

Integralno iskorišćenje drvne sirovine*

INTEGRAL UTILIZATION OF RAW MATERIAL

Doc dr. **Vladimir Sertić**
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630* 86

Primljeno: 18. ožujka 1986.
Prihvaćeno 16. lipnja 1986.

Stručni rad

Sažetak

U radu je u kratkim crtama prikazan razvoj kemijske prerade drva kroz povijest te važnost kemijske prerade drva danas.

Posebno je istaknuta važnost drva kao sirovine za proizvodnju celuloze i papira, zatim važnost termičke konverzije drvne tvari i hidrolize ugljikohidrata, te uloga istraživanja iskorišćenja lignina i ekstraktivnih tvari drva.

U radu je posebno naglašena uloga kemijske prerade drva u našoj zemlji, a istaknuti su i ciljevi znanstveno-istraživačkog programa na području tehnologije celuloze i papira u SR Hrvatskoj za razdoblje 1986—1990. god.

Glavne riječi: kemijska prerada drva — celuloza i papir — termička konverzija — hidroliza ugljikohidrata — lignin — ekstraktivne tvari.

Summary

This paper provides a brief outline of development of chemical conversion of wood through history and importance of chemical conversion of wood today.

A special stress has been put on importance of wood as a raw material for production of pulp and paper, then importance of thermal conversion of wood and hydrolysis of carbohydrates, and a role of investigation of lignin and extractives utilization.

This work emphasizes a role of chemical conversion of wood in this country underlining the aims of scientific and research program in the field of pulp and paper technology in the SR of Croatia for a period 1986—1990.

Key words: chemical conversion of wood — pulp and paper — thermal conversion — hydrolysis of carbohydrates — lignin — extractives (A. M.)

1. UVOD

Drvo služi čovjeku od pradavnih vremena kao sirovina za vrlo široku primjenu. U davna vremena, kada su velik dio zemljine površine pokrivala prašume, primitivan čovjek upotrebljavao je drvo za gorivo i oruđe. Međutim, drvo se kao prirodni materijal razgrađuje i vraća u prirodni ciklus, pa je zato vrlo malo dokaza rane upotrebe drva prije 300.000 godina u obliku vrška strijela, kopalja i oruđa nađeno u močvarnom glibu, gdje se u izuzetnim okolnostima sačuvalo do danas.

Po podacima FAO i danas drvo ima važnu ulogu izvora energije. Ukupno je godine 1979. upotrijebljeno 1,5 milijardi m³ drva za proizvodnju toplinske energije. Čovjek ima koristi od šume, odnosno drva, kroz svoj cijeli vijek, a dio te koristi izražen je i produktima kemijske prerade drva.

Jedna od najstarijih kemijskih prerada drva je karbonizacija. U povijesnim razdobljima kao brončanom i željeznom, drveni ugljen imao je veliku važnost, a radi svoje tehničke nezamjenjivosti, proizvodnja drvenog ugljena održala se do danas. Razvojem moreplovstva razvila se i karbo-

nizacija, posebno borova drva, radi iskorišćenja smole za konzerviranje drvenih brodova.

Razvojem tekstilne i staklarske industrije nastala je potreba za potašom, što je bilo vrlo štetno, budući da je za 1 t potaše potrebno spaliti 330 t drva.

Dva čovjeka su zaslužna što je prestala velika potrošnja drva, a to su Roebuch i Leblanc. Prvi je 1760. godine predložio zamjenu drvenog ugljena u željezarama koksom, koji je dobiven iz fosilnog ugljena. Leblanc je 1791. godine predložio novi postupak proizvodnje sode, koja je našla svoju upotrebu u staklarskoj industriji.

Nagli razvoj kemijske prerade drva uslijedio je početkom 19. stoljeća. U to vrijeme uvedena je suha destilacija drva, a dobivena octena kiselina i metanol bili su tada vrlo cijenjene sirovine. Drvo je i danas vrlo moderna i vrlo vrijedna sirovina kao osnovna supstanca za celulozu, papir, tekstina vlakna, filmove, aditive i mnoge druge proizvode.

Pronađene metode prerade, uz obnovljive sirovine kao što je drvo, omogućile su ogromni razvoj tiska i ostalih vrlo potrebnih proizvoda iz papira. Može se reći da je drvo jedan od najvažnijih proizvoda prirode.

Šume predstavljaju 80% ukupne organske tvari ili 2,2 x 10¹¹ t ugljika. Oko jedne trećine svjetske površine tla prekriveno je šumama u kojima

* Referat održan na savjetovanju »125. godišnjica šumarske nastave u Hrvatskoj«.

se nalazi ukupno 300 milijardi m³ drvene sirovine, od čega se sječe godišnje 2,6 milijardi m³. Taj volumen predstavlja 1,3 milijarde tona drva, što je ekvivalentno svjetskoj produkciji žita (1,5 x 10⁹ t), dva puta više od proizvodnje čelika ili cementa (0,7 x 10⁹ t) i 27 puta više od proizvodnje plastike (0,048 x 10⁹ t).

Potrošnja drva stalno raste, a predviđa se da će svjetske potrebe za drvom u 2000. godini iznositi između 3,8 i 6,2 milijardi m³, a predviđeni prirast je 7 do 9 milijardi m³. Prognoze pokazuju da će potrebe za industrijskim drvom porasti blizu dva puta, a za celuloznim drvom blizu tri puta u posljednjih 20 godina ovog stoljeća.

Iako godišnji prirast drva u šumama vrlo varira u odnosu na klimu i tlo i može iznositi u umjerenj klimi 3 do 5 m³ po hektaru, tropski eukaliptus može prirasti i 15 do 20 m³ po hektaru, ipak po propisima inventarizacije, svjetski godišnji prirast nije veći od 1 do 2 m³ po hektaru.

Po proračunu Sandermana (1973), brzo rastući bor u optimalnim uvjetima može proizvesti 13,7 g celuloze na dan. Ta količina celuloze odgovara 8,2 g lignina, 6,5 g polioza i 0,3 g ekstraktivnih tvari, što ukupno iznosi 27,7 g ili 56 cm³ drvene tvari proizvedene po jednom stablu na dan.

Međutim, predviđa se progresivno smanjenje zaliha drvene sirovine do 2000. godine, posebno u zemljama u razvoju, što je povezano s velikom potrebom drva kao goriva u tim zemljama.

Najvažniji proizvod kemijske konverzije drva je celuloza. U 1980. godini svjetska proizvodnja celuloze iznosila je 123 milijuna tona. U istom periodu ukupna potrošnja papira bila je 171 milijuna tona, od čega je više od 25% bilo dobiveno iz starog papira. U nekim zemljama (Japan, V. Britanija, SR Njemačka, DR Njemačka, Italija) primjena starog papira prelazi 40 — 50%. To ukazuje da je recikliranje važan faktor ekonomske upotrebe sirovina. Podaci o potrošnji papira pokazuju da velika potrošnja u visoko razvijenim industrijskim zemljama može biti još povećana, a da je potrošnja papira u zemljama u razvoju vrlo niska.

Potrošnja papira i kartona u kg po stanovniku

	Godina			
	1966	1979	1985	2000
USA	240	289	349	566
Kanada	141	215		
Japan	50	151	284	558
SSSR	21	33	67	192
Zapadna Evropa	186	263	180	324
Zemlje u razvoju	—	6	17	23
Svijet	31	40	55	91

2. CELULOZA I PAPIR

U svjetskim mjerilima predviđa se godišnji rast industrije celuloze i papira od 2 do 4%.

Ukupna količina drva za kemijsku i mehaničku proizvodnju vlakana danas iznosi 460 milijuna m³, što je više od jedne trećine ukupno posječene drvene sirovine (2,6 milijardi m³), poslije odbačka količine drva koje služi kao gorivo (1,5 milijardi m³).

Najveći svjetski proizvođači vlakana, koji daju oko 85% svjetske produkcije, bili su 1979. godine:

USA	45,5	milijuna t
Kanada	19,7	„ t
Japan	10,0	„ t
SSSR	9,5	„ t
Švedska	9,1	„ t
Finska	7,0	„ t
Brazil	2,45	„ t
Francuska	1,95	„ t

Produkcija i potrošnja u budućnosti bit će pod utjecajem, pored ostalih, i sljedećih faktora:

- općeg stupnja rasta brutto nacionalnog produkta u industrijskim i zemljama u razvoju, što je poznato da ima jaki utjecaj na potrošnju papira;
- troškova proizvodnje koji se sastoje od cijene drva, cijene rada, cijene energije, cijene zaštite okoline, početne investicije.

Karakteristično je da se povećava upotreba tvrdih vrsta drva (listača) iz područja umjerene klime kao i iz tropa. Sve je važnija i upotreba ostatka drvene tvari iz područja mehaničke prerade drva. Najveću važnost u budućnosti imat će sječka iz kompletnog stabla i upotreba nedrvnih vlakana naročito u zemljama u razvoju. Stari papir će imati još veću važnost u narednim godinama.

Ciljevi poboljšanja tehnologije proizvodnje vlakana su:

- povećanje iskorišćenja drvene tvari,
- smanjenje potrošnje energije,
- smanjenje potrošnje kemikalija za celulozu i bijeljenje, uključujući poboljšanje procesa regeneracije kemikalija,
- smanjenje zagađenja zraka i vode,
- razvoj procesa proizvodnje celuloze bez sumpora i razvoj izbjeljivanja bez klora,
- veća fleksibilnost u odnosu na iskorišćenje na celulozi, kvaliteti i bjeloći,
- razvoj procesa za preradu sprovednih produkata u proizvodnji celuloze.

Važne modifikacije procesa su:

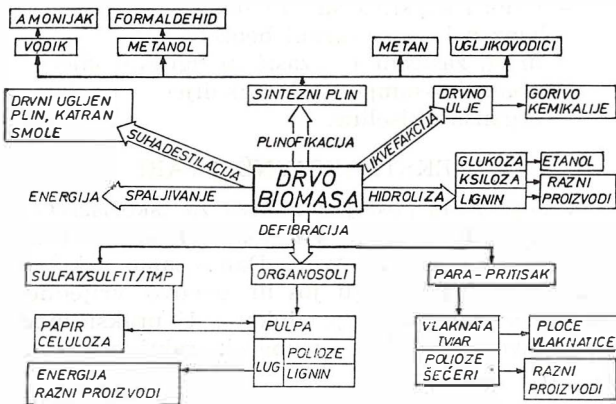
— dodatak drugih kemikalija u alkalnoj celulozi, modifikacija refiner mehaničke drvenjače, proizvodnja celuloze bez sumpora.

Važnost drvenjače i celuloze visokog iskorišćenja još će biti u porastu. Dominantnu ulogu imat će kraft celuloza, koja pokriva više od polovice ukupne mehaničke i kemijske proizvodnje vlakana (58,2%) ili blizu tri četvrtine kemijske proizvodnje celuloze (73,5%).

3. TERMIČKA KONVERZIJA DRVNE TVARI

Posljednjih godina veliki interes u svjetskim razmjerima usmjeren je na kemijsko i energetsko iskorišćenje odrvenjene i zelene biomase iz šumske proizvodnje. Dva glavna pravca primjene su (sl. 1):

- proizvodnja kemikalija i energija iz obnovljive sirovine, kao zamjena za skupe petrokemikalije i energiju iz fosilnih sirovina nafte, plina i ugljena.
- bolje iskorišćivanje drva u drvnjoj industriji, industriji celuloze, iskorišćenje otpadnih tvari iz drva.



Slika 1 — Termički i kemijski postupci za direktnu pretvorbu drva i biomase (2)
Fig. 1 — Thermal and chemical techniques for direct wood and biomass conversion (2)

Najpoznatiji i najjednostavniji proces termičke konverzije je izgaranje. Drugi termički procesi su piroliza, plinofikacija i likvefakcija.

Prednost drva kao goriva je u niskom sadržaju pepela i izuzetno niskom sadržaju sumpora. Kalorična vrijednost apsolutno suhog drva je 19 MJ/kg. Kalorična vrijednost kore ranih vrsta drva je u prosjeku nešto viša od vrijednosti od drva (18,7 — 22,7 MJ/kg), ali velika vlažnost kore, zatim veći sadržaj pepela mnogo snizuju kaloričnu vrijednost kore.

Tehnologija proizvodnje drvnog ugljena danas ima važnost i u industrijskim i u zemljama u razvoju. Pirolitičkom dekompozicijom drva bez prisustva zraka sa završnom temperaturom od oko 500°C omogućuje proizvodnju tri grupe tvari:

- krute komponente
- hlapive kondenzirajuće tvari
- hlapive nekondenzirajuće tvari.

Najvažniji proizvod pirolize je drvni ugljen. Svjetska proizvodnja drvnog ugljena iznosi oko 2,4 milijuna tona. Prosječno iskorišćenje u industrijskoj proizvodnji drvnog ugljena iznosi oko 35% drvene tvari, a ovisi o vrsti drva, sistemu pougljenjavanja, vremenu pougljenjavanja, završnoj temperaturi. Drvni ugljen se najviše upotrebljava kao aktivni ugljen u metalurgiji, čišćenju vode, kemijskoj sintezi i u druge svrhe.

Plinofikacija drva na temperaturi od oko 1000°C daje plin čiji sastav ovisi o uvjetima procesa i sadržaja vode u sirovini. Plinofikacija može biti provedena kao pirolitički proces ili u prisutnosti zraka, kisika i dodatka vodene pare. U slučaju upotrebe drvene tvari velika količina kisika i vodika uzrokuje jako kompleksni sastav plina, više nego u slučaju upotrebe ugljena ili plinofikacije gradskog krutog otpada.

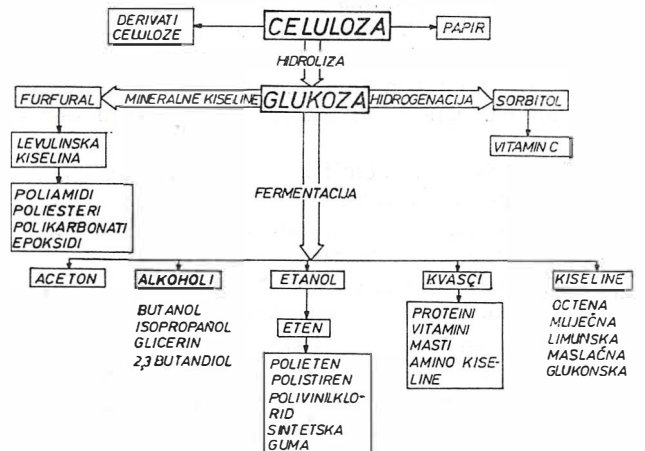
Glavne prednosti plinofikacije drva i biomase su niska potreba kisika i vodene pare kao i niski sadržaj sumpora. Plinofikacija u prisutnosti čistog kisika i vodene pare daje vodeni plin s kaloričnom vrijednosti od 11 MJ/m³. Ovaj plin može biti upotrijebljen za energetske svrhe, ali je od većeg interesa njegova konverzija u sintezni plin postupkom čišćenja i obogaćenja s vodikom. Najveći interes vlada za katalitičku konverziju sinteznog plina u metanol pri 450°C i 200 bara, a metanol dalje konverzijom u benzin ili diesel gorivo.

U procesu likvefakcije za sada postoje laboratorijski pokusi sa 250 bara i 250—340°C uz različite katalizatore, gdje su dobiveni rezultati likvefakcije drvene tvari od 98%, uz aceton kao otapalo.

4. HIDROLIZA UGLJIKOHIDRATA

Hidroliza drvnih polisaharida u šećeru je glavna kemijska reakcija procesa saharifikacije. Međutim, industrijski proces ima više tehničkih i ekonomskih problema, pa iako je razvijano više tehnoloških procesa u SR Njemačkoj, Švicarskoj i USA, sada se hidroliza provodi samo u SSSR-u u više od 40 tvornica. Pokusi koji se bave enzimatskom ili mikrobiološkom hidrolizom drva još su daleko od praktične primjene. Stupanj hidrolize je vrlo nizak, što je posljedica visokog sadržaja kristaliničnih dijelova celuloze i posebno visokog sadržaja lignina.

Drvne polioze su drugi dio polisaharida drva s većim udjelom u drvu listača (25—35%) nego u drvu četinjača (15—25%). Važnost drvnih poli-



Slika 2 — Kemikalije dobivene iz celuloze (2)
Fig. 2 — Chemical products derivable from cellulose (2)

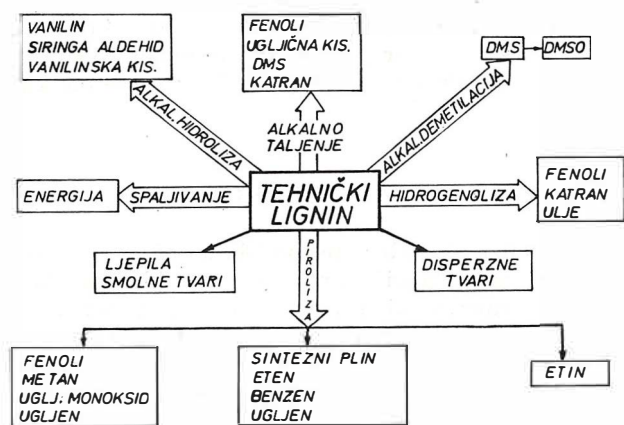
oza jeste za proizvodnju kemikalija na osnovi monosaharida dobivenih hidrolitičkim procesima (sl. 2).

U praksi su lugovi sulfitnih procesa pogodni supstrati za fermentaciju šećera u etanol i kvasac. U USA se proizvodi 9000 t/godinu krmnog kvasca fermentacijom sulfitnih lugova s *Torula* kvascem.

U praksi drvne polioze služe još za proizvodnju ksilitola, manitola, furfurala i drvne šećerne melase.

5. LIGNIN

Istraživanja na području korišćenja lignina posljednjih desetljeća široko su zastupljena u svijetu. Količina lignina koja se godišnje dobije u tehnološkim procesima proizvodnje celuloze je oko 50 milijuna tona (sl. 3).



Slika 3 — Kemikalije dobivene iz tehničkog lignina (2)
Fig. 3 — Chemical products derivable from technical lignin (2)

Korišćenje lignina može se podijeliti u četiri grupe:

- lignin kao ostatak u drvenjači, polucelulozi i nebijeljenoj celulozi,
- lignin kao gorivo,
- lignin kao polimer,
- lignin kao izvor nisko molekularnih kemikalija.

Glavna upotreba lignina danas je još uvijek kao goriva. Upotreba lignina za sada je ograničena radi:

- kompleksne kemijske strukture lignina i njegovih derivata,
- nehomogenosti i polidisperznosti lignina,
- visokog sadržaja nečistoća,
- visokog sadržaja sumpora u krać ligninu,
- visoke cijene pročišćavanja.

Lignin koji ima aromatski i alifatski karakter može poslužiti kao izvor mnogih kemikalija koje se sada proizvode iz nafte i prirodnog plina. Međutim, degradacija ligninske makromolekule u jednostavne aromatske i alifatske tvari jest vrlo skupa. Lignin mora biti desulfuriran ili moraju

biti upotrebljeni katalizatori otporni na sumpor. Nakon degradacije svakako je potrebno provesti čišćenje i frakcioniranje jer je dobiveni materijal smjesa nekoliko komponenata. Osnovni procesi prerade lignina su:

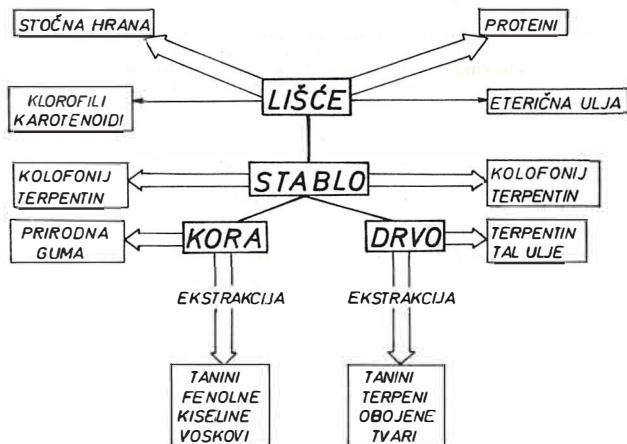
- alkalna oksidacija ili hidroliza,
- alkalna fuzija,
- nukleofilna alkalna demetilacija,
- piroliza,
- hidrogenoliza.

Kemikalije koje se mogu dobiti su:

- nespecifični produkti kao ugljen, ulje, smole i katran,
- plinovi kao ugljik monoksid, ugljik dioksid, vodik,
- fenol i supstituirani fenoli,
- benzen i supstituirani benzeni,
- drugi zasićeni i nezasićeni ugljikovodici,
- organsko-sumporne kemikalije,
- organske kiseline.

6. EKSTRAKTIVNE TVARI

Već je rano postojao interes za iskorišćavanje ekstraktivnih tvari drva i kore jer sadrže veliki broj raznih kemijskih tvari. Danas samo neke ekstraktivne tvari imaju još ili ponovo vrijednost kao izvor specijalnih produkata. U praksi mogu se proizvesti slijedeće grupe ekstraktivnih tvari (sl. 4):



Slika 4 — Kemikalije dobivene iz ekstraktivnih tvari (2)
Fig. 4 — Chemical products derivable from extractives (2)

- prirodne smole,
- ekstraktivne tvari drva dobivene otapalima,
- ekstraktivne tvari kore dobivene otapalima,
- kemikalije dobivene iz lišća.

Dok je proizvodnja prirodnih smola smolarenjem i ekstrakcijom otapalima u stagnaciji, produkcija tal ulja i sulfatnog terpentina je u porastu, što je u vezi s proizvodnjom celuloze iz četinjača. U USA je 1976. godine proizvedeno 430.000 tona rafiniranog tal ulja, masnih kiselina i kolofonija.

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Drvo se mora u budućnosti ekonomičnije koristiti tako da bude i nadalje signifikantan resurs.

Znanje o kemijskom sastavu drva i njegovom kemijskom ponašanju sada je mnogo važnije nego ikada prije. To je potrebno za efektivnu zaštitu protiv vanjskih utjecaja (kemikalije, enzimi, temperatura, iradijacija i dr.) s jedne strane, a s druge strane za pažljivu izolaciju komponenata drva i istraživanje novih proizvoda. Još je bitno bolje razumijevanje poznatih tehnologija i daljnji razvoj novih procesa, osnovnih istraživanja o izolaciji, karakterizaciji i reakcijama drvene tvari.

Kemija drva ne može se promatrati odvojeno od strukture drva. Drvo nije samo kemijska tvar ili anatomsko tkivo ili materijal, drvo je kombinacija svih triju činitelja. Drvo je intimna veza kemijskih komponenata koje oblikuju ultrastrukturne elemente, koji tvore visoko složene sisteme za izgradnju stijenki stanica u konačnoj kompoziciji tkiva drvene tvari.

Razvoj kemijske industrije na bazi drva ovisi o postojanju mnoštva biljnog materijala iz kojeg će se proizvesti vrijedne kemikalije kao etanol, furfural, fenoli, kvasci i drugi proizvodi. Međutim, limitirajući faktor za tu industriju danas su cijene sirovine.

Drvo postaje sve deficitarnija sirovina u svjetskim, a posebno u evropskim razmjerima. Zemlje EEZ uvoze 60% potrebnih količina drva i ono je po vrijednosti iza uvoza nafte.

Jugoslavija uvozi oko 2 milijuna m³ drva.

Stupanj korišćenja posjećene drvene mase u Jugoslaviji je nezadovoljavajući. Nedovoljna je proizvodnja celoluznog drva, a nedovoljno se koristi drvo slabije kvalitete, koje oko 25% ostaje u šumi, a s njime i panjevina, kora, grane i lišće.

Predviđa se slijedeći porast proizvodnje šumskih sortimenata do 2000. godine:

	u 000 m ³	
	1980. god.	2000. god.
Drvo za mehaničku preradu	7.560	9.500
Drvo za kemijsku preradu	1.574	3.000
Tehničko drvo	981	1.300
Ogrjevno drvo	3.019	4.800
Ukupno	13.134	18.600

Prema opširnoj i dokumentiranoj studiji Sabadi, R. i suradnici, »Šumarstvo i prerada drva u SR Hrvatskoj do 2000. godine« (1983), navodi se da je iskorišćenost kapaciteta u industriji celuloze i papira u Jugoslaviji oko 80%. Smatra se da bi tek iskorišćenost kapaciteta preko 85% mogla zadovoljiti, jer u industrijskim zemljama iskorišćenost kapaciteta u industriji celuloze iznosi između 90 i 95%.

U istoj studiji autori naglašavaju da, uz uvjet realizacije planova pošumljavanja do 2000. godine, postoji mogućnost podizanja najmanje dvije tvornice celuloze kapaciteta 500 t/d. Međutim, bitno je ne učiniti greške koje su se u prošlosti događale, a to je da se uz tvornicu celuloze mora podići tvornica papira, jer bi to postojeće i dobro uvedene tvornice papira ostavilo bez potrebne sirovine.

OČEKIVANO KRETANJE PROIZVODNJE CELULOZE I PAPIRA U SR HRVATSKOJ U TONAMA

	1980. g.	2000 g.
Drvenjača	26.349	60.000
Poluceluloza	55.533	110.000
Celuloza	25.783	150.000
Roto papir	12	50.000
Omotni i ambalažni papir	179.446	250.000
Kulturni papiri	26.503	50.000
Cigaretni papir	6.166	10.000
Valovita ljepenka	121.044	200.000

Da bi se moglo organizirano i kvalitetno udovoljiti zadacima koji predstoje u narednom razdoblju, udruženi rad SR Hrvatske na području industrije celuloze i papira, preko Poslovne zajednice »Exportdrvo« i Zavoda za istraživanje u drvenoj industriji, sudjeluje u programiranju i izvođenju znanstveno-istraživačkog rada od 1984. godine. Suradnici iz udruženog rada su najiskustiji i najbolji stručnjaci, već dokazani u svom dosadašnjem radu.

U prijedlogu programa u znanstveno-istraživačkoj djelatnosti na području tehnologije celuloze i papira za razdoblje 1986—1990. godine postavljene su slijedeći ciljevi:

— proširenje mogućnosti korišćenja drvnih i nedravnih sirovina za potrebe industrije celuloze i papira,

— izbor optimalnih postupaka prerade drvnih sirovina pri proizvodnji vlakana visokog iskorišćenja,

— uvođenje optimalnih postupaka u svim fazama prerade od sirovine do finalnog proizvoda,

— istraživanje svih otpadnih tvari industrije celuloze i papira s aspekta zaštite okoline i korišćenja energije.

Na osnovi ovih ciljeva, pretpostavljeni rezultati istraživanja bili bi:

— proširenje sirovinske osnove omogućit će efikasno iskorišćenje proizvodnih kapaciteta,

— povećanje iskorišćenja drugih sirovina,

— ušteda na sirovini i energiji uz kvalitetan finalni proizvod,

— povećanje stupnja informiranosti i dostupnosti rezultata istraživanja,

— stvaranje timova istraživača,

— osposobljavanje stručnih kadrova kroz uključivanje u istraživački rad.

Uz navedene ciljeve i očekivane rezultate, uz angažiranje šumarstva i mehaničke prerade drva, u tehnologiji celuloze i papira moći će se ostvariti imperativ današnjice usmjeren na integralno iskorišćenje drvene sirovine.

LITERATURA

- [1] Bučko, J., Elsner, K., Pajtik, J., 1981: *Chemické spracovanie dreva*. Visoka škola lesnička a drevarská, Zvolen.
- [2] Fengel, D., Wegener, G., 1984: *Wood, Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter, Berlin-New York.
- [3] Knežević, I., 1984: *Šumarstvo do 2000. godine*. Drvarski glasnik, god. XXXII, Br. 7.
- [4] Sabadi, R. et al., 1983: *Šumarstvo i prerada drva u SR Hrvatskoj do 2000. g. Preliminarna studija*. I—II dio, Šumarski fakultet, Zagreb.
- [5] Sertić, V., 1984: *Fizikalno-kemijska svojstva smole alepskog bora (Pinus halepensis Mill.) dobivene različitim tehnološkim postupcima*. Glas. šum. pokuse, Vol. 22, 87—181.

Recenzirao: prof. dr Ivo Opačić

SLOVENIJALES

žičnica

**Tovarna strojev in opreme, p. o.
Gerbičeva 101; p. p. 61
61111 Ljubljana**

Telex 31497

**Telefon 061 261-870
264-061**

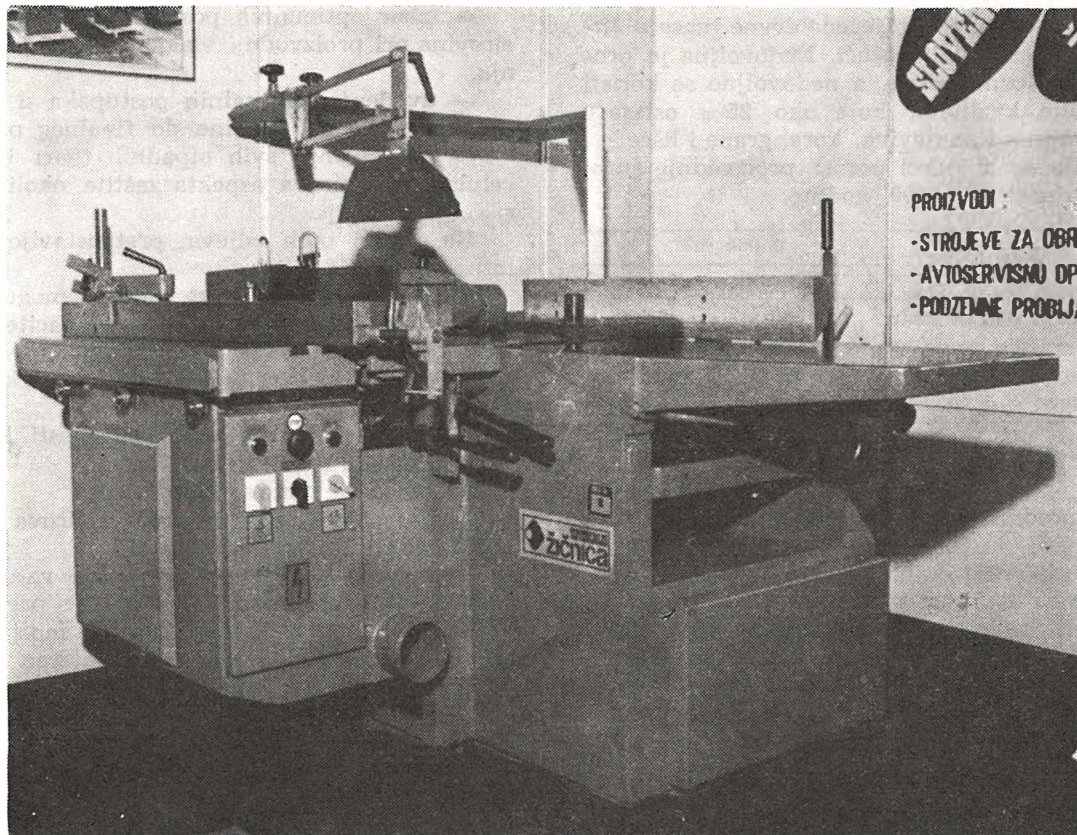
PROIZVODNI PROGRAM

Strojevi za obradu drva ● kopirne stolne glodalice ● stolne glodalice s velikim brojem okretaja s fiksnim ili nagibnim vretenom ● strojevi za poliranje i brušenje ● jednostrane i dvostrane formatne kružne pile ● oscilirajuće bušilice ● ovalne čeparice ● poluautomatski uređaji za opremu sušionica ● strojevi za horizontalno bušenje zemlje ● kopirne nadstolne glodalice s velikim brojem okretaja ● kombinirani stolarski stroj.

AUTOSERVISNA OPREMA

Uređaji za kontrolu kočnica ● servisna dizala za osobne automobile ● uređaji za montažu i demontažu automobilskih guma ● sprave za kontrolu koloteka.

**KVALITETU NAŠIH STROJEVA
GARANTIRAJU 35 GODINA RA-
DA I ISKUSTVA.**



**Kombinirani
stolarski
stroj
UMS-11/56**