

Systemy linowe do zrywki drewna – wczoraj i dziś

Waldemar Gil, Joanna Motyka

Abstrakt. W pracy autorzy przedstawiają rys historyczny rozwoju systemów linowych do zrywki drewna na świecie i w Polsce. Omawia się także wady i zalety systemów linowych, a także charakteryzuje się dobre i złe strony niektórych wybranych systemów linowych z rynku światowego. W dalszej kolejności autorzy dyskutują ewolucję techniczno-technologiczną systemów linowych do zrywki drewna. Na zakończenie rozważa się problem kosztów zrywki linowej, ilustrując zagadnienie przykładowym zestawieniem kosztów 2-etapowej zrywki drewna z udziałem dźwigu linowego Larix-550 i forwardera John Deere oraz cen sprzedaży netto wybranych sortymentów świerkowych w Nadleśnictwie Węgierska Górka.

Słowa kluczowe: kolejki i dźwigi linowe, historia systemów linowych, wady i zalety systemów linowych.

Abstract. Cable systems for timber extraction – yesterday and today. In the paper authors present historical outline of cable systems for timber extraction development in world and in Poland. There are also discussed drawbacks and advantages of cable systems as well as characteristics of strengths and weaknesses of some selected cable systems from the world market. After that, authors are discussing the technical and technological evolution of cable systems for timber extraction. Finally, one talks about the problem of costs of cable yarding exemplified by costs listing of two-stage cable yarding with Larix-550 cable crane and John Deere forwarder and net selling prices of selected spruce timber assortments in the Węgierska Górka Forest District.

Key words: cableways and cable cranes, history of cable systems, disadvantages and advantages of cable systems.

Rys historyczny zastosowań kolejek i dźwigów linowych

W Europie liny z włókien naturalnych do transportu drewna stosuje się od 1825 r. a drutu stalowego do transportu drewna użył Hohenstein w 1859 r., zaś system lin stalowych opatentowano w Anglii w 1868 r. (Samset 1981).

Kolebką systemów linowych do transportu drewna jest USA, gdzie w tej czy innej formie użytkowano je od późnych lat XIX wieku. Prawdziwa zrywka linowa ze zdolnością pionowego unoszenia ładunku wywodzi się z Michigan, gdzie H. Butters w 1886 r. opatentował maszynę zrywkowo-załadowniczą, korzystającą z wciągarki parowej, wózka i 2 par drzew podporowych. Wyciągała ona drewno z lasu i ładowała na wagony kolejowe (Conway 1982). W Pacyficznym Północnym Zachodzie to J. Dolbeer wdrożył pierwszą wciągarkę parową oraz mały yarder



Fot. 1. Drzewo podporowe z zainstalowanym olinowaniem do zrywki typu high-lead (Pearce, Stenzel 1972)

Photo 1. Supporting tree with rigging to high-lead skidding (Pearce, Stenzel 1972)

z jednym bębniem. Linę do lasu, po drewno, ciągnął koń, a następnie ładunek był zrywany yarderem do składnicy. Ten rodzaj zrywki zwano zrywką „niskiego prowadzenia liny roboczej” (*ground lead*). Drewno musiano prowadzić dokoła każdego pniaka na obszarze zrywki. Zawieszenie bloczków na szczycie pniaka pozwalało na nieznaczne uniesienie liny roboczej, ale wkrótce zaczęto zawieszać bloczki wyżej – na drzewach stojących (fot. 1). Następnie, w jarderze zastosowano 2 bębny umożliwiając instalację liny powrotnej i drewno zaczęło być półpodwieszane, zaś zrywkę tę nazwano zrywką „wysokiego prowadzenia liny roboczej” (*highlead*). Kolejne usprawnienie przyjęło postać liny nośnej (*skyline*) użytej po raz pierwszy przez Buttersa na Zachodnim Wybrzeżu USA. Do wczesnych lat XX wieku zrywka z użyciem liny nośnej (*skyline logging*) stosowana była powszechnie na Zachodnim

Wybrzeżu. Zrywka z wykorzystaniem liny nośnej, przy zasięgu 610 m, wymagała zespołu złożonego z 26 robotników i lin o długości około 11,3 km. Na terenie Pacyficznego Północnego Zachodu i w części Regionu Międzygórskiego systemy linowe stwarzają sposobność

pozyskania drewna tam, gdzie inne systemy nie mogą pracować. Na Południu USA systemy linowe pracują na mokradłach i bagnach. Obecnie nacisk kładzie się na estetykę obszaru leśnego po zrywce, zapobieganie szkodom glebowym i czystość wody. Umiejętnie stosowane systemy linowe mogą spełnić te wymogi i pozostawić środowisko naturalne w dobrym stanie (Conway 1982). Długodystansowy dźwig linowy wdrożony w 1939 r. przez J. Wyssena otworzył nowy rozdział w historii stosowania linowego transportu drewna w Europie i USA.

W Polsce systemy linowe wdrażano od początku lat 50. XX wieku. Pierwsze wzmianki o urządzeniach linowych do transportu drewna pojawiają się w roku 1951 i dotyczą dźwigu linowego Wyssen. Pierwsze polskie urządzenie linowe do transportu drewna to praktycznie ślizg linowy z liną o długości 250 m i średnicy 26 mm, o udźwigu 2 t (20 kN), bez możliwości kontrolowania prędkości ładunku. Ta urządzenie linowe transportowało drewno przez Dunajec w Nadleśnictwie Stary Sącz w 1951 r. W bogatym w innowacje 1952 r. inż. Irecki z Nadleśnictwa Szczyrk zaprojektował grawitacyjną kolejkę linową o nośności do 400 kG (4kN) i zasięgu 500 m wyposażoną w hamulec, a przekształconą później w dźwig linowy z nieruchomą liną nośną. Zrywał on drewno grawitacyjnie wzdłuż liny nośnej, a powrót wózka nośnego na zrąb odbywał się mechanicznie za pomocą liny roboczej nawiniętej na bęben prostej wciągarki zainstalowanej na górze stoku. Rok 1956 przyniósł pokaz kolejki linowej Szotkowskiego – wahadłowej, grawitacyjnej do transportu drewna stosowego. W Nadleśnictwie Brenna, w 1959 r. zaprezentowano dźwig linowy nazwany „linowe urządzenie zrywkowe ST” a opracowany przez Stację Doświadczalną Pozyskania Drewna i Transportu Leśnego w Ostroźnicy, przy współudziale IBL i BKPML zrywający drewno na dystansie do 700 m, przy teoretycznej obsłudze pasa o szerokości 150 m i udźwigu 15 kN. W 1963 r. w Ostroźnicy opracowano dźwig linowy „Libórka”. Podobnie jak ST, napędzany on był jednoosiowym ciągnikiem „Dzik”, a przy konstrukcji lżejszej niż ST pozwalał on na transport drewna także w górę stoku. W 1964 r. Godyń

pisał, że w Polsce wyprodukowano i oddano do eksploatacji 20 zestawów kolejek/dźwigów ST. W tym samym roku donoszono o użyciu systemu linowego poza górami, tj. w Puszczy Białowieskiej, na terenach o niskiej nośności. Wykorzystano dźwig linowy ST-2 wyposażony w dodatkową wciągarkę o mocy 10 kW umożliwiającą zrywkę w terenie płaskim. W latach 80. Borowy (1984) pisał o eksploatacji austriackiego przewoźnego dźwigu linowego Steyr KSK 16/20 w Nadleśnictwie Goleniów, gdzie użyto go do zrywki kilkudziesięciu tysięcy m³ drewna na torfowiskach wysokich. Ten dźwig linowy trafił następnie w Bieszczady, gdzie w Leśnictwie Sianki wykonywał swoje ostatnie zadania. Dalsze losy systemów linowych w Polsce to wdrożenie nielicznych systemów linowych produkcji czeskiej (Larix-550, Larix-3T czy Larix Combi).

Aktualnie można oceniać, że rozmiar zrywki linowej w Polsce jest raczej symboliczny i pozostaje na poziomie ok. 0,1–0,2% rocznego pozyskania drewna w Polsce.

Warunki stosowania systemów linowych

Typowym środowiskiem pracy dźwigu linowego są lasy górskie, których udział szacuje się na ponad 900 mln ha w skali naszego globu, zarówno lasy naturalne i półnaturalne, lub coraz częściej lasy plantacyjne z dźwigami linowymi (*cable crane*) w Chile czy w Nowej Zelandii. Pojawiają się także sygnały zainteresowania zrywką linową w lasach na nizinach, na obszarach podmokłych, np. we Francji (De Paul 2005). Zainteresowanie zrywką linową, wraz z rozprzestrzenianiem się idei zrównoważonej gospodarki leśnej, certyfikacją produkcji leśnej, presją grup NGO o nastawieniu proekologicznym na całym świecie coraz wyraźniej wykazuje symptomy ożywienia.

Główne czynniki stymulujące wzrost zainteresowania zrywką linową w Polsce

Do głównych przyczyn kreujących zainteresowanie zrywką linową w Polsce należą:

- wysoka podaż ciągników rolniczych i wysokie nasycenie gospodarki polskiej tymi maszynami (1,47 mln szt., 2010) oraz praktycznie ostateczne wyparcie konia z operacji zrywki drewna na terenach nizinnych i brak innej alternatywy zrywki w górach,
- coraz silniejszy nacisk ekologów i grup NGO na pełniejsze wdrożenie idei wielofunkcyjnej roli lasów i eliminowania maszyn negatywnie oddziałujących na ekosystemy, takich jak ciągniki skider zrywające drewno w lasach górskich,
- presja rynkowa na całoroczny dostęp do drewna zachęcająca do pozyskania drewna na terenach podmokłych także poza okresem zimowym,
- wykonywanie na terenach podmokłych rabatowałków przy pomocy koparek dla celów odnowieniowych, co generuje nierówności terenu uniemożliwiające zrywkę tradycyjnymi systemami naziemnymi.

Klasyfikacja i charakterystyka głównych konfiguracji systemów linowych

System wysokiego prowadzenia liny roboczej (*High-lead System*)

System zrywkowy high-lead jest najprostszym wielobębnowym systemem zrywkowym. System składa się z bębna (*inhaul drum*) i liny pociągowej (*roboczej*) zwanej także liną główną (*mainline*) i bębna (*outhaul drum*) oraz liny odholowującej, zwanej liną powrotną (*haulback*). Większość jarderów posiada mały, trzeci bęben użytkowy z liną zwaną pomocniczą (*strawline*).

Zalety

- może operować z wykorzystaniem wciągarki 2-bębnowej,
- zrywa na większe odległości niż system jednobębnowy, taki jak typowy skider linowy,
- jest łatwy do montażu i pozwala na szybką zmianę trasy,
- pozwala na uniesienie zrywanego drewna nad pniakami i innymi przeszkodami,
- może być stosowany zarówno do zrywki w górę, jak i w dół stoku,
- może być stosowany na obszarach o większej wrażliwości niż system naziemny.

Wady

- wymaga specjalnego przeszkolenia załogi większego zespołu zrywkowego zależnie od wielkości jardera,
- wymaga znacznych ilości zakotwieżeń dla linek kotwiczących i lin zrywkowych,
- ogranicza szerokość drogi zrywkowej do długości linek zaczepowych.

Systemy z liną nośną

System z nieruchomą liną nośną (Standing Skyline, Tight Skyline)

Cechą systemu jest zakotwiczenie obu końców liny nośnej. Do bardziej rozpowszechnionych należą tu systemy: North Bend, South Bend, Tyler, Wyssen, Baco, a spośród nielicznych polskich urządzeń już nieużywany dźwig linowy ST-2.

Zalety

- jest przyjazny środowiskowo. Półpodwieszenie ogranicza straty erozyjne,
- ogranicza uszkodzanie zrywanego drewna,
- ogranicza niebezpieczeństwo uderzenia zrywanym drewnem przez skrócenie odległości zrywki bocznej do liny nośnej,
- umożliwia skuteczne sterowanie przez operatora podczas zrywki i składowania drewna,
- pracuje wyjątkowo dobrze przy cięciach selektywnych z wykorzystaniem korytarzy.

Wady

- niekiedy trudno jest znaleźć pniaki odpowiednie dla zakotwiczenia dolnego i linek kotwiczących,
- wymaga specjalnego przeszkolenia zespołu zrywkowego dla nabycia umiejętności kalkulacji ładunku użytecznego i ugięcia liny nośnej,
- wymaga dłuższego czasu cyklu dla zrywki długodystansowej (OR-OSHA, 1993).

System liny nośnej o zmiennym napięciu (Slack Skyline, Slackline, Live Skyline)

System ten wymaga wciągarki przynajmniej dwubębnowej. Jeden koniec liny nośnej jest zakotwiczony w terenie, a drugi nawinięty na bęben wciągarki, co umożliwia jej opuszczanie w dół celem podjęcia ładunku. Najprostszą konstrukcją jest system z grawitacyjnym odciąganiem pustego wózka nośnego na zrąb zwany Shotgun lub Flyer. System Shotgun nie wymaga systemu powrotnego. Wózek i lina robocza są odprowadzane na zrąb za pomocą grawitacji. Po odłączeniu ładunku na składnicy operator napina linę nośną, zapewniając, aby była ona utrzymywana w stanie napiętym dzięki hamulcowi. Następnie operator zwalnia hamulec liny roboczej i wózek zjeżdża w dół liny nośnej po kolejny ładunek.

Zalety

- jest szybki w zakresie części powrotnej cyklu zrywkowego,
- uzyskuje znaczne oszczędności paliwa dzięki wykorzystaniu grawitacji do części powrotnej cyklu zrywkowego,
- ogranicza czas montażu i zmiany trasy,
- zapewnia 100% podwieszenie, o ile strzałka zwisu liny jest odpowiednia,
- przy odpowiedniej strzałce zwisu liny pozwala na dłuższe odległości zrywki (Work-SafeBC, 2006).

Wady

- pozwala jedynie na zrywkę w górę stoku, tam gdzie istnieje odpowiednia strzałka zwisu liny i dystans między liną i terenem,
- ogranicza szerokość drogi zrywkowej do długości linek zaczepowych,
- wymaga specjalnych kwalifikacji dla kalkulacji wielkości ładunku użytecznego przy dużych odległościach zrywki.

System z obiegową liną nośną (Running Skyline, Scab lub Grabinski)

W tym systemie wózek nośny porusza się po linie powrotnej i jest utrzymywany jednocześnie przez dwie liny, roboczą i powrotną pełniące funkcję liny nośnej. System wymaga zsynchronizowanych urządzeń napinających do sterowania napięciem liny roboczej i powrotnej w celu uzyskania odpowiedniej siły udźwigu ładunku. Służą temu urządzenia ryglujące (hydrauliczne lub mechaniczne) lub hamulce tarczowe. Możliwa jest tu zrywka w górę i w dół stoku na odległość 500–600 m, a przy użyciu wozaka typu *slackpulling*, również zrywka boczna do 50 m. Szczególną popularność uzyskały ostatnio dźwigi linowe wyposażone w możliwość obrotu masztu z systemem linowym o pewien kąt (Running Skyline Swing Yarder), stwarzające sposobność składowania drewna wzdłuż drogi i eliminując konieczność przygotowania specjalnej składnicy (Harrill and Visser 2011).

Zalety

- możliwość stosowania cieńszych lin (ciężar ładunku rozkłada się na 2 liny: roboczą i powrotną),
- łatwo i szybko można go zainstalować dzięki dużej mobilności (przewoźny jarder z masztem),
- możliwość pracy przy szczupłej powierzchni składowania i oddzielenie procesu technologicznego zrywki i wywozu drewna, dzięki wyposażeniu systemu w maszt obrotowy,
- możliwość zrywki w górę i w dół stoku,
- możliwość zrywki zarówno na zrębach zupełnych, jak i przy cięciach częściowych.

Wady

- jest to system tylko jednoprzęsłowy (bez możliwości pracy w funkcji systemu wieloprzęsłowego),
- krótki zasięg zrywki (poniżej 457 m lub przy stosowaniu linek zaczepowych i tylko 200–300 m przy używaniu chwytaka),
- wymaga wysokich podpór dla uniesienia ładunku nad gruntem,
- transportuje niższy ładunek użyteczny w porównaniu z innymi systemami z liną nośną,
- wysokie zużycie paliwa,
- powoduje znaczne szkody glebowe (COF.ORST. USA).

Ewolucja systemów linowych w Europie

Pierwszym ważnym krokiem technologii jarderowej było opracowanie przewoźnych dźwigów linowych z masztem. Ich cechami charakterystycznymi jest integracja bębnow, zasilania energią i masztu stalowego na nośniku kołowym lub gąsienicowym. W Europie Środkowej Kurt Vyplel z MAYR-MELNHOF zainicjował ten ważny krok w 1963 r. poprzez opracowanie dźwigu linowego, tzw. „GÖSSER Tower Yarder” (Trzesniowski, 1997). Kolejny krok w integracji to dodanie wysięgnika do zainstalowanego na samochodzie dźwigu linowego (w 1979 r.), do którego można było zaczepić chwytak albo procesor. W 1994 r. MAYR MEHLHOF zaczepił kabinę operatora do wysięgnika (dźwig linowy Syncrofalke). Aktualny stan integracji to zgrupowanie masztu stalowego, wysięgnika i kabiny operatora na jednej podstawie obrotowej (KONRAD, Austria). Do końca lat 90. przewoźne dźwigi linowe z masztem, wyposażone w sterowane radiem wózki nośne i automatyczny ruch oraz zatrzymywanie wózka nośnego stały się standardem dla wszystkich producentów (Heinimann et al., 2001).

Koszty i środowisko w warunkach linowej zrywki drewna

Koszty produkcji 1 m³ drewna pozyskanego i transportowanego do drogi przy użyciu kombinacji systemów linowych i procesorów w stromym terenie wykazują tendencję do osiągnięcia wysokości 2-krotnie wyższej niż harwesterów i forwaderów użytkowanych w terenie umiarkowanie nachylonym. Ta różnica może się zmniejszać w miarę mechanizacji operacji pozyskaniowych w górach i wdrażania technologii CTL w kombinacji dźwigu linowego z forwaderami, co realizowane jest już z powodzeniem w Austrii. Opracowany w Austrii przewodnik dla zrywki linowej mógłby być wzorcem pomocnym także dla warunków wschodnio-europejskich. Gil (1999) opisuje różne podejścia do zagadnienia wysokich kosztów zrywki linowej, stosując różnorodne strategie wyceny znacznie większych szkód generowanych przez systemy naziemne, szczególnie w środowisku glebowym.

Przykład 2-etapowej zrywki drewna (larix 550 + forwader John Deere 1010E) w nadleśnictwie Węgierska Górka

Zrywka drewna na badanym terenie Nadleśnictwa Węgierska Górka realizowana była na relatywnie duże odległości. W związku z ograniczonym zasięgiem systemu Larix 550 do maksimum 550 m zrywka w polskich warunkach lasów górskich, z uwagi na ubogą infrastrukturę drogową, zwykle ma charakter 2-etapowy. Jak wynika z tabeli 1, maksymalna odległość zrywki sięgała tu aż 1700 m. Ponad 54% masy pozyskanego drewna zrywano na dystansie 1100–1700 m. Masa drewna zerwanego w zasięgu systemu Larix 550, bez konieczności angażowania forwadera, to nieco ponad 36% ogółu zerwanego drewna (odległość zrywki do 600 m).

W 2011 roku Nadleśnictwo Węgierska Górka za każdy 1 m³ drewna pozyskanego przez firmę X stosującą zrywkę 2-etapową (w tym Larix 550) zapłaciło średnio 124,05 zł, co przy całkowitej miąższości pozyskanego drewna wynoszącej 4777 m³ stanowiło koszt 592 588 zł. Przychody ze sprzedaży drewna pozyskanego i zerwanego przez firmę X wyniosły 1 392 447 zł, zatem zysk Nadleśnictwa Węgierska Górka to tylko 799 859 zł. Z tabeli 2 wynika, iż sprzedaż drewna opałowego (typu S4) jest zupełnie nieopłacalna, ponieważ cena 1m³ tego sortymentu nie pokrywa kosztów jego pozyskania, co więcej sortyment ten stanowił ponad 1/5 (21,8%) ogółu zerwanego drewna.

Tab. 1. Zrywka drewna systemem Larix 550 oraz ciągnikiem forwarde John Deere 1010E w Nadl. Węgierska Górka w 2011 r.

Table 1. Wood extraction with Larix 550 system and forwarder John Deere 1010E in Węgierska Górka Forest District in 2011

		Odległość zrywki, m										
		100	200	500	600	700	800	1000	1100	1400	1500	1700
Zerwana masa, m ³	1,05	24,89	85,01	23,33	27,35	13,96	25,51	41,4	43,01	34,04	52,36	
	5,81	59,92	6,42	19,14	5,11	0,68	18,77	39,65		17,1	43,79	
		97,93	13,3	13,54	7,97	42,67	19,22	57,18		32,47	92,17	
		37,15	38,87	120,73		9,08	17,88	34,53		23,34	70,15	
		63,36	14,11	82,25		47,21	24,35	96,52		24,78	47,08	
		6,64	37,59	133,27		17,91	74,18	59,71		76,02	26,92	
		44,24	9,52	71,92		49,81		33,51		16,62	81,12	
		15,57	8,11	80,87		13,83		0,88		49,3	106,85	
		41,25	20,92	75,15		19,5		82,24		76,93	84,6	
		35,1	30,82			13,96		48,32		49,15	48,32	
		40,08	20,29			0,68		77,85		76,93	54,32	
		85,93	14,22					93,11		49,15		
		172,04	30,69					41,4		20,61		
			6,59					39,65		52,87		
			56,91					57,18		74,21		
			6,43					58,54		39,65		
			26,8					34,53		65,7		
			7,78					96,52		59,66		
										19,9		
		6,86	664,18	434,38	620,2	40,43	229,29	179,91	992,72	43,01	858,43	707,68
%	0,1%	13,9%	9,1%	13,0%	0,8%	4,8%	3,8%	20,8%	0,9%	18,0%	14,8%	
Łącznie masa zerwana = 4777 m ³												

Tab. 2. Przychody i koszty zrywki drewna systemem Larix 550 oraz ciągnikiem forwarde John Deere 1010E w Nadl. Węgierska Górka w 2011 r.

Table 2. Income and costs of wood extraction with Larix 550 system and forwarder John Deere 1010E in Węgierska Górka Forest District in 2011

Sortyment	WBO	WCO	WD	S2A	S2B	S4
Cena netto, zł	465	386	301	225	310	120
Stawka za zrywkę, zł/m ³	124,05	124,05	124,05	124,05	124,05	124,05
Ilość zerwanych m ³	15,98	1796,42	501,23	294,62	1127,3	1041,46
Koszty Nadleśnictwa, zł	1982	222846	62178	36548	139842	129193
Przychód Nadleśnictwa, zł	7431	693418	150870	66290	349463	124975
Przychód razem, zł	1392447					
Koszt razem, zł	592588					
Saldo, zł	799859					

Podsumowanie i wnioski

Systemy linowe z uwagi na swe liczne zalety związane ze stosunkowo łagodnym oddziaływaniem na środowisko leśne wydają się prezentować realne możliwości stosowania na większą skalę. Jak zasygnalizowano w opracowaniu, z różnych powodów, w tym z uwagi na coraz szerszą świadomość społeczną wielofunkcyjnej roli lasów, naciski grup ochrony środowiska, objęcie Programem Natura 2000 znacznej ilości lasów w Europie i Polsce etc., światowe zainteresowanie systemami linowymi będzie wykazywać tendencję wzrostową.

Ten trend obserwuje się już w Europie, a rosnąca presja opinii publicznej kładąca coraz silniejszy akcent na pozaprodukcyjne funkcje lasu może ten kierunek umocnić.

Ostateczne kształtowanie się i charakter zrywki drewna w lasach górskich w Polsce i Europie, poza czynnikami czysto ekonomicznymi, w dużej mierze zależeć będzie od strategii gospodarczej i polityki Unii Europejskiej także w zakresie leśnictwa.

Literatura

- Borowy R.L. 1984. Techniczne nowości w Nadleśnictwie Goleniów. *Las Polski* nr 3.
- COF.ORST. USA. Cable Yarding Systems http://www.cof.orst.edu/cof/teach/fe371/Cable%20Systems_c.pdf
- Conway St. 1982. *Logging Practices*, Miller Freeman Publications, Inc., USA, pp. 197–200.
- De Paul M.A. 2005. Quand le téléphéage s'installe en plaine. *Forêt Wallonnen* no. 76 – mai/juin, pp. 16–22.
- Gil W. 1999. Rola i miejsce kolejek i dźwigów linowych w leśnictwie wielofunkcyjnym. Materiały z sympozjum naukowego „Tendencje i problemy mechanizacji prac leśnych w warunkach leśnictwa wielofunkcyjnego”, Poznań 23–24 czerwca, s. 32–45.
- Harrill H., and Visser R. 2011. What is the best rigging configuration to use in New Zealand cable logging operations? 34th Council on Forest Engineering, June 12–15, 2011, Quebec City (Quebec).
- Heinimann H.R., Stampfer K., Loschek J., Caminada L. 2001. Perspectives on Central European Cable Yarding Systems. *The International Mountain Logging and 11th Pacific Northwest Skyline Symposium 2001*, pp. 268–279.
- OR-OSHA, 1993. *Yarding and Loading Handbook*. Oregon Occupational Safety and Health Division, Salem, OR 97310, USA. 184 p.
- Pearce J. K., Stenzel G. 1972. *Logging and Pulpwood Production*. Ronald Press Co. – New York, p. 260.
- Samset I. 1981. Winch and cable systems in Norwegian forestry, *As*, p. 42, p. 457–458.
- Trzesniowski, A. 1997. *Forstmaschinen und Holzbringung II* [Forest machines and timber extraction II]. Institut für Forsttechnik, Universität für Bodenkultur. Wien. Vorlesungsunterlagen [Lecture Notes]. 188 p.
- WorkSafeBC, 2006. *Cable Yarding Systems Handbook*. British Columbia, Canada.

Waldemar Gil, Joanna Motyka
Katedra Użytkowania Lasu i Drewna
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
rlgil@cyf-kr.edu.pl