jahren. Im Jahre 1972 entsteht eine ebenso wichtige Innovation, und zwar die Kraftübertragung mittels Hydraulikmotor, die 5 Jahre später den Weltbestseller Koller K300 (Abb.3) generiert. In den 80er Jahren startet man schlussendlich zwei ebenso bedeutenden Entwicklungswege für die Zukunft der Seilgeräte für die Holzbringung: die Automation und die Integration. Die Automation der Abläufe beginnt mit der Möglichkeit zur Anhaltung und Geschwindigkeitsregelung des Laufwagens in der Nähe der Masten zu programmieren. Dies ist heutzutage, dank der großen Fortschritte in der Elektronik, eine weitläufige Funktion bei fast allen Modellen. Die Integration hingegen sieht vor, mehrere Funktionen auf derselben Antriebsstation zusammenzuführen und beginnt mit der Entwicklung von Antriebsstationen mit hydraulischem Arm zur Manipulation des Holzes, die mehrere Aufgaben (Holzbringung und Holzmanipulation) in ein und demselben Gerät vereinen. Heute stellen viele Konstrukteure solche integrierten Antriebsstationen her. Eines der namhaftesten Seilgeräte ist wahrscheinlich der Mounty von Konrad.



Abbildung 3: Koller K300; ein Bestseller der 70er Jahre!

Diese kurze historische Übersicht gibt uns einen Einblick von dem was bereits existiert und von den langjährigen technologischen Trends der Seilbahnen für die Holzbringung.

Eine weitere Analyse der gesammelten Publikationen lässt die Trends der letzten Jahre erkennen, die wichtige Erkenntnisse zu den Innovationen der Zukunft liefern könnten. Der Großteil der Studie befasst sich mit der Schätzung der erreichbaren Produktivität der verschiedenen Seilgeräte bei unterschiedlichen Arbeitsbedingungen und ist deshalb für unsere Zwecke nicht unbedingt relevant. Nichtsdestotrotz bleibt eine gute Anzahl an Studien übrig, welche sich explizit mit den verschiedenen Innovationen befassen und uns

gestatten, die meist bewerteten Themen zur technologischen Entwicklung zu ermitteln, welche wir nachstehend auflisten.

1 – Automatische Aufzeichnung der Linien. Etwa zehn Arbeiten sind der Entwicklung der verschiedenen Programme zur automatischen Aufzeichnung der Seilbahnlinien gewidmet, basierend auf einfachen Algorithmen, die auf digitalen Modellen des Geländeprofiles (DEM) angewendet werden. Die Arbeiten stammen alle vom Zeitraum zwischen 2001 und 2011 und 7 davon wurden in den USA erstellt, vor allem in der Umgebung der Oregon State University (Chung 2002 und 2008; Chung & Session 2003; Chung et al. 2001 und 2007; Epstein et al. 2008; Klun & Robek 2009; Heinimann & Bont 2013; Magaud 2011). Es lässt sich erkennen, dass der Großteil der Arbeiten von wenigen aber dennoch sehr aktiven amerikanischen Forschungsgruppen durchgeführt wurde. Tatsächlich gibt es schon verschiedene gewerbliche Softwareprogramme zur automatischen Aufzeichnung und Berechnung der Seilbahnlinien. Die bekanntesten davon sind die amerikanischen Logger PC und Guyline PC, die neuseeländische CYANZ und die französische Simulcable (Abb. 4).

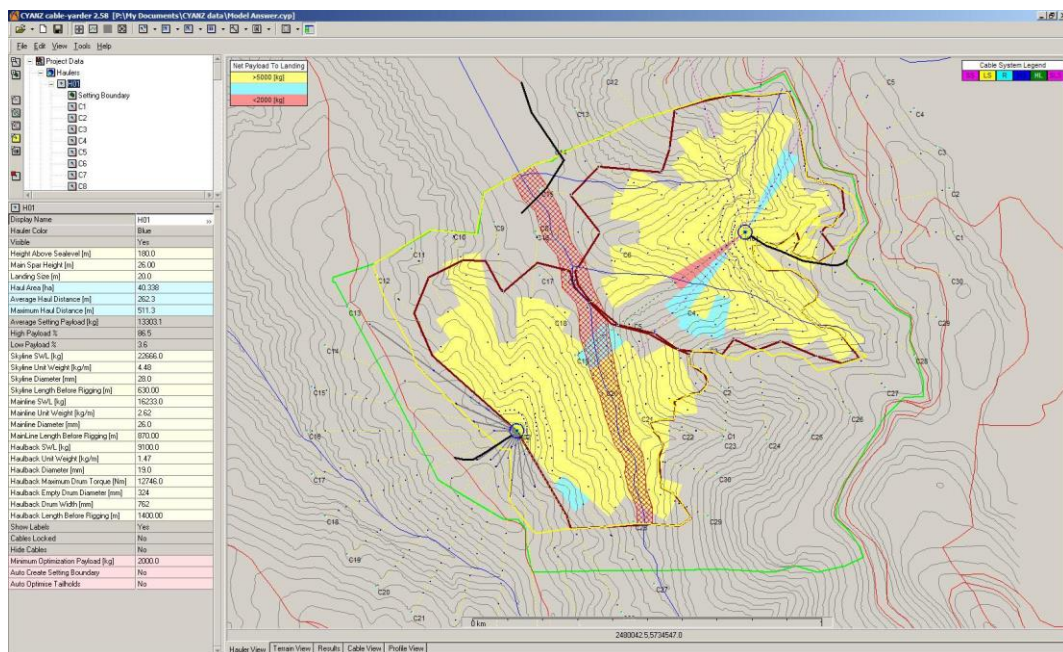


Abbildung 4: Beispiel einer automatischen Seilkranprojektierung mit CYANZ

2 – Synthetische Seile. Diese Arbeiten widmen sich vor allem dem ergonomischen Nutzen entstehend durch den Einsatz von Polyaramid-Seile, eine synthetische Faser die dieselbe Leistung wie Stahl vollbringt, aber zu einem neunfach geringeren Gewicht (Abb.5). Etwa 20 Arbeiten befassen sich mit diesem Thema, die zwischen 2001 und 2012 erstellt wurden. Auch in diesem Fall kommt der Löwenanteil von der Oregon State University mit 11 von 19 Arbeiten (Garland 2001; Garland & Pilkerton 2007; Garland et al. 2001 & 2003; Hartter & Garland 2006; Hartter et al. 2000; Leonard et al. 2003; Pilkerton et al. 2001, 2004 und 2004, Smeets 2007). Die verbleibenden Arbeiten kommen aus Österreich (Kirth et al. 2007; Nemestothy 2010 und 2011; Pertlik 2009; Schmimer et al. 2009, Stampfer et

al. 2010), Canada (Hamilton 2008) und Norwegen (Ottaviani-Aalmo et al. 2011). Wie zuvor wurde der Großteil der Arbeiten von kleinen Personengruppen an der Oregon State University entwickelt und später von den Österreichern aufgefasst, welche regelmäßig die vielfältigen amerikanischen Veranstaltungen besuchen (vor allem die COFE Meetings). Diese haben zu ihrem Teil die Norweger beeinflusst, in Anbetracht dessen, dass Stampfer der Mentor der Arbeit von Ottaviani-Aalmo ist. Fazit ist, dass das Interesse anhand der Anzahl der Arbeiten sehr groß zu sein scheint, die Anzahl der Personen die sich damit befassen jedoch relativ klein.



Abbildung 5: Motorisierte Station mit Gegensicherung mittels synthetischer Seile

3 – Antriebsstationen auf Baggern. Hierbei handelt es sich um den Aufbau der Antriebsstation auf Baggern, welcher den Zweck erfüllen soll, ohne Abspannseile für den Masten auszukommen, um die Auf- und Abbauzeit der Linie zu verringern. Dieses Konzept kursiert schon seit ungefähr einem Jahrzehnt, und hat zu verschiedenen gewerblichen Ausführungen geführt, auch von unseren Landsleuten (z.B. Valentini). In den Vereinigten Staaten und in Großbritannien existieren bereits verschiedene Exemplare und einige sind auch in Deutschland und Norwegen im Einsatz. Die verfügbaren Studien unterstreichen diese Entwicklung und kommen vor allem aus Großbritannien (Saunders 2001), Norwegen (Torgesen & Lisland 2002; Nitterberg 2003) und aus den USA (Largo et al. 2004). Die heute hilfreichen Studien stammen primär aus Norwegen (Bjerkvedt et al. 2013; Talbot & Nitterberg 2013). Unter den neuesten Arbeiten befindet sich eine für unsere Zwecke besonders interessante (Talbot & Nitterberg 2013), denn die Verfasser analysieren die verschiedenen Konfigurationen der Seilbahnen auf Baggern indem sie, laut den Meinungen sechs erlesener Expertengruppen (Abb. 6), durch einen ausgeklügelten hierarchischen Analyseprozess die Besten identifizieren. Im Einzelnen scheinen die Anwesenheit von Masten und die Möglichkeit den Baggerarm einzusetzen die beliebtesten Eigenschaften zu sein. Solch eine Information kann für künftige Hersteller sehr nützlich sein.

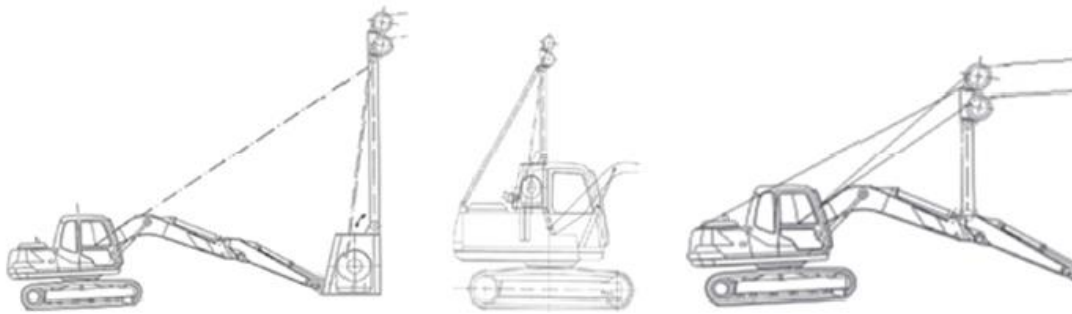


Abbildung 6: Verschiedene Ausführungen von motorisierten Stationen auf Baggern

4 – Automation. Die Anzahl der Studien, welche sich mit Automation befassen, ist nicht mehr als ein Dutzend, aber dennoch äußerst interessant. Abgesehen von einigen Arbeiten, welche die Möglichkeit der Automation im Großen behandeln (Baker et al. 2001; Ito & Uemura 2011), wird das Augenmerk auf die Möglichkeit, die Ladung automatisch an- und abzukoppeln, gesetzt. Was die Abkoppelung betrifft, bevorzugen die verwendbaren Studien (Heinimann 2001; Stampfer et al. 2010) den Einsatz der funkgesteuerten Choker. Die Verfasser unterstreichen das große Potenzial und zeigen gleichzeitig auf die möglichen künftigen Entwicklungen, welche es braucht um das Gewicht zu verringern und die Zuverlässigkeit zu verbessern. Die Arbeiten hingegen welche sich auf die Möglichkeit beziehen, die Automation als Beschleunigung der Ankoppelung zu nutzen, präsentieren zwei sehr interessante Fälle. Einerseits zeigen Visser et al. (2013) auf, Laufwagen mit Greifer auszustatten – nicht Choker – welche vom Mitarbeiter an der Antriebsstation aus Distanz samt Kamera gesteuert werden und in Zukunft über Lenksysteme mit Laserkontrolle gesteuert werden. Andererseits präsentieren Yoshimura und Hartsough (2009 und 2010) ein neues System mit Doppelwagen, wo ein Wagen die Ladung zum Holzlagerplatz bringt, während der andere den seitlichen Zuzug unterhalb der Linie vornimmt. Die bereits zugezogene Ladung wird dann automatisch in den ersten Wagen verlagert, sobald dieser leer vom Abladepunkt zurückkehrt. Diese Idee ist mit Sicherheit originell und könnte auch konkret machbar sein wenn man die Erfahrung und Überzeugung der Autoren betrachtet.

5 – Fernsteuerung der Zugspannung. Es handelt sich um zwei ältere Arbeiten, welche jedoch wegen der wachsenden Genauigkeit in Bezug auf die Vorbeugung von Arbeitsunfällen wieder aktuell werden könnten. Schon zu Beginn der 90er (Kroneberger & Hartsough 1992; Hartsough 1993) hat man an die kontinuierliche Überwachung der Zugspannung in den Tragseilen gedacht. Heute sind alle Maschinen mit Apparaten auszustatten, welche die Zugspannung einschränken und sie auch ablesen können. Es könnte interessant sein diese präventiv und versicherungstechnisch mit elektronischer Unterstützung durchgehend festzuhalten.

4. Interviews mit internationalen Experten

Insgesamt wurden 11 Interviews mit folgende internationale Experten geführt (in alphabetischer Reihenfolge): Gero Becker (Alberts-Ludwig Universität, Freiburg i. Breisgau), John Garland (Oregon State University), Bruce Hartsough (University of California, Davis), Hans-Rudolf Heinimann (ETH, Zürich), Loren Kellogg (Oregon State University), Bostjan Kosir (Universität von Ljubljana), Nils-Olof Kyllö (Skog og Landskap, Oslo), Didier Pischedda (ONF, Paris), Paul Magaud (FCBA, Grenoble), Bruce Talbot (Skog og Landskap, Oslo), und Rien Visser (University of Canterbury, Neuseeland). Die gesammelten Notizen und die originalen Nachrichten der Interviewten sind im Anhang 2 festgehalten.

In den Interviews werden zum Teil jene Konzepte wiederholt die bereits durch die Literaturrecherche ermittelt wurden. Dies deshalb, weil ein Großteil der Experten auch die angeführten Studien erarbeitet hat. Der Sinn der Befragungen war die Bestätigung und die Vertiefung der Argumente der bibliografischen Analyse. Andererseits sind während der Interviews auch viele neue Ideen entstanden, welche nicht sachgemäß in der Bibliographie hervorgehoben wurden, da diese so schon sehr umfangreich ist.

Die von den interviewten Experten empfohlenen Innovationen werden im Folgenden aufgezeigt:



Abbildung 7: Komplette Aufhängung der Last mittels doppeltem Laufwagen

1 – Maximierung von Ladung und Geschwindigkeit des Laufwagens. Es handelt sich um ein allgemeines Konzept, welches unentbehrlich ist für die Leistungssteigerung von Seilgeräten und somit von jeglichem Rückemittel. Das theoretische Konzept wird vor allem von Hartsough und Heinimann stark unterstrichen. Die nötigen Schritte zum

verwirklichen dieses Zieles sind: a) die ständige Beobachtung der Zugspannung des Tragseiles (Becker, Hartsough), eventuell auch des Spannseiles, und auf dem Zugseil sowie auf dem Rückholseil (Kosir). Somit wäre es möglich die Ladung zu maximieren indem man innerhalb der Sicherheitsnormen bleibt. b) die vollständige Lastaufnahme (Magaud, Visser), welche den Vorteil bringt die Wagenfahrt zu beschleunigen. Diesbezüglich unterstreicht Visser, dass es bereits einige Hersteller und Forschungsgruppen gibt, die an einer sparsamen und effizienten Lösung zur Lastaufnahme arbeiten. (Abb.7)

2 – Alle Arbeitsphasen automatisieren. Viele empfehlen an der Idee der automatischen Laufwagenbremsung weiterzuarbeiten, um die Zuverlässigkeit der Vorrichtungen zu verbessern (Becker, Kellogg, Heinimann, Talbot). Einige betonen die Wichtigkeit, leichtere und zuverlässigere funkgesteuerte Choker zu bauen (Abb.8) als jene die zurzeit auf dem Markt sind (Garland, Kosir, Heinimann, Magaud). Schlussendlich ratet Visser die Mitarbeiter vollständig von den Auf- und Abladezonen zu entfernen und Laufwagen mit Ladegreifer statt Seilschlingen zu entwickeln, wobei der Ladegreifer aus Distanz mittels ferngesteuerten und videoüberwachtem System betätigt, oder sogar samt Laserpointer, stammend aus militärischen Technologien, gesteuert wird. Natürlich verhindert der Einsatz eines Greifers den seitlichen Zuzug, und ist ausschließlich für den Kahlschlag geeignet oder aber für eine Arbeitsweise, welche die Holzabfuhr in erster Linie unterhalb der Seilbahn vorsieht. Jedenfalls erkennen 8 von 11 Experten die Automation als einen wichtigen Trend für die nahe Zukunft.



Abbildung 8: Die auf dem Markt verfügbaren ferngesteuerten Choker könnten verbessert werden

3 – Neue Seile. Viele Experten erwähnen die zunehmende Rolle synthetischer Seile, vor allem als Spannseile (Becker, Garland, Kosir, Kylo, Magaud). Kellogg hingegen weist auf die Möglichkeit neue Stahlseile mit Plastikbeschichtung zu verwenden, welche als

widerstandsfähiger und nachhaltiger als herkömmliche Stahlseile gelten. Solche Seile werden auch in anderen Bereichen verwendet, sind aber im Forstbereich vollkommen unbekannt. Mit Sicherheit sind mögliche Innovationen der Seile sehr wichtig für die Zukunft, auch im Sinne die Traglast der Anlagen zu erhöhen ohne sie wesentlich schwerer zu machen.

4 – Antriebsstationen auf Bagger. Verschiedene Experten berücksichtigen auch das Potenzial von Anlagen die keine Spannseile benötigen, vor allem jene die auf Baggern montiert werden (Becker, Kosir, Kylo, Talbot). Solche Anlagen ernten immer mehr Erfolg, jedoch ist dieser Bereich noch relativ neu und es gibt sehr verschiedene Lösungsansätze, wobei diese Technologie noch nicht ausgereift ist.



Abbildung 9: Der neue Aufbau auf Bagger der Firma Zoeggeler in Norwegen

5 – Zubehör zur Beschleunigung der Montage. Diese Art Innovation stammt aus denselben Anforderungen, die zur Entwicklung von mobilen Seilgeräten (Mastseilgeräte) und nun zu Antriebsanlagen auf Baggern geführt haben. Das grundlegende Konzept besteht in der Reduzierung der Totzeit im Auf- und Abbau der Seillinie, indem neue Maschinen geplant werden (z.B. Baggeranlagen ohne Spannseil) oder die Entwicklung von Zubehör. Was eben dieses Zubehör betrifft, raten die interviewten Experten zu Derricken und künstlichen Verankerungen (Becker, Kosir), oder Hilfsmittel zur Durchführung des Rückholseiles, um so die Montage zu erleichtern (Abb.10), oder aber einfache manuelle Werkzeuge welche es ermöglichen, die Seilrollen auf den ausgewählten Bäumen wie Pfosten anzubringen, ohne sie montieren zu müssen (Garland). Die Entwicklung von solchem Zubehör erfordert gewiss viel Begabung, hat aber den Vorteil relativ preisgünstige Gegenstände herstellen zu können, die in Zukunft weit verbreitet sein könnten.



Abbildung 10: Laufwagen mit Seilen für Vor- und Rücklauf

6 – Elektro- oder Hybridmotoren. Einige der interviewten Experten sind überzeugt, dass der Einsatz von Elektromotoren die Leistung der Seilgeräte für die Holzbringung verbessern können und, dass sie in vielen Bereichen von Vorteil sind: betriebliche Flexibilität, Gewichtsreduktion, Energieersparnis und geringe Umweltverschmutzung. Einige beschränken sich auf eine erweiterte Verbreitung des elektrischen Seilausstoßes bei Gravitations-Seilgeräten (Kosir), während andere noch weiter denken und eine elektrische Kraftübertragung und die Anwendung von Hybridmotoren empfehlen (Kyllo, Magaud).

5. Interviews mit Maschinenherstellern und Holzernteunternehmen aus den Provinzen Trient und Bozen

Insgesamt wurden 15 Interviews geführt, davon 4 mit Herstellern von Seilgeräten der beiden Provinzen (Greifenberg, Seik, Thaler und Valentini), und 11 mit Unternehmen oder Instituten aus derselben Zone die die Seilgeräte verwenden (Bernardi, Chiocchetti, Frank, Giacomelli, Gurndin, Hintner, Lobis, Morandini, Servizio Foreste PAT, Vanzo).

Die gesammelten Notizen und die originalen Mitteilungen der Interviewten sind im Anhang 3 festgehalten.

Die Ergebnisse der Befragungen zeigen gelegentlich unterschiedliche Blickwinkel zwischen Maschinenhersteller und Holzernteunternehmen. Die Ersteren sind stark im Einklang mit den internationalen Experten und mit der Bibliographie und spiegeln eine rein technologische Annäherung, auch wenn mit deutlichem Interesse gegenüber dem wirtschaftlichen Umfeld in dem sich eine eventuelle Innovation einbringen muss. Die Zweiten sind eher um die wirtschaftlichen und normativen Aspekte besorgt, da beide als

schwere Last in der Betriebsführung empfunden werden. Außerdem sind sich nicht alle Unternehmen der Innovationsmöglichkeiten im Holzsektor bewusst - und wenn sie es sind glauben sie nicht daran, dass solche Innovationen in naher Zukunft verwendbar sind und zeigen deshalb wenig Interesse. Tatsächlich finden viele Unternehmen, dass die Maschinen schon vollständig entwickelt, wenn nicht mit zu viel Elektronik ausgestattet sind, was eine Unstimmigkeit zwischen Erwartungen und technischen Möglichkeiten der Anwender einerseits und den Fachleuten in der Entwicklung (d.h. Forscher und Hersteller) andererseits aufzuzeigen scheint.

Auch die modernen und fortgeschrittenen Holzernteunternehmen – die mit großer Kompetenz und technischen Fähigkeiten ausgestattet sind – scheinen in der Entwicklung der Elektronik die Forschung von Selbstzweckgadgets zu sehen (oder die Preiserhöhung der verkauften Maschinen) und ziehen die Vertrauenswürdigkeit der Automation vor. Letztere ist offensichtlich von vielen begehrt, aber die meiste Kritik gilt gerade der Vertrauenswürdigkeit, welche die harte Arbeit jener widerspiegelt, die die modernen elektronischen Vorrichtungen den schwierigen Umweltbedingungen anpassen müssen.

Folgend werden die wichtigsten Punkte aufgelistet, die während der Gespräche zutage gekommen sind:

1 – Sei es Hersteller als auch Anwender von Maschinen sind sich einig, dass das technologische Niveau der mobilen Antriebsstationen mit Masten bereits sehr fortgeschritten ist und dass weitere Technisierung nicht grundlegend, sondern steigernd wäre. Hingegen weisen viele im Wesentlichen auf die Notwendigkeit hin, das technische Niveau der Laufwagen und Seilwinden zu verbessern, denn sie scheinen im Gegensatz zu den Masten zurückgeblieben zu sein.



Abbildung 11: Die Aufbauten mit Masten verfügen bereits über ausgeklügelte Systeme

2 – Die meisten der Befragten unterstreichen auch das Bedürfnis von mehr Leichtigkeit in allen Komponenten der Anlagen: Laufwagen, Seile, Laufrollen, Masten und Seilwinden. Die Hangneigung erschwert die Wirkung des Gewichts und erlaubt nicht Arbeitsmittel zu verwenden, die stark genug für den Transport und die Installation der Geräte sind. Es ist notwendig alle Geräte zu erleichtern, vor allem die Laufwagen die grundsätzlich viel zu schwer sind.

3 – Es besteht großes Interesse an motorisierte Laufwagen. Alle Hersteller erklären im Begriff oder interessiert zu sein, stärkere und leichtere motorisierte Laufwagen zu entwickeln - vielleicht mit elektrischen Vorrichtungen - zumindest für den Seilausstoß. Verschiedene Anwender zeigen auch Interesse an motorisierten Laufwägen mit Querfahrwerk, beklagen aber noch das hohe Gewicht.

4 – Bei den Laufwagen spielt die vollständige Lastaufnahme für zwei Hersteller eine große Rolle und wird von verschiedenen Holzernteunternehmen geschätzt. Die empfohlenen Möglichkeiten der Befragten gelten für motorisierte Laufwagen und jene ohne eigenen Motor.

5 – Verschiedene Maschinenhersteller und einige Holzernteunternehmen interessieren sich besonders für die Möglichkeit Laufwagen zu entwickeln, welche im Stande sind, die Last während der Fahrt zu heben und zu senken, was vor allem bei hohen Linien produktive Vorteile bringt. Einige kennen bereits geläufige Lösungen um diesen Gewinn zu erzielen, welcher zurzeit jedoch nur mit motorisierten Wagen und mit Zweiseilanlagen möglich ist. Daher besteht das Interesse, einen nicht motorisierten Wagen mit Dreiseilanlage zu entwickeln, der diese Fähigkeit besitzt.



Abbildung 12: Alle Hersteller sehen Potentiale in den elektrischen Antrieben

6 – Die elektrische Kraftübertragung und die potentielle Anwendung von Hybridlösungen werden von allen Herstellern berücksichtigt und scheinen auch einige Nutzer anzulocken, auch wenn noch auf sehr theoretische und beiläufige Weise. Dieses Argument könnte in Zukunft bearbeitet werden. In diesem Fall würden die Holzernteunternehmen zu Nutznießer dieser Technologie, ohne sie selbst direkt nachgefragt zu haben oder wenn dann indirekt durch die Nachfrage von brennstoffsparenden Maschinen.

7 – Verschiedene zeigen ein starkes Interesse an funkgesteuerte Choker, aber alle geben zu, dass die aktuellen Modelle viel zu teuer, viel zu schwer und nicht immer verlässlich sind. Mit Sicherheit könnte eine künftige Entwicklungslinie sich diesen Problemen stellen und funktionsfähigere Choker produzieren lassen.

8 – Synthetische Seile hingegen wurden nur von einem Hersteller und einem Nutzer als Hebeseil und Spannseil erwähnt. Die große Begeisterung für synthetische Seile von Seiten der Studienverfasser wird weder von Maschinenherstellern, noch von deren Nutzern geteilt. Möglicherweise treffen hier unterschiedliche Sichtweisen aufeinander, wobei Forscher in eine weitere Zukunft blicken als etwa Maschinenhersteller und Holzernteunternehmer.



Abbildung 13: Synthetische Seile sind ohne Masten schwer zu spannen

9 – Gleicherweise scheinen Antriebsstationen auf Baggern ebenso wenig Interesse hervorzurufen. Nur drei Nutzer sprechen davon, jedoch wegen ganz anderen Gründen. Für einen dieser Nutzer besteht der Vorteil darin, dass diese auch dort verwendet werden können wo keine natürliche Abspannmöglichkeit vorhanden ist, was somit den Einsatz in Nischen ankündigt. Zum anderen ist ein weiterer Vorteil des Baggersystems die Vermeidung von Unsicherheiten zur Stabilität der ganzen Anlage und man könnte auf radikale Art und Weise die Sicherheitsanforderungen erfüllen.



Abbildung 14: Der Einsatz von Systemen mit Baggern wird als Nischenmarkt gesehen

10 – Viele Unternehmen beschwerten sich über die zu hohen Kosten der Anlagen, welche sich nicht mit dem Material und der Arbeitszeit zum Bau der Maschinen rechtfertigen lassen. Nur einer der Hersteller erwähnt spezifisch den Bau günstigerer Modelle, die auf einen Markt geringerer Kaufkraft zielen.

11 – Schlussendlich ist es wertvoll eine kurze Liste von einzelnen Ideen zu erwähnen, von denen jede ihren Verdienst zu haben scheint. Unter diesen: Die Installation von Kameras zur Fernüberwachung der Anlagen durch eine Person; die Entwicklung eines schnellen Systems zur Spannung des Trageiles der Anlage bei Schlittenwinden; die Herstellung von zuverlässigen Notbremsen bei Laufwagen; die Installation von Dynamos in die Laufwagen, um die Batterien der Funksteuerung aufzuladen; die Anbringung eines Überwachungssystems und die automatische Regulierung der Spannung des Trageiles; die Entwicklung von Fernsteuerungen, welche alle Funktionalitäten der Anlage vereinigen.

6. Schlussfolgerungen

Durch die vergleichende Analyse der Ergebnisse der drei Aktivitäten findet man anregende gemeinsame Gründe. Im Übrigen wäre auch das Fehlen von gemeinsamen Motiven ein wichtiges Zeichen durch das man praktische und signifikante Abschätzungen machen kann.

Bei vielen Themen beobachtet man die allgemeine Übereinstimmung der Analyseergebnisse von Literatur, Interviews mit internationalen Experten und zum Teil auch aus den Gesprächen mit Maschinenherstellern. Diese scheinen dieselben Pläne zu

verfolgen, mit wesentlich zusammenpassenden Perspektiven. Das bedeutendste Bruchelement sieht man bei den Holzernteunternehmen, welche wenig Interesse an gewagten Technologien zeigen und sich mehr auf das Jetzt und auf das nahe Morgen konzentrieren möchten anstatt auf entferntere Horizonte. Dies ist jedoch logisch im Anbetracht der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wo kleinere Unternehmen ums Überleben kämpfen und an das Unmittelbare denken müssen.

Folgend der große Wert der soeben durchgeführten Untersuchung, der interessante Betrachtungen zulässt.

1 – Im Allgemeinen sind sich alle darüber einig, dass das Gewicht der Laufwagen reduziert und deren Nutzlast, Geschwindigkeit und die Handlichkeit erhöht werden muss. Im Wesentlichen sollten die Innovationen auf dieses Endergebnis abzielen, nämlich auf die Produktionskapazität und die einfache Anwendung der Anlagen. Außerdem sollte dies ohne signifikanten Kostenaufwand geschehen, was eines der größten Hindernisse bei der weiten Verbreitung moderner Maschinen ist;

2 – Zweitens scheint es offensichtlich mehr Aufmerksamkeit gegenüber traditionellen Schlittenwinden zu geben, welche in den Schatten der rasanten Entwicklung von Mastseilgeräte gerückt sind. Sie spielen zwar noch eine gewisse Rolle, wurden aber von der Literatur, den internationalen Experten und zum Teil auch von den Maschinenherstellern vernachlässigt denn diese haben die Priorität auf die Entwicklung von Mastseilgeräte konzentriert und somit diese Richtung eingeschlagen. Die Anlagen mit traditionellen Schlittenwinden betragen in Italien ungefähr zwei Drittel der Seilbahnen und bieten immer noch wichtige Vorteile, vor allem, sind sie wesentlich günstiger als Mastseilgeräte. Es ist unwahrscheinlich, dass kurzfristig die vielen Holzernteunternehmen, welche aktuell diese Anlagen verwenden, davon ablassen und zu Mastseilgeräten mit gleichwertiger Leistung wechseln. Diese Unternehmen verkörpern einen sehr großen Markt, wo die Möglichkeit besteht, überholte Modelle mit äquivalenten, zeitgemäßen Lösungen zu ersetzen. Dies könnte einen wichtigen Nutzen, sei es für Maschinenhersteller als auch für Holzernteunternehmen darstellen;

3 – Das Potenzial von Elektromotoren und/oder Hybridmotoren scheint viel Zustimmung zu ernten, sei es von internationalen Experten als auch von den Maschinenherstellern. Die Holzernteunternehmen geben ihnen nicht freiwillig den technologischen Vorrang, aber wenn sie diesbezüglich angesprochen werden, bestätigen sie, dass es ein gutes Konzept sei, vor allem bezüglich Einsparung von Treibstoff und Hydrauliköl und die einfache Bauweise. Dies ist bestimmt ein Thema das in nächster Zukunft besprochen wird;

4 – Große Zustimmung erhalten auch die funkgesteuerten Choker und die Notwendigkeit, neue zu entwickeln welche leichter, sparsamer und zuverlässiger sind. Viele der Befragten (aller Bereiche) warten mit Spannung auf die berühmten Choker von Wyssen, die bereits vor drei Jahren vorangekündigt wurden und immer noch nicht im Handel sind.

Dieses Interesse ist mit Sicherheit ein Indikator für einen weitgehenden Markt mit einem Gerät welches die oben genannten Eigenschaften besitzt;

5 – Eine ähnliche Zustimmung wird auch bei den motorisierten Laufwagen ermittelt, vor allem wenn sie selbstfahrend sind, wo viele die Handlichkeit aber auch das übermäßige Gewicht und die manchmal begrenzte Kraft sehen. Dies sollte eine starke Anregung zur Innovation von funktionelleren und somit leistungsfähigeren und leichteren Lösungen sein, die sicherlich einem äußerst aufnahmefähigen Markt entgegen treten würden;

6 – Was die synthetischen Seile betrifft scheinen weder Unternehmen noch Hersteller große Begeisterung der Wissenschaftler zu teilen. In diesem Fall sollte man vielleicht das große Interesse der Forschungsgemeinschaft neu dimensionieren, was zum Teil am Antrieb von wenigen aber einflussreichen Experten gebunden ist, welche auch nicht zwangsläufig immer Recht behalten müssen. Damit wollen die Verfasser das Potenzial der synthetischen Seile nicht abstreiten, worauf sie selbst schon seit einiger Zeit arbeiten. Dennoch muss man zugeben, dass bei der aktuellen Lage synthetische Seile nur zu gewissen Arbeiten geeignet sind, sie besondere Aufmerksamkeit der Anwender benötigen und generell noch viel zu teuer sind. Die laufende Forschung erlaubt vielleicht eine verallgemeinerte Verwendung in einer eher fernen Zukunft und nicht jetzt wo die Ausbildung der Arbeiter und die Produktionskosten keine weite Verbreitung erlauben;

7 – Der Aufbau von Maschinen auf Baggern findet nur bei einer Minderheit der Gesprächspartner Überzeugung, sei es unter den Experten als auch unter den Maschinenherstellern und Holzernteunternehmen. Diese Ausrüstung scheint eine Lösung für den Nischeneinsatz zu sein, mit etwaiger Weiterentwicklung zur möglichen Konformitätszertifizierung der kompletten Anlage, inklusive Verankerungen;

8 – Sehr wenige unterstreichen die Wichtigkeit der Innovationen um die Konformität der neuen Sicherheitsbestimmungen zu erleichtern. Alle sind aufmerksam was die produktiven Aspekte betrifft, aber sie scheinen die rein normativen zu vernachlässigen. Dies kommt wahrscheinlich daher, dass die Einhaltung der Vorschriften als feststehende Tatsache betrachtet wird, weshalb man es als selbstverständlich sieht, dass alle Lösungen (logischerweise) regelkonform sein müssen. Allerdings könnte solch ein Verhalten grundlegend ein defensives Verhalten anprangern, indem der Hersteller und der Anwender passiv die Bestimmungen ertragen, weil sie der Meinung sind, diese nicht beeinflussen zu können. Es gibt auch die Möglichkeit, wo Maschinenhersteller Empfehlungen für die Maschinenanwender darbieten, auch wenn sie von der Mehrheit der Maschinenanwender ignoriert werden. Das Ziel dieser Studie ist nicht die Unternehmen dazu bewegen, an der Ausarbeitung von Normen teilzunehmen, aber wir haben es für sinnvoll empfunden auch diesen Aspekt hervorzuheben. Die technologische Innovation hängt sicher stark von den Normen ab und sollte daher immer Teil der Diskussion sein.

9 – Es gibt noch eine Reihe einzelner Ideen, die dennoch sehr interessant sind. Obwohl es auch multizentrische Theorien gibt ist es sehr wahrscheinlich, dass die Innovation in

erster Linie als einzelne Idee hervorquillt und deshalb ist es nicht angebracht abgeschiedene Vorschläge, die ihren Wert zu haben scheinen, zu vernachlässigen. Aus diesem Grund haben wir das gesamte Rohmaterial der Arbeit beigelegt, dass jeder Inspiration suchen kann und eventuell Anregungen herausfischen kann, die wir nicht gesehen haben;

10 – Schlussendlich möchten wir die Aufmerksamkeit auf die Entwicklungsmethoden eventuell zusätzlicher Analysen lenken. Diese Untersuchung bildet einen ersten generellen Überblick und kann nicht zwangsläufig jedes einzelne Thema vertiefen. Allerdings ist es möglich eine Analyse mit wissenschaftlichen Methoden durchzuführen, sobald potenzielle Hersteller einer spezifischen Innovation die Verdienste von alternativen Realisierungen analysieren möchten, so wie es in einer der Arbeiten in der Bibliographie überprüft wurde. Dies zeigt im hierarchischen Analyseprozess eine strukturierte wissenschaftliche Methode um zuverlässige Angaben bei der Möglichkeit zwischen verschiedenen Optionen wählen zu können, zu erhalten. Sicherlich ist es sinnvoll diese Methode zu verwenden – oder eventuelle andere ähnliche Methoden mit selber Zuverlässigkeit – sobald man sich entscheidet mit weiteren punktuellen und detaillierten Untersuchungen fortzufahren.

Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen des Projekts FOROPA – sustainable networks for the energetic use of lignocellulosic biomass in South East Europe – ausgearbeitet und von der Europäischen Union über das Programm South East Europe (SEE) mitfinanziert.

ALLEGATO 1 – BIBLIOGRAFIA

Articoli su riviste, Libri, Rapporti

1. Acar, H., Topalak, O., Eroglu, H., 2006 - Forest skylines in Turkish forestry. Meh. sumar. 2001-2004, Special Issue of the Journal Nova meh.sumar., Vol.26(2005), Issue 2: 137-140.
2. Açar, H., Unver, S., 2004 - The environmental impact assessment of timber extraction by cable cranes, monorail and chute systems in Turkish forestry. In: Science Bulletin, edited by Ukrainian National Forestry University.
3. Arriagada, R., Cubbage, F. W., Abt, K. L., Huggett, R.J.Ir., 2008 - Estimating harvest costs for fuel treatments in the West. Forest Products Journal 58(7-8): 24-30.
4. Beese, W.J., Dunsworth, B.G., Zielke, K., Bancroft, B., 2003 - Maintaining attributes of old-growth forests in coastal BC through variable retention. The Forestry Chronicle 79(3):570-578.
5. Beschta, R.L., Jackson, W.L, 2008 - Forest practices and sediment production in the Alsea watershed study. Hydrological and Biological Responses to Forest Practices: 55-66.
6. Beschta, R.L., Rhodes, J.J., Kauffman J.B., Gresswell, R.E., Minshall, G.W., Karr, J.R., Perry, D.A., Hauer, F.R., Frissell, C.A., 2004 - Postfire management on forested public lands of the western United States. Conservation Biology 18(4):957-967.
7. Borz, S.A., Birda, M., Ignea, G., Oprea I., 2011 - Technological aspects regarding timber exploitation using Mounty 4100 cable yarder. In Serie II: Forestry-Wood Industry-Agricultural Food Engineering.
8. Boswell, B., 2001 -Partial cutting with a cable yarding system in coastal British Columbia. Advantage 42(2).
9. Boyce, J.A., 2005 - Blending stand-level treatments and landscape planning with opportunities for research in a working forest. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-635, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, 389 p.
10. Cavalli, R., Grigolato, S., 2010: Influence of characteristics and extension of a forest road network on the supply cost of forest woodchips. Journal of Forest Research 15(3):202-209.
11. Cavalli, R., 2012 – Prospects of Research on Cable Logging in Forest Engineering Community. Croatian Journal of Forest Engineering 33(2)339-356
12. ChihLung, C., YuLun S., BingShu, G., ShaoJyun, H., ShihYao, G., 2009 - Operational efficiency of thinning for the mixed plantation stand locate at Tai-Ping-Shan working circle. Forest Products Industries 28(3): 149-166.

13. Chung, W., Sessions, J., Heinimann, H.R., 2004 - An application of a heuristic network algorithm to cable logging layout design. *International Journal of Forest Engineering* 15(1).
14. Clinton B.D., 2011 - Stream water responses to timber harvest: Riparian buffer width effectiveness. *Forest ecology and management* 261,: 979-988.
15. Covert, S.A., Robichaud, P.R., Elliot, W.J, Link, T.E., 2005 - Evaluation of runoff prediction from WEPP-based erosion models for harvested and burned forest watersheds. *Transactions of the ASAE* 48(3):1091-1100.
16. Deal, R.L., Hennon P.E., Orlikowska, E.H., D'Amore, D.V., 2004 - Stand dynamics of mixed red alder-conifer forests of southeast Alaska. *Canadian Journal of Forest Research* 34(4):969-980.
17. Drews, E.S., Hartsough B.R., Doyal, J.A., Kellogg, L.D., 2001 - Harvester-forwarder and harvester-yarder systems for fuel reduction treatments. *International Journal of Forest Engineering* 12(1): 81-91.
18. Eklund, A., Wing, M.G., Sessions, J., 2009 - Evaluating economic and wildlife habitat considerations for snag retention policies in burned landscapes. *Western Journal of Applied Forestry* 24(2):67-75.
19. Epstein, R., Weintraub, A., Sapunar, P., Nieto, E., Sessions, J.B., Sessions, J., Bustamante, F., Musante, H., 2006 - A combinatorial heuristic approach for solving real-size machinery location and road design problems in forestry planning. *Operations Research* 54(6): 1017 1027.
20. Eroglu, H., Ozkaya, M.S., Acar, H.H., Karaman, A., Yolasigmaz, H. A., 2010 - An investigation on roundwood extraction of *Fagus orientalis* Lipsky, *Abies nordmanniana* (Stew.) Spach. and *Picea orientalis* (L.) Link. by Urus M III forest skyline on snow. *African Journal of Biotechnology* 8(6):1082-1089.
21. Fight, R. D., 2003 - Users guide for STHARVEST: software to estimate the cost of harvesting small timber. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-582, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon 11 p.
22. Fight, R. D., Hartsought B. R., Noordijk, P., 2006 - Users guide for FRCS: fuel reduction cost simulator software. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-668, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station Portland, Oregon, 23p.
23. Gao, C., B. R. Hartsough. 1988 - Concepts for harvesting timber on steep terrain. *Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers)* 31(2):362-368.
24. Ghaffariyan, M.R., Sessions, J., 2011 - Error Impact of Regression Models on Forest Road Spacing. *Silva Balcanica*1(12):97-111.

25. Ghaffariyan M.R., Stampfer, K., Sessions, J., 2010 - Optimal road spacing of cable yarding using a tower yarder in Southern Austria. *European Journal of Forest Research* 129(3):409-416.
26. Ghaffariyan, M.R., Stampfer, K., Sessions, J., 2009 - Production Equations for Tower Yarders in Austria. *International Journal of Forest Engineering* 20(1):17-21.
27. Ghaffariyan, M.R., Stampfer, K., Sessions, J., Durston, T., Kuehmaier, M., Kanzian, C. H., 2010 - Road network optimization using heuristic and linear programming. *Journal of Forestry Science* 56(3): 137-145.
28. Gingras, J.F., 2000 - Update on the viability of cable yarding in eastern Canada. *Advantage* 1(9).
29. Gomi T., Sidle, R.C., Swanston D.N., 2004 - Hydrogeomorphic linkages of sediment transport in headwater streams, Maybeso Experimental Forest, southeast Alaska. *Hydrological processes* 18(4): 667-683.
30. Greulich, F.E., 2000 - Calculation and use of effective external boundary and related setting parameters in cable yarding production estimation. Gen. Tech. Rep. NC-205, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. pp 7.
31. Gumus, S., Acar, H.H., Ozturk, M., 2010 - Evaluation of consecutive skylines yarding and gravity skidding systems in primary forest transportation on steep terrain. *Journal of Environmental Biology* 31(1-2): 213-218.
32. Halpern, C.B., McKenzie, D., 2001 - Disturbance and post-harvest ground conditions in a structural retention experiment. *Forest ecology and management* 154(1-2): 215-225.
33. Hamilton P.S., 2008 - Life expectancy of synthetic fibre mainlines in cable skidding applications. *Advantage* 10(10)
34. Han H.S., Kellogg, L.D., 2000 - Damage characteristics in young Douglas-fir stands from commercial thinning with four timber harvesting systems. *Western Journal of Applied Forestry* 15(1):27-33.
35. Hartley, D.S., Han H.S., 2007 - Effects of alternative silvicultural treatments on cable harvesting productivity and cost in western Washington. *Western Journal of Applied Forestry* 22(3):204-212.
36. Hartsough, B.R., Miles, J.A. 1987 – Static models for cable logging systems compared. *Transactions of the ASAE* 30 (3): 636-640.
37. Hartsough, B.R., Miles, J.A., Darling, G.W. 1987 – Running skyline analysis: consideration of yarder characteristics. *Forest Products Journal* 37 (1): 51-55.
38. Hartsough, B.R., 1993 - Benefits of remote tension monitoring. *Logging Industry Research Organisation* 18(23):1-13.

39. Hartsough, B.R., Zhang, X., Fight, R.D., 2001 - Harvesting cost model for small trees in natural stands in the interior northwest. *Forest Products Journal* 51(4): 54-61.
40. Hartter, J., Garland, J.J., 2006 - Synthetic rope end connections for use in timber harvesting. *International Journal of Forest Engineering* 17(1): 39-51.
41. Hartter, J., Leonard, J.M., Garland, J.J., Pilkerton, S.J., 2006 - Research on synthetic rope and its future in timber harvesting. *New Zealand Journal of Forestry* 51(2):23-30.
42. Heinimann, H.R., 2000 - Forest Operations under Mountainous Conditions. In: *Forests in Sustainable Mountain Development - a State of Knowledge Report for 2000*, edited by M.F. Price and N. Butt. Wallingford: CABI Publishing.
43. Heinimann, H.R., 2004 - Forest Operations under Mountainous Conditions. In: *Encyclopedia of Forest Sciences*, edited by J. Burley, J. Evans and J. Youngquist. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
44. Hessburg, P., Goheen D. J., Koester, H., 2001 - Association of black stain root disease with road skid trails, and precommercial thinning in Southwest Oregon. *Western Journal of Applied Forestry* 16(3):127-135.
45. Hosseini, S.M., Madjnonian, B., Nieuwenhuis, M., 2000 - Damage to Natural Regeneration in the Hyrcanian Forests of Iran: A Comparison of Two Typical Timber Extraction Operations. *International Journal of Forest Engineering* 11(2):69-73.
46. Hunt, R. 1986 – The Hunt hauler. LIRA Technical Release 8 (2): 1-4.
47. Ishikawa T., Ishidoh, Y., Yamazaki, H., Shiba, M., Yarugi, Y., 2004 - Development of simplified manual cable yarding methods for thinning operations by volunteer workers. *Journal of the Japan Forest Engineering Society* 18(4):259-262.
48. Johnson L.R., Lippke, B., Marshall J.D., Cornick, J., 2005 - Life-cycle impacts of forest resource activities in the Pacific Northwest and Southeast United States. *Wood and fiber science* 37:30-46.
49. Kellogg L., 1983 – Handling the small tree resource with cable systems. *Forest Products Journal* 33 (4): 25-32.
50. Kerstetter, J.D., Lyons, J.K., 2001 - Logging and agricultural residue supply curves for the Pacific Northwest. Washington State University Energy Publication.
51. Kirk, P.M., Sullman M.J.M., 2001 - Heart rate strain in cable hauler choker setters in New Zealand logging operations. *Applied Ergonomics* 32(4): 389-398.
52. Kosir, B., 1987 – The performance and economy of mobile tower yarder wood skidding. *Mehanizacija Sumarstva* 11 (3-4): 55- 61.

53. Kroneberger-Stanton, K.J., Hartsough. B.R., 1992 - A monitor for indirect measurement of cable vibration frequency and tension. Transactions of the ASAE (American Society of Agricultural Engineers) 35(1):341-346.
54. Laffan, M., Jordan, G., Duhig, N., 2001 - Impacts on soils from cable-logging steep slopes in northeastern Tasmania, Australia. Forest ecology and management 144(1-3): 91-99.
55. LeDoux, C., Huyler, N.K., 2000 - Cost comparisons for three harvesting systems operating in northern hardwood stands. Res. Pap. NE-715, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, pp 4.
56. Li, Y., Wang, J., Miller, G., McNeel, J.F., 2006 - Production economics of harvesting small-diameter hardwood stands in central Appalachia. Forest Products Journal 56(3): 81-86.
57. Li-hai, W., 2000 - Environmentally sound timber extracting techniques for small tree harvesting. Journal of Forestry Research 11(4): 269-272.
58. Lyons, C.K., 2008 - Considering Cable Stretch in Logging Applications. International Journal of Forest Engineering 19(1):29-35.
59. Markewitz, D., 2006 - Fossil fuel carbon emissions from silviculture: impacts on net carbon sequestration in forests. Forest ecology and management 236(2): 153-161.
60. McNeel, J.F., 2000 - Modeling Production of Longline Yarding Operations in Coastal British Columbia. International Journal of Forest Engineering 11(1):29-38.
61. Murphy, G., Brownlie, R., Kimberley, M., Beets, P., 2009 - Impacts of forest harvesting related soil disturbance on end-of-rotation wood quality and quantity in a New Zealand radiata pine forest. Silva Fennica 43(1):147-160.
62. Murphy, G., Firth, J.G., Skinner, M.F., 2004 - Long-term impacts of forest harvesting related soil disturbance on log product yields and economic potential in a New Zealand forest. Silva Fennica 38(3):279-289.
63. Murphy, G., Vanderburg, M., 2007 - Modelling the economics of extended shift and 24/7 forest harvesting. New Zealand Journal of Forestry 52(2):15.
64. Newton M., Cole, E.C., 2006 - Harvesting impacts on under-story regeneration in two-storied Douglas-fir stands. Western Journal of Applied Forestry 21(1): 14-18.
65. Oka, M., Inoue, M., Kobayashi, H., 2006 - Studies of the pattern classification of the logging systems for thinning on the basis of the applicability of forestry machines and features of logging system. Journal of the Japan Forest Engineering Society 21(2): 115-124.
66. Ottaviani Aalmo, G., Nitteberg, M.A., Stampfer, K., Talbot, B., 2011 - Workload benefits of using synthetic rope strawline in cable yarder rigging in Norway. Croatian Journal of Forest Engineering 32(2): 561-569.

67. Ozturk, T., 2009 - Productivity of timber extraction by Urus MIII cable crane from selective spruce forests. *African Journal of Agricultural Research* 4(9): 852-858.
68. Ozturk, T., Demir, M., 2007 - Transporting of spruce timbers by URUS MIII cable system from selective forests of Artvin region. *Building and environment* 42(3): 1278-1282.
69. Ozturk, T., Senturk, N., 2006 - Extraction of spruce timber by Gantner cable crane from selective forests of Artvin region. *Croatian Journal of Forest Engineering* 27(1):59-66.
70. Phillips, E.J., 2001 - Alternative harvesting for visually sensitive areas. *Advantage* 2(42).
71. Pyles, M.R., Lyons, K.C., 2001 - Analysis of unguyed spar-trees. *International Journal of Forest Engineering* 12(2):11-17.
72. Rahim, A.R., Shahwahid M.S., Zariyawati, M.A., 2009 - A comparison analysis of logging cost between conventional and reduced impact logging practices. *International Journal of Economics and Management* 32(2): 354-366.
73. Rashin E.B., Clishe, C.J., Loch, A.T., Bell, J. M., 2006 - Effectiveness of timber harvest practices for controlling sediment related water quality impacts. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association* 42(5):1307-1327.
74. Rivera S., Kershner, J.L., Dobrowolski, J.P., 2010 - Evaluation of the surface erosion from different timber yarding methods in Honduras. *Revista Arvore* 34(4):577-586.
75. Roberts, B., 2004 - A comparison of landslide rates following helicopter and conventional cable-based clear-cut logging operations in the Southwest Coast Mountains of British Columbia. *Geomorphology* 61(3-4):337-147.
76. Saidi-Mehrabad, M., 2002 - Application of Markov Processes to the machine delays analysis. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications* 15: 63-72.
77. Saravi, A.A., Lyons, K.C., 2004 - Finite element modeling of guyed backspars in cable logging. *Canadian Journal of Forest Research* 34 (4):817-828.
78. Senturk N., Ozturk, T., Demir, M., 2007 - Productivity and costs in the course of timber transportation with the Koller K300 cable system in Turkey. *Building and environment* 42(5):2107-2113.
79. Sonne, E., 2006 - Greenhouse gas emissions from forestry operations: a life cycle assessment. *Journal of environmental quality* 35(4): 1439-1450.
80. Spinelli, R., Magagnotti, N., Lombardini, C., 2010 - Performance capability and costs of small-scale cable yarding technology. *Small-Scale Forestry* 9(1):123-135.

81. Spinelli, R., Magagnotti, N., Nati, C., 2010 - Benchmarking the impact of traditional small-scale logging systems used in Mediterranean forestry. *Forest ecology and management* 260(11):1997-2001.
82. Spinelli, R., Visser, R., 2008 - Analyzing and estimating delays in harvester operations. *International Journal of Forest Engineering* 19(1):34-61.
83. Stampfer, K., Leitner, T., Visser, R., 2010 - Efficiency and ergonomic benefits of using radio controlled chokers in cable yarding. *Croatian Journal of Forest Engineering* 31(1): 1-9.
84. Stampfer, K., Visser, R., Kanzian, C.H., 2006 - Cable corridor installation times for European yarders. *International Journal of Forest Engineering* 17(2):71-77.
85. Sullman, M.J.M., Kirk, P.M., 2001 - Harvesting wind damaged trees: a study of the safety implications for fallers and choker setters. *International Journal of Forest Engineering* 12(2):67-77.
86. Suzuki, Y., 2000 - Damage to residual stands from thinning with short-span tower yarders: re-examination of wounds after five years. *Journal of Forest Research* 5(3):201-204.
87. Thompson M., Stander, H. John, S., 2008 – Guyline PC: An Interactive Guyline Tension Analysis Program for Guyed Logging Towers. *Western Journal of Applied Forestry* 23(3):133-141.
88. Torgersen, H., 2000 - Endurance of compacted steel wire ropes. *International Journal of Forest Engineering* 11(2):43-49.
89. Torgersen H., 2002 - Service life of compacted steel wire ropes on varying block sheave diameters. *International Journal of Forest Engineering* 13(1):51-56.
90. Torgersen H., Lisland. T., 2002 - Excavator-based cable logging and processing system: a Norwegian case study. *International Journal of Forest Engineering* 13(1): 11-16.
91. Tsioras, P.A., Rottensteiner, C., Stampfer, K., 2011 - Analysis of accidents during cable yarding operations in Austria 1998-2008. *Croatian Journal of Forest Engineering* 32(2):549-560.
92. Unver, S., Acar, H.H., 2009 - Evaluation of residual tree damage in sloping areas due to harvesting operations by manually. *Austrian Journal of Forest Science* 126(3):119-132.
93. Valente, C., Spinelli, R., Hillring, B. G., 2011 - LCA of environmental and socio-economic impacts related to wood energy production in alpine conditions: Valle di Fiemme (Italy). *Journal of Cleaner Production* 19 (17-18): 1931-1938.
94. Visser, R., 2010 - Landings size and characteristics. *Future Forests Research*. University of Canterbury, School of Forestry, pp 8.

95. Worrell, W.C., Bolding, M.C., Aust, WM., 2011 - Potential soil erosion following skyline yarding versus tracked skidding on bladed skid trails in the Appalachian Region of Virginia. Southern Journal of Applied Forestry 35(3): 131-135.
96. Zimbalatti, G., Proto, A. R., 2009 - Cable logging opportunities for firewood in Calabrian forests. Biosystems Engineering 102(1):63-68.

Atti di Convegni

1. Acar, H. H., Eroglu H. , Ozkay, M. S., 2010 - An investigation on roundwood extraction and determination of the physical damages on residual trees and seedlings due to logging operation using URUS MIII forest skyline on snow. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
2. Acar, H. H., Unver, S., Ozkaya, M. S., Kilic, H., 2011 - Determination of efficiency of the forest skylines in Artvin Forest Region of Turkey. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
3. Ackermann, P., Talbot, B., 2004 - Reverting urban exotic pine forests to Macchia and indigenous forest vegetation using cable-yarders on the slopes of Table Mountain, South Africa. In: Proceedings of Conference Forestry Serving Urbanised Societies, August 27-30, Copenhagen, Denmark.
4. Adnan, A.M., 2002 - Cable logging technique using a mobile tower yarder for low impact logging in Malaysian forest. In: Proceedings of International seminar on new roles of plantation forestry requiring appropriate tending and harvesting operations, September 29 - October 5, Tokyo, Japan.
5. Amishev, D., Evanson, T., 2010 - Innovative methods for steep terrain harvesting. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
6. Anderson, L., Temen K.L., 2000 - Cable Thinning as a Business Partnership between Landowner and Contractor. In: Proceedings of International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, March 28 April 1, Corvallis, Oregon.
7. Arian, B. 2002 -Transportation of timber by cable systems in Turkish forestry. In: proceedings of International seminar on new roles of plantation forestry requiring appropriate tending and harvesting operations, September 29-October 5, Tokyo, Japan.
8. Aruga, K., Tasaka, T., Yoshioka T., 2008 – Long-term feasibility of timber and forest biomass resource extraction in a mountainous area - reducing harvesting costs with new harvesting systems. In: Proceedings of IUFRO All-D3 Conference, June 15-20, Sapporo, Japan.
9. Asikainen, A., Stampfer, K., Talbot, B., 2010 - An evaluation of skyline systems in Norwegian conditions using discrete-event simulation. In: Proceedings of Precision Forestry Symposium, March 1-3, Stellenbosch, South Africa.

10. Asikainen A., Stampfer, K., Talbot, B., Belbo, H., 2010 -Simulation of skyline systems in Norwegian conditions. In: Proceedings of 2010 Nordic Baltic Conference on Forest Operations, October 20-22, Honne, Norway.
11. Aulerich S., 2000 - Commercial Thinning with Cable yarding Systems. In: Proceedings of COFE Conference, September 11-14, Joint Meeting with Canadian Woodlands Forum, Kelowna, British Columbia.
12. Aulerich, S., 2000 - Raising a Spar Tree-Technique of the Past Solves Challenge of Today. In: Proceedings of COFE Conference, September 11-14. Joint Meeting with Canadian Woodlands Forum, Kelowna, British Columbia.
13. Bailey, P., 2007 - A contractor's perspective on skyline thinning equipment and logging innovations. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
14. Baker, S., Sloan, H., Visser, R, 2001 - Cable logging in Appalachia and opportunities for automated yarder equipment. In: Proceedings of COFE Conference. July 15-19, Snowshoe Resort Snowshoe, West Virginia.
15. Baldini, S., Calvani, P., Picchio, R., 2001 - Winch use in work with extra light cable systems in South-Central Italy. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
16. Bjerketvedt, J., Talbot, B., Kindernay, D., Ottaviani Aalmo, G., Clarke, N., 2013 - Evaluation of site impact after harvesting in steep terrain with excavator assisted ground based systems. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
17. Bolding, M.C., Lanford, B.L., Kellogg, L. D., 2003 - Forest fuel reduction: current methods and future possibilities. In: Proceedings of COFE Conference, September 7-10. Atlantic Oakes by the Sea Resort Bar Harbor, Maine.
18. Bont, L., Heinimann, H.R., Church, R.L., 2013 - Automatic harvest and cable road layout planning for multiple objectives. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
19. Borz, S. A., Birda, M., Ignea, G., Oprea I., 2011 - Technological aspects regarding timber exploitation using Mounty 4100 cable yarder. In Serie II: Forestry-Wood Industry-Agricultural Food Engineering.
20. Caglar, S., 2009 - An investigation on productivity of Gantner yarder at windblown forest stand in Turkey In: Proceedings of FORMEC Conference June 2-5 Schmollenberg, Germany.

21. Caglar, S., Acar, H. H., 2009 - A review on the forest skylines and their productivities at mountainously eastern Black Sea region of Turkey. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 21-24, Kostelec and Cernymi lesy, Czech Republic.
22. Cavalli R., Grigolato, S., Lubello, D., 2006 - Planning logging systems through site analysis. In: Proceedings of Forestry Symposium, March 5-10, Stellenbosch.
23. Cavalli, R., Ientile, F., Menegus, G., 2004 – Cable crane use under sustainable forest management in North-eastern Italian Alps. In: Proceedings of Conference Cable yarding for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
24. Cavalli, R., Lubello, D., 2006 -Firewood cable yarding on steep terrain in Alpine conditions. In: Proceedings of FORMEC Conference, September 24-28, Sofia, Bulgaria.
25. Cavalli, R., Menegus, G., De Benedet, B., 2001 - Cable crane utilization in the close-to-nature silviculture in the upper Piave river valley (Belluno province, Northern Italy). In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
26. Cavalli, R., Lindroos, O., 2013 - Cable yarding productivity models: a review over the period 2000-2011. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway ISBN 978-82-311-0184-0.
27. Chung, W., 2002 - Optimization of cable logging layout using a heuristic algorithm for network programming. In: Proceedings of COFE Conference, June 16-20. Auburn University, Auburn, Alabama.
28. Chung, W., Seielstad, C., Sessions, J., 2008 - Sloperunner2.0: a computer program for cable logging unit planning. In: Proceedings of IUFRO All-D3 Conference, June 15-20, Sapporo, Japan.
29. Chung, W., Sessions, J., 2003 - A computerized method for determining cable logging feasibility using a DEM. In: Proceedings of COFE Conference, September 7-10. Atlantic Oakes by the Sea Resort, Bar Harbor, Maine.
30. Chung, W., Sessions, J., Heinimann, H.R., 2001 -Optimization of cable harvesting equipment placement and road locations using digital terrain models. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
31. Chung, W., Sessions, J., Holub, J., 2007 - Sloperunner 1.0: a program to evaluate the effectiveness of landing and road locations for cable logging. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.

32. Dempster, P., Gallo, N., Hartsough, B.R., Jenkins, B., Tittmann P., 2008 - Sponsorship-Equipment Review, Agreement Number 8CA05704, Final Report to State of California Department of Forestry and Fire Protection. Department of Biological and Agricultural Engineering, University of California, Davis. 26 December. 124 p.
<http://biomass.ucdavis.edu/CDFEquipmentReviewFinalRept26aDec08.pdf>
33. Devlin, G., Klvac, R., 2013 - Opportunities for developing excavator based cable logging operations in Ireland – a productivity analysis. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
34. Dicus, C., 2003 - Fueling loading and potential fire behavior after selective harvest in coast redwood stands. In: Proceedings of 2nd International Wildland Fire Ecology and Fire Management Congress, November 16-20, Orlando, Florida.
35. Dykstra, D.P., Monserud, R.A., 2007 - Influence of Forest Operations on Timber Quality. In: Proceedings of International Conference Forest Growth and Timber Quality: Crown Models and Simulation Methods for Sustainable Forest Management, August 7-10, Portland, Oregon.
36. Eker, M., Acar, H.H., 2001 - Gantner skyline for timber extraction in Turkish forestry. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
37. Eroglu, H., 2009 - Timber harvesting by URUS M III forest skyline on snow in steep terrain; a case from Artvin Turkey. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
38. Evanson, T., Amishev, D., 2010 - Productivity impacts of bunching for yarder extraction. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11,-14, Padova, Italy.
39. Fabiano, F., Magagnotti, N., Neri, F., Piegai, F., Spinelli, R., 2010 - Safety in mechanised forest operations: a Tuscan project. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
40. Fabiano, F., Marchi, E., Neri, F., Piegai, F., 2011 - Skyline tension analysis in yarding operation: cases studies in Italy. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
41. Fischbacher, M., Mairhofer, M., 2007 - New skyline logging technology for yarding and tree processing with a two person crew. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
42. Fladl, H., Loschek, J., 2001 - Employment of contractors in cable crane operations in Austria. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.

43. Gandaseca S., Hulusi, A., Yoshimura, T., 2001 - Occupational safety and health of forestry workers cable harvesting in Turkey. In: Proceedings of Workshop new trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
44. Garland, J.J., 2001 - The basis for productivity improvement in cable harvesting from human resources. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
45. Garland, J.J., Pilkerton, S.J., 2007 - Synthetic rope reduces workloads in logging. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
46. Garland, J.J., Sessions, J., Pilkerton S.J., Hartter, J., Leonard, J.M., 2003 - Synthetic rope to replace wire rope in mountain logging operations. In: Proceedings of AUSTRO 2003 Conference, October, 5-9, Schlad, Austria.
47. Garland, J.J., Sessions, J., Pilkerton S.J., Stringham, B., 2001 -Synthetic rope used in logging: Some Potentials. In: Proceedings of COFE Conference, July 15-19. Snowshoe Resort, Snowshoe, West Virginia.
48. Ghaffariyan, M.R., Stampfer, K., Sessions, J., 2009 - Using network analysis to optimize forest road network for cable logging. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
49. Giovannini, G., Cavalli, R., Grigolato, S., 2009 - Improving felling and thinning for coppice and young high forest stands in alpine condition - the case of Trento province. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
50. Greulich, F.E., 2003 - Transportation networks in forest harvesting: early development of the theory. In: Proceedings of International seminar on new roles of plantation forestry requiring appropriate tending and harvesting operations, September 29 - October 5, Tokyo, Japan.
51. Grulois, S., 2007 - Cable yarding in France: past, present and perspective. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
52. Hakso, A., 2009 - Biofuels from precommercial thinning operations - A feasibility survey. In: Proceedings of 1st Annual Forest Engineering, Resources and Management Department Graduate Student Symposium, June 4, Corvallis, Oregon.
53. Haynes, H., Visser, R., 2001 - Productivity improvements through professional training in Appalachian cable logging operations. In: Proceedings of The International Mountain Logging and 11th Northwest Pacific Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, Washington.

54. Haynes, H., Visser, R., Sloan H., 2002 - A Case Study on Cable Yarding for a Stream Habitat Treatment and the Utility of a "Roadside" Log Sale. In: Proceedings of COFE Conference, June16-20, Auburn University, Auburn, Alabama.
55. Heinimann, H.R., 2001 - Approaches to the design of forest cable systems. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24 Ossiach, Austria.
56. Heinimann, H.R., Stampfer, K., 2003 - Harvest Layout Planning for High-Altitude Protection Forests. In: AUSTRO 2003 Conference Proceedings, October, 5-9, Schlaegl, Austria.
57. Heinimann, H.R., Stampfer, K., Loschek, J., Caminada, L., 2001 - Perspectives on Central European Cable Yarding Systems. In: Proceedings of The International Mountain Logging and 11th Northwest Pacific Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, Washington.
58. Horek, P., Mauer, P., 2001 - Forest cableways in shelterwood system. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June18-24, Ossiach, Austria.
59. Horek, P., Novak, J., Neruda, J., 2009 - Forest cableways and their use in forest management. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmollenberg, Germany.
60. Huettner, W., 2001 - Aspects of mechanical engineering for cable systems. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
61. Ito, T., Uemura, T., 2011 - Automatic control for a self-propelled carriage to enable one-man cable yarding. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
62. Jaross, W.S., 2001 - Techniques for Preparing Alternative Road Access Policies for Steep and Mountainous Terrain. In: Proceedings of The International Mountain Logging and 11th Northwest Pacific Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, Washington.
63. Kato, A., Schiess, P., 2007 - LIDAR-derived tree parameters for optimal cable logging system design. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
64. King, R., 2007 - Long span skyline logging: past application and current niche. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
65. Kirth R., Schimier, S., Nemestothy, N., Sperrer, S., 2007 - Further developments of synthetic ropes for logging applications in forestry. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 7-11, Vienna and Heiligenkreutz, Austria.

66. Klepac, J., Reutebuch, S.E., 2003 - Preliminary Soil Disturbance Assessment of a Skyline Logging Operation Performing Five Silvicultural Prescriptions. In: Proceedings of ASAE International Meeting, July 27-30, Las Vegas, Nevada.
67. Klun, J., Robek, R., 2009 - GPS-based design of skyline corridors and software solutions for analyzing of cableway system. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
68. Klvac R., Fischer, R., Skoupy, A., 2009 - Emissions from the »Larix« cableway system operation phase. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
69. Knobloch, C., 2011 - Cost-effective short-wood logging cable way system for lowland stands. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
70. Kolsek, M., 2004 - Cable yarding in Slovenian State Forests. In: Proceedings of Conference Cable yarding suitable for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
71. Košir, B., 2000 - Cable crane skidding courses for professional workers and private forest owners in Slovenia. In: Proceedings of Conference Working Under a Dynamic Framework - Forest Ownership Structures and Extension October 4-8 1999, Bled, Slovenia.
72. Košir, B., 2001 - Optimal line lengths when skidding wood with the Syncrofalke cable crane in Slovenian conditions. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
73. Krogstad, F., Schiess, P., 2004 - The allure and pitfalls of using LiDAR topography in harvest and road design. In: Proceedings of Joint Conference of IUFRO 3.06 Forest Operations under Mountainous Conditions and 12nd International Mountain Logging Conference, June 13-16, Vancouver, Canada.
74. Krpan A., Poršinsky, T., Šusnjar, M., 2001 - Timber extraction technologies in Croatian mountainous selection forests. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
75. Kurosaki, H., Iwaoka M., Minematstu H., 2008 - Intervals to determine extra yarding distance of small scale cable yarding systems. In: Proceedings of IUFRO A11-D3 Conference, June 15-20, Sapporo, Japan.
76. Largo, S., Han H.S., Johnson, L., 2004 - Productivity and Cost Evaluation for Non-guyline Yarders in Northern Idaho. In: Proceedings of COFE Conference, April 27-30, Clarion Resort on the Lake, Hot Springs, Arkansas.
77. LeDoux, C.B., Gopalakrishnan B., Pabba, R.S., 2002 - An expert system for estimating production rates and costs for hardwood group-selection harvests. In:

Proceedings 13th Central Hardwood Forest Conference, April 1-3, Urbana-Champaign, Illinois.

78. Leonard, J.M., 2000 - Combining Cut-to-Length and Cable Yarding Operations. In: Proceedings of International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, March 28 - April 1, 1999 Corvallis, Oregon.
79. Leonard, J.M., Garland J.J., Pilkerton S.J., 2003 - Evaluation of synthetic rope for static rigging application in cable logging. In: Proceedings of COFE Conference, September 7-10, Atlantic Oakes by the Sea Resort, Bar Harbor, Maine.
80. Lewis, J., Keppeler, E.T., 2004 - Trends in streamflow and suspended sediment after logging, North Fork Caspar Creek. In: Proceedings of The Redwood Region Forest Science Symposium: What does the future hold?, March 15-17, Albany, California.
81. Lexter, M.J., Stampfer, K., Vacik, H., Hochbichler, E., Limbeck-Lilienau, B., Hagauer, D., Durrstein H., Spork, J., 2002 - A computer based decision support tool for timber harvest planning under multiple objectives in steep terrain. In: Proceedings of Conference Mountain Forests: Conservation and Management July 28 -August 1, Vernon, British Columbia.
82. Limbeck-Lilienau, B., 2003 - Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. In: Proceedings of AUSTRO 2003 Conference, October, 5-9, Schlägl, Austria.
83. Limbeck-Lilienau, B., Lexter, M.J., Stampfer, K., Vacik, H., Palmetzhofer, D., Hagauer, D., Hochbichler, E., Durrstein H., Spork, J., 2003 - CONES - A computer based decision support tool to explore stand management options in steep terrain. In: Proceedings of Decision support for multiple purpose forestry. A trans-disciplinary conference on the development and application of decision support tools for forest management, April 23-25, Vienna, Austria.
84. Loschek, J., 2001 -: Development of mechanized logging. In Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
85. Loschek, J., 2004 - Cable yarding management in mountainous areas ecological and economical aspects on silviculture. In: Proceedings of Conference Cable yarding suitable for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
86. Lyons, C.K., 2007 - A design criterion for guyed backspars. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
87. Magagnotti, N., Becker, G., Suchomel, C., Spinelli, R., 2013 -Whole-tree yarding and mechanised processing in coppice operations. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.

88. Magaud, P., 2011 - SIMULCABLE, a new software to optimize the line implantation for cable yarding. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
89. Magaud, P., 2013 - A methodological approach towards specific cost and productivity models for cable yarding in the French Alps. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
90. Mahon R., 2000 - Experience in Cable Thinning. In: Proceedings of International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, March 28 - April 1, 1999 Corvallis, Oregon.
91. Manzone, M., Balsari, P., 2010 - Assessing the performance of a cable crane using single cable. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
92. Masi, M., Nannicini C., Amati, R., Fabiano, F., Neri, F., Piegai, F., Magagnotti, N., Spinelli, R., Laurendi, V., Pirozzi, M., 2010 - Safety and Prevention in Mechanised Forest Operations: a Tuscan Project. In: Proceedings of International Conference Ragusa SHWA2010, September 15-18, Ragusa, Italy.
93. Messingerova, V., Stanovsky, M., Ferencik, M., Kovacik, P., 2009 - Technological planning in cableway terrains in Slovakia. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 21-24, Kostelec and Cernymi lesy, Czech Republic.
94. Nemestothy, N., 2010 - Synthetic fibre ropes for forestry use- criteria for the replacement of fibre ropes. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
95. Nemestothy, N., 2011 - Synthetic fibre ropes for forestry use - further developments in finding criteria for the replacement state of fibre ropes. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
96. Neri, F., Piegai, F., Marchi, E., Nati C., 2009 - Cableway logging operations and residual harvesting: cases study in windthrown areas in the Eastern Alps - Italy. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallingenberg, Germany.
97. Nitami, T., Suk, S., Kataoka A., Mitsuyama T., 2011-: Tower yarder operation in Japan and the performance analysis by GPS-based system. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
98. Nitteberg, M.A., 2003 - Mechanised harvesting in cable operation. In: Proceedings of 2nd Forest Engineering Conference, May 12-15, Växjö, Sweden.
99. Nitteberg, M.A., 2007 - From Off-road to On-road harvesting in steep terrain in Norway. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.

100. Nitteberg, M.A., Stampfer, K., Kindernay, D., 2010 - Continuous work strain measurement in cable yarder rigging. In: Proceedings of 2010 Nordic Baltic Conference on Forest Operations, October 20-22, Honne, Norway.
101. Nitteberg, M.A., Talbot, B., 2007 - Developing a new yarder-controlled mechanical slack-pulling carriage for double-drum winches. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
102. Oberholzer, F., Howe, D., 2007 - The use of monocables in the harvesting of small timber: a South African perspective. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
103. Okonski, J., 2004 - Skyline Systems in Appalachia - 101 Tribulations. In: Proceedings of COFE Conference, April 27-30, Clarion Resort on the Lake, Hot Springs, Arkansas.
104. Olund, D., 2001 - The Future of Cable Logging. In: Proceedings of The International Mountain Logging and 11th Northwest Pacific Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, Washington.
105. Ottaviani Aalmo, G., Kylo, N.O., Talbot, B., 2011 - The Owren mini 400: a unique 1:3 scale electrically powered tower yarder for research training and demonstration. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
106. Ottaviani Aalmo, G. Talbot, B., 2013 - Operator performance improvement through training in a controlled cable yarding operation. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
107. Owende, P.M., Tiernan D., Ward, S.M., Lyons J.K., 2001 - Is there a role for cable extraction on low gradient sensitive sites? In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountain June 18-24, Ossiach, Austria.
108. Ozturk, M., Aykut T., Acar, H. H., 2001 - Time analyses on Koller K300 cable system on difficult terrain in Turkey. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
109. Ozturk, M., Senturk, N., Hulusi, H.H., 2007 - Forest skylines in Turkey. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
110. Park, S-J., Kim, J-W., Park, M-S., Song, T-Y., Cho, K-H., 2006 - An analysis of the yarding operation system with a mobile tower-yarder in Korea. In: Proceedings of COFE Conference, July 30 - August 2, Coeur d'Alene Resort, Coeur d'Alene, Idaho.

111. Park, S-J., Son B-S., Lee, S-H., Han S-Y., Kim, D-G., 2008 - Analysis of a mobile tower-yarder operation in Korea. In: Proceedings of IUFRO All-D3 Conference June 15-20, Sapporo, Japan.
112. Pertlik, E., 2009 - Do Synthetic Ropes change the design principles of standing skylines? In: Proceedings of COFE Conference, June 15-18 Kings Beach (Lake Tahoe), California.
113. Pičman, D., Pentek T., Poršinsky, T., 2001 - Relation between forest roads and extraction machines in sustainable forest management. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach Austria.
114. Pilkerton, S.J., Garland, J.J., Hartter, J., 2004 - Applications of synthetic rope for improved ergonomic, economic and environmental performance in mountainous logging. In: Proceedings of 2004 International Mountain Logging Conference, June 14, Vancouver, British Columbia.
115. Pilkerton, S.J., Garland J.J., Leonard J.M., Sessions J., 2004 - Synthetic rope use in logging winching applications. In: Proceedings of 2004 International Mountain Logging Conference, June 14, Vancouver, British Columbia.
116. Pilkerton, S. J., Garland, J.J., Sessions, J., Stringham, B., 2001 - Prospects for using synthetic rope in logging: First look and future research. In: Proceedings of The International Mountain Logging and 11th Northwest Pacific Skyline Symposium, December 10-12, Seattle, Washington.
117. Pollini, C., Schmiedhofer, J., 2001 - The use of cable cranes in South Tyrol in the light of recent legislation. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
118. Rieger, G., 2001 - Costs and performance of a Koller K300 yarder. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
119. Robek, R., Medved, M., 2001 - Implementation of cable logging requirements in environmentally sound road construction. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
120. Sabadyr, A., Sibitsev S., 2001 - Characteristics of the cable yarding system application in the Ukrainian Carpathians. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
121. Sakai, H., Sakurai, R., Oikawa, R., Chisaka, O., 2013 - Direction of development of the tower yarder in Japan. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.

122. Saunders, J.C., 2001 - Current trends in cableway systems in the United Kingdom. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
123. Schiess, P., 2001 - Road management strategies to reduce habitat impacts - A case for engineered cable yarding operations and harvest schedules. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
124. Schiess, P., 2004 - Forest transportation issues in relation to stream habitat conservation: trade-offs between environmental and economic concerns. In: Proceedings of Conference Cable yarding suitable for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
125. Schiess, P., Krogstad, F., 2003 - LiDAR-based topographic maps improve agreement between office-designed and field-verified road locations. In: Proceedings of COFE Conference September 7 -10, Bar Harbor, Maine.
126. Schmimer, K.R., Nemestothy, N., Sperrer, S., 2009 - Further developments of synthetic ropes for logging applications in forestry. In: Proceedings of FORMEC Conference, June 2-5, Schmallenberg, Germany.
127. Sessions, J., Chung, W., Heinimann, H.R., 2001 - New algorithms for solving large-scale transportation planning problems. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
128. Sloan, H., 2001 - Appalachian hardwood logging systems: managing change for effective BMP implementation. In: Proceedings of COFE Conference, July 15-19, Snowshoe, West Virginia.
129. Smeets, P., 2007 - The use of high performance synthetic fibers in synthetic ropes for logging applications in the forestry. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 7-11, Vienna and Heiligenkreutz, Austria.
130. Smidt, M., 2011 - A description of forest industries and occupations with focus on forestry workers' jobs and injury and illness surveillance. In: Proceedings of COFE Conference, June 12-15, Quebec City, Canada.
131. Solmie, D.K., Kellogg L.D., Kiser, J.D., Wing, M.G., 2003 - Comparing strategies for skyline corridor layout. In: Proceedings of COFE Conference, September 7-10, Bar Harbor, Maine.
132. Spinelli, R., Magagnotti, N., 2013 - A survey of yarding companies in the Italian Alps. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.

133. Stampfer, K., 2002 - Combining harvester with cable yarder on steep terrain thinning operations. In: Proceedings of International seminar on new roles of plantation forestry requiring appropriate tending and harvesting operations, September 29 - October 5, Tokyo, Japan.
134. Stampfer, K., 2004 - Perspectives on whole tree cable yarding systems for thinning operation in Austria. In: Proceedings of Conference Cable yarding suitable for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
135. Stampfer, K., Karpf F., Visser, R., 2010 - Efficiency and ergonomic advantages of synthetic rope for guying cable yarders. In: Proceedings of 2010 Nordic Baltic Conference on Forest Operations, October 20-22, Honne, Norway.
136. Stampfer, K., Lexter, M.J., 2001 - Multicriteria evaluation of thinning operations on steep terrain. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
137. Stampfer, K., Lexter, M.J., Vacik, H., Hochbichler, E., Durrstein H., Spork, J., 2001 - CONES - A computer based multiple criteria decision support tool for timber harvest planning in steep terrain. In: Proceedings of COFE Conference, July 15-19, Snowshoe, West Virginia.
138. Streif, A., 2001 - View of the contractor for forest companies. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
139. Suzuki, Y., Shiobara M., Kondo, M., 2000 - Plane-Type Logging Cable Systems in Japan - Past, Present and Future. In: Proceedings of International Mountain Logging and 10th Pacific Northwest Skyline Symposium, March 28 – April 1, Corvallis, Oregon.
140. Talbot, B. Nitteberg, M., 2013 - Applying the analytical hierarchy process in selecting among excavator based yarder configurations. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
141. Tucek, J., Pacola, E., 2001 -Skyline yarding distance modelling for logging in mountains. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
142. Tunay, M., Melemez, K., 2001 - Work performance of Koller K300 cable system on difficult terrain in Turkey. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
143. Unver, S., Ozkaya, M.S., Kilic, H., Acar, H.H., 2011 - Determination of efficiency of the forest skylines in Artvin Forest Region of Turkey. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.

144. Vacik, H., Lexer, M.J., Palmetzhofer, D., Stampfer, K., Limbeck-Lilienau, B., 2004 - Application of the spatial decision support system CONES for regeneration planning in mountain forests. In: Proceedings of Joint Conference of IUFRO 3.06 Forest Operations under Mountainous Conditions and 12nd International Mountain Logging Conference, June 13-16, Vancouver, Canada.
145. Vacik, H., Lexer, M.J., Palmetzhofer, D., Stampfer, K., Limbeck-Lilienau, B., 2004 - Application of the spatial decision support system CONES for regeneration planning in mountain forests. In: Proceedings of Conference Cable yarding suitable for sustainable forest management, September 23, Idrija, Slovenia.
146. Vana T.T., Giambelluca T.W., Sutherland, R.A., Senock, R.S., 2001 - Impacts of Forest Harvesting on Soil Hydraulic Characteristics at Hakalau Hawaii. In: Proceedings of American Geophysical Union Fall Meeting, December 10-14 San Francisco, California.
147. Vasilev V., Rossnev, B., Kitanova, S., Alexandrov, A., Raev, I., Tsakov H., Dimitrov Y., Grozeva, M., Petrova, R., Popov, G., 2003 - Possibilities for the use of the light cable crane Pioneer for removal of faggot-wood at gravitation regime of work. In: Proceedings of International scientific conference marking 75 years of the Forest Research Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria 1-5 October vol 1, 440-443.
148. Visser, R., Adams, J., 2002 - Risk management of steep terrain harvesting. In: Proceedings of COFE Conference, June 16-20, Auburn, Alabama.
149. Visser, R., Baker, S., Sloan H., 2001 - Cable logging opportunities in the Appalachian mountains. In: Proceedings of Workshop New trends in wood harvesting with cable systems for sustainable forest management in the mountains, June 18-24, Ossiach, Austria.
150. Visser, R., Spinelli, R., Magagnotti, N., 2010 - Landing size and landing layout in whole-tree harvesting operations in New Zealand. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
151. Visser, R., Mcfadzean S., Hill, S., 2013 - Productivity and ergonomic study of a motorized hydraulic grapple carriage. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
152. Wing, M.G., Kellogg, L.D., 2001 - Using a Laser Range Finder to assist harvest planning. In: Proceedings of First International Precision Forestry Cooperative Symposium, June 17-20, Seattle, Washington.
153. Worrell W.C., Bolding, M.C., Aust, W.M., 2010 - Comparison of potential soil erosion following skyline yarding versus tracked skidding on bladed skid trails in the Appalachian Region of Virginia. In: Proceedings of COFE Conference, June 6-9, Auburn, Alabama.

154. Yoshimura T., Hartsough, B.R., 2007 - Conceptual evaluation of harvesting systems for fuel reduction and biomass collection on steep terrain using system dynamics. In: Proceedings of International Mountain Logging and 13th Pacific Northwest Skyline Symposium, April 1-6, Corvallis, Oregon.
155. Yoshimura, T. Hartsough. B.R., 2007 - Designing and validating new concepts of cable harvesting systems: how to double the productivity. Proceedings, Logging and Wood Processing in Central Europe. Kostelec nad Cernymi lesy. June 20-21. Czech University of Life Sciences, Prague. ISBN 978-80-213-1652-2. Pp. 139-146.
156. Yoshimura, T., Hartsough, B.R., 2010 - Simulation-based validation of new conceptual cable harvesting systems. In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy.
157. Yoshimura, T., Hartsough B.R., 2010 - Validation of a new conceptual cable harvesting system using an independent device for lateral yarding. In: Proceedings of COFE Conference, June 6-9, Auburn, Alabama.
158. Yoshimura, T., Otsu, H., Hartsough, B.R., 2011- Developing and validating the automatic log transfer mechanism between two carriage. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 9-13, Graz, Austria.
159. Yoshimura, T, Noba, T., 2013 - Productivity analysis of thinning operations using a swing yarder on steep slopes in Western Japan. In: Proceedings of the International Conference on Forest Operations in Mountainous Conditions, IUFRO Unit 3.06, June 2-5, Honne, Norway. ISBN 978-82-311-0184-0.
160. Zambelli, P., Lora, C., Ciolli, M., Spinelli, R., Tattoni, C., Vitti, A., Zatelli, P., 2010 - A FOSS4G model to estimate forest extraction methods and biomass availability for renewable energy production. In: Proceedings of FOSS4G Conference, September 6-9, Barcelona Spain.
161. Zimbalatti, G., Proto, A.R. 2007 - Cable Logging opportunities for firewood in Calabrian forestry. In: Proceedings of FORMEC Conference, October 7-11, Vienna and Heiligenkreutz, Austria.
162. Zimbalatti, G., Proto, A.R., 2010 - Timber extraction with a cable crane in South Italy (Calabria). In: Proceedings of FORMEC Conference, July 11-14, Padova, Italy

ALLEGATO 2 – APPUNTI DALLE INTERVISTE CON GLI ESPERTI INTERNAZIONALI

1. - Prof. Loren Kellog – OSU, Corvallis, USA

Date: April 5, 2013

Place: Firenze

- Plastic-coated wire ropes
- Automatic carriages
- No personnel on the ground (mechanized felling/harvesting and bunching, grapple yarders)
- Balloon logging not versatile enough. Specific for some uses only (large clearcuts). Difficult relocation.

2. - Prof. Gero Becker – University of Freiburg, Germany

Date: April 18, 2013

Place: Freiburg

- Towers with no guidelines (e.g. excavator base, or machine with outriggers)
- Automatically positioned carriages
- Automatic control of skyline tension for safety, which entails the possibility to reduce safety factors
- Lighter cables/synthetic cables
- Artificial tailholds
- Use in flat terrain

3. - Prof. John Garland – OSU, Corvallis, USA

Date: June 2, 2013

Place: Jonkoping

- Lighter cables (synthetic) to reduce physiological workload on operators. Synthetic guylines, synthetic droplines
- Grapple yarder is not the universal solution because of the absence of lateral yarding capability. Only clearcuts
- Simplify rigging of the towers and tailhold, and especially of the intermediate supports (e.g. a pole to set blocks on the intermediate spar tree etc.)
- Radiocontrolled chokers are crucial. Remove people from the chaser role

4. - Dr. Bruce Talbot – Norwegian Forestry and Landscape Institute, Norway

Date: June 2, 2013

Place: Jonkoping

- Task automation. Automatic-return carriage. Memorization of stops

- Improve organization. Develop machines that allow simpler and easier task organization
- Excavator-base yarders, such as the new Zoeggeler, developed for running-skyline. Works as yarder and processor at the same time (same concept as harwarder). On wheels. Easy to relocate.

5. – Prof. Rien Visser – University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Date: June 2, 2013

Place: Jonkoping

- Mechanize hooking. Grapple carriage with cameras; GPS on carriage etc.
- Guide carriage and grapple like a laser-guided bomb. Find a system with a pointer and the carriage automatically drives to the point identified by the pointer
- Full tree suspension with a carriage without motors. Currently there are many projects trying to achieve this goal

6. – Prof. Bostjan Kosir – University of Ljubljana, Slovenia

Date: July 14, 2013

Place: Ljubljana (E-mail correspondence)

General: more electronic and remote control, more plastic material, better steel and other material (= lighter and more reliable parts, faster set up), more reliable mechanical construction, better and more friendly hydraulic (hydraulic oil, winches, crane, processor etc.). Different all-terrain systems – almost all cable cranes of recent development are all-terrain.

Cable crane construction

1. Use of compressed steel wire ropes – higher breaking strength, lower wear, more rope on the drum – greater range.
2. Use of plastic ropes – more friendly set up, less stress of the worker, better safety at work.
3. Use of lighter auxiliary equipment and parts – quicker and more simple set up, less ergonomic stress.
4. Remote controlled chokers – useful when operator are on distant place from the load and have enough loading place, save worker.
5. Self-propelled carriages – need improvement, all-terrain cable device which can be used with tower device or independently.
6. Artificial supports – use in vicinity of the road, much lighter and simpler than classical one finger support.
7. Earth anchors – good for specific circumstances (enough place and deep soil), many different systems are developed.
8. Carriages with electrical slack-pulling device – first seen on Elmia this year – in development.

9. Remote control – improving efficiency, make possibility of different use of the cable crane (operator can be separated from the cable crane doing other tasks).
10. Combination of telescopic/tilt tower – good for frequent combination of downhill and uphill skidding on steep terrain.
11. Haul-back line goes through the carriage – faster set up, no need for having separate space for haul-back line.
12. If have a processor – better programs for processing.

Others: cable crane position in technology etc.:

1. Single drum long distance cable cranes are not in the focus, but not forgotten.
2. Cable crane can be mounted on many different machines like construction machines, trailers and trucks.
3. Processors which are integrated or separated from cable crane (which demands remote control of cable crane) connect phase of cutting with the phase of skidding and transport (loading on the loading place).
4. Demand for fully educated and skilled machine operators: in extreme he must have licence for motor saw, loader, processor and truck driving.
5. Full tree method because of economy and use of biomass, connection with chippers demands specific organisation on the landing,
6. Unsuccessfull or unsatisfactory combination between cable crane and mechanised felling. Motor-manual felling still predominate despite combinations with different harvesters have been studied (Snake, Menzi-Muck, Highlander, MHT etc.).
7. Development of machines, which are until now not proven reliable, economical and studied enough under different conditions (Konrad).
8. Bad experience with the stand damages when trying to use cable crane and processor technology in thinnings. Need to define best management practice (we did that in 2008).
9. More use of cable cranes on forest areas where skid road construction is restricted from different reasons.
10. Quick set up demands efficient overall organisation (more than 40 lines per year) and flexible work organisation of the crew.
11. Great demand for operational planning, which is supported with GIS and GPS technology.
12. Great demand for examination of different practices in the countries of Central Europe (i.e. ATHOSK and better...).

7. - Prof. Bruce Hartsough – University of California, Davis - USA

Date: July 14, 2013

Place: Davis (E-mail correspondence)

Well, I think the primary need is to safely increase the utilization of the load capabilities of such machines. If we make substantial efforts to ensure good utilization of on-highway transport vehicles, why should the same be less important for in-woods means of

transport? For yarders, this involves two aspects: assembling full-capacity loads and monitoring line tensions. Assembly can involve prebunching, which has been tried numerous times and in numerous ways in the past, with mixed success, and/or more precise assessment of the masses of the individual trees or logs to be transported. As for monitoring, an ideal setup would monitor the tensions in guylines as well as the skylines and possibly mainline (uphill yarding) or haulback (downhill).

I think there is also still much potential to reduce cycle times of yarders, via prebunching, use of multiple carriages on a single skyline and automation of parts of the cycle. Fuel consumption could be reduced by using a hybrid drivetrain.

8. - Prof. Hans-Rudolf Heinimann – ETH Zurich, Switzerland

Date: August 18, 2013

Place: Zurich (E-mail correspondence)

Just a few comments:

- carriage moving speed is a crucial factor. increasing speed would also increase in productivity (by the way: this is why Japanese yarders never got competitive),
- increasing load: the 40 kN Syncrofalke is an example of this trend,
- decrease lateral yarding time
 - slackpulling to save pull-out time,
 - radio-controlled clamping, declamping,
 - load-unitizing,
- decrease unloading time
 - radio-controlled chokers
- minimize operating crew: at present, 2 persons, requires automation of carriage movement,
- minimize setup time,
- minimize relocation time, optimization problem, to be solved mathematically as an optimal sequencing problem,
- TRAINING, TRAINING: you remember your study on skidder productivity. You have to train people to always build a load very close to the maximum allowable load. You can do hundreds of time studies; this will never improve the system performance. You have to design the system first, then train the people, and then you can eventually measure the productivity improvement. The discussions we had were exactly around this topic. The original guiding idea of work studies was to redesign a work-system for improved productivity, to eliminate unnecessary work elements (Taylor reduced brick-laying to 4 work elements!), and to train people for the best available techniques BATs. Johannes Loschek at Mayr Melnhof did exactly this, and the company has been setting the benchmarks for about a generation!!!

Those are some thoughts. For me, the studies that lead to the harvester forwarder system are still groundbreaking, because they were following a systems engineering approach. Unfortunately, they are almost forgotten.

9. - Dr. Paul Magaud – FCBA Grenoble, France

Date: August 22, 2013

Place: Grenoble (E-mail correspondence)

For me, the last innovation in Cable yarding are:

- automatic chokers control, which is a very interesting tool for productivity and safety (see attached file, in French)
 - using synthétique ropes for anchoring
 - the woodliner carriage
 - software for the line implantation for the positioning of intermediate support (SIMULCABLE, developed by FCBA and ONF)
 - development of excavator and processor for full tree extraction
- the trend for the next few year?
- reduction of fuel consumption by using electric battery with energy coming from movement of the carriage?
 - use of residues as energy for the tower yarder?
 - double carriage for soil protection
 - automatic help for chokering on the field (drone?)
- It is not a lot of ideas, I hope it will be helpful.

10. - Dr. Didier Pischedda – ONF Paris, France

Date: September 16, 2013

Place: Parigi (E-mail correspondence)

Yes everthing is OK for me in ONF even if the economic period is quiet difficult.

I'm finalizing a new way to contract between ONF and forest contractors over several years (up to 3). I worked a lot with contractors national representants.

Objective is to be sure that we have forest enterprises to respect our engagements with sawmill industry and in the same time forest contractors can have a better view of our needs to plan their own activities and/or investments.

We are running this system as test since two years (500 000 m3 in 2012) and it will be official at the end of this year.

About cable yarder:

I'm participating in a normalisation group for mobile yarder and safety where the constructors are concerned. The proposition is coming from Austria and Ewald Pertik is in the group. I don't know if you are in this group for Italy but I saw that Italy (UNI) are agree for a possible acceptance as a European standard but come with absolut no comment about the text!

I send you therefore the documents

- the norm proposal

- the comments done after the european enquiry
We will have a new meeting this autumn.

One of innovation in this norm concerning safety aspect is to have a safety line built on the tower of mobile yarders.

11. - Dr. Nils Olof Kyllö – Norwegian Forestry and Landscape Institute, Norway

Date: September 27, 2013

Place: Oslo (E-mail correspondence)

Dear Raffaele!

I think we will have more guyline free yarders, either mounted on excavators or other suitable base machine. Because of low timber prices, we have to have very quick rigging equipment and fast carriage speed to produce more wood than today. Without guylines they are easy to move sideways, and with running skyline they will be easy to change tailtree too. Tower height should be around 8-10 meter. Possibility to use it as a swing yarder is sometimes an advantage.

That means that I believe in running skyline, especially in counties where we do a lot of downhill yarding (as in Norway). Easy rigging, less forces in the tailtree, and quick sideways moving. And fast speed on the carriage. 3-drum dropline carriage is also very simple.

For traditional tower yarders, the tower should be around 15-17 meter, telescopic tower is an advantage. Then you can stop it at different height.

All rigging lines must be light synthetic rope, as we have on the new Owren 350 (also for the tailtree). Rigging gear is not common on the Austrian yarders, I don't know why?

From my point of view, I can't see the really big advantage with the combined yarders, like Mounty 4000? The yarder produce not as much as it could do if it was working alone, and we need a truck to be there every day. Often they must load a single truck without a trailer, and that put on 4 Euro extra to the cost (in Norway). On the other hand, when you move you have everything with you! But I think we should try to do like we did in Canada (I was working there as a yarder contractor for some years), get the logs/trees away from the yarder immediately. Then the yarder can get a very high production, and also the delimber/processor later on. It needs good planning and a big landing, which is not so easy many times, but where you can do that, it's worth it.

All yarders are/will be radio remote controlled.

I think we should have electrical motors instead of hydraulic motors. So far the Owren 400 Mini is the only one, and we have discussed that for big yarders, but the technology was not ready yet. But I think it will soon be!

From older yarders I can't see many things that we could change to modern yarders except what we have done.

I know that some has started to use synthetic skylines, and maybe?? But as long as you pull this lines (skyline, haulback and main-line) with light rigging lines, and steel is much cheaper, I can't see the big advantages right now.

All prefers uphill yarding, and for that a skyline and a mainline is all you need. Maybe whit a motorized carriage for the dropline.

ALLEGATO 3 – APPUNTI DALLE INTERVISTE CON I COSTRUTTORI E LE IMPRESE

Costruttori

1. – Thaler Karl Forestal Service

Intervistato: Mauro Scandella

Data: 7 Novembre 2013

L'addestramento è la cosa più importante. Solo un'impresa su 10 conosce veramente come installare in modo corretto un impianto di teleferica. Gli altri usano conoscenze approssimative, e spesso commettono grossolane approssimazioni, a svantaggio della produttività e della sicurezza.

Necessario aumentare e migliorare gli automatismi.

Carrelli motorizzati con motore ibrido. Oggi la nuova tecnologia consente di produrre batterie leggere ed efficienti. Usando un motore ibrido si possono ridurre notevolmente i consumi ed il peso del carrello. Nel caso di un carrello tipo "Liftliner" poi la batteria si ricarica bene durante i viaggi a vuoto e a carico del carrello, durante i quali il motore endotermico è interamente dedicato alla carica.

Occorre rinnovare il parco macchine. Troppe imprese hanno macchine vecchie, che non sono più ne efficienti ne sicure.

2 – Valentini

Intervistato: Ilario Valentini

Data: 7 Novembre 2013

Le stazioni motrici ormai sono al meglio della tecnologia possibile e probabilmente non c'è moltissimo da migliorare. Per contro, molto deve essere ancora fatto sui carrelli. In particolar modo, Valentini suggerisce le seguenti migliorie tecnologiche:

carrello motorizzato predisposto per la sospensione completa delle piante, magari attraverso un secondo carrello opzionale.

come sopra, ma senza motore.

Automatismi per svolgere la fune di sollevamento già durante il viaggio a vuoto del carrello, al fine di risparmiare tempo all'aggancio.

Infine, Valentini pensa che in futuro si potrebbe fare più uso di soluzioni elettriche o ibride, che rappresentano un'opportunità interessante, benché ancora poco esplorata.

3 – Seik

Data: 11 Novembre 2013

Intervistato: Sig. Michele

E' necessario adeguare la tecnologia meccanica per costruire carrelli più piccoli e meno pesanti. Questo si può fare con adeguata progettazione e scelta adeguata dei materiali e dei componenti (motori).

C'è un grossissimo potenziale per il trasporto dei carichi in completa sospensione, che consente maggiore velocità, meno danni al bosco e al suolo e meno sollecitazioni sull'impianto. Questa è una delle direzioni per il futuro.

In futuro bisognerà pensare sempre più all'uso di trasmissioni con motori elettrici, anziché idraulici, ed eventualmente a soluzioni ibride. La trasmissione idraulica ha un rendimento troppo basso, è poco efficiente e oltretutto incorre in tutta una serie di problemi legati all'uso del fluido idraulico (peso, perdite, rabbocchi, contaminazione etc.). L'uso di soluzioni elettriche è particolarmente attraente nel caso degli impianti con linee lunghe.

Potrebbe essere interessante anche un maggiore impiego delle funi sintetiche in dyneema per il cavo di sollevamento e per le controventature. Non per la portante o la traente. In ogni caso, la fune sintetica è adatta solo se gli operatori la usano con criterio: operatori poco attenti alla cura della fune vanno sicuramente incontro al danno, ed è meglio restino con le funi di acciaio.

4 – Greifenberg

Data: 13 Novembre 2013

Intervistato: Diego Greifenberg

Il mercato sta chiedendo ormai da anni di ridurre i costi e aumentare i profitti, per fare ciò serve analizzare non solo i rendimenti delle macchine, ma anche i costi e tenere conto del loro ammortamento, non fiscale ma effettivo, quindi finanziario.

Per tali ragioni da parte nostra abbiamo spinto le macchine in due direzioni completamente opposte, una serie economica, dove le tecnologie sono ormai consolidate e una di alto livello, dove l'integrazione è il minimo comune multiplo.

Mi spiego meglio, abbiamo realizzato macchine "rispolverando" progetti consolidati e collaudati con impianti e componenti di larga tiratura contenendo i prezzi, fino a ridurre il prezzo del 50%. Questa scelta trova suffragio tra tutti gli operatori che si occupano di tutti i lavori inerenti la prima lavorazione in quanto non vogliono effettuare investimenti ingenti su di un singolo settore. Con un acquisto economico rinunciando a un poco di automazione riescono meglio a "far girare" il loro bilancio.

All'opposto per lo specialista del trasporto a fune abbiamo automatizzato tanto rendendo le macchine autonome nel lavoro. Le integrazioni in corso d'opera sono il raggruppamento dei comandi per più macchine e accessori in un'unica unità di comando. Sempre nell'ottica di aumento della redditività si è arrivati a comandare le macchine da postazione remota eliminando la figura della persona presente alla macchina. Si è creata la

teleassistenza per riuscire a accorciare i tempi di manutenzione e ridurre così i periodi di inattività.

Stiamo continuando a sviluppare carrelli automotivi puntando di arrivare a 60° di pendenza superabile e con motori da 200CV per poter effettuare tutti i lavori attualmente svolti dal sistema trifune delle teleferiche. La tecnologia TECNO porta dentro sè sia il beneficio finanziario (costa un terzo rispetto una teleferica tre tamburi), sia la riduzione del personale impegnato (bastano due persone), sia dell'integrazione dei comandi (con il telecomando si manovrano sia il carrello che i chokers).

Imprese

1 – F.Ili Bernardi

Data: 7 Novembre 2013

Manca al momento un carrello valido per l'esbosco in discesa con stazione motrice a valle. Il Bergwald è troppo pesante e mangia la fune perché una macchina fatta artigianalmente e spesso poco rifinita; lo Sherpa e il Wyssen sono troppo delicati, soffrono avarie e se cadono si distruggono; i carrelli motorizzati invece sono troppo pesanti, e in caso di caduta il danno è troppo costoso. L'unico che andava davvero bene ero lo Stuefer, che però non è più commercializzato in Italia. Ora stanno guardando con interesse il nuovo Koller, con svolgitore motorizzato. Forse quella è la soluzione.

Non credono nei carrelli motorizzati, che non hanno abbastanza forza.

L'elettronica è ancora poco affidabile e soggetta a malfunzionamenti. Occorre migliorarne l'affidabilità.

Tutte le macchine andrebbero obbligatoriamente equipaggiate con olio biodegradabile, che oggi funziona molto bene. Costa di più, ma siccome le perdite sono frequenti è sempre una soluzione più economica rispetto alla bonifica.

Le macchine sono troppo costose, rispetto alla quantità oggettiva di materiali e al tempo necessario per costruirle (NdR: Heinemann pensa la stessa cosa e attribuisce il costo elevato alle diseconomie di scala dei costruttori, in genere piccoli e poco sopra il livello artigianale. Secondo Heinemann il consolidamento di più piccoli costruttori in joint-venture più ampie e l'espansione dei mercati dovrebbero portare ad una vera industrializzazione della costruzione e ad una forte diminuzione dei costi – Heinemann et al. 2001).

2 – F.Ili Ciech

Data: 11 Novembre 2013

I carrelli attuali sono troppo pesanti. La struttura è troppo grossa. Sarebbe opportuno sviluppare carrelli più leggeri, con strutture razionalizzate e meno massicce.

I choker radiocomandati sono un'ottima soluzione, ma costano ancora troppo e non sono sempre affidabili.

Le macchine su escavatore hanno una nicchia molto limitata. Il montaggio dei controventi non richiede molto tempo, e non è uno dei problemi maggiori del montaggio. Ovviamente, se si opera dove non ci sono ancoraggi adeguati – per esempio su un dosso o una cresta scoperta - allora la cosa cambia, e la possibilità di fare a meno degli ancoraggi diventa un vantaggio importante. Tuttavia queste situazioni non sono molto comuni, e la macchina su escavatore resta una soluzione di nicchia.

Poco convinti dell'esbosco con il carico completamente sospeso. Il sistema è macchinoso e il carrello finisce per pesare troppo.

Le funi sintetiche vanno bene solo con le persone adatte. Altrimenti non durano.

3 – Franco Vanzo

Data: 11 Novembre 2013-11-12

E' necessario innanzitutto programmare i tagli e martellare bene. Altrimenti il lavoro diventa discontinuo e troppo laborioso.

Interessante la possibilità di montare telecamere (es. webcam) ovunque ci sia poca visibilità e soprattutto sul carrello. Idealmente, un carrello munito di telecamera e choker radiocomandati può scaricare in modo completamente autonomo, senza che ci sia nessuno sul piazzale ad assistere l'operazione. Meno costo e più sicurezza.

Lo svolgi fune a motore elettrico funziona bene ed è probabilmente un'ottima idea. In futuro un maggiore impiego dei motori elettrici sarebbe senz'altro possibile ed auspicabile.

4 – Christian Hintner

Data: 12 Novembre 2013-11-12

Il successo economico dell'esbosco con teleferica si gioca in gran parte sulla riduzione dei tempi di montaggio e smontaggio. Oggi le torrette aiutano molto a risolvere il problema, e in realtà c'è poco che non sia stato inventato. I costruttori Austriaci offrono numerosi accessori e varianti, e anche gli Italiani fanno ottime macchine. Valentini produce le Ferrari delle teleferiche, e costano come le Ferrari ma li valgono tutti.

Il problema grosso resta invece per gli argani tradizionali. Il montaggio è troppo lungo, anche perché finora si è dedicata pochissima attenzione a questo specifico aspetto. Con questi impianti, la tensionatura della portante è ancora molto laboriosa e richiede troppo tempo. Tuttavia, esistono attrezzature che potrebbero agevolarla, e che possono essere mutate dal settore degli sky-lift. Qui si usano tensionatori meccanici con azionamento lineare, capaci di tensionare velocemente i cavi fino a forze massime di 50-60 t. un'idea potrebbe essere quella di adattare questa tecnologia al settore forestale, riducendola di

forza e dimensioni, visto che la tensione necessaria per l'uso forestale è in genere di 10-15 t.

5 – Alois Frank

Data: 12 Novembre 2013

Il mercato oggi offre di tutto, sia in tema di torrette che di carrelli. Non c'è molto che si possa fare ancora, salvo magari qualche piccolo miglioramento.

Occorrerebbe migliorare il sistema di frenatura automatica di emergenza sui carrelli. In caso di rottura della traente, i dispositivi di emergenza attualmente disponibili non garantiscono la frenatura. Occorrono sistemi più affidabili.

Le batterie che servono ad azionare i radiocomandi dei carrelli non tengono la carica abbastanza a lungo. Una soluzione semplice potrebbe essere quella di dotare i carrelli di una dinamo per ricaricare le batterie con il movimento del carrello. Questo aumenterebbe moltissimo la durata delle batterie.

Lo sviluppo di stazioni motrici con motori ibridi è una buona idea e ha un grosso potenziale.

6 – Patrizio Giacomelli

Data: 12 Novembre 2013

Le torrette a tre tamburi sono ormai molto evolute. Hanno un ottimo livello tecnologico e una dotazione elettronica importante. Purtroppo sono macchine eccessivamente care.

Occorrono però radiocomandi più completi nelle funzionalità e più affidabili. Quelli attuali danno ancora molte noie, sia per la limitata funzionalità che per l'affidabilità non sempre ottimale.

I carrelli auto traslanti sono un'ottima soluzione tecnica, perché consentono di esboscare verso valle con la stazione a valle, senza dover montare tre funi e preparare un corridoio addizionale per la fune di ritorno. Questo accorcia molto i tempi di montaggio e smontaggio. Questo consente a chi ha una torretta bifune di affrontare anche gli occasionali lavori con esbosco verso valle e stazione a valle – senza doversi comprare una torretta nuova.

Tuttavia i carrelli auto traslanti attuali hanno poca forza e pesano troppo.

Occorrerebbe studiarli meglio, e soprattutto alleggerirli attraverso una progettazione più accurata e un uso di materiali speciali. L'ideale sarebbe portare i carrelli attuali sotto la tonnellata di peso, senza però andare a diminuire la forza di sollevamento e/o la velocità di lavoro.

7 – Davide Pozzo – Servizio Foreste PAT

Data: 14 Novembre 2013

Le tipologie di gru a cavo forestale disponibili sul mercato da alcuni anni, frutto dell'evoluzione tecnica degli ultimi quindici anni, a mio parere sono in grado di soddisfare completamente le esigenze operative degli addetti all'esbosco che operano nei boschi di montagna.

Secondo la mia esperienza, gli spazi di innovazione tecnologica ancora da colmare sono limitati, altresì ritengo sia necessario lavorare parecchio sullo sviluppo di innovativi dispositivi di sicurezza e sulle certificazioni in materia di sicurezza sul lavoro.

Da quanto sono venuto a conoscenza in questi anni di lavoro nel settore, mi sento di evidenziare quanto segue.

Esigenza 1;

poter reperire sul mercato impianti di gru a cavo completi e adatti alle situazioni ordinarie dei cantieri forestali, certificati dai costruttori ai sensi delle norme sulla sicurezza del lavoro nella loro configurazione completa.

Obiettivi;

- consentire agli utilizzatori di non doversi assumere competenze e responsabilità fuori dalla loro portata
- eliminare le situazioni di incertezza tecnica e funzionale nonché i rischi e le non conformità formali che si possono creare con la scelta dei differenti componenti disponibili sul mercato tramite fornitori diversi.

Esigenza 2;

disporre di stazioni motrici autoancoranti che consentano di non dover ricorrere all'ancoraggio su alberi.

Obiettivi;

- consentire agli utilizzatori di eliminare l'incertezza di stabilità dell'impianto, derivante dai numerosi fattori incogniti caratteristici degli elementi naturali
- permettere di reperire sul mercato macchine progettate e costruite in maniera dedicata, dimensionate specificatamente per le situazioni e le condizioni caratteristiche del lavoro forestale, eliminando il ricorso ad adattamenti e trasformazioni di macchine concepite per altri utilizzi, difficilmente regolarizzabili sul piano della conformità ai requisiti sostanziali e formali della sicurezza sul lavoro.

Esigenza 3;

sistema automatico di regolazione della tensione della fune portante, sincronizzato con le variazioni di incremento e decremento di carico, che si determinano in modo continuo durante il funzionamento delle gru a cavo.

Obiettivo;

- poter contare su un sistema capace di neutralizzare gli effetti degli errori e delle volontà umane che possono determinare situazioni ad alto rischio.

8 – Carlo Chiocchetti

Data: 14 Novembre 2013

Manca un carrello per impianti trifune, che possa mandare giù il pescante indipendentemente dal bloccaggio sulla portante, tramite radiocomando. Esistono già carrelli così, ma solo per gli impianti bifune. Invece avere un'attrezzatura così anche per l'esbosco in discesa sarebbe molto comodo, ed accorcerebbe molto il tempo di lavoro per ciclo – oltre a facilitare le manovre del carrello nei tagli intercalari.

9 – Sergio Morandini

Data: 14 Novembre 2013

Occorre costruire attrezzature più leggere, in tutte le componenti. Carrelli più leggeri, funi più leggere, carrucole più leggere, choker radiocomandati più leggeri.

Questo perché la pendenza è un problema e il peso si fa sentire soprattutto in pendenza, quando uno non può usare veicoli da opera o il tipo di veicoli adatti a questo tipo di zone non è sufficientemente potente. Loro portano su l'argano con l'elicottero, ma gli elicotteri più prontamente disponibili e meno cari non portano più di 1 t a viaggio. Per cui hanno un argano Wyssen scomponibile, che è portato su in due pezzi e riassembleato rapidamente e senza bisogno di manodopera specializzata direttamente sul posto.

I choker radiocomandati sono eccellenti, sia in termini di maggiore produttività che di sicurezza. Però costano troppo e sono troppo pesanti. Occorrono choker radiocomandati più leggeri ed economici.

La fune sintetica per gli ancoraggi va molto bene, ma occorre trovare un modo per pensionarla quando non c'è una torretta con i suoi verricelli di tiro per gli ancoraggi. Chi ha gli argani a slitta non ha a disposizione i verricelli per i controventi, e quindi ha difficoltà a sfruttare i vantaggi della fune sintetica, che è un peccato perché la fune sintetica è di grande aiuto.

Per il resto, gli impianti sono già molto perfezionati, specie le torrette. Il problema se mai è il costo, veramente troppo alto.

10 – Helmut Gurndin

Data: 15 Novembre 2013

Sugli argani a slitta tradizionali e sulle torrette sia leggere che pesanti non esistono tante possibilità di miglioramento sulle parti meccaniche, perché le macchine sono ormai

ampiamente ammodernate e collaudate. Semmai, le torrette potrebbero diventare un poco più robuste e semplici in termini costruttivi.

Per contro, esistono possibilità importanti per quanto riguarda l'efficienza energetica e i carrelli.

Almeno tre ditte (Seik, Valentini, Zöggeler) stanno già considerando la strada della trasmissione elettrica, tramite l'applicazione di motori ibridi, magari con batterie che vengono ricaricate durante il viaggio in discesa del carrello.

Inoltre, si possono apportare miglioramenti importanti ai carrelli motorizzati auto traslanti. Qui esistono due tipi di problema: 1) la portante è maltrattata e usurata prematuramente; 2) non è possibile tirare molto la portante, il che aumenta moltissimo l'abbassamento del carrello e quindi la possibilità di toccare il terreno, specie su campate lunghe. La soluzione può essere offerta da nuovi sistemi per l'autotraslazione, come attualmente per il carrello Cable Tiger-Revo, appena sviluppato in forma di prototipo e che ha ancora tantissimo potenziale. Gli autotraslanti costituiscono una famiglia a parte, con un grande futuro.

Un'altra possibilità importante è quella dei carrelli motorizzati con freni a ventola (non solo a ganasce) incorporati, per usurare meno la portante.

Infine, occorre ricordare anche i carrelli con doppio verricello indipendente (un verricello distante dall'altro circa 2 metri) che permettono di massimizzare il carico soprattutto nei diradamenti, poiché ciascun pescante è servito da un operatore a parte, ognuno al lavoro contemporaneamente all'altro per agganciare un maggior numero di piante in minor tempo.

Da non dimenticare anche gli impianti su escavatore. Ultimamente ci sono un paio di ditte che lavorano con questi impianti.

11 – Karl Lobis

Data: 12 Dicembre 2013

Il settore è già molto sviluppato, e le macchine ci sono praticamente tutte - e sono ormai molto perfezionate. In particolare, gli sviluppi recenti sono indirizzati soprattutto verso attrezzature pesanti, specie grosse torrette con grande capacità di carico e lunghezza della portante. Tuttavia queste macchine non sono adatte al lavoro sulla piccola proprietà privata. Sono troppo costose e richiedono grossi volumi lavoro, che è difficile mettere insieme quando si lavorano piccoli lotti a livello locale.

Occorrerebbe invece prestare maggiore attenzione ad impianti leggeri, di dimensioni e costo minimo, alla portata anche della piccola impresa boschiva che lavora piccoli lotti in una realtà economica locale. A tale proposito, una soluzione molto interessante sono le torrette allestite a partire dal verricello forestale per trattore agricolo. Ritter ha sviluppato una torretta con un palo alzabile a 2-4 m, allestita a partire da un verricello forestale a due tamburi, applicato al trattore. La stessa macchina può essere impiegata sia come

verricello che come teleferica, a seconda delle situazioni, con un grande beneficio in termini di flessibilità operativa.