Mogućnosti primjene kore drva za proizvodnju ploča iverica

Pipić, Tomislav

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:271973

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
ŠUMARSKI FAKULTET
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
STUDIJ DRVNE TEHNOLOGIJE

TOMISLAV PIPIĆ

MOGUĆNOSTI PRIMJENE KORE DRVA ZA PROIZVODNJU PLOČA IVERICA

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2016.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Pipić Tomislav 12.09.1990., Zagreb 0068217099
NASLOV:	Mogućnosti primjene kore drva za proizvodnju ploča iverica
TITLE:	Possibilities for wood bark utilization for particleboard production
PREDMET:	Ploče od usitnjenog drva
MENTOR:	Prof. dr. sc. Vladimir Jambreković
IZRADI RADA JE POMAGAO:	dr. sc. Nikola Španić
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet Zavod za tehnologije materijala
AKAD. GOD.:	2015/2016.
DATUM OBRANE:	Rujan, 2016.
RAD SADRŽI:	Stranica: 20 Slika: 6 Tablica: 1 Navoda literature: 14

SAŽETAK:

Ploče iverice kompozitni su materijali izrađeni iz usitnjenog drva, primjenom ljepila na bazi sintetskih ili prirodnih smola, uz djelovanje tlaka i topline. Za njihovu proizvodnju mogu se upotrijebiti gotovo sve vrste i oblici lignocelulozних sirovina iako je najčešća i najvažnija sirovina drvo. Iako se pri proizvodnji ploča iverica iz drva kora u pravilu odvaja, dugogodišnja istraživanja velikog broja istraživača ukazala su na potencijal primjene kore za proizvodnju ploča iverica. Pri tome postoje dva osnovna smjera, točnije proizvodnja ploča iz kore bez dodatka sintetskog veziva i uz dodatak sintetskog veziva. S obzirom na to da je u literaturi dostupan cijeli niz podataka o metodama izrade i svojstvima ploča iverica izrađenima iz kore, u ovom završnom radu isti su sumirani i sustavno obrađeni. Počevši od specifičnosti kemijskog sastava kore, preko teorijskih razmatranja primjene kore, do samih postupaka proizvodnje i ispitivanja svojstava ploča ploča iverica iz kore različitih vrsta drva.

PREDGOVOR

Proizvodnja kvalitetnih ploča iverica iz kore raznih vrsta drva može pomoći u rješavanju problema njenog zbrinjavanja, što može doprinijeti čuvanju okoliša.

U ovom radu opisana su istraživanja drugih autora o mogućnostima primjene kore za proizvodnju ploča iverica. Kemijski sastav kore sadrži visok udio fenola što omogućuje izradu ploča sa ili bez sintetskih veziva. U radu je opisan anatomski i kemijski sastav kore, te toplinska svojsva kore. Navedena obilježja kore i njena primjena za proizvodnju ploča iverica sustavno su obrađeni iz istraživanja drugih autora.

SADRŽAJ

1. UVOD 1

2. CILJ RADA 2

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 3

3.1. Općeniti podaci o pločama ivericama 3

3.2. Anatomski i kemijski sastav kore drva 4

3.3. Toplinska svojstva kore 5

3.4. Mogućnosti izrade ploča iverica iz kore 5

3.4.1. Ploče iz kore izrađene bez dodatka sintetske smole 6

3.4.2. Ploče iz kore izrađene uz dodatka sintetske smole 6

3.5. Razvoj ekološki prihvatljivih kompozitnih materijala na osnovi kore drva 7

3.6. Ploče iverice izrađene iz kore smreke 9

3.7. Utjecaj dodatka kore i geometrije iverja na svojstva ploča izrađenih iz kore smreke i trepetljike 9

3.8. Svojstva ploča iverica izrađenih iz iverja iz unutarnje kore breze (*Betula papyrifera*) ojačanih drvnim vlaknima 10

4. DISKUSIJA 18

5. ZAKLJUČAK 19

6. LITERATURA 20

1. UVOD

Ploče iverice su kompozitni materijali izrađeni iz usitnjenog drva, primjenom ljepila na bazi sintetskih ili prirodnih smola, uz djelovanje tlaka i topline. Za njihovu proizvodnju mogu se upotrijebiti gotovo sve vrste i oblici lignoceluloznih sirovina iako je najčešća i najvažnija sirovina drvo. Iako se pri proizvodnji ploča iverica iz drva kora u pravilu odvaja, dugogodišnja istraživanja velikog broja istraživača ukazala su na potencijal primjene kore za proizvodnju ploča iverica. Pri tome postoje dva osnovna smjera, točnije proizvodnja ploča iz kore bez dodatka sintetskog veziva i uz dodatak sintetskog veziva. S obzirom na to da je u literaturi dostupan cijeli niz podataka o metodama izrade i svojstvima ploča iverica izrađenima iz kore, u ovom završnom radu isti su sumirani i sustavno obrađeni. Počevši od specifičnosti kemijskog sastava kore, preko teorijskih razmatranja primjene kore, do samih postupaka proizvodnje i ispitivanja svojstava ploča iverica iz kore različitih vrsta drva.

2. CILJ RADA

U većini procesa drvno prerađivačke industrije kora predstavlja dio drvne mase gotovo nikakvog potencijala, osim u energetske svrhe ili u slučaju kemijske prerade drva, za proizvodnju tanina. Stoga ne treba čuditi činjenica da se koru u većini slučajeva smatra kapitalom bez ikavog potencijala. Ništa drugačije stajalište prema kori nije niti u sektoru industrijske proizvodnje ploča od usitnjenog drva. Konkretno, pri proizvodnji ploča iverica kora je nepovoljna iz razloga što se iveranjem i usitnjavanjem kore dobiva previše sitno iverje, nepovoljnih morfoloških i fizikalno-mehaničkih karakteristika. Ipak, kora se u određenim uvjetima može iskoristiti za izradu ploča iverica, što potvrđuje velik broj radova na tu temu. Stoga je cilj ovog završnog rada demistifikacije uporabe kore u sustavu ploča iverica kroz metodičko sumiranje literaturno dostupnih podataka o kori i pločama iz kore.

3. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

3.1. Općeniti podaci o pločama ivericama

Ploče iverice najzastupljenije su drvne ploče u strukturi pločastih materijala u svijetu. Osnovni razlog za to jest velika sirovinska baza, relativno jeftina osnovna sirovina, pretežna uporaba jeftinih sintetskih veziva, povoljna svojstva za unutarnju uporabu (namještaj, interijer), mogućnost uporabe u graditeljstvu te niska cijena u odnosu na druge pločaste materijale. Ploče iverica mogu se podijeliti prema dimenzijama iverja na ploče s mikroiverjem i ploče s makroiverjem. Ploče s mikroiverjem sastoje se od iverja različitih frakcija čije maksimalne dimenzije iznose: duljina do 30 mm, širina do 10 mm i debljina do 0,5 mm. Ploče s makroiverjem imaju u strukturi iverje duljine 200 mm, širine do 100 mm i debljine do 0,8 mm. S obzirom na način formatiranja i prešanja drvnog iverja razlikuju se tri osnovne skupine ploča iverica (Jambreković, 2004):

- ploče s vodoravnim položajem iverja (iverje položeno približno paralelno s površinom ploče),
- ploče s okomitim položajem iverja (iverje položeno približno okomito na površinu ploče),
- ploče s vodoravnim položajem iverja, orijentiranim približno okomito ili približno vodoravno smjeru proizvodnje.

Prema strukturi presjeka razlikujemo sljedeće tipove ploča iverica:

- jednoslojne ploče (oblik i veličina iverja približno jednaki po presjeku),
- troslojne ploče (srednji sloj je od krupnijeg iverja, a pokrivni slojevi od finijeg iverja),
- višeslojne ploče (srednji sloj je od krupnijeg iverja, međuslojevi od finijeg iverja, a pokrivni slojevi od najfinijeg iverja),
- ploče s postupnim prijelazom strukture presjeka (najkrupnije je iverje u sredini ploče, te slijedi postupni prijelaz preko srednjeg krupnog prema najfinijem iverju na površini ploče).

Prema gustoći ploče iverice dijele se na:

- lake ploče (gustoća do 0,500 g/cm³),
- srednje teške ploče (gustoća od 0,500 do 0,800 g/cm³),
- teške ploče (gustoća iznad 0,800 g/cm³).

Lake ili izolacione iverice malo se proizvode, upotrebljavaju se za izolaciju zvuka i topline i kao srednjice koje se oblažu furnirom ili drugim materijalom. Najviše se proizvode srednje teške iverice koje mogu biti jednoslojne ili višeslojne. Srednje teške iverice proizvode se pod pritiskom koji djeluje ili okomito na ravninu ploče (kad se proizvode diskontinuirano ili polukontinuirano prešanjem u prešama) ili paralelno s njom (kad se proizvode kontinuirano utiskivanjem iverja u kalup gdje se obrezuje pokretni sloj). Proizvedene ovim posljednjim načinom srednje teške iverice su homogenije. Upotrebljavaju se za namještaj, vrata, unutarnja uređenja, pregradne zidove, unutrašnjost brodova i gradnju kuća. Uz navedene podjele, ploče iverice se razlikuju i prema obliku (ravne i oblikovane), uvjetima uporabe (unutarnja i vanjska), kvaliteti površine (gruba, normalna i fina), emisiji formaldehida, vrsti veziva (prirodna, sintetska, mineralna), površinskoj obradi (nebrušene, brušene, obložene) i dr.

3.2. Anatomski i kemijski sastav kore drva

Termin kora u pravilu se povezuje uz staničje na vanjskoj strani kambija, odnosno na vanjski, mrtvi, zaštitni sloj drva. Kora se sastoji iz dva dijela, vanjskog podsloja (pluta ili ritidome) i unutrašnjeg podsloja kojeg čine floem i vaskularni kambij. Unutrašnji podsloj sastavljen je od uskog sloja živih stanica, a vanjska kora sadrži mrtve stanice, koje su jednom bile dio unutrašnje kore. Funkcija vanjske kore je zaštita stabla od mehaničkih utjecaja i mikrobiološkog napada. Anatomska struktura vanjske kore tipična za je svaku vrstu stabla. Postotno, kora zauzima između 9 i 15 posto drvne mase stabla. Taj postotak najveći je na granama i na vrhovima stabala i iznosi od 20 do 35 %.

Poput ostalih biomaterijala, glavni elementi organskog dijela kore su ugljik, kisik i vodik. Uz to kora sadrži vrlo male količine dušika. Što se mineralnih tvari tiče, kora sadrži velike količine minerala i anorganskih tvari koje ostaju čak i u pepelu ostalom nakon spaljivanja kore. Sadržaj ekstraktivnih tvari u kori mnogo je više u odnosu na ostale dijelove stabla, a njihova količina varira ovisno o vrsti kore. Između pojedinih vrsta drva, dosta su velike razlike u kemijskom sastavu kora, a tu razliku dodatno generiraju i karakteristike staništa promatranog debla.

Tablica 1. *Opći kemijski sastav drva i kore listača i četinjača*

Komponenta	Listače		Četinjače	
	Drvo	**Kora**	**Drvo**	**Kora**
Lignin (%)	18-25	40-50	25-30	40-55
Polisaharidi (%)	74-80	32-45	66-72	30-48
Estraktivne tvari (%)	2-5	5-10	2-9	2-25
Pepeo (%)	0,2-0,6	<20	0,2-0,6	<20

3.3. Toplinska svojstva kore

Kora se od drva razlikuje po morfološkom i kemijskom sastavu. Struktura kore je takva da ju čini osjetljivijom na temperaturu nego što je drvo. Kora dobro podnosi nižu (sobnu) temperaturu, no pri visokim temperaturama brzo izgori. Ovo toplinsko svojstvo kore je osobito važno pri krajnjem iskorištenju kore pri izradi i proizvodnji ploča. Kada je kora izložena povišenoj temperaturi događaju se promjene u njenoj kemijskoj strukturi i morfološkim značajkama. Pri tome su vršni iznos temperature i vrijeme izlaganja ključni, jer se na nižim temperaturama promjene se u kemijskoj strukturi pojavljuju u smislu relativno niskog smanjena mehaničkih svojstava kore, dok gubitak vode i ulja uslijed izlaganja višim temperaturama uzrokuju drastične kemijske promjene koje pak uzrokuju iznimno smanjene njenih mehaničkih svojstava.

3.4. Mogućnosti izrade ploča iverica iz kore

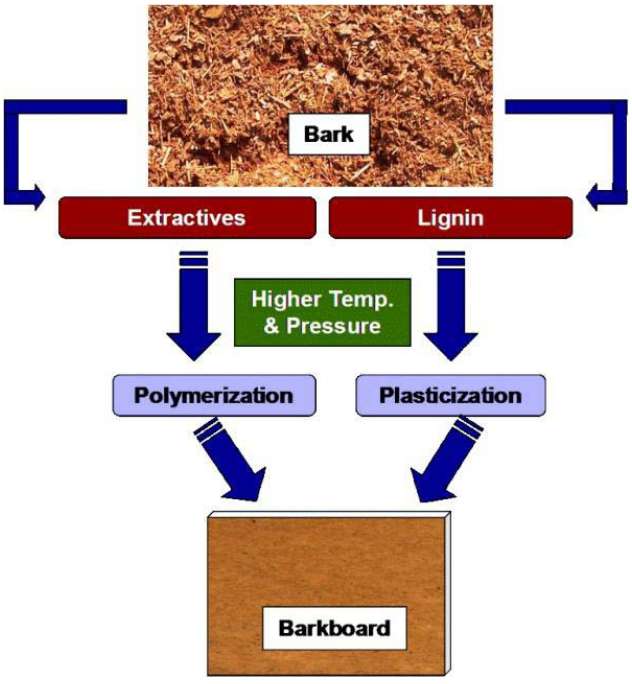
Ploče iverice izrađene iz kore vrlo su slične pločama izrađenim iz drvnog iverja. pri tome se ploče mogu proizvesti na dva osnovna načina; sa i bez sintetskih veziva. Kad se govori o pločama izrađenim bez dodatka sintetskih veziva, misli se na ploče kod kojih se djelovanjem povišene temperature aktiviraju prirodni polifenolni spojevi u drvu koji tada služe kao zamjena za adheziv. Dominantnu ulogu u ovom slučaju ima lignin. Takve ploče najčešće se koriste za (Gupta, 2009):

- izolaciju podkrovlja na kućama,
- toplinsku i zvučnu izolaciju drvenih podova,
- srednje slojeve raznih tipova slojevitih građevinskih konstrukcija,
- vertikalnu i horizontalnu izolaciju industrijskih i poljoprivrednih objekata.

3.4.1. Ploče iz kore izrađene bez dodatka sintetske smole

Istraživanje na pločama od kore bez dodavanja sintetskih adheziva prvi je proveo Heritage (1956). On je ploče izradio po principu toplinske plastifikacije kore koja sadrži pluto prešanjem ploča pri 210 ºC. S druge strane Burrows (1960) primjenio je tehniku plastifikacije upotrebom vlage s ciljem plastificiranja lignina. Chow (1972) ukazao je na činjenicu da fenolni spojevi kore mogu biti polimerizirani pri visokim temperaturama. U svom istraživanju zaključio je da se kora omekšava pri temperaturi manjoj od 200 ºC, dok se na višoj temperaturi komponente kore potrebne za polimerizaciju gotovo u potpunosti uništavaju.

Vrlo poopćen dijagram izrade ploča iz kore bez dodatka sintetskih veziva prikazan je na slici 1. Iz dijagrama je lako zaključiti da upravo lignin i ekstraktivne tvari imaju dominantan utjecaj na mogućnost izrade ploča bez dodatka sintetskih veziva, ovisno o metodi aktivacije pojedine od navedenih komponenti.



Slika 1. *Pojednostavljeni dijagram postupka izrade ploča iverica iz kore bez dodatka sintetskog veziva*

3.4.2. Ploče iz kore izrađene uz dodatka sintetske smole

Ovom tematikom bavili su se mnogi istraživači, a ključni podaci za shvaćanje ove tematike navedeni su u radovima u nastavku. Dost (1971) prvi je istražio

učinak dodatka vlakana iz kore na svojstva ploča iverica izrađenih uz dodatak komercijalne smole. U svom istraživanju zaključio je da s povećanjem udjela vlakana svojstva ploča padaju. Deppe i Hoffman (1972) proveli su istraživanje primjene drvnih ostataka iz primarne prerade drva (uključujući i koru) na svojstva ploča iverica. Pri tome su u različitim omjerima mijenjali udjele iverja iz kore i drva u vanjskom i središnjem sloju ploča. Zaključili su da savojna čvrstoća ploča opada s povećanjem udjela iverja iz kore. Maloney (1973) proveo je pokus korištenjem različitih vrsta četinjača pri čemu je otkrio da ploče iverice izrađene iz drva i uz dodatak kore crvenog cedra imaju zadovoljavajuće vrijednosti savojne čvrstoće, ali i ne odgovarajuće vrijednosti ostalih svojstava. U usporedbi s pločama iz drugih vrsta ploče iz cedrovine imale su i manje vrijednosti dimenzijskih promjena, neovisno u uvjetima izlaganja i postotnom udjelu kore. Anderson, Wu i Wong (1974) istražili su pogodnost primjene ekstrakta smole kore žutog bora aktivirane paraformaldehidom na svojstva ploča kod kojih je unutarnji sloj formiran bez dodatka veziva, a vanjski uz dodataka komercijalnog adheziva na bazi fenol-formaldehidne (FF) smole. Ovakve ploče imale su svojstva gotovo identična onim pločama za vanjsku uporabu izrađenih primjenom samo komercijalne FF smole. Wisherd i Wilson (1979) proučili su dodatak kore crvene johe, žutog bora i američke duglazije na svojstva klasičnih troslojnih ploča iverica izrađenih primjenom urea-formaldehida (UF) i FF smole. Rezultati njihova ispitivanja pokazali su da je u slučaju kore johe uz primjenu FF smole vlačna čvrstoća ploča povećana 2,5 puta dok je dodatak kore žutog bora također uz primjenu FF smole značajno smanjio vrijednosti linearne promjene dimenzija uslijed djelovanje vode.

Uz navedena istraživanja fundamantalnog karaktera, razni autori i u novije se vrijeme bave istraživanjima kore kao nadomjeska za drvno iverje pri proizvodnji ploča iverica. Pri tome vrlo često naglašavaju upravo potencijal aktivacije polifenolnih spojeva za izradu ploča bez dodatka sintetskih adheziva. Neka od tih istraživanja navest će se u nastavku teksta.

3.5. Razvoj ekološki prihvatljivih kompozitnih materijala na osnovi kore drva

Gupta (2009) u svom radu istražio je mogućnost izrade kompozinih materijala izrađenih iz kore. Pri tome je kao osnovni materijal za izradu ploča koristio koru

bora (*Pinus contorta*) zahvaćenu djelovanjem insekata. Nakon sakupljanja kore sa netom oborenih stabala i prije mljevenja kora je sušena kroz nekoliko tjedana. suha kora je zatim usitnjena i prosijana s ciljem izdvajanja frakcija pogodnih za izradu ploča. Po frakcioniranju, iverje je dodatno sušeno kroz 24 sata na temperaturi od 80 °C s ciljem snižavanja sadržaja vode na 2-3 %. Iz tako pripremljene sirovine, nasipavanjem 600 g kore u kalup dimenzija 30 x 30 cm izrađene su ploče iverice nominalne debljine 6,25 mm, gustoće 0,8-1 g/cm³. Inicijalno, ploče su prešane na temperaturama čak i preko 300 °C no autor je uočio da pri tako visokim temperaturama dolazi do paljenja površine i degradacije kemijskog sastava koji je utjecao na čvrstoću ploča. Stoga je temperaturu prešanja ploča spustio na vrijednosti između 170 i 230 °C, ovisno o tlaku prešanja i specifičnoj grupi ploča. Precizna regulacija tlaka prešanja ploča pri tom je bila vrlo važna, jer su se u slučaju naglog spuštanja tlaka sa 28,1 na 12,3 kg/cm² pojavile pukotine u pločama.

Rezultati ispitivanja svojstava tako pripremljenih ploča pokazali su da je ranija navedena pretpostavka da kod visokog sadržaja lignina i ekstraktivnih tvari postoji mogućnost samoljepljenja čestica kore prešane pri visokom tlaku i visokoj temperaturi istinita. Nadalje, rezultati sugeriraju da na višim temperaturama (iznad 300 C°) toplinska polimerizacija postaje istaknut faktor i kako sva mehanička svojstva ploča direktno zavise o polimerizaciji lignina. Potonje navedeno u skladu je s ranije navedenim Chowovim istraživanjima reakcije kore na toplinu. Na osnovi studije toplinskog omekšavanja autor je došao do zaključka da pri toplinskom omekšavanju drva i kore na temperaturama ispod 200 C° dolazi više do fizičkih nego do kemijskih promjena, te do plastificiranja pod utjecajem vode. Toplinska reakcija kore na temperaturi višoj od 180 C° ukazuje na polimerizaciju lignina, ali i na degradaciju svojstava kore.

Uz istraživanja fizikalno-mehaničkih svojstava ploča izrađenih iz kore navedeni autor ispitao je i kemijska svojstva kore. Rezultati ovog dijela ispitivanja pokazali su da je veliku razliku u vrijednostima alfa celuloze u pločama od kore u svim grupama u usporedbi s nekorištenom korom. Količina se povećava sa 20 % u kori na 30% u prešanim pločama. Razloge povećanja nije lako objasniti, no autor pretpostavlja da do njega dolazi radi restrukturiranja kratkog lanca molekula hemiceluloze u dugi lanac alfa celuloze. Do ove pretvorbe dolazi u trenutku najmanje toplinske stabilnosti hemiceluloze. Time se također objašnjava

polimerizacija kemijskih komponenti pri visokim temperaturama prilikom vrućeg prešanja ploča iverica iz kore.

3.6. Ploče iverice izrađene iz kore smreke

Autori Blanchet, Cloutier i Riedl (2000) u svom su radu ispitali mogućnost primjene otpadne kore smreke za proizvodnju ploča iverica uz dodatak UF smole. Svježu koru nabavljenu iz pilane u Kanadi autori su najprije sušili pri 60 °C s ciljem smanjenje sadržaja vode na vrijednosti prikladne za mljevenje mlinom čekičarom. Nakon usitnjavanja čestice drva prosijane su s ciljem izdvajanja onih prikladnih za izradu ploča iverica. Za središnji sloj to su bile čestice veličine 2-6 mm, a u vanjskom sloju korištene su čestice veličine 0,02-2 mm. Iz tako pripremljenih čestica izrađene su ploče dimenzija 540 × 560 mm debljine 17,5 mm i nominalne gustoće 750 kg/m^3. Ploče su izrađene prema faktorijalnom planu koji je uključivao varijacije u sadržaju drva u vanjskom sloju (0, 25 i 50 %) i dodatku UF smole u vanjskom sloju (12, 14 i 16 %), uz dodatak smole u središnjem sloju od 8 %.

Rezultati ispitivanja ukazuju na to da kinetika zagrijavanja varira sa udjelom iverja u vanjskim slojevima. Rezultati utvrđivanja kompresijskog odnosa debljine sirovog tepiha ploča i vlačne čvrstoće ploča, modula elastičnosti, modula loma, linearne promjene dimenzija i debljinskog bubrenja uslijed izlaganja djelovanju vode pokazuju da je izrada ploča iz ostataka kore moguća i da takve ploče manje-više zadovoljavaju uvjete primjene u suhim uvjetima. Pritom valja napomenuti da vrijednosti linearne promjene dimezija ploča iz kore nisu bile u skladu sa zahtjevima odgovarajućih normi. Uz to autori navode i da bi potencijalni dodatak parafinske emulzije mogao imati pozitivan učinak na potonje navedeno svojstvo. U cjelini, najbolje rezultate imale su ploče izrađene s 50 % iverja u vanjskim slojevima i 14 % dodatka smole. Autori stoga sugeriraju teme budućih istraživanja koje bi trebale biti okrenute k ispitivanju utjecaja dodatka hidrofobnih sredstava, optimiranju procesa prešanja i potencijalnom oblaganju ovakvih ploča iverica.

3.7. Utjecaj dodatka kore i geometrije iverja na svojstva ploča izrađenih iz kore smreke i trepetljike

Autori Yemele i dr. (2008) ispitali su mogućnost primjene kore smreke i trepetljike na fizikalna i mehanička svojstva ploča iverica. Ploče iverice autori su

izradili iz svježe kore navedenih vrsta drva prikupljene iz pogona za primarnu mehaničku obradu drva, na području Kanade. Po uzorkovanju kora je sušena u sušioniku pri 60 °C s ciljem smanjenja sadržaja vode na 5 %. Nakon sušenja kora je korištenjem mlina čekičara usitnjena, a zatim frakcionirana s ciljem izdvajanja čestica veličine 0,2-1,5 mm za vanjske slojeve ploča i veličina 1,5-2,6 mm; 2,6-5 mm i 5-7 mm za središnje slojeve. Ove granulacije iverja središnjeg sloja odabrane su s ciljem utvrđivanja utjecaja dimenzija čestica iverja kore na svojstva ploča iverica. Iz tako pripremljene sirovine izrađene su grupe ploča (ovisno o karakteristikama sirovine) dimenzija 560 × 460 mm, debljine 8 mm i nominalne gustoće 800 kg/m^3. Ploče su prešanje pri 200 °C kroz 280 sekundi, uz dodatak FF smole od 0,5 i 1 %.

Rezultati ispitivanja navedenih autora pokazali su da se, dok mehanička svojstva ploča izrađenih iz kore smreke i trepetljike padaju s porastom učešća kore u osnovnoj smjesi iverja, linearno povećanje drimenzija i debljinsko bubrenje ploča povećavaju. Vlačna čvrstoća ploča izrađenih uz 50 % dodatak iverja iz kore pada s porastom veličine čestica. Modul elastičnosti, modul loma i vlačna čvrstoća najveći su u slučaju ploča izrađenih s 50 % dodatka iverja iz smreke. Kod ove grupe ploča najmanje su i vrijednosti linearne promjene dimenzija uzoraka uslijed izlaganja djelovanju vode. Najmanje debljinsko bubrenje imale su ploče izrađene primjenom iverja iz kore trepetljike. S obzirom na iznose navedenih svojstva zajedno s tvrdoćom po Janki autori su zaključili da ploče s 50 % dodatka iverja iz kore smreke i trepetljike zadovoljavaju zahtjeve odgovarajućih normi za primjenu ploča iverica u interijeru.

3.8. Svojstva ploča iverica izrađenih iz iverja iz unutarnje kore breze (*Betula papyrifera*) ojačanih drvnim vlaknima

U svojim radovima autori Pedieu, Riedl i Pichette (2008, 2009) bavili su se s mogućnošću primjene iverja iz unutarnje kore breze (*Betula papyrifera*) za proizvodnju ploča iverica dodatno ojačanih drvnim vlaknima.

Koru breze prikupljena je iz pilane Thomas Louis Tremblay u Santa Monici na sjeveru Quebeca, Kanada. Sadržaj vode svježe kore iznosio je 8 %, a po uzorkovanju kora je sušena na sobnoj temperature krozi 10 dana do postizanja sadržaja vode od 9 %. Tako osušena kora zatim je usitnjavana korištenjem mlina

čekičara, nakon čega su se iz dobivene smjese izdvojile frakcije vanjske i unutarnje kore. Izdvojeni dio unutarnje kore zatim je korištenjem laboratorijske tresilice sita prosijan uz izdvajanje frakcije veličine čestica između 0,25 i 1 mm kao povoljnih za daljnju izradu ploča. Navedene čestice dodatno su sušene u sušioniku do postizanja sadržaja vode od 3 %. S obzirom na to da autori nisu izrađivali ploču isključivo iz kore, već kao kombinaciju kore i standardnog iverja, potonje navedenu sirovinu nabavili su iz komercijalnog pogona za proizvodnju OSB ploča u Kanadi.

Iz pripremljene sirovine autori su izradili troslojne ploče iverice kod kojih se iverje iz kore breze nalazilo ili u vanjskom ili u središnjem sloju. Ovisno o tipu ploče drugi sloj sastojao se iz klasičnog drvnog iverja. Drvna vlakna dodavana su prvenstveno u vanjski sloj i služila su kao strukturno ojačanje istog. Dimenzija izrađenih ploča bila je 750 × 750 mm. Nominalna debljina ploča bila je 8 mm, a ciljana gustoća 800 kg/m³. S obzirom na to da su očekivani problemi s formiranjem homogene površine ploča, iste su rađene s debljinskom nadmjerom od 1 mm, koja je naknadno odstranjena brušenjem (egaliziranjem debljine). Problemi s formiranjem strukture i površine ploča posljedica su ručnog formiranja tepiha gdje postoji dosta velika mogućnost varijacija natresne mase oblijepljenog iverja i vlakanaca drva i kore. Jedan dio iverja iz kore tretiran je lužinom kako bi se iz nje izdvojili masne, hidrofobne, supstance. Drugi dio iverja kore nije tretiran i u eksperimentima je korišten bez modifikacija. U samom eksperimentu autori su nastojali utvrditi utjecaj tipa materijala vanjskog sloja ploča na njihova svojstva. Pri tome su se u vanjskom sloju koristile i tretirane i ne tretirane čestice drva. Drugi faktor koji su autori proučavali bio je udio FF smole koja se koristila pri izradi ploča. Naime, FF smola dodavana je iverju izrađenom iz kore u tri različita postotka; 5, 6,5 i 8 %, s ciljem procjene učinka povećanja dodatka smole. FF smole dodavana je i u iverje za srednji sloj ploča, neovisno o tome je li srednji sloj sadržavao čestice kore ili ne. Dodatak FF smole u središnje slojeve svih tipova ploča bio je 6 %. U vanjske slojeve ploča izrađenih samo iz drvnog iverja dodavano je 7 % FF smole, a 6,5 ili 8 % u vanjske slojeve ploča izrađenih iz kombinacije drvo-kora. Uz smolu u odrđen broj ploča dodavana je i parafinska emulzija kao hidrofobno sredstvo. Parafinska emulzija dodavana je u iznosu od 0,5 % na sirovo iverje za središnje slojeve ploča, odnosno 1 % na iverje za vanjske slojeve ploča. U slučaju ploča kod kojih se u vanjskim slojevima nalazi i

iverje izrađeno iz kore breze koje nije tretirano lužinama, parafinska emulzija se nije dodavala. Razlog tomu je činjenica što unutarnja kora breze ima vrlo hidrofobna svojstva, pa su stoga autori smatrali da dodatak parafinske emulzije na ovo iverje nije od važnosti za ciljeve njihova istraživanja. Ukupno su autori napravili 24 ploče, a sve su prešane na temperaturi od 180 °C i tlaku od 180 kPa, kroz 326 s. Izrađene ploče kondicionirane su na 20 °C i 65 % relativne vlage zraka do postizanja ravnotežnog sadržaja vode, za što je bilo potrebno oko 2 tjedna. Tek nakon kondicioniranja ploče su brušene na konačne dimenzije debljine (8 mm). Primjer izrađene ploče prikazan je na slici 2.



Slika 2. *Uzorak proizvedene mješovite ploče (drvna vlakanca u vanjskom sloju i unutarnji dijelovi kore bijele breze u srednjem sloju)*

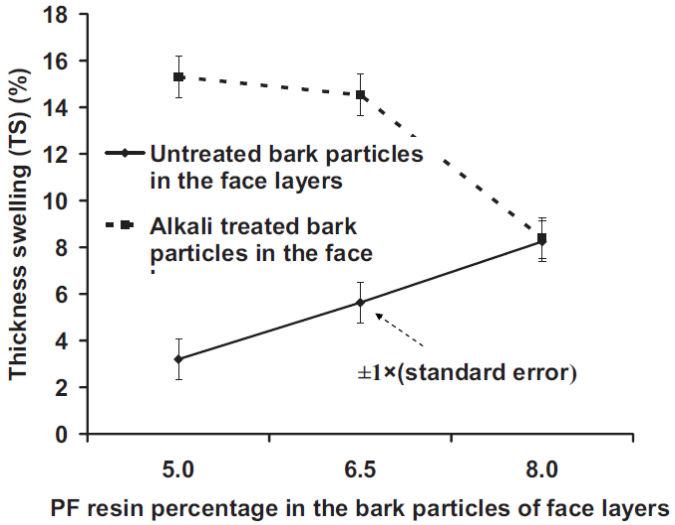
Izrađenim pločama ispitana su fizikalno-mehanička svojstva, u skaldu s odrednicama norme ASTM D-1037-99. Rezultati određivanja svakog od promatranih svojstava zatim su uspoređeni s vrijednostima navedenima u standardima ANSI A208.1-1999 i ANSI A208.2-2002. Uz određivanje fizikalno-mehaničkih svojstava svim proizvedenim pločama utvrdila se gustoća profila korištenjem X zraka emitiranih u radnoj komori mjeraa gustoće profila QDP-01X. Dimenzije uzoraka za određivanje modula elastičnosti bile su 314 × 75 mm, a onih za ispitivanje vlačne čvrstoće i debljinskog bubrenja 50 × 50 mm. Linearna promjenu dimenzija (LE, od engl. linear expansion) autori su mjerili na uzorcima dimenzija 150 × 75 mm. LE je određena izlaganjem uzoraka djelovanju točno

određenih klimatskih uvjeta. Konkretno, uzorci su tretrirani na način da su gubili vlagu u rasponu izlaganja atmosferi od 65 do 50 % relativne vlage, odnosno upijali vlagu izlaganjem atmosferi od 50 do 80% relativne vlage. Za postizanje navedenih uvjeta korištena je klimatizacijska komora. Linearnu promjenu dimenzija autori su izračunali prema formuli:

$$LE = \left[\left(L_2 - L_1\right) / L_1\right] \times 100 \qquad \text{.....(1)}$$

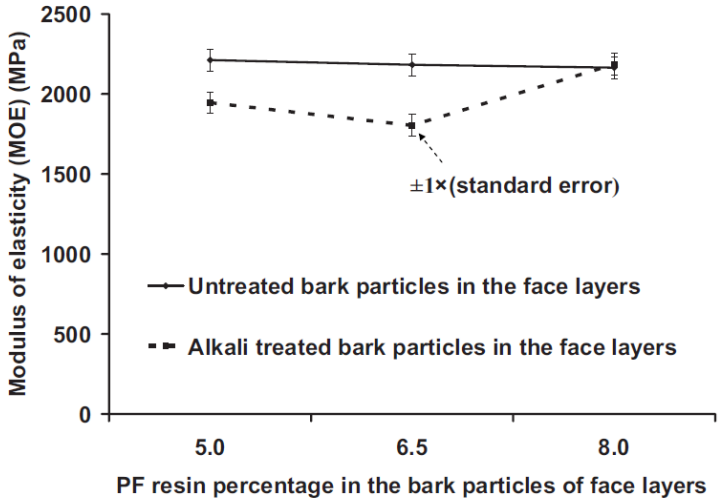
LE – linearna promjena dimenzija između 50 i 80 % vlage,%
L_1 – duljina uzorka pri 50 % relativne vlage zraka, mm
L_2 – duljina uzorka pri 80 % relativne vlage zraka, mm

Rezultati ispitivanja fizikalnih i mehaničkih svojstava pokazali su da su proizvedene ploča iverice, neovisno o tipu sirovine zadovoljile uvjete ANSI normi za primjenu kao podne obloge. Vrijednosti mehaničkih svojstava ploča izrađenih iz kombinacije iverja iz drva i iverja iz kore manja su od onih dobivenih za ploče izrađene samo iz drvnog iverja. Razlog tome je činjenica da kora po svojoj strukturi nije dovoljno homogena. Dodatno, dokazano je da alkalni tretman vanjskih dijelova kore bijele breze smanjuje mehanička svojstva proizvedenih ploča, jer suberin pri saponifikaciji slabi strukturu kore. Debljinasko bubrenje (sl. 3) i linearna promjena dimenzija ploča iverica izrađenih primjenom iverja drva i kore manja je od one u slučaju referentnih ploča.



Slika 3. *Grafički prikaz odnosa vrijednosti debljinskog bubrenja o tipu sirovine za izradu ploča iverica i postotnog dodatka FF smole*

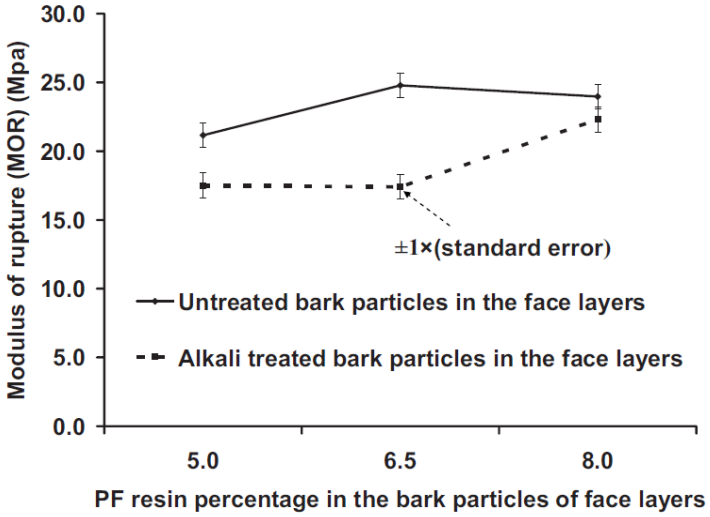
No, alkalni tretman čestica imao je negativan utjecaj na debljinsko bubrenje i linearnu priomjenu dimenzija ploča iverica izrađenih iz mješanog iverja drva i kore jer je tretman jako povećavao otapanje čestica suberina u kori. Statistička analiza podataka dobivenih mjernjem pokazala je značajan efekt tipa sirovine koja se upotrebljavala za proizvodnju površinskih slojeva mješanih ploča na sva ispitivana svojstva. Dokaz za to je postojanje statistički značajne razlike između podataka mjeranja iverica iz netretirane i alkalno obrađene sirovine u vanjskim slojevima ploča izrađenih iz mješovitog iverja. Varijacija udjela FF smole u slojevima izrađenim iz sirovine koja je sadržavala koru nije imala značajan utjecaj na vrijednosti modula elastičnosti (MOE, sl. 4), savojne čvrstoće (MOR, sl. 5), linearne promjene dimenzija i debljinsko bubrenje, ali je značajno utjecala na vrijednosti tvrdoće po Janki (sl. 6).



Slika 4. *Grafički prikaz odnosa vrijednosti modula elastičnosti o tipu sirovine za izradu ploča iverica i postotnog dodatka FF smole*

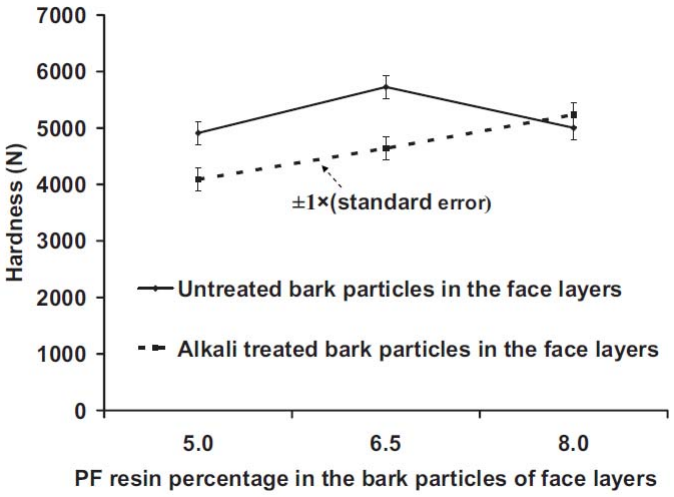
Iz slike 4. vidljivo je da postoje značajne razlike između vrijednosti MOE ploča izrađenih primjenom ne tretiranih čestica kore vezano uz 5 i 6,5 % dodatak FF smole i ploča izrađenih iz čestica kore tretiranih lužinom. Navedena promjena ukazuje na degradaciju suberina koja smanjuje mehanička svojstva kore, a poslijedično i ploča iverica. Relativno nizak dodatak FF smole ne može kompenzirati nedostatak mehaničke izdržljivosti iverja iz kore i iz tog razloga dolazi do tako velike razlike. Povećenjem dodatka smole, vrijednost MOE se povećava, ali postaje funkcija dodatka smole, a ne tipa primijenjene sirovine.

Na slici 5. jasno je vidljivo da postoji značajna razlika između vrijednosti MOR ploča izrađenih iz netretiranih čestica kore vezano uz 5, 6,5 i 8 % dodatak FF smole i ploča izrađenih iz čestica kore tretiranih lužinom.



Slika 5. *Grafički prikaz odnosa vrijednosti savojne čvrstoće o tipu sirovine za izradu ploča iverica i postotnog dodatka FF smole*

Navedena promjena djelomično je očekivana s obzirom na degradaciju suberina, no tendencija promjene vrijednosti nije u skladu s onima u slučaju MOE što sugerira na značaj dodatka parafinske emulzije koja neminovno utječe na kohezijsko-adhezijsku čvrstoću FF smole.



Slika 6. *Grafički prikaz odnosa vrijednosti tvrdoće po Janki o tipu sirovine za izradu ploča iverica i postotnog dodatka FF smole*

Na slici 6. prikazan je odnos tvrdoće po Janki ploča izrađenih iz mješovitog iverja i onih izrađenih iz netretiranog iverja u ovisnosti o dodatku FF smole. Retultati se i u ovom slučaju značajni razlikuju, što sugerira mogućnost dodatnih zahvata u smislu korekcija parametara prešanja i kombinacije sirovina u pojedinim slojevima ploča (veći/manji dodatak vlakana), s ciljem dobivanja ploča boljih fizikalno-mehaničkih svojstava.

S obzirom na to da su rezultati ispitivanja zaista različiti ovisno o tome promatraju li se kroz fokus dodatka FF smole, primjene kore u pojedinim slojevima, tretmana lužinama ili dodatka parafinske emulzije, autori sugeriraju dodatna istraživanja koja bi se fokusirala samo na jedan od ispitivanih segmenata.

4. DISKUSIJA

Znanje dobiveno iz početnih studija o proizvodnji ploča od kore u laboratoriju pružilo je mnogo informacija u pogledu tehnike izrade ploča i izazova s kojima se prilikom izrade istih možemo susresti. Usprkos silnim problemima prilikom izrade ploča od kore, nakon brojnih pokušaja, napokon su proizvedene ploče koje su bile zadovoljavajuće, ali još uvijek je trebalo raditi na njihovoj prilagodbi i poboljšanju. Dostupne informacije i saznanja koja su dobivena ovim istraživanjem korisna su za industriju, jer su pokazala da se kora može iskoristiti za izradu kvalitetnih kompozitnih ploča. Ekspanzija proizvodnje kvalitetnih ploča iverica iz kore raznih vrsta drva može pomoći u rješavanju problema njenog zbrinjavanja, što može doprinijeti čuvanju okoliša. Komercijalizacija primjene kore za proizvodnju industrijskih drvnih proizvoda trebala bi se nastaviti istraživati, jer se time može smanjiti problem globalne nestašice drva.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovi proučenih radova drugih autora o mogućnostima primjene kore za proizvodnju ploča iverica, može se zaključiti sljedeće:

- dva su osnovna smjera izrade ploča iverica iz kore; s i bez primjene sintetskih adheziva,
- kod ploča izrađenih bez dodatka sintetskih adheziva, funkciju veziva preuzimaju lignin i ekstraktivne tvari,
- aktivacijom polifenolnih spojeva drva povišenom temperaturom ostvaruje se mogućnost samolijepljenja drvnog iverja,
- zagrijavanjem čestica kore ekstraktivne tvari se polimeriziraju, dok se djelovanjem povišene vlage i temperature plastificira lignin,
- pri izradi ploča iz kore dešavaju se razni problemi koji direktno utječu na njihova fizikalno-mehanička svojstva,
- potrebna su dodatna istraživanja mogućnosti primjene kore drva s ciljem izrade ploča iverica zadovoljavajućih uporabnih svojstava.

6. LITERATURA

1. Anderson, A. B., Wu, K. T., Wong, A., 1974: Utilization of ponderosa pine bark and its extracts in particleboard. Forest Products Journal, 24(8): 48-53.
2. Blanchet, P., Cloutier, A., Riedl, B., 2000: Particleboard made from hammer milled black spruce bark residues. Wood Science and Technology, 34:11-19.
3. Burrows, C. H., 1960: Bark bord requires neither glue nor sizing. Lumberman, 87(7): 76-77.
4. Chow, S., 1972:. Thermal reactions and industrial uses of bark. Wood and Fiber Science, 4(3): 130-138.
5. Deppe, H. J., Hoffmann, A., 1972: Particle board experiments: Utilize softwood bark waste. World Wood, 3(7): 8-10.
6. Dost, W. A., 1971: Redwood bark fiber in particleboard. Forest Products Journal, 21(10): 38-43.
7. Gupta, K. G., 2009: Development of bark-based environmental-friendly composite panels. Magistarski rad, Faculty of Forestry, University of Toronto, 1-112.
8. Heritage, C., 1956: Cork-bound hot-pressed boards. U. S. Patent, 2, 736,063.
9. Jambreković, V., 2004: Drvne ploče i emisija formaldehida. Šumarski fakultet, Zagreb,
10. Maloney T. M., 1973: Barkboards from four west coast softwood species. Forest Products Journal, 23(8): 30-38.
11. Pedieu, R., Riedl, B., Pichette, A., 2008: Properties of white birch (*Betula papyrifera*) outer bark particleboards with reinforcement of coarse particles in the core layer. Annals of Forest Science, 65(701): 1-9.
12. Pedieu, R., Riedl, B., Pichette, A., 2009: Properties of mixed particleboards based on white birch (*Betula papyrifera*) inner bark particles and reinforced with wood fibres. European Journal of Wood and Wood Products, 67: 95-101.
13. Wisherd, K. D., Wilson, J. B., 1979: Bark as a supplement particleboard. Forest Products Journal, 29(2): 35-39.

14. Yemele, M. C. N., Blanchet, P., Cloutier, A., Koubaa, A., 2008: Effects of bark content and particle geometry on the physical and mechanical properties of particleboard made from black spruce and trembling aspen bark. Forest Products Journal, 58(11): 48-56.