

# Istraživanje mogućnosti substitucije drva četinjača listačama u proizvodnji stupova za vodove

Dr. SLAVKO KOVAČEVIĆ, dipl. ing.  
MAGDA HLEVNJAK, teh. suradnik  
Institut za drvo Zagreb

UDK 634.0.841

Primljeno: 4. siječnja 1982.  
Prihvaćeno: 2. ožujka 1982.

Pregledni rad

## Sažetak

U ovom su radu opisana anatomska građa i mehaničko-fizikalna svojstva određenih vrsta listača koje se preporučuju za izradu stupova u elektrovodovima.

Od odabranih listača predlaže se za plantažni uzgoj bagrem, na temelju njegove otpornosti, brza rasta i kvalitete drva.

Ključne riječi: mehanička svojstva drva — penetracija konzervansa — plantažni uzgoj bagrema.

## RESEARCHES ON SUBSTITUTION POSSIBILITIES OF CONIFEROUS BY DECIDUOUS WOOD FOR AERIAL LINE POLES

### Summary

This article describes the anatomic structure, mechanical and physical properties of certain deciduous species which are recommended for production of poles for aerial lines.

Among the selected deciduous species the black locust has been suggested for plantation growing, because of its resistance, quick growth and quality of wood.

Key words: mechanical properties of wood — penetration of preservatives — plantation growing of locust.

## 1.0 UVOD

Za izgradnju elektro i PTT vodova uglavnom se upotrebljava drvo četinjača i to najviše smreka i jela, a rjeđe bor i ariš. Već nekoliko godina postoji znatan deficit spomenutih vrsta četinjača za navedenu namjenu. Četinjača u većim količinama ima u SR Sloveniji, tako da su impregnacije drva u toj republici dobro opskrbljene. U ostalim republikama, međutim, nedostaju znatne količine, pa se stupovi za vodove od četinjača uvoze iz Čehoslovačke i SSSR-a. Postoje podaci da se kod nas siječu dovoljne količine četinjača za preradu u stupove, no, unatoč toga, impregnacije ne dobivaju četinjače iz domaćih izvora u dovoljnim količinama. Drvo namijenjeno za stupove u velikoj mjeri se prerađuje u pilanama i kemijskoj preradi drva, gdje se postižu bolji financijski efekti. Nikakvim stimulativnim mjerama ne može se danas postići da se drvo smreke, jela, bora i ariša proizvodi u dimenzijama prikladnim za PTT i elektrovodne stupove, i zato impregnacije oskudijevaju u potrebnim količinama ovog drva.

Elektroprivreda traži razna rješenja za tu problematiku. Između ostalog, nastoje se upotrijebiti za stupove drugi materijali, kao cement, željezo, aluminij i plastične mase. Svi ti materijali imaju određene nedostatke, koji već sada ili će u budućnosti izazivati nepredvidive poteškoće.

Aluminijevi ili željezni stupovi prije svega su daleko skuplji od drvenih i zahtijevaju posebne troškove održavanja, koji nisu maleni. Montaža je također vezana uz određene poteškoće, što zahtijeva dodatne troškove.

Betonski stupovi, u pogledu cijene u odnosu na drvene, nisu možda toliko nepovoljni, ali su im zato ostala svojstva takva da tome treba posvetiti posebnu pažnju ukoliko ih se želi ugraditi umjesto drvenih. Betonski stupovi moraju biti dobro izvedeni, tako da nisu porozni i da im je sposobnost upijanja vlage svedena na minimum, jer u protivnom slučaju zimi dolazi do smrzavanja, drobljenja i osipavanja. Taj nedostatak danas se rješava dodavanjem raznih hidroforbnih sredstava u beton. Njihova volumna masa je znatno veća od drvenih, pa je zato pitanje prijevoza na mekane i brdovite terene znatno otežano, a i montaža nije moguća bez mehanizacije. Osim toga, stupovi dulji od 8 m moraju imati temelj, što se postiže betoniranjem ili dodatkom cementa u prahu u iskopane rupe. Penjanje na stupove i montaža konzola je također kompliciranija nego kod drvenih stupova. Poseban problem ti stupovi predstavljaju u ekološkom pogledu, jer se postavlja pitanje gdje će se takvi stupovi odlagati nakon demontaže trase ili dotrajalošći mreže. Ti stupovi mogu se teško uništiti ili upotrijebiti u druge svrhe, pa će se njihovim odlaganjem stvoriti gomile neuništivog otpada. Kod metalnih stupova takvih neprilika nema, jer se oni nakon demontaže mogu ponovno preradivati, a problem je samo u pogledu održavanja.

Najveću nepoznanicu predstavljaju plastični stupovi, koji imaju sve nedostatke betonskih, plus visoka cijena i deficitaran osnovni materijal, a to je nafta. Također je velika nepoznanica njihova kemijska postojanost, s obzirom na visoku trajnost, koja se zahtijeva za stupove u vodovima. Demontirani plastični stupovi su poseban problem u ekološkom pogledu, jer se teško uništavaju.

Drveni stupovi slobodni su od svih navedenih nedostataka, i ukoliko se dobro impregniraju i održavaju, obično je njihova trajnost dosta velika. Zbog toga će drvo dugo vremena imati prednost pred svim ostalim materijalima i teško će se moći zamijeniti.

## 2.0 STUPOVI ČETINJAČA I LISTAČA NAMIJENJENI ZA VODOVE

Stupovi za vodove u SFRJ upotrebljavaju Elektroprivreda, PTT i JNA, a njihov broj se svake godine povećava zbog rekonstrukcija postojećih mreža i izgradnje novih linija. Potreba u stupovima za sva tri korisnika zajedno danas se cijeni na približno 500.000 komada, odnosno približno 140—155.000 m<sup>3</sup>. Najveći je potrošač elektroprivreda, koja, pored impregniranih stupova četinjača, upotrebljava znatne količine stupova listača. Godišnja potreba za stupovima četinjača iznosi približno 280—300.000 komada ili 80—85.000 m<sup>3</sup>. Osim toga, cijela elektroprivreda ukupno troši oko 55—60.000 komada, ili 20—25.000 m<sup>3</sup> stupova listača, a to su kesten, bagrem i hrast, uglavnom u neimpregniranom stanju. Potrebe ostalih dva potrošača godišnje iznose oko 160—180.000 komada, što približno iznosi cca 40—45.000 m<sup>3</sup>. Godišnja potreba za sva tri korisnika iznosi oko 120—130.000 m<sup>3</sup> četinjača i 20—25.000 m<sup>3</sup> listača.

Prema podacima Općeg udruženja šumarstva i industrije za preradu drva, celuloze i papira Jugoslavije, planirane su slijedeće količine četinjača i listača za stupove (tablica I).

Prema ovoj statistici, predviđena je dovoljna količina četinjača i listača za proizvodnju stupova. Unatoč toga, neke impregnacije oskudijevaju na supovima četinjača pa su ih prisiljene uvoziti. Na temelju toga može se zaključiti da planirane i proizvedene količine listača i četinjača namijenjene za stupove nisu bile upotrijebljene za tu svrhu.

Jedino rješenje za dobivanje dovoljnih količina stupova u budućnosti bilo bi u plantažnom uzgajanju pogodnih vrsta drva za stupove.



STATISTIČKI PODACI O PLANIRANOJ SJECI LISTAČA I ČETINJAČA ZA STUPOVE U SFRJ OD 1978. DO 1985. GOD.  
 STATISTICAL DATA ON PLANNED FELLING OF DECIDUOUS AND CONIFEROUS TREES FOR POLES IN  
 THE SFR OF YUGOSLAVIA FROM 1978 TO 1985

Tablica 1

Table 1

1	1978.		1979.		1980.		Plan za 1985.	
	listača m <sup>3</sup>	četinj. m <sup>3</sup>	listača m <sup>3</sup>	četinj. m <sup>3</sup>	listača m <sup>3</sup>	četinj. m <sup>3</sup>	listača m <sup>3</sup>	četinj. m <sup>3</sup>
JUGOSLAVIJA	31.543	205.611	30.000	194.000	66.000	177.000	40.000	210.000
B i H	1.402	75.265	1.000	80.000	3.000	58.000		
CRNA GORA	—	1.774	—	2.000	—	—		
HRVATSKA	9.756	1.159	7.000	1.000	6.000	1.000		
MAKEDONIJA	—	—						
SLOVENIJA	14.827	126.761	14.000	112.000	48.000	115.000		
SRBIJA	3.769	393	4.000	1.000	6.000	1.000		
KOSOVO	—	—	—	—	—	—		
VOJVODINA	1.789	259	2.000	—	3.000	—		

### 3.0 LISTAČE KOJE DOLAZE U OBZIR ZA IZGRADNJU ELEKTROVODNIH I PTT STUPOVA

Na temelju uspoređivanja fizičko-mehaničkih svojstava listača u odnosu na četinjače, odabrane su slijedeće vrste kao pogodne za izgradnju elektrovodnih i PTT stupova:

— kesten, hrast, jasen, bagrem, joha i breza.

Te vrste listača po svojim mehaničkim svojstvima, kao što su čvrstoća na vlak, savijanje, tlak i udar, premašuju mehanička svojstva gotovo svih vrsta četinjača. Mehanička svojstva, prirodna trajnost i permeabilnost prikazana su u tablici II i III i opisima u nastavku.

#### 3.1 Anatomski građa i ostala svojstva predloženih vrsta listača

Drvo četinjača znatno se razlikuje od drva listača. Četinjače su jednostavnije građe i sastoje se pretežno od traheida. Jednostavnost u građi utječe na njihov mikroskopski izgled, i drvo četinjača je finije žice i homogenije građe. One nemaju traheja i odlikuju se jednolikom teksturom, godovi su im markantni i jasno su vidljive zone ranog i kasnog drva. Drvni traci se ne vide prostim okom. Provodno tkivo za tekućine su traheide, a međusobno su povezane ograđenim žažicama.

Drvo listača nije tako jednostavne građe i sastoji se od članaka traheja, traheida, libriforskih

vlakana, vlaknastih traheida i parenhima. Za provođenje tekućina služe traheide i traheje. Traheide listača slične su aksialnim traheidama četinjača, ali su izgubile mehaničku funkciju. Javljaju se pojedinačno, kratke su i nepravilna oblika. U vezi su s trahejama preko sitnih ograđenih jažica koje se nalaze na aksialnim membranama. Traheide listača su kraće od onih četinjača, na krajevima nisu šiljaste i mogu biti deformirane.

Traheje su izraziti provodni elementi i bitno se razlikuju od traheida. Traheje ili trahealni nizovi sastoje se iz aksialnog niza članaka, koji izgrađuju cjevaste tvorevine neodređene duljine, a članak predstavlja pojedinačnu stanicu. Članak traheje je stanica koja može biti bačvastog, valjkastog i cjevastog oblika. Traheje provode vodu mnogo bolje od traheida, a drvo listača, osobito u bjejljici, sastoji se od traheja koje su otvorene. Bjejljika gotovo svih listača može se vrlo dobro napajati raznim tekućinama, a sržni dio ima veliku prirodnu otpornost, i kod njega su traheje većinom zatvorene tilama.

### 4.0 GRAĐA I KARAKTERISTIKE LISTAČA KOJE DOLAZE U OBZIR ZA IZGRADNJU ELEKTRO I PTT VODOVA

Kesten (CASTANEA SATIVA, MILL.)

Pitomi kesten se najčešće i najviše upotrebljava za izradu elektro-vodova. Najviše se primjenjuje u SR Sloveniji, ali također u znatnoj mjeri na području nekoliko »Elektri« u Hrvatskoj. Traj-

nost mu je dosta velika, i do 15 god., a nekad i više (bez impregnacije).

Nije prikladan za plantažni uzgoj, zbog pojave bolesti raka kore. Stupovi kestena se ne impregniraju, a razlog leži uglavnom u tome što su često nepravilnog oblika s dosta kvrga, pa se na uobičajen način ne mogu osloboditi kore i lika.

Kod kestenovog drva razlikuje se bjeljika od srži. Bjeljika je uska svega nekoliko godina. Godovi su markantni i prstenasto porozne građe. Srednje je tvrdoće, volumne mase i čvrstoće. Odlikuje se velikom prirodnom trajnošću, što je osobito značajno za elektrovodne stupove.

MEHANICKA SVOJSTVA POJEDINIHR VRSTA LISTACA I CETINJACA  
MECHANICAL PROPERTIES OF INDIVIDUAL DECIDUOUS AND CONIFEROUS SPECIES

Tablica II  
Table II

Vrsta drva	Volumna masa privlačnosti			Bubrenje — Utezanje				Čvrstoća na tlak daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na savijanje daN/cm <sup>2</sup>
	0 %	12—15 % kg/m <sup>3</sup>	sirovo	βl %	βt %	βr %	βvol. %		
ROBINIA									
PSEUDOACACIA, L. — Bagrem	540-740-870	580-770-900	800-900	0,1	6,9	4,4	11,4	620-720-810	1030-1360-1690
CASTANEA SATIVA, MILL. — Kesten	590	630	1060	0,6	6,4	4,3	11,3	500-500-570	700-770-910
QUERCUS									
ROBUR, L. — hrast lužnjak	390-650-930	430-690-960	650-1000- 1160		7,8- 10,0	4,0- 4,6	12,2- 15,0	540-610-670	740-880-1050
QUERCUS PETRAEA, LIEBL. — hrast kitnjak	390-650-930	430-690-960	650-1000- 1160	0,4	7,8- 10,0	4,0- 4,6	12,2- 15,0	480-650-700	780-111-1170
FRAXINUS									
EXCELSIOR, L. — jasen	410-650-820	450-690-860	600-800- 1140	0,2	8,0	5,0	13,2	230-520-800	580-1200-2100
FAGUS									
SILVATICA, L. — bukva	490-680-800	540-720-910	820-1070- 1270	0,3	11,8	5,7	14-17,9- 21	410-620-990	740-1230-2100
PICEA ABIES, Karst. — smreka	300-430-640	330-470-680	700-800- 850	0,3	7,8	3,6	11,7 cca	350-500-790	490-780-1360
ABIES ALBA, Mill. — jela	320-410-710	350-750	800-900- 1000	0,1	7,6	3,8	11,5	310-470-590	470-830-1180
ALNUS GLUTINOSA, Gaerth. — joha	450-510-600	490-550-640	800-850- 930	0,5	9,3	4,4	14,2	310-548-770	440-830-1180
BETULA VERRUCOSA, Erhr. — — breza	460-610-800	510-650-830	800-850- 900	0,6	7,8	5,3	13,7	380-570-1000	760-1470-1550

Nastavak tablice II

Vrsta drva	Čvrstoća na vlak paral. daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na vlak okomito daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na udar KJ/m <sup>2</sup>	Tvrdoća daN/cm <sup>2</sup>	Prirodna trajnost god.	Permeabilnost na kreoz. po Rüpping-metodi i na vodenu otopinu soli
ROBINIA PSEUDOACACIA, L — bagrem	880-1360-1840	43	110-114-150	450-590-770	10—15	ekstremno rezistentan u srži za bjeljiku nema podataka
CASTANEA SATIVA, Mill. — Kesten	cca 1350	—	55-75-59	320-510-730	10—15	ekstremno rezistentan u srži. Za bjeljiku nema podataka
QUERCUS ROBUR, L. hrast lužnjak	500-900-1800	26-40-96	10-60-160	280-650-1010	10—15	ekstremno rezistentan u srži. Permeabilan u bjeljici.
QUERCUS PETRAEA, Liebl. — — hrast kitnjak	500-900-1800	26-40-96	10-60-160	430-690-990	10—15	Isto.
FRAXINUS EXCELSIOR, L. — — jasen	700-1650-2930	70-112	10-68-250	410-760-1150	do 5 g.	djelomično rezistentan u srži i u bjeljici.
FAGUS SILVATICA, L. — bukva	570-1350-1800	70-107	30-100-140	540-780-1100	do 5 g.	permeabilan u bjeljici i u srži.
PICEA ABIES, Karst. — smreka	210-900-2450	15-27-40	10-46-110	140-270-460	5—10 g.	rezistentna u srži. bjeljika nema podataka.
ABIES ALBA, Mill. — jela	480-840-1200	cca 23	30-42-120	180-340-530	5—10 g.	djelomično permeabilna u srži. Permeabilna u bjeljici.
ALNUS GLUTINOSA, Gaertn. — joha	550-940-1400	67-73-79	25-54-108	320-440-590	do 5 g.	permeabilna u bjeljici i srži.
BETULA VERRUCOSA, Erhr. — breza	350-1370-2700	cca 70	45-100-130	—	do 5 g.	permeabilna u srži. bjeljika nema podataka.

PODACI ISPITIVANJA MEHANIČKIH SVOJSTAVA BAGREMA IZ DELIBLATSKE PESČARE  
DATA OF TESTING MECHANICAL PROPERTIES OF LOCUST FROM DELIBLATSKA PESČARA

Tablica III

Table III

Volumna masa kg/m <sup>3</sup>		Bubrenje-utezanje %			Čvrstoća na tlak daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na savijanje daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na vlak daN/cm <sup>2</sup>	Čvrstoća na udar KJ/m <sup>2</sup>
0%	12—15% vlage	βr	βt	βvol				
714-761-847	738-803-878	5,37, 6,09- 7,20	7,60- 8,95- 10,46	12,89- 14,78- 16,93	505-675-795	935-1553- 1989	113-2026- 2671	25-59-99

Izvor:

»Komparativno ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava bagrema«. Institut za ispitivanje materijala SR Srbije. Publikacija br. 31.



Za impregnaciju dolazi u obzir napajanje konzervansima uskog pojasa bjeljike, ali djelomično i unutrašnjosti, ukoliko bi se izvršilo perforiranje svrdlima ili ubadanjem noževima. Također bi se pri tom mogle impregnirati i razne pukotine. Ukoliko bi se to još kombiniralo s primjenom bandaže, onda bi se moglo računati na trajnost kestevnih stupova i do 30 godina.

#### Hrast lužnjak i kitnjak (QUERCUS ROBUR, L., i QUERCUS PETRAEA, Liebl.)

Obje vrste hrasta mogu se naći u našim šumama. Spadaju u jedričave vrste drva. Uske su bjeljike, a srž im je obično žućkasto-smeđe boje. Volumna masa je srednje vrijednosti, a takva je tvrdoća i elastičnost. Međutim, velike su čvrstoće na tlak i udarac. Hrastovina je sklona pucanju, zato se mora sporo sušiti. Prirodna trajnost hrastovih stupova u vodovima slična je onoj kod kestena. Međutim, ako bi se podvrgli istom tretmanu zaštite kao stupovi kestena, trajnost bi im iznosila i do 30 godina.

#### Jasen (FRAXINUS EXCELSIOR, L.)

Drvo jasena spada u bakuljavu vrstu. Bjeljika je široka. Glavni provodni elementi su traheje i vazi-centrične traheide. Prirodna trajnost je slična bukovini, a nedostatak je u tome što ima slabu permeabilnost u bijeli i u srži. Međutim, uz perforiranje vjerojatno bi se dobila zadovoljavajuća permeabilnost.

Naprijed spomenute vrste listača nisu pogodne za plantažni uzgoj. Najprikladniji za tu svrhu bio bi bagrem. Bilo bi uputno da se ispita obična breza i crna joha s obzirom na kvalitetu za upotrebu kao elektro i PTT vodovi.

#### Joha, crna (ALNUS GLUTINOSA, Gaertn.)

Joha je bakuljavo drvo, crveno-smeđe boje. Godovi joj nisu izraziti, difuzno je porozna. Spada među lagane vrste drva srednje čvrstoće. Prirodna trajnost nije velika, ali s obzirom da bi se dala dobro impregnirati, mogla bi se trajnost znatno produžiti. Stabla joha su obično ravna, pa zbog toga postoji mogućnost strojne mehaničke obrade u impregnaciji.

#### Breza obična (BETULA VERRUCOSA, Ehrh.)

Breza spada među bakuljave vrste s izrazitim godovima i difuzno je porozno drvo. Srednje je tvrdoće i volumne mase, te velike čvrstoće. Prirodna trajnost je mala, no budući da se dobro impregnira, trajnost se može znatno produžiti.

#### Bagrem (ROBINIA PSEUDOACACIA, L.)

Bagrem potječe iz Sjeverne Amerike. Brzo raste i dobro se razmnaža, zbog toga se proširio po čitavoj Evropi, a najviše ga ima u Rumunjskoj i Mađarskoj. U Mađarskoj ga ima preko 200.000 ha i predstavlja 17% svih šuma.

Bagrem spada u jedričavu vrstu drva. Odlikuje se velikim udjelom srži, dok je bjeljika, naprotiv, uska s tri do pet godova. Godovi su jako izraziti, oštri, markantni i prstenasto su porozne građe. Kod sržnog dijela traheje su ispunjene tilama, dok su traheje kod bjeljike slobodne od tila i propusne za tekućinu. Prema tome, bjeljika se kod bagrema može dobro impregnirati solima i uljima, propusna je za tekućine, pa se zato trajnost može povećati impregnacijom. Kako je bagrem sklon pucanju i sadrži dosta pukotina, konzervans na tim mjestima prodire dublje u unutrašnjost, i time se znatno povećava trajnost stupova.

#### 5.0 SVOJSTVA BAGREMA VAŽNA ZA UZGOJ

Bagrem brzo raste, i, ako mu se posvećuje dovoljno pažnje, već u petoj godini može dostići visinu od 8—10 m. Na optimalnim staništima u roku od 8 god., uz pravilnu preradu, može dati drvenu masu od 240 m<sup>3</sup>/ha, ili prosječni godišnji prirast od 30 m<sup>3</sup>/ha.

Bagrem dobro uspijeva na zemljištu koje nije jako suho, a najbolje se razvija na rastresitom, dubokom i pjeskovitom zemljištu, zato jer mu je tu mogućnost razvitka korjena velika. Međutim, može se uzgajati na lošijim terenima, kao što su ilovača i glina, ako nije previše tvrda. Ne uspijeva na kamenitom tlu i na sterilnom pijesku. Ne može se razvijati na zemljištu s ustajalom vodom ili na zemljištima gdje je nivo podzemnih voda visok. Spada u fotofilne vrste. Odlikuje se bogatim žilnim sistemom i mikrofilnošću, i zbog toga nikad ne oskudijeva na kemijskim elementima koji su mu potrebni za razvitak. Ne podnosi niske temperature. Nije osjetljiv na više temperature i nisku relativnu vlagu zraka. Vrlo je otporna vrsta, a to dolazi do izražaja ako se uzgaja u čistim sastojinama. U tom slučaju je jako otporan na abiotske faktore i biotske štetnike. Bagrem se razmnožava na dva načina, sjemenkama ili vegetativnim putem. Ovom drugom načinu treba dati prednost, jer se tako dobiju bolji rezultati, s obzirom na oblik stabla, što je važno za stupove. Nakon II svjetskog rata bagrem se počeo uzgajati na većim površinama u Delibatskim, Ramskim i Subotičkim pjescima. Međutim, rezultati nisu bili osobeći, jer se tim šumama poklanjalo malo pažnje i njege, pa je prirast bio dosta slab. Kod nas postoje znatne mogućnosti za plantažni uzgoj bagrema jer imamo zato prikladnih tala. Tom problemu je potrebno posvetiti odgovarajuću pažnju.



Bagrem je vrlo čvrsto i tvrdo drvo, volumna masa i tvrdoća veće su mu od volumne mase i tvrdoće smreke i jele. Zbog toga je manipulacija s bagremovim stupovima u odnosu na smrekove i jeleve stupove nešto teža, ali im je zato trajnost daleko veća. Trajnost bagremovih stupova, prema podacima elektrodistribucija (Varaždin, Tuzla) koje ih upotrebljavaju, zadovoljavajuća je, a kreće se između 10—18 godina, što ovisi o manipulaciji stupovima prije ugradnje, te o klimatskim i terenskim uvjetima.

Bagremovi stupovi, ukoliko nisu uzgajani u plantažama, sadrže dosta kvrga, mogu biti usukani i dosta krivi. Stupovi uzgajani u plantažama pravilnijeg su rasta, s manje kvrga i manjom volumnom masom i tvrdoćom.

Razvitkom elektrifikacije postaje sve veća tražnja za drvenim elektrovnim stupovima. Poznato je da se iz domaćih zaliha ne može osigurati dovoljna količina drvnih stupova, pa čak ni u tom slučaju ako bi se upotrebljavale i listače. Taj problem bi se mogao jedino riješiti plantažnim uzgojem onih vrsta koje su prikladne za spomenutu svrhu. Plantažno se mogu uzgajati vrlo uspješno od listača bagrem, a od četinjača ariš i smreka. Plantažno uzgajane četinjače, zbog ubrzanog rasta, imaju smanjenu volumnu masu i čvrstoću, što za elektrovnove predstavlja nedostatak. Kod plantažnog bagrema spomenuta svojstva su također umanjena, ali još uvijek veća ili jednaka istim svojstvima prirodno uzgojene smreke ili jele.

Ukoliko bi se plantaže organizirale u većem opsegu u suradnji sa šumarstvom, moglo bi se u dojedno vrijeme osigurati znatne količine stupova i sasvim eliminirati uvoz.

Kod stupova četinjača postiže se veća trajnost ako se u zoni zemlja—zrak izvrši perforiranje u dubini od tri centimetra, a u dužini od 90 cm. Na mjestima gdje je izvršena takva perforacija prodor konzervansa se kreće do tri centimetra i više, dok je na neperforiranim mjestima penetracija skoro uvijek manja od 1 cm.

Prema podacima tvrtke »Wolman« iz SR Njemačke, stupovi smreke i jele, perforirani i impregnirani solima, imaju trajnost čak do 30 godina. Isto takvi stupovi, impregnirani po punom postupku istim solima, ali bez perforacije, imaju trajnost jedva oko 10 godina, zbog male penetracije konzervansa.

Zbog navedenog bi trebalo načiniti pokuse impregnacije i primjene bagremovih stupova, koji bi bili perforirani u području zemlja — zrak. U tom bi slučaju, zbog povećane penetracije konzervansa, trajnost bila znatno produžena. Ako bi se sproveda i naknadna zaštita, a to znači da se vrhovi koji su često skloni pucanju zaštite posebnim kapama koje sadrže konzervans ili da se premažu posebnim pastama, a podnožje da se

zaštiti bandažama, tada bi trajnost takvih stupova iznosila više od 30 godina.

## 6.0 ZAKLJUČAK

Na temelju prikazanih svojstava i anatomske građe, može se zaključiti da su listače koje se mogu primijeniti za izradu stupova, u pogledu tih svojstava, jednake četinjačama ili ih nadmašuju. Za izradu elektrovnih stupova mogu se rabiti ove vrste listača: hrast, bagrem, kesten, joha, breza i jasen.

Ne postoje zapreke da se i listače primijene za izgradnju elektrovnova, jednako kao i četinjače. Prigovori se mogu postaviti samo s obzirom na volumnu masu, tvrdoću i oblik, što predstavlja otežane uvjete prilikom montaže stupova, dok im prirodna trajnost daleko nadmašuje trajnost četinjača.

U pogledu plantažnog uzgoja, od listača dolazi u obzir bagrem a od četinjača smreka i ariš. Kod plantažno uzgojenog bagrema, vrijednosti volumne mase, tvrdoće su nešto manje, pa se u tom pogledu skoro izravnavaju s vrijednostima četinjača koje su rasle pod prirodnim uvjetima.

Za naše prilike, bagrem bi bio najpovoljniji za plantažni uzgoj, jer brzo raste i nije izbirljiv na kvalitetu tla, otporan je na bolesti, a u obliku stupa je vrlo čvrst i otporan na uzročnike truleži.

## LITERATURA:

- [1] \*\*\*: Komparativno ispitivanje fizičko-mehaničkih svojstava bagrema. Institut za ispitivanje materijala SR Srbije. Publikacija br. 31
- [2] \*\*\*: Resistance of timbers to impregnation with creosote. FPR Bull-No. 54, London, 1971.
- [3] \*\*\*: Statistički godišnjak Jugoslavije 1980. Savezni zavod za statistiku Beograd, 1980.
- [4] \*\*\*: Sumarska enciklopedija. Jugoslavenski leksikografski Zavod, Zagreb, 1959.
- [5] \*\*\*: Sumarska enciklopedija. Knjiga I. Jugoslavenski leksikografski Zavod Zagreb, 1980.
- [6] BREZINŠČAK, M.: Mjerenje i računanje u tehnici i znanosti, Tehnička knjiga, Zagreb, 1971.
- [7] HORVAT, I., KRPAJ, J.: Drvno industrijski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.
- [8] KÖNIG, E.: Tierische und pflanzliche Holzschädlinge. Insekten und Pilze.
- [9] KNADEL, H.: Holzschutz am Bau, Karlsruhe, 1975.
- [10] MAHLKE, TROSCHEL-LIESE: Holzkonservierung, SPRINGER-VERLAG, Berlin, 1950.
- [11] PETROVIĆ, M.: Zaštita drveta. II dio, Beograd, 1980.
- [12] SPOLJARIĆ, Z.: Anatomija drva. Struktura i kvaliteta drva, Zagreb, 1964.
- [13] SPOLJARIĆ, Z.: Anatomija drva, Zagreb, 1977.
- [14] UGRENOVIĆ, A.: Tehnologija drveta, Zagreb, 1950.
- [15] WAGENFOHR-SCHEIBER: Holz-Atlas, Leipzig, 1974.

Recenzent: prof. dr B. Petrić

# INSTITUT ZA DRVO - (INSTITUT DU BOIS)

ZAGREB, ULICA 8. MAJA 82 — TELEFONI: 448-611, 444-518  
TELEX: 22367 YU IDZG

## za potrebe cjelokupne drvne industrije SFRJ

### OBAVLJA:

#### ISTRAŽIVAČKE RADOVE

s područja građe i svojstava drva, mehaničke i kemijske prerade i zaštite drva, te organizacije i ekonomike.

#### IZRAĐUJE PROGRAME

za izgradnju novih objekata, za rekonstrukciju, modernizaciju i racionalizaciju postojećih pogona.

#### PREUZIMA KOMPLETAN ENGINEERING

u izgradnji novih te rekonstrukciji i modernizaciji postojećih pogona. Izrađuje idejne, glavne i izvedbene projekte strojarškog dijela toplane, energane, toplinskih razvoda i pneumatskog transporta, te građevinskih objekata za sve industrijske oblasti. Obavlja nadzor nad izvođenjem građevinskih objekata i projektiranih tehnoloških procesa s pripadajućim energetske i strojarškim komponentama, te razvija nove i usavršava postojeće uređaje i opremu iz područja djelatnosti.

#### PROJEKTIRA I PROVODI

ekonomsku i tehnološku organizaciju, istraživanje tržišta i razvoj proizvoda.

#### DAJE POTREBNU INSTRUKTAŽU

s područja svih grana proizvodnje u drvnj industriji, te specijalističku dopunsku izobrazbu stručnjaka u drvnj industriji.

#### PREUZIMA IZVOĐENJE SVIH VRSTA ZAŠTITE DRVA

protiv insekata, truleži i požara za potrebe drvne industrije i šumarstva (zaštita trupaca i građe) i u građevinarstvu (zaštita krovista, građ. stolarije i ostalih drvnih konstrukcija)

#### ATESTIRA, ISPITUJE I DAJE UPUTE ZA PRIMJENU

ljepila, sredstava za površinsku obradu i zaštitu drva, te pokušstva i ostalih proizvoda drvne industrije.

#### BAVI SE IZDAVAČKOM I NAKLADNIČKOM DJELATNOSTI

s područja drvne industrije.

#### ODRŽAVA DOKUMENTACIJSKI I PREVODILAČKI SERVIS

domaće i inozemne stručne literature.

Za izvršenje prednjih zadataka Institut raspolaže odgovarajućim stručnim kadrom i suvremenom opremom.

#### U SVOM SASTAVU IMA LABORATORIJE ZA:

- ispitivanje kvalitete namještaja,
- ispitivanje kvalitete drva i ploča,
- ispitivanje ljepila, te sredstva za zaštitu drva i sredstva za površinsku obradu drva.
- poluindustrijsku proizvodnju ploča.