

Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) - lesna zgradba in obdelavnostne lastnosti*

Black alder (Alnus glutinosa (L.) Gaertn.) - wood structure and machinability

avtor prof. dr. dr. h.c. **Niko TORELLI**

izvleček/Abstract

Opisana je lesna anatomija črne jelše (*Alnus glutinosa*) s poudarkom na parenhimskih pegah in sekundarnih spremembah v lesu. Testirana je bila kvaliteta skobljanja, rezkanja, brušenja, vrtanja, struženja, žebljanja in vijačenja jelševine po normativih ANSI/ASTM in Davisovih navodilih in primerjana z bukovino. Jelševina se obdeluje z lahkoto in kvalitetno. Parenhimske pege predstavljajo dekorativen element. Najhujša specifična napaka jelševine je "rdeče srce" (diskolorirani les) v debelni sredici.

An outline is given of the wood anatomy of black-alder-wood (*Alnus glutinosa*) with particular emphasis on pith flecks and secondary changes in wood. Quality of planing, shaping, sanding, boring, turning, nail- and screwsplitting according to ANSI/ASTM and Davis (1962) was tested and compared with beech-wood (*Fagus silvatica*). Red alder machines easily. Pith flecks are considered to be a decorative feature. The most serious specific defect of alder-wood is the "red heart" (discolored wood) in the stem core.

Ključne besede: črna jelša, *Alnus glutinosa*, zgradba, parenhimske pege, diskolorirani les, strojna obdelavnost

Keywords: black alder, *Alnus glutinosa*, structure, pith flecks, discolored wood, machinability

1. Uvod

Poplavne ravnice z visoko podtalnico so pravo rastišče za črno jelšo, kjer dosežejo višine prek 30 m (Črni log, Mala Polana, Bistrica). Večinoma pa z njo gospodarijo panjevske (prim. Brus 1995). Posebnost jelš je, da lahko vežejo atmosferski dušik v koreninskih "gomoljčkih", ki vsebujejo bakterije iz rodu *Frankia* (red Ascomycetales). Tako lahko kolonizirajo zelo nerodovitna tla.

1.1 Zgradba in lastnosti jelševine

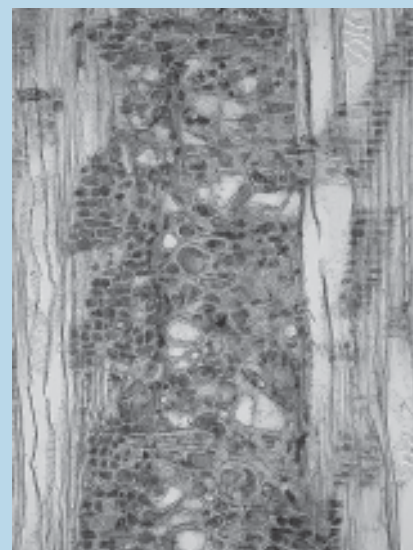
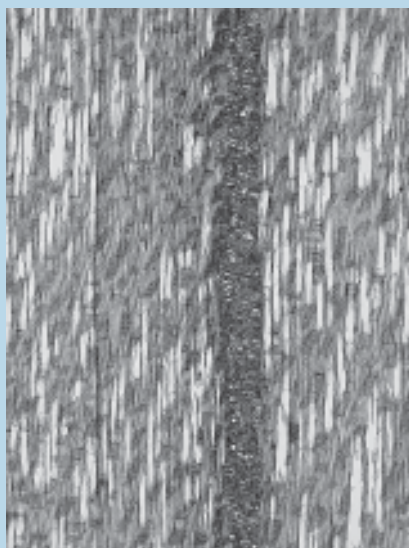
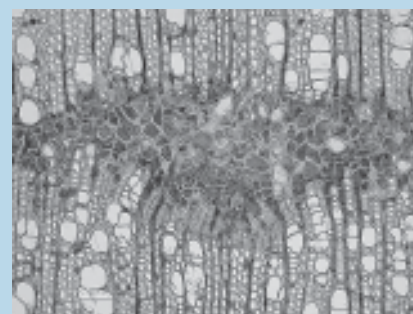
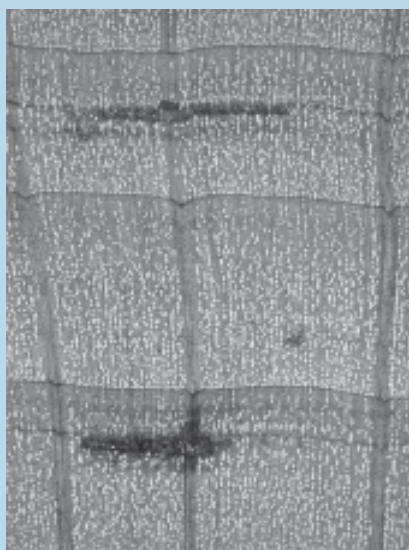
Les je difuznoporozen, z radialnimi skupki por (4 ali več), z lestvičastimi perforiranimi ploščicami s po 20 ali več "prečkami". Intervaskularne piknje so razporejene nasprotno. Srednji tangencialni premer por je manjši od 100 µm (30...55...80 µm) in niso vidne s prostim očesom. Pore so zelo številne (75...100...145/mm²) z visokim tkivnim deležem (11...29...42 %). Glede tipa osnovnega tkiva so mnenja deljena. Po Wagenführju (1996) naj bi bilo iz libriformskih vlaken, redkeje iz vlaknastih traheid. Brazier (1961) navaja prisotnost vlaknastih traheid. Po Grosserju (1977) prevladujejo v osnovnem tkivu libriformska vlakna, vlaknastih traheid je malo. Schwein-

* Najlepše se zahvaljujem Tinetu Zupančiču, univ. dipl. ing. les., za vestno izdelavo preparatov in mikrofotografij ter Petru Cunderju in Janezu Uršiču za natančno izvedbo strojnih obdelavnostnih testov.

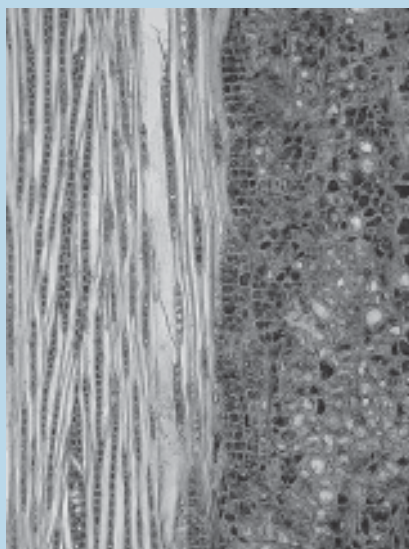
gruber 1990) govori le o vlaknih, ne da bi navedel tip. Braun (1970) uvršča les jelše, tako kot tudi les bukve, v funkcijski tip II s traheidami in trahejami. V osnovnem traheidalnem tkivu, ki ima vaskularno in mehansko funkcijo, so vklopljene traheje. Trahejna omrežja so omejena na posamezne letne prirastne plasti. Trahejna omrežja posameznih letnih prirastnih plasti niso neposredno povezana pač pa jih povezuje osnovno traheidalno tkivo. Nekoliko svojevoljne Braunove ideje o organizaciji hidrosistema stroka ni enotno sprejela in je občasno predmet diskusije.

Les jelše je dokaj primitiven. Vlakna so relativno dolga 300...1010...1650 μm , prav tako trahejni členi 300...1230 μm (Wagenführ 1966, 1996), tako da je poskambialno podaljšanje vlaken le okrog 120 % (Bailey 1920).

Trakovi so izključno enoredni in so lokalno združeni v agregirane trakove. Po Kobayashiju (1952) nekatere od japonskih jelš nimajo agregiranih trakov (sl. 1, 2, 3, 4, 5). Agregirani trakovi so visoki tudi več centimetrov! Trakovno tkivo je homogeno. Piknje med trakovi in trahejami so drobne s premeri pod 10 μm in podobne intervaskularnim. Aksialni parenhim je apotrahealen v difuznem in dufuznem agregiranem razporedu (kot pri bukvi). Posebnost jelševine (kot tudi breze, topolov, vrb in redkeje leske ter vrst iz rodov *Prunus* in *Sorbus*) so *parenhimske pege* (nem. *Markflecken*, *Zellgänge*; angl. *pith flecks*, *medullary spots*). Na prečnem prerezu se vidijo kot tangencialne pege iz ranitvenega tkiva, ki so navadno temnejše od okoliškega tkiva in ne segajo prek letnic (sl. 1, 2). V vzdolžni smeri se kažejo kot temne proge različnih dolžin (sl. 3,4,5). Povzročajo jih



- Slika 1. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): prečni prerez z dvema parenhimskim pegama in dvema agregiranimi trakovima. 1X
- Slika 2. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): prečni prerez s parenhimsko pego. 10X
- Slika 3. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): radialni prerez s parenhimsko progo. 2X
- Slika 4. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): radialni prerez s parenhimsko progo. 10X
- Slika 5. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): tangencialni prerez s parenhimsko pego in agregiranim trakom. 10X



muhe rudarke iz rodu *Dizygomyza*, podrod *Dendromyza*, družina Agromyzidae (Brauns 1964, str. 413; Panshin, de Zeeuw 1980, str. 387). Med majem in julijem samičke teh insektov odlagajo jajčeca v še neole-senele poganjke naštetih vrst. Izlegle nitaste ličinke grizejo v kambijevi coni in delno v beljavi (redko po skorji) po drevesu navzdol s hitrostjo do 1 m na teden. Sprva so rovi popolnoma ravni, na bazi drevesa pa postajajo vse bolj zaviti. V nastali rov proliferirajo celice kambijeve cone in ga zapolnejo z ranitveni parenhimom. Ker ranitveno tkivo, ki okludira rove, spominja na stržen, jih imenujejo tudi strženske pege (kar je dobesedni prevod nemškega in angleškega izraza). Preden se ličinka zabubi, se pregrize skozi skorjo, pade na tla, kjer v ovoju prezimi. V lesu se vidijo rjave črtaste pege. Rjava obarvanost naj bi bila posledica larvinih ekskrementov (npr. Brauns 1964) ali pa dejstva, da nastale rove zapolnijo parenhimske celice, ki proliferirajo iz (kambijevih) floemskih (materinskih) celic; te celice naj bi imele temno vsebino (Jane 1970). Verjetno pa je tudi, da gre za oksidativno obarvanje. Spomnim se, kako sva s Suessom v Berlinu na slovenski topolovini, ki nama jo je odstopil profesor Sgerm, opazovala tako temne kot tudi svetle parenhimske pege. S parenhimom zapolnjene galerije kambijeva dejavnost prekrije. Proces se ponavlja iz leta v leto, tako da so parenhimske pege skorajda normalen anatomski znak pri jelši, čeprav gre za patološki pojav. Zlasti izrazite so proge v tangencialnem prerezu, manj v radialnem. Parenhimske pege praviloma niso napake. Pri nordijski brezi so kot dekorativna posebnost pri izdelkih umetne obrti celo zaželeni. Luščen furnir iz švedske in finske brezo-

vine ima atraktivno teksturo predvsem zaradi številnih parenhimskih peg oziroma prog. Nasprotno pa pri vrbi beki (*Salix viminalis*) spodnji deli šib ob močnem napadu niso več uporabni za pletenje. Hkratna prisotnost agregiranih trakov ob enorednih, skalariformnih perforacij in parenhimskih peg omogoča lahko razlikovanje jelševine od podobnih lesov. Letnice niso izrazite.

1.2 Sekundarne spremembe

Mnenje o morebitni jedrovini pri jelši



□ Slika 6. Prekmurski "alnetum"



□ Slika 7. Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.): diskolorirani les - "rdeče srce"

so nejasna. Avtorji so pri opisu jelševine očitno v močni zadregi. Nekateri navajajo, da ni barvnih razlik med beljavo in jedrovino, drugi spet, da je jedrovina nekoliko rdečkasta ali pa da se beljava po barvi ne loči od jedrovine (npr. Handbook of Hardwoods 1972, Holzlexikon 1988). Trendelenburg (1955) npr. uvršča jelšo med "beljavce" (nem. *Splintbäume*), torej med drevesa brez jedrovine oz. črnjave in brez sušine. Po isti terminologiji je tudi bukev brez jedrovine, ima pa sušino (nem. Reifhölzbäume), sodi torej med "sušince". Schweingruber (1990) navaja, da je jelša brez obarvane jedrovine ("ohne Farbkern"). Najbolj določen skuša biti Bosshard (1982), ki v skladu s svojo ojedritveno terminologijo uvršča črno jelšo med vrste z zadržano ojedritvijo (podobno kot beli gaber) in hkratno možnostjo tvorbe fakultativno obarvane jedrovine (Bosshard 1966, 1968). Sam menim, da ima jelša le *diskolorirani les* (slika 6). Raziskave so v teku. Sveža jelševina se po poseku oksidativno obarva intenzivno rdečeoranžno. Preliminarne raziskave v Veliki Polani kažejo, da je "rdeče srce" pogostejše pri starejših, visokih in debelih jelšah s kratko krošnjo.

1.3 Biološke, fizikalne, mehanske in tehnološke lastnosti

Les črne jelše je drobno teksturiran, z ravno rastjo, homogen, lahek, mehak in zelo podoben lesu ameriške rdeče jelše (*Alnus rubra*). Gostota v sušilnično suhem stanju $\rho_0 = 450 \dots 490 \dots 600 \text{ kg/m}^3$ (Sachsse 1984), $450 \dots 510 \dots 600 \text{ kg/m}^3$ (Wagenführ 1996) in $460 \dots 610 \dots 800 \text{ kg/m}^3$ (Bosshard 1982). Gostota v zračno suhem stanju $\rho_{12,15} = 490 \dots 550 \dots 640 \text{ kg/m}^3$ (Wagenführ 1996). Volumenski skrčec $\beta_v = 12,0 \dots 12,6$

□ **Preglednica 1.** Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Obdelavnostne in druge lastnosti

Obdelavnost										Druge lastnosti	
Skobljanje					Brušenje	Vrtanje	Rezkanje	Dolbljenje	Struženje	Žebljanje	Vijačenje
Podajalna hitrost	Vzorci brez defektov za-				Gladki vzorci	Dobre do odlične izvrtine	Dobri do odlični vzorci	Prav dobre do odlične izdolbitve	Prav dobri do odlični vzorci	Vzorci brez rež	Vzorci brez rež
	Prsni kot (°)										
	30	25	20	15							
m/min.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
15,25	2	14	12	58	22	98	92	-	72	32	8
19,06			6								
25,44			4								
38,13			0								

□ **Preglednica 2.** Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Sumarni prikaz kvalitete obdelave po posameznih postopkih. Števila pomenijo odstotek vzorcev v posameznem kakovostnem razredu

Vrsta obdelave	Ocena (delež vzorcev %)					Prsni kot (°)	Pomik na rezilo (mm)
	I	II	III	IV	V		
Skobljanje	58	40	2			15	0,79
	12	72	16			20	0,79
	14	64	22			25	0,79
	2	94	4			30	0,79
	0	30	48	22		20	0,31
	4	50	38	8		20	0,47
	6	72	20	2		20	0,63
Vrtanje	62	34	2	2			
Rezkanje	12	80	8				
Struženje	0	36	64				
Brušenje	22	66	12				
Ocena	0		I		II		III
Žebljanje	-		16		16		68
Vijačenje	-		32		32		36

□ **Preglednica 3.** Bukev (*Fagus sylvatica* L.). Obdelavnostne in druge lastnosti

Obdelavnost										Druge lastnosti	
Skobljanje					Brušenje	Vrtanje	Rezkanje	Dolbljenje	Struženje	Žebljanje	Vijačenje
Podajalna hitrost	Vzorci brez defektov za-				Gladki vzorci	Dobre do odlične izvrtine	Dobri do odlični vzorci	Prav dobre do odlične izdolbitve	Prav dobri do odlični vzorci	Vzorci brez rež	Vzorci brez rež
	Prsni kot (°)										
	30	25	20	15							
m/min.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
15,25	80	67	80	70	13	87	90	-	67	-	-
19,06			73								
25,44			67								
38,13			53								

...14,2 % (Sachsse 1984). Linearni skrčki (Bosshard 1982, Wagenführ 1996): $\beta_l = 0,5 \%$, $\beta_r = 4,4...4,8 \%$, $\beta_t = 7,3...9,3 \%$.

Skrček svežega lesa do vlažnosti $U = 12 \%$ je radialno pribl. 4,0 % radialno in 6,5 % tangencialno (Handbook of hardwoods 1972). Po istih avtorjih je tlačna trdnost aksialno $\sigma_{cc} // = 31...55...77$ MPa, upogibna trdnost aksialno $\sigma_{bb} // = 44...97...172$ in 43...83...169 MPa, udarna žilavost 2,5...5,4...10,8 J/cm². Trdota prečno po Janki $HJ // = 76$ MPa in bočno $HJ \perp = 29$ MPa. Upogibni elastičnostni modul aksialno $E_{cc} // = 7.771...9.316...11.473$ MPa.

Krivljenje lesa je označeno kot zmer-no dobro (Handbook of Hardwoods 1972) in je slabše kot pri bukvi.

Literatura navaja, da je sušenje jelševine povsem neproblematično in hitro (program J po podatkih Building Research Establishment, Princes Risborough Laboratory, Handbook of Hardwoods 1972). Lahko se cepi. Je krhka.

Odpornost proti glivam in insektom je slaba. Zato je naravna trajnost jelševine na zraku in v menjavajoči se vlažnosti slaba, izjemna pa pod vodo. Benetke stojijo v veliki meri na jelševih kolih (Giordano 1976)! Uporabljali so jo na veliko tudi mostiščarji, saj je bila zelo pri roki. Zanimivo je, da Handbook of Hardwoods govori o trajnosti beljave in jedrovine. Obe naj bi bili slabi (angl. *perishable*). Tudi ta podatek govori v prid podmeni, da jelša nima jedrovine in da je v tem primeru z jedrovino (angl. *heartwood*) mišljen diskolorirani les. Sicer pa je jelševina permeabilna in se dobro impregnira. Prekmurci povečajo trajnost jelševine tako, da jo po zimski sečnji vsaj dva tedna namakajo v vodi in šele potem posušijo do zračne suhosti. Brus (1995) poroča še o bolj nenavadnem

postopku za povečanje trajnosti: les za pode namakajo v gnojnici. Zakaj naj bi bil takšen les bolj trajen, ne vem. V tej zvezi omenimo, da starogrški filozof Teofrast (cit. iz Tsoumis), navaja, da so lesene "šarnirje" premazovali z iztrebki, da bi upočasnili njihovo sušenje in tako preprečili veženje.

Zaradi ravne rasti ima malo tenzij-skega lesa. Pogosta je debelna vžlebljenost in zavita rast, rože na mestu očiščenih vej in golše zaradi lokalnega masovnega odganjanja spečih (zavrtih, supresiranih) popkov (nem. *Wasserreiskropf*).



□ Slika 8. Testni vzorci za rezkanje različnih lesov z ocenami obdelovalnostne kvalitete



□ Slika 9. Testni vzorci za struženje različnih lesov z ocenami obdelovalnostne kvalitete

2. Obdelavnost

2.1 Material in metode

Vzorci jelševine in primerjalne bukovine so bili izbrani naključno. Testiranja so bila izvedena v skladu z normami ASTM (ANSI/ASTM D 1666-64 dop. 1976) na 50 vzorcih:

- skobljanje s štirimi prsnimi koti in s štirimi podajalnimi hitrostmi na štiristranskem skobeljnem stroju s po dvema widia reziloma Unimat 17 N Weinig ;
- brušenje s širokotračnim brusilnim strojem Boerle TKS 1300 z dvema brusilnima enotama in dvema gradacijama brusnega papirja: (a) s kontaktnim valjem s papirjem z gradacijo 80 (DIN 69100) in (b) s pritisno letvijo s papirjem gradacije 120 (DIN 69100);
- vrtanje in rezkanje na kombiniranem mizarskem stroju domače izdelave Žičnica in
- struženje na polavtomatski stružnici Hempel s standardiziranim nožem po ASTM normativih.
- Žebljanje in vijačenje je bilo opravljeno na 25 vzorcih po Davisovi metodi (1962).

Vlažnost vzorcev $U = 9,9...10,2...11,9 \%$. Gostota $\rho_U = 424...520...617$ kg/m³. Znaki, ki se ocenjujejo pri posameznih testih, so npr. volnatost (angl. *fuzzy grain*), dvignjeno tkivo (angl. *raised grain*), iztrganine (angl. *torn grain*), udarne sledi (angl. *chip marks*) gladkost itd. (sl. 8, 9).

2.2. Rezultati

Rezultati so prikazani v dveh sumarnih preglednicah (pregl. 1, 2) in primerjalno z bukovino (pregl. 3).

Kvaliteta skobljanja jelševine je primerljiva s kvaliteto skobljanja buko-

vine, brušenje je bolj kvalitetno, prav tako vrtnanje, rezkanje primerljivo, struženje nekoliko slabše, žebljanje primerljivo in vijačenje slabše.

3. Raba

Jelševina je primerna za furnir, vezan les, pohištvo (predvsem za stružene dele in še posebej za stole), embalažo, modelni les, glasbene inštrumente, galanterijo, ročaje orodja, vinčnike, cikle, kuhinjsko posodje, čevljarska kopita, pipe, jamski les, vodne zgradbe, krste itd. itd. Jelševina se dobro luži in se je obnesla za imitiranje dragocenih lesov, zlasti mahagonijevine. Ker pri gorenju razvija le malo dima, jo uporabljajo pri varjenju piva za žganje slada. Zelo cenjeno je oglje, ki se je uporabljalo tudi za izdelovanje smodnika. Kljub naštetemu pa se je jelševine v preteklosti držal slab glas. Pesnik Ernst Moritz Arndt je 1847 ob nerešenem cesarskem vprašanju zapel: "Germanija, res ne zmoreš najti cesarja? Nobenega ponosnega? Kje so tvoji hrastovi gozdovi? Sekaš le jelševino?" (prevod ni najboljši). Danes imamo boljše mnenje o jelševini. Zaradi fine teksture in prijetne barve jo radi uporabljamo, le premalo jo je dovolj debele. Avstrijci jo danes bolj cenijo od bukovine in hrastovine. Skorja vsebuje do 20 % in storžki do 16 % taninov, poleg tega pa še kvercetin-3-galaktozid, rdeče barvilo emodin in flobafene. Listi vsebujejo galusovo, elagno in protokatehinsko kislino. Z zvarkom skorje se doseže na volni, predčimžani z galunom, svetlo rjav odtенок, z nadaljnjo obdelavo z železovim-II-sulfatom globoko črn odtенок in z bakrovim sulfatom rjav-vočnega (Schweppe 1993). Iz storžkov so pripravljali trajno črnilo. Zaradi visoke vsebnosti čreslovin so jo uporabljali kot strojilo. Še do nedavnega so mlade, lepljive vejice upo-

rabljali kot muholovec, zlasti v hlevih. Posušena ženska socvetja ("storžke") vpletajo v vence.

literatura

1. **ANSI/ASTM D 1966-64 (reapproved 1976). 1978.** Standard methods of conducting machining tests of wood and wood-based materials. Annual Book of ASTM Standards. Part 22:486-512.
2. **Bailey, I.W. 1920.** The cambium and its derivative tissues, II. Size variation of cambial initials in gymnosperms and angiosperms. *Am. J. Bot.* 7:417-434.
3. **Bosshard, H.H. 1966.** Notes on the biology of the heratwood formation. *News Bull. IAWA* 1(1):1-11.
4. **Bosshard, H.H. 1968.** On the formation of facultatively colored heratwood in *Beilschmiedia tawa*. *Wood. Sci. Technol.* 2(1):1-12.
5. **Bosshard, H.H. 1982.** *Holzkunde*. 2. del. Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Stuttgart.
6. **Braun, H.J. 1970.** Funktionelle Histologie der sekundären Sprossachse; I. das Holz. *Handbuch der Pflanzenanatomie*. 2. izd. Borntraeger, Berlin.
7. **Brauns, A. 1964.** *Taschenbuch der Waldinsekten*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
8. **Brazier, J.D., Franklin, G.L. 1961.** Identification of hardwoods. A microscope key. HMSO, London.
9. **Brus, R. XXX.** Črna jelša. *Gea* 40(7):40-41.
10. **Davis, E.M. 1962.** Machining and related characteristics of United States hardwoods. Technical Bulletin No. 1267. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington. 68 s.
11. **Giordano, G. 1976.** *Technologia del legno*. Vol. 3. Unione tipografica. Editrice Torinese.
12. **Greguss, P. 1945.** Bestimmung der mitteleuropäischen Laubbölzer und Sträucher auf xylo-tomischer Grundlage. *Ung. Naturwiss. Museum, Budapest*.
13. **Grosser, D. 1977.** *Die Hölzer Mitteleuropas*. Springer Verlag, Berlin.
14. **Handbook of Hardwoods. 2. izd.** Dept. Of the environment. Building research Establishment, Princes Risborough Laboratory. Her Majesty's Stationery Office.
15. **Jane, F.W. 1970.** The structure of wood. 2. izd. Adam & Charles Black, London.
16. **Kobayashi, Y. 1952.** Identification of Japanese alder woods. *Forestry Abstracts* 14 (1953).
17. **Metcalfe, C.R., Chalk, I. 1950.** *Anatomy of the dicotyledons*. Clarendon Press, Oxford.
18. **Panshin, A.J., Zeeuw, C. 1980.** *Textbook of wood technology*. 4. izd. McGraw-Hill Book Company, New York, itd.
19. **Sachsse, H. 1984.** *Einheimische Nutzhölzer*. Paul Parey, Hamburg, Berlin.
20. **Schweppe, H. 1993.** *Handbuch der Naturfarbstoffe*. Ecomed Landsberg/Lech.
21. **Schweingruber, H. 1990.** *Anatomie europäischer Hölzer*. WSL/FNP, Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart.
22. **Torelli, N., Stewart, H.A. 1983.** Machining and related characteristics of five wood species from Bayanga region (Central African Republic). Tehnično poročilo.
23. **Trendelenburg, R./Mayer-Wegelin, H. 1955.** *Das Holz als Rohstoff*. Carl Hanser Verlag, München.
24. **Wagenfür, R. 1996.** *Holz atlas*. 4. izd. Fachbuchverlag, Leipzig.

novi diplomanti

JAGODIČ, Franc

Sistem za spremljanje proizvodnje lesnoindustrijskega podjetja

Diplomsko delo (univerzitetni študij)

Mentor: Mirko Tratnik, Leon

Oblak (somentor)

Recenzent: Franc Bizjak

X, 91 str., 4 pregl., 48 sl., 18 pril., 27 vir

UDK:65.011.8:674

V času globalne konkurence je v proizvodnem podjetju zelo pomembno obvladovanje proizvodnega procesa, obvladovanje informacij in proizvodne dokumentacije. Proizvodni proces, infonacije in dokumentacijo o njem je moč uspešno obvladovati le s pomočjo učinkovitega sistema za spremljanje proizvodnje. Zato smo se lotili prav tega problema in sicer v organizacijski enoti furnirnica podjetja Bohor d.d., Šentjur. Izhajali smo iz ugotovitve, da proizvodni proces ni organiziran na najboljši možni način. Predvsem problematično je obvladovanje informacij in proizvodne dokumentacije, še posebej neustrezen pa je proizvodni informacijski sistem. Opravili smo analizo obstoječega stanja tako proizvodnega procesa kot proizvodnega informacijskega sistema ter podali predlog prenove.

Ključne besede: informatika/informacijski sistem/vodenje proizvodnje