

- Rédey S. (2009) Telkes Mária – az ismeretlen napkirálynő. *Természet Világa* 2009/3
- Szabó I. (2001) Mechanikai Megmunkálás és Kárpitozás A. kötet: Mechanikai Megmunkálás a Bútor - és Épületasztalos Iparban; pp.125-126.; Sopron
- Szabó I. (2003) Ragasztás és Felületkezelés A. kötet: Ragasztási Műveletek és Eljárások; pp. 62-64. Sopron
- Takáts P. (2004) Szárítás és Gőzölés. Sopron
- Ujfaludy L. (2003) A napenergia-hasznosítás rövid története. *Fizikai Szemle* 2003/3; 99.o.
- Varga M., Németh G., Kocsis Z., Bakki-Nagy I. (2011) Fafeldolgozó üzem energiafelhasználásának feltárása, hő- és villamos energia mérlegek készítése. Komplex energiagazdálkodási új eljárás és modell kidolgozása. Tanulmány, Sopron

Fotoanalitikus módszerek használata a fafeldolgozás területén*

BOROS János¹, EDELÉNYI Márton¹, PÁSZTORY Zoltán²

¹ NymE FMK Informatikai és Gazdasági Intézet

² NymE FMK Innovációs Központ

Kivonat

Az erdőgazdálkodás és fahasznosítás során a növedékfokozó és törzskiválasztó gyérítéseknel, valamint a végfelhasználáskor is keletkezik kisebb átmérőjű hengeres faválaszték, azaz sarang. A teljes kitermelt famennyiség 40-75%-a is lehet sarang, ami függ fafajtól, termőhelytől és felhasználástól. Magyarországon ez évente mintegy három és fél millió köbméter nyersanyagot jelent (Pásztor et al. 2010). Az ilyen anyag feldolgozása eltér az értékesebb rönkfától: gyakran papíripari, lemezipari célokra, de egyre nagyobb arányban tűzifaként is hasznosítják. A mennyiségi arányok miatt nagy piaci részesedést és ezzel járó pénzügyi forgalmat jelent a sarang faanyaggal kapcsolatos tevékenység. A modern technológiák világában elengedhetetlen, hogy minél pontosabban és egzaktabb módon tudjuk meghatározni a fa mennyiségét. A Nyugat-magyarországi Egyetem Faipari Mérnöki Karán folyó kutatás eredményeként egy informatikai eszközökkel támogatott rendszert fejlesztettünk ki. Az új fotoanalitikus felmérő rendszer segítségével a hagyományos módszereknél pontosabban és gyorsabban határozható meg a faanyag tömör mennyisége a rakatban.

Kulcsszavak: fafeldolgozás, fotoanalitika, sarang, hengeres faválaszték

Photoanalytical methods used in wood processing

Abstract

Wood logs with smaller diameter, so called stacked wood, are produced in forest management and wood utilization during trunk selection, increment thinning as well as end utilization. The stacked wood volume could reach even 40-75% percent of the total yield depending on the wood species, forest site and utilization. Stacked wood volume is between three and three and a half million cubic meters per year in Hungary (Pásztor et al. 2010). Processing of this wood material varies from that

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TAMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation. The financial support is gratefully acknowledged.



of the logs of higher value. It is used in paper and particle board industry and in rising amount as fire wood. Because of the high volume, stacked wood related activities cover high ratio of the market and the related turnover. The exact measurement of stacked wood amount is indispensable these days when modern technologies are available. A new survey system supported by information technology was developed at the Faculty of Wood Science, University of West Hungary. With the new photoanalytical survey system the mass volume of stacked wood can be measured more accurate and faster compared to the traditional methods.

Key words: wood processing, photo analysis, stacked wood, cylindrical wood selection

Bevezetés

Az erdőgazdálkodásban a sarangolt választékok mennyiségi meghatározása űrméterben vagy tömör köbméterben történik. A két mértékegység között egy átszámítási tényező segítségével váltják át az értékeket. Ezeket az átszámítási értékeket mérésekkel és statisztikai számításokkal alakították ki a 19. század első felében, majd később differenciálták őket különböző választékokra. Az elmúlt évtizedekben a választékok száma lecsökkent és a legtöbb esetben ugyanazt a választékot állítják elő a termelők különböző hosszúságban. Ezen felül az erdőállományok minősége, mérete és korösszetétele is kedvezőtlenül változott.

Az űrméter és a tömör köbméter közötti átszámítási tényező több bizonytalanságot hordoz, többek között azért, mert az ideális hengeres alakú faanyagból több fér egy űrméterbe, mint a görbe ágfából. A kitöltési értéket befolyásolják még az összerakás milyensége, az ágak levágási helyei, a fafaj, az átmérő tartomány és az alaki tényező is. Mindezen bizonytalanságok hatására ugyanabba a térfogatba különböző mennyiségű fa kerülhet, miközben a nyilvántartásban ugyanaz az adat kerül. Méréseink során akár 12-20%-os eltérést is tapasztaltunk az egyedi köbözéshez képest és ez jelentős anyagi veszteséget jelenthet az értékesítő cég számára. A felmérés során a legpontosabb eredményt az egyedi köbözés módszere szolgáltatja (Bedő 1875). Ugyanakkor kis túlzással fizikai képtelenség minden egyes darabot egyenként felmérni a sarangban. A gyakorlatban a felmérés átlagolással történik. A rakomány (vagy sarang) hosszát, illetve több helyen a magasságát megméri, és ezen adatokból kapnak egy felületértéket. Ezt a számot a kivágott faanyag hosszával szorozva kapják az űrméter térfogatot. Az említett átszámítási tényező segítségével határozzák meg a rakomány vagy rakat tömörfa mennyiségét. Jelenleg a cégek saját átszámítási tényezőikkel dolgoznak, ezeket próbálják érvényesíteni a saját áruforgalmukban. Kutatásunk során olyan megállapításra jutottunk, hogy modern informatikai eszközök segítségével pontosabb módszereket is lehet alkalmazni. Felmérve az egyes rakatok saját tömör faanyag tar-

talmát, kiküszöbölénk, de legalábbis enyhítenénk a jelenlegi rendszer hibáit és hiányosságait.

A szállítás során a faanyag mennyiségét fel kell tüntetni a szállítólevélen. Ez egyrészt kötelező a közúti közlekedés szabályai miatt, másrészt így tudják ellenőrizni az átadott famennyiséget.

Tapasztalataink szerint az átadás-átvétel akkor sem mindig feszültségmentes ügylet, ha az átadó és az átvevő egy céghez tartozik. Eltérő cégek esetén pedig az ellentétes érdekeltség nyilvánvalóan a feszültség gócpontja. Az eladó cég „minél nagyobb” mennyiségű árut akar papíron feltüntetve eladni, míg az átvevő „minél kevesebb” faanyagot kíván átvenni szintén papíron. Ha a mérési módszer hibája viszonylag magas, akkor az könnyebben adhat okot a vitára, ellenben egy pontos mérési módszer esetén mind a vevő mind az eladó elégedetten fogadhatja el az adatokat. Korábban is voltak már törekvések arra, hogy valamilyen egzakt módon, akár fényképek alapján legyen meghatározva a tényleges köbméter egy sarangon belül. Keepers már 1941-ben papírra vetett egy, a kor technikai feltételeinek megfelelő megoldási javaslatot: egy manuálisan működő eszközzel papíralapú fényképeken mért távolságot. Az eszköz segítségével külön lehetett mérni a faanyag és a hézagok „hosszát” (Keepers 1945). Egy másik megoldási irány, ami épp a konvertálás közötti mérőszámok pontosítását célozta, szintén mintegy 60-70 évvel ezelőtt vált ismertté (Schnur 1932, Barrett et al. 1941).

A modern kor vívmányainak köszönhetően az informatika és elektronikus eszközök is szolgálatba állíthatóak a probléma megoldására. Knyaz és társai 2004-ben publikáltak egy háromdimenziós technikát digitális kamerák és szoftveres képfeldolgozás alkalmazásával (Knyaz et al. 2012).

Jelen kutatás célja kettős: egyrészt a korábban említett magas hibát kívánjuk lecsorítani 3-5% körüli szintre, faválasztéktól és környezeti tényezőktől függően, másrészt mindkét fél által használható szoftvert és eszközt szeretnénk meghonosítani a fafeldolgozás területén. A rendszert két fő bevetési területre szánjuk. Az első egy fix kamerás rendszer, ahol a szállítójármű mindig ugyanabba a pozícióba

állítható. A másik egy mobil eszköz, ahol a beállítási paraméterek, a távolság, a fókuszpont is változnak.

Módszerek

Az új fotoanalitikus módszer lényege az a feltételezés, hogy a sarang bütü felőli oldalán a fa koronák felületi részaránya ugyanakkora, mint a tömör anyag részaránya a rakatban. A rakatot a rönkökre merőlegesen képzeletben elvágva egy ugyanolyan metszeti képet kapnánk, mint amit a bütü oldalról láthatunk. Természetesen ennek a síknak a mozgása kisebb eltérésekkel járna a felületi részarányhoz képest, de ezek az eltérések messze alatta maradnak a jelenleg használt módszerrel összevetve.

A kutatás egyik fontos célja, hogy e feltételezésre építve gyakorlatban használható digitális eszközt és feldolgozási módszert készítsen a felületi részarány, és ezáltal a tömör faanyag tartalom meghatározására. Ehhez elsősorban egy nagy felbontású fényképet kell készíteni a rakomány bütü felőli oldaláról. A felbontás milyensége nagymértékben meghatározza a rendszer pontosságát, hiszen nem mindegy, hogy egy pixel mekkora felületért felelős a valóságban.

A kutatás kapcsán egy Java nyelven írt program készült, amelynek feladata, hogy tetszőleges digitális fényképfelvétel esetén félautomata vagy automata módon határozza meg a tömör faanyag mennyiségét, amennyiben a képfelbontás eléri vagy meghaladja a program számára szükséges minimális szintet. A kialakított megoldás tehát egy fényképen el tudja különíteni pixelszínek vagy egyéb jellemző tulajdonságok alapján a feldolgozás szempontjából fontos részleteket.

A képfeldolgozás folyamata több, jól elkülönített lépésből áll: kamerafelvétel beolvasása, majd a kép léptékhelyessé történő transzformálása, a kép szerkesztése, a releváns terület meghatározása, további szerkesztési lehetőségek, majd a jelentésgenerálás zárja a sort.

A program indulásakor automatikusan egy új feldolgozási folyamatot indít. A folyamat során az egyik legfontosabb lépés a transzformáció. Annak a célnak az elérésére, hogy a digitális képet léptékhelyes környezetbe tudjuk illeszteni, egy külön algoritmust használunk. Az eljárás alapja, hogy ismerni kell négy rögzített pontot az adott fényképen, továbbá egy X és egy Y irányú távolságot. Ezek után számítások segítségével létrehozunk egy mátrixot, melyet felhasználva a kép minden egyes pontját áthelyezzük a bekért adatoknak megfelelő pontba. Ha a fényképet ideális módon készítjük el,

azaz a sarang pont velünk szemben található, akkor elméletileg csak egyetlen pont van a tényleges helyén, mégpedig a kamera optikájának gyújtópontjával szemben levő. Az összes többi pontra érvényes lesz a lencséből fakadó valamilyen mértékű „hordó” torzítás, melynek mértéke eltérő a kép különböző részein. A torzítás mértéke a kép széle felé haladva növekszik, ezért a látszólag ideális képet is transzformálni kell, hogy igaz legyen minden egyes pixelére, ugyanakkora fizikai távolságot takar minden pixel, legyen szó a kép közepéről vagy a kép széléről. Fixen telepített rendszer esetén a rendszer kiépítése során mérjük fel és állítjuk be a kamera értékeit és paramétereit. Erre azért van lehetőségünk, mert optimális esetben a képsík, illetve a fókusz távolság nem fog változni egy ilyen rendszer esetén. Itt kell megemlíteni, hogy sajnos a rendszer minimális hibát hordozhat magában a rakomány kamerától való távolsága miatt. Ugyanis a fix rendszer esetén nem mindegy, hogy a rakomány síkja 10 méterre vagy 10,3 méterre van a kamerától, mivel ebben az esetben akár 2-3% körüli hiba is adódhat. Tapasztalataink azt bizonyítják, hogy a sofőrök nagyon pontosan tudják a rakományt pozícionálni, ha akarják, illetve ha rá vannak szorítva. Mobil eszköz esetén a transzformációs paramétereket az adott környezetnek megfelelően kell megadni, így ezek minden egyes feldolgozásnál más és más értéket fognak képviselni. Miután elkészítettük a léptékhelyes képet, további funkciók használatával tudjuk a képet még inkább pontosítani, fókuszálni a mérendő részletre (téglaalap vagy sokszög kivágás, zoomolás stb.), majd a léptékhelyes, szerkesztett kép birtokában több algoritmus közül tudunk választani a famennyiség meghatározásához. Minden módszer közös tulajdonsága, hogy segítségükkel a megjelenített képen megállapítható a bütü felületek nagysága. A feldolgozás során a paraméterek kezelő általi változtatására a rendszer valósidejű információt jelenít meg az aktuálisan meghatározott terület nagyságáról. Fontos kihangsúlyozni, hogy itt még csak síkban dolgozunk, azaz nem térfogat értékek, hanem terület értékek jelennek meg.

Az „RGB módszer” használata során az algoritmus mintapontokat kér a felhasználótól. Ezeket a pontokat érdemes és célszerű úgy kiválasztani, hogy a vizsgált sarang bütü felületének valamely pontjára kattintsunk. A rendszer meghatározza a kiválasztott pontok szín koordinátáit és beállítható toleranciahatáron belül a hasonlókat kiválasztja

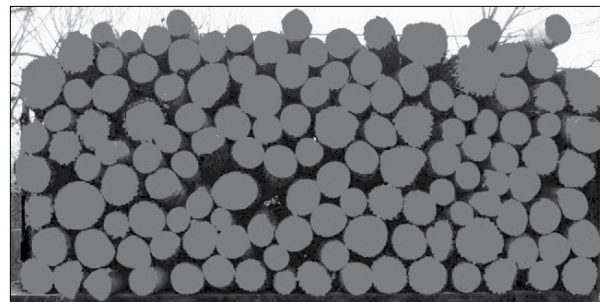
a képről. Ezek után automatikusan fut az algoritmus, egy ajánlást kapunk a programtól a megadott mintapontok alapján. Amit eredményül kapunk, az egy színezett kép és a számolt eredmények. A képen lila színnel vannak jelölve azok a pixelek, amelyek a megadott kritériumpontnak (illetve tolerancia környezetének) megfelelnek. Eredeti, normál színükkel vannak reprezentálva azon képpontok, melyek nem estek bele a kiválasztásba. Amikor nagyobb százalékos arányban nem jelölt képpontokat az algoritmus, pedig a sarang bütüjéhez tartozik (tipikus példa, hogy a farakás egyik része árnyékos, másik világosabb), akkor választhatunk további referencia pontokat is, melyekhez a program automatikusan generálja az új képet és értéket is. A módszer finomhangolására, az aktuális feldolgozástól függően lehetőségünk van a toleranciahatár változtatására.

Egy másik, továbbfejlesztett opció az „**automatikus RGB módszer**”. Ennél az algoritmusnál nem kell a felhasználónak semmilyen input paramétert megadni (azaz kattintani a képen), mivel a módszer automata módon feltérképezi a képet, és egy ajánlást ad a bütü felületet jelentő pixelekre (1. ábra). Amennyiben úgy gondoljuk, hogy túl sok vagy túl kevés képpontot jelölt meg, lehetőségünk van finomhangolásra is a fényességi és a kontraszt paraméterek állításával.

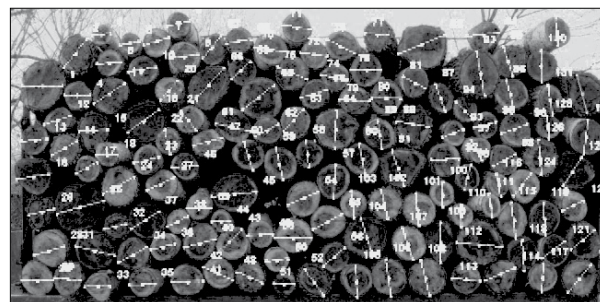
A módszerek közül a következő választás az „**egyedi kőb**” módszer. Ezzel a módszerrel kis vonalzókat helyezhetünk el a képen, ami lehetővé teszi, hogy minden farönköt egyedileg mérjünk meg. A vonalzó a rönk átmérőjét jelzi, az adott rönk bütü felületének számításakor szabályos kör alakú terület veszünk alapul (2. ábra). Ez a módszer gyakorlatilag a manuálisan elérhető legpontosabb módszernek az elektronikus megfelelője.

Az „**átlag módszer**” egy gyors megoldást nyújt a keresett terület becslésére, melyben vízszintes és függőleges vonalzókat helyezhetünk el a képen. Külön átlagoljuk a függőlegesen, és külön a vízszintesen elhelyezett vonalzókat hosszát, majd ebből a két értékből egy téglalap alakú területet tudunk számolni (3. ábra). Ez a terület természetesen magában foglalja a rönkök közti üres tereket is, ennek kiküszöbölésére lehetőségünk van megadni a kitöltési tényező értékét. Ez a módszer az aktuálisan használt eljáráshoz hasonlít, annak digitális megfelelője.

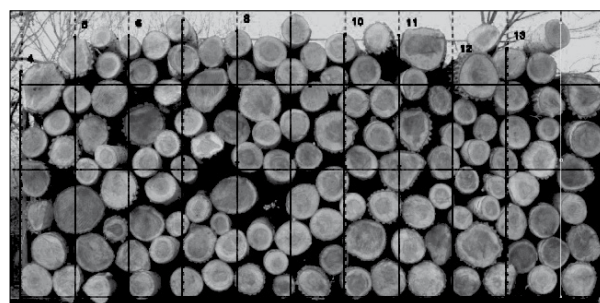
Miután végeztünk a kép vizsgálatával, lehetőségünk van a kapott eredményeket menteni vagy nyomtatni. További technikai jellegű adatok megadásával egy jegyzőkönyvet készíthetünk.



1. ábra Automatikus RGB módszer szerinti képfeldolgozás
Figure 1 Image processing with the method 'Automatic RGB'



2. ábra Egyedi kőb szerinti képfeldolgozás
Figure 2 Image processing with the method 'Unique cubic'



3. ábra Átlag szerinti képfeldolgozás
Figure 3 Image processing with the method 'Average'

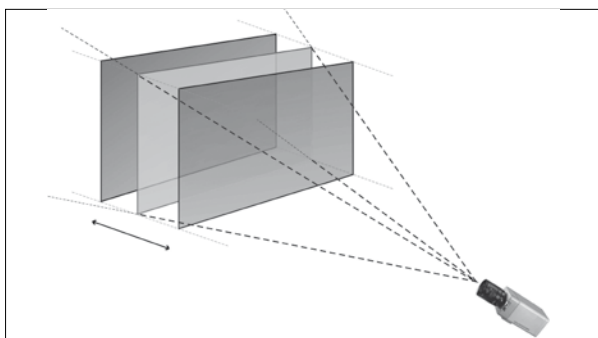
A program fejlesztése során nagy hangsúlyt fektettünk a kényelmes használhatóságra mind felhasználói, mind fejlesztői oldalról. Az alkalmazás lehetőséget nyújt arra is, hogy az eredmények egy integrált vállalatirányítási rendszerbe kerüljenek. Cél volt, hogy a program felépítése moduláris legyen: általánosan felépített Java osztályok segítségével könnyedén bővíthető a program tetszőleges, a felhasználói interakciót és a feldolgozást biztosító algoritmusokkal. Ez nagyon előnyös a megfelelő módszerek kipróbálásához, beépítéséhez. A program testreszabhatósága különösen a jelentés készítése során indokolt, így kezelése XML alapon történik. A tesztkörnyezet egy fixen rögzített videokamera által elkészített képet olvas be, ezt feldolgozza, majd a kapott eredményeket lokálisan tárolja a programot futtató számítógépen.

Eredmények és értékelés

Ahhoz, hogy meg lehessen határozni, mennyire pontos és jól működő a feldolgozó algoritmus, viszonyítási alapot kell találni. Az egyedi köbözés lényege, hogy minden egyes rönk átmérőjét megmérjük a sarangban, kiszámoljuk a felületeket és az így adódó értékek összegét szorozzuk a hosszal, ez által kapjuk a teljes térfogatot. Az eljárás nem veszi figyelembe az esetleges fahibákat, mivel csak a rönk vágási felületét méri. A programban található hasonló algoritmus is rendelkezik ezen belső hibával. Nagyon sok külső tényező befolyásolja a készített kép minőségét, így a feldolgozás pontosságát is. Az időjárási körülmények (napsütés, köd, esős idő stb.) nagyban ronthatják a kép minőségét, ezért nem elérhető egy rosszabb kép esetén a program által nyújtott maximális teljesítmény. Ez elsősorban abból adódik, hogy gyengébb fényviszonyok mellett a kép színei és egyéb tulajdonságai is romlanak. Hiába áll rendelkezésre ilyenkor egy elvileg nagy felbontású kép, valójában sokkal kevesebb megfogható és feldolgozható információt hordoz magában. A feldolgozás során több módszerünk is az egyedi, különálló pixelek tulajdonságain alapszik. Így a gyenge minőségű kép magában hordozza a pontatlanabb feldolgozást. Ugyanakkor jó minőségű kép alapján a program eléri a támasztott követelményeket, így optimális esetben néhány százalék (2-5%) hibával képes dolgozni a rendszer.

A távolsági hiba nagymértékben meghatározza a pontosságot (4. ábra). A távolsági hiba akkor lép fel, ha a szállítójárművön lévő rakomány nem a feltételezett kameratávolságban helyezkedik el, hanem attól közelebb vagy távolabb.

Abban az esetben, ha a tárgy a kamerához közelebb van, mint a vélt távolság, akkor a kamera nagyobbak, ha távolabb, akkor kisebbnek látja. Ebből adódóan jelentős hiba kerülhet a rendszerbe, az alábbi táblázat szerint (1. táblázat).



4. ábra Távolsági hiba szemléltetése

Figure 4 Demonstration of distance failure

A táblázat adatai alapján minél messzebb van a kamera a képsíktól, a hiba mértéke arányaiban kisebbé válik, mint egy közelebbi kamera pozíció esetén. 10 méterre elhelyezett kamera esetén egy 10 cm-es képsík hiba 2%-os hibát okoz a felület nagyságában. Ugyanez a képsík távolság eltérés 25 méterre lévő kamera esetén csak 0,8%. A távolsági hiba mértékének növekedésével értelemszerűen egyenes arányban nő a felületi hiba is.

Következtetések

A kísérleti mérések során igazolódtak a kezdeti feltételezések, miszerint egy bütüről készült fénykép alapján a rakomány vagy rakat tömör térfogati aránya meghatározható. Optimális esetben a rendszer képes a hagyományos felmérési hiba egy ötödét elérni, azaz a 2-4%-ot.

Ehhez természetesen jó felbontású, jó fényviszonyokkal rendelkező képre, minimális távolsági hibára van szükség. A felmérés pontosságát a faanyag bütü felületének színe is befolyásolja. A friss vágású anyagok esetén a felület színe jelentős mértékben tér el a kéreg és a köztes részek színétől. Ez esetben könnyen meghatározhatók a faanyagot reprezentáló pixelek. Beszűrkült vágásfelületek esetében a szín szerinti elkülönítés sokkal nehezebb feladat.

Az objektív befolyásoló tényezőkön túl a kezelő felkészültsége és alapossága is befolyásolja a felmérés pontosságát. Elmondható, hogy a rendszer az eszközök objektív használatából adódóan sokkal pontosabb mérésre képes, mivel több hibát is kiküszöböl, mint a hagyományos rendszer.

Irodalomjegyzék

Barrett L. I., Buell J. H., Renshaw J. F. (1941) Some Converting Factors for Mixed Oak Cordwood in the Southern Appalachians, Journal of Forestry, Volume 39, Number 6, pp. 546-554(9)

1. táblázat Távolsági hibából származó felmérési hiba mértéke

Table 1 Rate of measurement error due to distance failure

A kamera távolsága a képsíktól [m]	Távolsági hiba [cm]							
	-30	-20	-15	-10	10	15	20	30
	Felületi eltérés %							
10	5,9	4,0	3,0	2,0	-2,0	-3,0	-4,0	-6,1
15	4,0	2,6	2,0	1,3	-1,3	-2,0	-2,7	-4,0
18	3,3	2,2	1,7	1,1	-1,1	-1,7	-2,2	-3,4
20	3,0	2,0	1,5	1,0	-1,0	-1,5	-2,0	-3,0
25	2,4	1,6	1,2	0,8	-0,8	-1,2	-1,6	-2,4



- Bedő A. (1875) Az erdészet, mint az internationalis statistika tárgya, Erdészeti Lapok, 14. évf., IV. füzet, <http://erdeszetilapok.oszk.hu/01121/pdf/01121.pdf>; Megtekintve: 2013. január 11.
- Keepers C. H. (1945) A New Method of Measuring the Actual Volume of Wood in Stacks, Journal of Forestry, Volume 43, Number 1, pp. 16-22(7)
- Knyaz V., Visilter Y., Zheltov S. (2012) Photogrammetric Techniques for Measurements in Woodworking Industry, <http://henu.geodata.cn/Portal/wenxian/gis%20article/519.pdf>; Megtekintve: 2012. november 5.
- Pásztory Z., Börzsök Z., Boros J., Edelényi M. (2010) Az energetikai faanyagok objektív számbavételének problémái és lehetséges megoldásai; AEE Kutatói Nap, Szolnok
- Schnur G. L. (1932) Converting factors for some stacked cords, Journal of Forestry, Volume 30, Number 7, pp. 814-820(7)

Biomassza alapú kapcsolt energia előállításának lehetőségei faipari üzemeknél*

BORSOS Gergely¹, KOCSIS Zoltán¹

¹ NymE FMK Gépészeti és Mechatronikai Intézet

Kivonat

A kutatás célja egy több termelőüzemből álló faipari vállalat 2010-2011-es évi hőenergia mérlegének, valamint kapcsolt energiatermelés lehetőségének vizsgálata volt. Összehasonlítva az üzemek hőszükségletét a kazán által termelt hőmennyiséggel, meghatározásra került a hasznosítható hulladék hőmennyisége is. A kapott eredményeket grafikonok szemléltetik. Összehasonlításra került továbbá a felhasznált biomasszából előállított hőmennyiség költsége a vele megegyező hő előállítás földgáz tüzelés költségeivel, bizonyítva ezzel a biomasszában rejlő kedvező lehetőségeket. A kutatás vázolja a kazán által termelt, és a termelőüzemek által időszakosan felhasznált hőmennyiségek ingadozásait és magyarázza azok okait. A kapott eredmények után ismertetésre kerülnek az alkalmazható kapcsolt energiatermelés lehetőségei, majd a kiválasztott Spilling gőzmotorral elvégzett költségszámítások. A kapott pozitív eredmények után javaslatot teszünk az előállított villamos és hőenergia további felhasználására.

Kulcsszavak: energiahatékonyság, kapcsolt energia, biomassza, Spilling gőzmotor

Biomass based coupled energy production possibilities in wood industry

Abstract

The aim of the research was to study the heat energy balance of a woodworking company with seven production plants in the period 2010-2011 including the possibilities of coupled energy production.

*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TAMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation.

The financial support is gratefully acknowledged.