

GUTTER SYSTEM - NEW POSSIBILITIES FOR GRAVITY TRANSPORT OF SMALL-SIZED TIMBER

Tihomir Krumov

University of Forestry, Sofia, Bulgaria, t_p.krumov@abv.bg

Abstract: The difficulties that accompany the production of small-sized timber in growing crops can be overcome by using an appropriate system of modern machinery and equipment. In many developed countries, hard work is being done to create new machines that will allow more complete mechanization of small-scale timber harvesting processes. The main attention is paid to the development of machinery for mechanization of the timber transport and export, which by volume and difficulty occupy a large part of the total working cycle in the production of small-sized timber. Apart from the economic aspect of the choice of machinery, it is also necessary to pay attention to environmental criteria. Based on the state of mechanization of the truck and the export from the fact that logging is becoming increasingly unattractive to the working people in the country and the need to reduce the involvement of animal traction in the logging process, it is necessary to take measures to develop new technologies for transport of timber from the clearing to the temporary warehouse.

In the past, gravity transport was realized through the use of natural or artificial triggers. The artificial triggers were made of clay, wood, sheet metal and polyethylene. The plastic drainage system made of polyethylene is the most modern and technical method among these systems. This is particularly important when it comes to offering an alternative for timber transport with minimal loss of quality and quantity. The use of plastic chute systems in the transportation phase of timber with a smaller diameter than the site, which is an expensive and difficult process, is particularly important. The use of compatible plastic gutter type will reduce the loss of quality and quantity in logging, reduce environmental damage, save labor and time and increase safety. In this regard, a new research study was launched at the Necessary Research Sector. for Bulgaria the technology for retail export - dimensional wooden with the help of gravity and more precisely the use of the chute system. A system consisting of individual sections with a length of 6.20 m has been developed. The transport chute is made of polypropylene tubes connected by metal connecting brackets.

Keywords: forestry, mechanization, gravity, chute, timber, structures

УЛЕЙНА СИСТЕМА – НОВИ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ТРАНСПОРТИРАНЕ НА ДРЕБНО-РАЗМЕРНА ДЪРВЕСИНА

Тихомир Крумов

Лесотехнически университет, София, България, t_p.krumov@abv.bg,

Резюме: Трудностите, които съпровождат добива на дребно-размерната дървесина при отглеждане на насажденията могат да се преодолеят с използване на подходяща система от съвременни машини и съоръжения. В много страни с развит дърводобив усилено се работи върху създаване на нови машини, които ще дадат възможност за по-пълно механизирание на процесите при добива на дребно-размерна дървесина. Главно внимание се отделя на разработване на машини за механизирание на подвоза и извоза на дървесината, който по обем и трудност заемат голям дял от общия работен цикъл при добива на дребно-размерна дървесина. Освен икономическия аспект на избора на машини е необходимо да се обърне внимание и на екологичните критерии. Изхождайки от състоянието на механизацията на подвоза и извоза от факта, че дърводобива става все по-непривлекателен за трудещите се хора в страната и необходимостта да се намали участието на животинска теглителна сила в дърводобивния процес е необходимо да се вземат мерки за разработването на нови технологии за транспорта на дървесината от сечището до временния склад.

В миналото гравитационния транспорт се е реализирал чрез използване на естествени или изкуствени спускове. Изкуствените спускове са били изработвани от глина, дърво, ламарина и полиетилен. Пластмасовата улейна система, изработена от полиетилен е най-модерният и технически метод сред тези системи. Това е особено важно по отношение на предлагането на алтернатива за реализиране на транспортирането на дървесина при минимални загуби на качество и количество. Използването на пластмасови улейни системи в етапа на подвоз на дървени материали с по-малък диаметър от участъка, което скъп и труден процес е от особено важно значение. Използването на съвместим пластмасов тип улуци ще намали загубата на качество и количество при дърводобива, ще намали щетите върху околната среда, ще

спести труд и време и ще увеличи безопасността В тази връзка в Лесотехнически университет към Нучно - изследователския сектор е дадено началото на изследване на нова за България технология за извоз на дребно – размерна дървена с помощта на гравитацията и по точно използването на улейна система. Разработена е система състояща се от отделни секции с дължина 6,20 m. Транспортните улей са изработени от полипропиленови тръби свързани с метални съединителни скоби.

Ключови думи: горски транспорт, механизация, гравитация, улей, дървесина, конструкции

Field: Technical and technological sciences.

1. УВОД

В България потреблението на дървесина постоянно нараства. За изминалата 2018 година добитата дървесина от горския фонд, по данни на ИАГ, е 8,4 млн. m³ (4,8 млн. m³ от отгледни и 3,6 млн. m³ от главни сечи). От общото количество добита дървесина през изминалата година, дребната строителна дървесина и дървата за огрев и технологична преработка представляват 19,50 % (Данни от ИАГ, 2018). Задоволяването на нарасналото потребление е свързано с повишаване на разходите на добив и транспорт на дървесината и от необходимостта от модернизация на механизацията.

За съжаление последните години в България, механизацията на дърводобива отбелязва значителни забавяне в развитието и внедряването на съвременна и високопроизводителна техника. Задържащи фактори създаващи трудности при механизацията на дърводобива у нас са преди всичко икономическата обстановка и специфичните планински условия на работа (Аспарухов К, 2008). Малката концентрация на сечта води към постоянно преместване на работните места и производствения процес трябва постоянно да се променя към изменящите се сезонни условия, при които се намират суровините. Недостатъчната концентрация и интензивност на ползването са условия за намаляване ефективността на машините и механизираниите средства.

Изхождайки от състоянието на механизацията на подвоза и извоза от факта, че дърводобива става все по - непривлекателен за трудещите се хора в страната и необходимостта да се намали участието на животинска теглителна сила в дърводобивния процес е необходимо да се вземат мерки за разработването на нови технологии за транспорта на дървесината от сечището до временния склад.

Трудностите, които съпровождат добива на дребно-размерната дървесина при отглеждане на насажденията могат да се преодолеят с използване на подходяща система от съвременни машини и съоръжения. В много страни с развит дърводобив усилено се работи върху създаване на нови машини, които ще дадат възможност за по - пълно механизирание на процесите при добива на дребно-размерна дървесина. Главно внимание се отделя на разработване на машини за механизирание на подвоза и извоза на дървесината, който по обем и трудност заемат голям дял от общия работен цикъл при добива на дребно-размерна дървесина. Добиването на дребно-размерна дървесина е обикновено при отгледни сечи. Това обстоятелство идва да подсказва, че работата в младите култури ще бъде значително затруднена от гъстотата на насажденията. Животинската теглителна сила, която се използва за подвозване на дребно-размерна дървесина от сечището до временния склад е малка. Работата с животински впряг при отгледните сечи е и много неудобна поради разпръснатостта на добиваната дървесина за формиране на извозвания товар.

При работа с трактор се получава също неудобство поради това, че трактора трябва да има наличност на път (Farzam et al 2017) (Sima, 2011) (Ahmad et al, 2017). Гъстотата на насажденията не позволяват на тракторите свободно да маневрират при отгледните сечи. Единствената възможност за формиране на товара е с помощта на лебедката т.е. трактора стоейки на пътя да привлича едно по едно добивите стъбла, което е също неудобно и нерентабилно.

При планински условия подвозът на добитите материали от насажденията разположени на терени с големи наклони може да се реализира с икономическа ефективност с помощта на гравитационните транспорт - спускове.

Исторически данни за използването на гравитационен транспорт в дърводобивния процес датират от много време (RECOFTC, 2015). Транспортирането на дървените материали по спускове става под действието на гравитационното привличане, като за сила за движение се използва собствената им маса. (Александров et al, 1953). Към тези спускове спадат: плазове, дървени мазули, въжени спускове, транспортни улей и други. (Христов, 1957) (Acar, 1995).



а)



б)

**Фиг. 1 Транспортни спускове
а- дървени спускове, б – пластмасови улей**

В световен мащаб развитието на този вид транспорт бележи своя пик в края на деветнадесети век и началото на двайсети век в Европа и Съединените щати. В зависимост от устройството си спусковете, използвани в горския транспорт, се разделят на няколко групи, а именно: земни спускове (плазове), сухи дървени спускове (мазули) (фиг. 1а) водни, дървени мазули, спускове с животинска и/или механична сила и сухи пластмасови улей (фиг. 1 б) (5).

Изследвания за производителността на ефективността на улейната система са провеждания в редица Европейски страни като Италия, Австрия, Франция и Турция. Дължината на транспортната линия може да варира от 50 м до 500 м, в зависимост от усвоявания участък и спецификата на терена (осигурен необходимия процент на наклона).

При проведените изследвания в Турция се установява, че ефективността на работа на улейната система при различни дължини е както следва: 105 м - 39,4 м³/час, 140 м -32,8 м³/час и 126 м - 28,9 м³/час (ACAR et al, 2010). Наблюдава се, че извеждането на дървесната суровина с малък диаметър с улучната система от участъка е по-икономично и има по-големи екологични предимства в сравнение с техниката на влачене по земната повърхност (GÜLCİ et al, 2017) (GÜLCİ et al, 2016).)

Установено е, че в Южна Африка използването на метода за извеждане от участъка чрез плъзгането по пластмасови улуци Лейкам е много благоприятен от гледна точка на околната среда и че ефективността е 1 м³/час (21. RECOFTC - The Center for People and Forests). В Япония в гора от японска лиственница (*Larix leptolepis*) при извършената първа разредка са се използвали U-образни пластмасови улуци с дължина 5м. и дебелина 9мм. Ефективността на работа на човек е достигнала 0,7 м³/час(6,20\$/час), включително и времето за монтаж. (ACAR et al 2010).

Целта на настоящата разработка е да се разработи нова технология за транспорт на дребно- размерната дървесина от мястото на поваляне до временния склад, с възможно най- малко повреди по насаждението и най – икономически ефективно.

2. МЕТОД НА ИЗСЛЕДВАНЕ

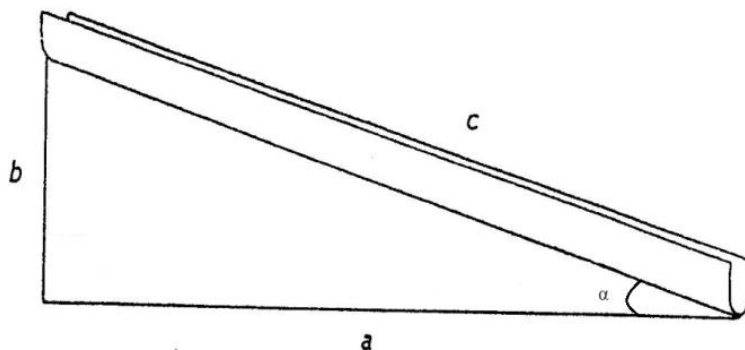
При разработването на улейната система е необходимо да бъдат предварително анализирани водещи фактори, от които зависи осигуряването на ефективното и икономическото използване.

За осигуряването на елементи за изработката на улейте е необходимо проучване на произвежданите и предлаганите пластмасови тръби на територията на България. Обстойното проучване на произвежданите тръби и предлаганите в търговската мрежа ще позволи по-лесното осигуряване на основния транспортен елемент при изработването улейната система.

Необходимо е да бъде определен оптималния размер на улей според размерите на транспортираните материали. Проучването на информация от лесоустройствените планове за таксационните характеристики на насажденията(среден диаметър, средна височина и др.) при извеждане на отгледни сечи ще позволи определяне и на оптимални размери за улейната система и ще стесни диапазона на търсене на тръби.

Необходимо е конструктивно разработване на съединителните елементи с цел осигуряване на ефективно, надеждно и лесно съединяване на отделните секции на улейната система. Съединителните звена трябва да бъдат лесно изработвани с цел намаляване на себестойността на системата, да са мобилни, за да осигурят гъвкавост при изграждане на транспортните трасета и да бъдат здрави и устойчиви на влиянието на действащите сили (на триене, на натиск, на усукване).

За осигуряване на ефективност на улейната система и установяване на параметри за приложение е необходимо да бъдат проведени изследване за установяване на коефициента на триене между улейната система и различни дървесни видове.



$$f_c = \frac{b}{a} \quad (1)$$

където a е хоризонтално разстояние между долната и горната част на секцията;

b - вертикално разстояние;

c - дължина на слайда

α - хоризонтален ъгъл в градуси

Коефициента на триене показва триенето между дървения материал и повърхността на улея и колкото по-малко е триенето, толкова по-лесно е транспортирането.

3. РЕЗУЛТАТИ

След извършване на обстоен пазарен анализ се установи, че на територията на България има четири производители произвеждащи пластмасови тръби с производствени възможности за осигуряване на детайли с голям диаметър. Произвежданите тръби в зависимост от предназначението се разделят на два основни типа – за водоснабдяване (т.нар. екструдирани тръба) и за канализация (т.нар. гофрирана тръба). Размерите, които могат да се изработят тръбите са в размер, както следва за водоснабдяване от $\Phi = 16 - 450$ mm и за канализация $\Phi = 200 - 600$ mm. Разнообразието на размерите позволява голям диапазон на възможности за транспортиране на дървени материали с различни размери. В зависимост от размера и предназначението на тръбите се установява и разлика в линейното тегло на тръбите.

Гофрираните тръби са от ново поколение строителни продукти, притежаващи редица технически и икономически предимства в сравнение с познатите досега материали,

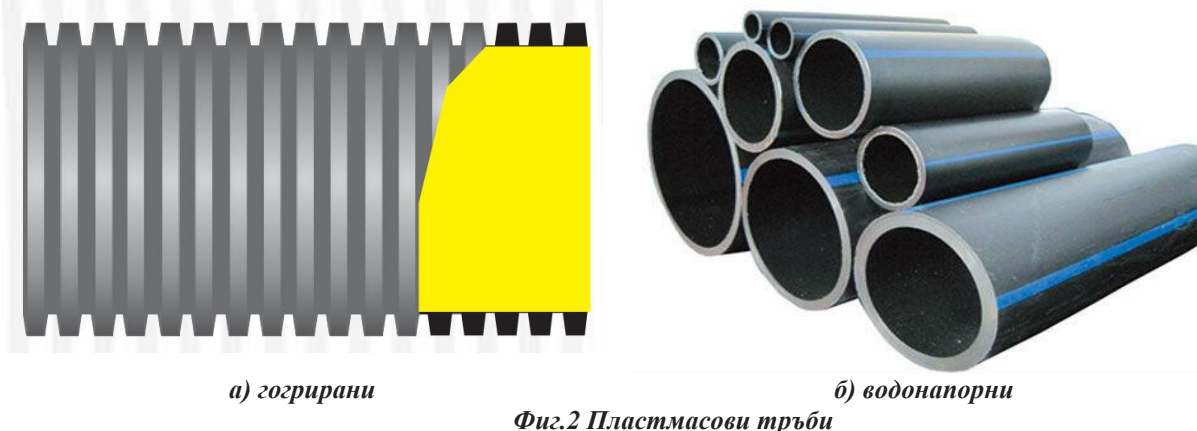
По своята структура гофрираните тръби се състоят от двуслойна конструкция:

- Външна гофрирана (оробрена) повърхност;
- Вътрешна гладка повърхност.

Комбинацията от тези два слоя обединява предимствата на изключително висока статична устойчивост на гофрираната повърхност с висока хидравлична способност на вътрешната гладка повърхност.

Съвкупността от максимална пропускливост, малко тегло, размери на отделните секции, възможност за огъване и висока статична устойчивост и здравина дава възможността да се избера за транспортен елемент в улейната система.

С оглед на спецификата на технологията на експлоатация (транспортиране до обекта, монтаж и демонтаж в дърводобивния обект) се избира гофрирани тръби като тръби с по-малко линейно тегло и по-ниска себестойност.



След направа на анализ на заложените лесовъдски мероприятия, в частност за предвидените отгледните сечи в лесоустройствените планове на на двете учебно-опитни стопанства – УОГС „Г. Ст. Аврамов“ и УОГС „Петрохан“ се установи, че в млади насаждения (максимална възраст до 60г.), средния диаметър на гърдна височина е $d = 30$ cm. От където следва, че за оптимална пропускливост улейте трябва да са с вътрешен диаметър (светъл отвор) около 400 mm.

След определяне на вида и размерите на необходимите пластмасови елементи е необходимо с цел осигуряване на проходимост, да бъдат «отворени». Част от окръжността да бъде отстранена, тъй като е потенциално възможно, при транспортирането на материалите те да се закачат, което да наложи тяхното по лесно освобождаване.

Конструктивно трасето на улейната система се състои от различен брой U- профили, в зависимост от необходимото транспортно разстояние (фиг. 3).



Фиг. 3.Експериментална площадка с два вида пластмасови тръби – улейна система UC1 и UC2

Съединяването на отделните секции става с помощта на съединителни муфи. Съединителните елементи се изработват от здрав материал, за да осигуряват надеждно и ефективно преминаване на дървените материали от една секция към друга, без да има съприкосновение между двете отделни секции. Съединителната муфа осигурява и подвижна и мобилна връзка между секциите с цел осигуряване на отклоняването на секциите от праволинейността на транспортната линия. Това е необходимо тъй като теренните условия и разположението на дърветата е насажденията е неравномерно и е необходимо да се осигури възможност за мобилност на улейната система (фиг.)

След създаване на импровизиран стенд се определя коефициента на триене между дървените материали и пластмасовите тръби. Съгласно табл. 1. се вижда, че той е различен както при различните дървесни видове, за различните дървени материали.

От табл. 1 се установява, че **УС2** тръби имат по-малък коефициент на триене между дървените материали в сравнение с **УС1**. Това позволява прилагането на този тип тръби при дърводобивни обекти с по-малък наклон. Позволява по-голяма скорост на движение, от където ще доведе и до по-голяма пропускливост и производителност.

Таблица 1: Данни от преведеното експериментално изследване на коефициента на триене при улейна система 1 (УС1) и улейна система 2 (УС2) тръби

Дървесен вид	Среден диаметър на сортимента cm	Маса на дортимента kg	Дължина на сортимента, m	Коефициент на триене при УС1	Коефициент на триенер при УС2
Бял бор /Pinus sylvestris/	14	13.5	100	0.441	0.41
	16	19.6	105.5	0.458	0.358
Зимен дъб /Quercus petraea/	17	25	100	0.435	0.394
	12	9.7	106	0.452	0.382
Обикновен Бук /Fagus sylvatica/	12	11.5	108.5	0.399	0.376
	18	21.2	106.5	0.405	0.386

Отчита се също, че при дървени материали с по-малък диаметър (12-14 cm) коефициента на триене е по-голям в сравнение с тези с по – голям.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направеното изследване могат да се направят следните изводи:

1. На територията на България се произвеждат и продават пластмасови тръби подходящи за внедряване в горското стопанство.
2. Предлаганите размери са в диапазона $\Phi = 16 - 600$ mm подходящи за транспортиране на дървесина от отгледни сечи във вид на дърва и технологична дървесина.
3. В лесотехнически университет е разработена свързваща муфа за съединяване на отделните секции.
4. УС2 тръби имат по – малък коефициент на триене в сравнение с УС1, позволяващ приложението му при дърводобивни обекти с по-малък наклон.

БЛАГОДАРНОСТИ

Този документ е осъществен с подкрепата на Договор № BG05M2OP001-2.009-0034-C01, финансиран от ОП „Наука и образование за интелигентен растеж“ (2014-2020), съфинансирана от ЕС чрез ЕСИФ. Разработката е по проект на тема: „Изследване на възможностите на гравитационен транспорт на дребно – размерна дървесина в отгледни и санитарни сечи“ финансиран по договор НИС-Б-1008/2019.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров, Б., Михайлов, С., Милков М (1953) Горски транспорт Земиздат – София, р 152-170
 Аспарухов К, (2008), Основни проблеми в дърводобива, Гора, 5, р. 5-8)
 Данни от Изпълнителна агенция по горите (2018)
 Христов Ст. (1957) Горски транспорт, Земиздат – София, р. 55-60
 Христов Ст. (1966) Горски транспорт, Земиздат – София р. 85-88
 Acar, H.H (1995), “Extraction from compartments of soft fuel wood by a galvanized chute system in Yusufeli Region,” Journal of Agriculture and Forestry, Vol. 19, pp. 437-442, Ankara, Turkey.
 ACAR H. Hulusi, ÜNVER S., EROĞLU H, (2010) SAMSUN VEZİRKÖPRÜ YÖRESİNDE POLİETİLEN OLUK SİSTEMİ İLE İNCE ÇAPLI ÜRÜNLERİN TAŞINMASINDA İŞVERİMLİLİĞİ, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs 2010 Cilt: II Sayfa: 514-523.

- Ahmad S., Naghdi R., Tsioras P. A., Istedt U, SalehiNikooy, A.M., (2017) Combined Effects of Skidding Croat. j. for. eng. 38 p. 97-106
- GÜLCİ N., AKAY A. E., ERDAŞ O., ACAR H. H.. (2017) Productivity Analysis of Chute System integrated with Portable Winch and Synthetic Rope for Uphill Logging Operation , 2017 Eur J Forest Eng 2017, 3(2): 72-77
- GÜLCİ N., Akay, A.E., Erdaş, O., Acar, H.H., Wing, M.G., (2016). Controlled sliding of logs downhill by chute system integrated with portable winch and synthetic rope. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 66(1):256-263)
- Farzam T A., Picchio R, Nikooy A. M. (2017), angelalomonaco, rachelevenanzi, afraz iranparast bodaghihealing rate of logging wounds on broadleaf trees in hyrcanian forest with some technological implications, drewno 2017, vol. 60, no. 199
- Sima Mohtashami (2011), Planning forest routes for silvicultural activities using GIS based techniques: A case study of Selesjö in Östergötland, Sweden, TRITA-LWR Degree Project
- RECOFTC - The Center for People and Forests 2015