

ŠUMARSKI FAKULTET ZAGREB
ZAVOD ZA ISTRAŽIVANJA U DRVNOJ INDUSTRIJI

BILTEN



DIGITALIZIRANO U OKRAJŠU ZAŠTITE IŠTAŽIVANJA
2018.

S a d r Ź a j

Strana

Bađun S.

ZBORNİK RADOVA 1976. - 1980. god. znan- stvenoistraživačkog projekta "ISTRAŽIVANJA SVOJSTAVA DRVA I PROIZVODA IZ DRVA KOD ME- HANIČKE PRERADE"	1
---	---

Sabadi R. i Jakovac H.

ISKORIŠTENOST KAPACITETA U DRVOPRERAĐI- VAČKOJ INDUSTRIJI U HRVATSKOJ	3
--	---

Sever S. i Horvat D.

NEKI ERGONOMSKI ASPEKTI RADA UREĐAJA DRVNE INDUSTRIJE	25
--	----

Petrić B. i Šćukanec V.

NEKE STRUKTURNE KARAKTERISTIKE JUVENILNOG DRVA DOMAĆE BUKVE	57
--	----

R e d a k t o r i :

Prof. dr Stanislav Bađun

Dipl. ing. Vladimir Herak

Prof. dr Mladen Figurić

Prof. dr mr Boris Ljuljka

Tehnički urednik:

Zlatko Bihar

Znanstvenoistraživačkog projekta 1976.-1980. godine "Istraživanja svojstava drva i proizvoda od drva kod mehaničke prerade"

U izdanju Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb i Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za istraživanja u drvnoj industriji, tiskan je navedeni Zbornik u 5 knjiga na 1.155 stranica. U nastavku se daje pretisak predgovora ove edicije.

Znanstveno-istraživački i istraživačko-razvojni rad jest sistematska stvaralačka djelatnost kojoj je cilj da poveća znanstvene i tehnološke spoznaje, radi njihove primjene u praksi. Znanost je danas postala dominantna sila koja pridonosi ostvarenje tehnoloških, ekonomskih, obrazovnih, socijalnih i općekulturnih ciljeva u suvremenom društvu. Rezultati i primjena znanstvenoistraživačke i istraživačko razvojne djelatnosti omogućuju iznalaženje optimalnih rješenja za unapređenje proizvodnog procesa i organizaciju proizvodnje, društvenog života, te veću društvenu proizvodnost i efikasnost. Znanstvenoistraživački rad i primjena rezultata iz te djelatnosti najznačajnija su komponenta za daljni razvoj i napredak svake, pa tako i industrije za preradu drva.

Značajnu ulogu za znanstvenoistraživački rad na polju nauke o drvu i drvnotehnološke djelatnosti odigrale su pravne osnove znanstvenog rada u SR Hrvatskoj, regulirane Zakonom o organizaciji znanstvenog rada iz 1974. godine, i osnivanje Samoupravnih interesnih zajednica za znanstveni rad. Područje drvnotehnoloških znanosti, u oblasti Biotehničkih znanosti, nakon toga je uključeno u SIZ IV za znanstveni rad. U godini 1975. dogovoreni su prvi organizirani programi znanstvenoistraživačkog rada za ovo područje, i to za srednjoročno razdoblje 1976.-1980. godine.

U našoj Republici ovo je bilo prvi puta, u povijesti ove znanstvene djelatnosti, da se dogovorio, objedinio i predstavio jedinstveni program istraživanja u jednom projektu pod nazivom "ISTRAŽIVANJA SVOJSTAVA DRVA I PROIZVODA OD DRVA KOD MEHANIČKE PRERADE", koji je dobio društvenu potvrdu. Radovi na zadacima tog projekta počeli su u 1976. godini, a koordiniranje radova i vođenje projekta povjereno je Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za istraživanja u drvnoj industriji.

Istraživački rad, u okviru naznačenog projekta, odvijao se prema programima koji su bili svrstani u pet potprojekata:

- (1) - Istraživanja na području nauke o drvu,
- (2) - Istraživanja na području tehnologije masivnog drva,
- (3) - Istraživanja na području tehnologije furnira i ploča,
- (4) - Istraživanja na području tehnologije namještaja,
- (5) - Istraživanja na području tehnologije proizvoda iz drva za građevinarstvo.

Programi znanstvenog rada u svakom potprojektu imali su ciljeve istraživanja (zadaci), koji su kao sadržajne dionice cijelog programa činili strukturu izvođenja, a realiziranim rezultatima uklapali su se u cjelovitost ostvarenja, koje je programom bilo definirano.

Ova koncepcija povezivanja strukture izvođenja i ostvarenja rezultata unutar programa potprojekta, planirana je i za razinu projekta. Na toj su razini sadržajne dionice činili programi potprojekata, čiji su rezultati istraživanja, pojedinačno i u cjelini, osiguravali efekte kojima se trebala ostvariti uspješnost realizacije i zadovoljiti ukupni cilj cijelog projekta.

Radi uvida u realizaciju tako koncipiranog načina izvođenja znanstvenoistraživačkog rada i postignutih rezultata na kraju srednjoročnog razdoblja 1976.-1980. godine. Koordinator radova i Komisija za znanstveni rad Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, predložili su da se svi radovi (publicirani, rukopisi, izvještaji i dr.) prikupe. Na taj se način omogućilo:

- (1)-registriranje svih rezultata znanstvenoistraživačkog rada na projektu,
- (2)-utvrđivanje učinka znanstvenoistraživačkog rada na projektu,
- (3)-analiziranje uspješnosti realizacije zacrtanog programa znanstvenoistraživačkog rada na projektu,
- (4)-valoriziranje postavljenog koncepta izvođenja znanstvenoistraživačkog rada na projektu.

Nakon prikupljanja, pregleda i ocjene svih materijala, radno tijelo koordinatora radova i komisije izvršilo je selekciju radova i predložilo izdavanje Zbornika radova znanstvenoistraživačkog projekta "Istraživanja svojstava drva i proizvoda od drva kod mehaničke prerade" za razdoblje 1976.-1980. godine. Ostali publicirani radovi koji nisu u cjelosti prezentirani u Zborniku, navedeni su u Bibliografiji radova znanstvenoistraživačkog projekta "Istraživanja svojstava drva i proizvoda iz drva kod mehaničke prerade" za srednjoročno razdoblje 1976.-1980. godine. Ta je bibliografija prilog svakoj knjizi zbornika.

Materijali za Zbornik razvrstani su u pet knjiga, a svaka knjiga, u pravilu, obuhvaća rezultate znanstvenoistraživačkog rada vezane na programe potprojekata. Time se ostvaruje pristupačnost tih rezultata drvnotehnološkoj stručnoj javnosti i osigurava transfer rezultata znanstvenoistraživačkog rada u praksu.

Prof.dr Stanislav Bađun

prof dr Rudolf SABADI
dipl ing Hranislav JAKOVAC

ISKORIŠTENOST KAPACITETA U DRVOPRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI U HRVATSKOJ

S A Ž E T A K

Istraživanja obuhvaćaju (a) pilanarstvo i proizvodnju drvnih ploča; (b) proizvodnju finalnih drvnih proizvoda i (c) proizvodnju celuloze i papira.

Prema istraživanjima drugih, postojeći kapaciteti se ne koriste u dovoljnoj mjeri. Takvo nisko korištenje kapaciteta, koje ima najrazličitije uzroke, obara proizvodnost i smanjuje konkurentnu sposobnost cijele reprodukcijске cjeline. To ne može a da ne izazove reperkusije na razini gospodarske stabilnosti cijele zemlje.

Vlastitim istraživanjima prikazuje se da se postojeći kapaciteti koriste čak ispod jedne smjene, ako se promatra instalirana snaga električnih motora kao indikator. Posebno je zabrinjujuće nisko korištenje kapaciteta za proizvodnju celuloze i papira, te struktura te proizvodnje, kao i njezina insuficijencija u odnosu na tražnju.

Očigledno rješenja valja tražiti kompleksno, u prvom redu moraju biti pronađena makroekonomska rješenja, da bi u stvorenoj mikroekonomskoj klimi reprodukcijска cjelina doprinijela općem gospodarskom razvitku naše domovine.

Rad je dio rezultata istraživanja koja se vrše u okviru radova znanstvenoistaživačkog projekta 67, programa 67. 3. 9, a financira se iz sredstava SIZ-a LV za znanost i Općeg udruženja šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

KORIŠTENJE PROIZVODNIH KAPACITETA U PILANSKOJ PRERADI DRVA I PROIZVODNJI DRVNIH PLOČA U SFRJ I U SR HRVATSKOJ

Industrija piljene građe i drvnih ploča u tehničkom pogledu raspolaze raznovrsnim kapacitetima, od zastarjelih i veoma malenih, do modernih i velikih. Kapaciteti za proizvodnju piljene građe u Jugoslaviji 1978. godine bili su oko 5,2 mln m^3 piljene građe, 56,4 tisuća m^3 plemenitog furnira, 134.000 m^3 šperploča, 81.000 m^3 panelploča, 116.500 m^3 lesnit ploča (ploča vlaknatica), 791.000 m^3 iverastih ploča, 79.000 m^3 "MEDIAPAN"* ploča i 260.000 m^3 impregniranog drva.

U proizvodnji drvnih ploča, zbog kontinuirane proizvodnje i homogene sirovine i proizvoda, uz pretpostavku da u pogledu snabdijevanja sirovinama i reprodukcijским materijalima nema poteškoća, moguće je kapacitete koristiti u veoma visokom stupnju. U pilanarstvu je to daleko teže, budući da je sirovina nehomogena, a proizvodi se velik broj sorti-menata, bilo klasične komercijalne piljene građe, bilo predsušenih ili sušenih elemenata.

Znatan dio raspoloživih proizvodnih kapaciteta ne koristi se u dovoljnoj mjeri. U tom pogledu je Savezni zavod za statistiku proveo istraživanja u 1976-77. godini, kojima je utvrđeno da su kapaciteti pilanske proizvodnje i proizvodnje ploča korišteni 80-83%, a koeficijent smjena radnika da se kreće oko 1,47-1,50. To znači da se u prosjeku radi manje od dvije smjene. Uvaži li se da proizvodnja iverastih ploča i ploča vlaknatica zbog svoje prirode tehnološki može odvijati u tri smjene, korištenje je veoma nisko. U istraživanom razdoblju najniže korištenje kapaciteta bilo je u impregnaciji drva, koje je 1976. godine iznosilo 61%, a 1977. godine 71%. Približno isto korištenje kapaciteta bilo je i u pilanskoj preradi i proizvodnji ploča u SR Hrvatskoj, s tim da se u Hrvatskoj ne proizvode ploče vlaknatice, a iveraste ploče praktično samo u Bjelovaru, gdje je podignuto moderno veliko postrojenje, a mali kapaciteti u N. Gradiški i u Vinkovcima su prestali raditi. Pored toga postrojenje ploča iverica "OKAL" u N. Vinodolskom** također je nepodesno zbog zastarjelog tehnološkog postupka. Osim toga u pogonu je još mali kapacitet u Osijeku (MOBILIA, 6.000 m^3 /god.).

* "MEDIAPAN" je kombinacija između iveraste ploče i vlaknatice, odvija se prema posebnom postupku, a proizvodi se u Busovači.

** "OKAL" je postupak u kojem se iverje natresa vertikalno. Svojevremeno je to bio revolucionaran postupak, ali se s vremenom pokazalo da su ploče proizvedene tim postupkom inferiorne troslojnim ivericama.

Istraživanjima koja je proveo SZS može se prigovoriti da su metodološki neujednačena. Najveći dio podataka o kapacitetima skupljen je anketom od pogona, gdje nije precizno definirano da li se radi o tehničkom kapacitetu ili nekom iskustvenom. Posebno su nesigurni podaci o kapacitetu pilana. Pravo stanje kapaciteta moguće je utvrditi samo neposrednim mjerenjem tehničkog kapaciteta u svakom postrojenju posebno. Nije npr. svejedno ako neki pilanski kapacitet prerađuje trupce malih ili velikih promjera. Pomak trupca velikog promjera doduše je sporiji nego kod trupca manjeg promjera, ali ispiljena drvena masa trupca velikih promjera neusporedivo je veća nego kod trupca tanjih promjera.

Kod ocjene kapaciteta, osim tehničkog, poznata je metoda tzv. najveće proizvodnje (dnevne, tjedne, mjesečne, godišnje), gdje se iz podataka o proizvodnji izdvoji najviša ostvarena proizvodnja u razdoblju (dnevna, tjedna, itd. - što je stvar konvencije i mogućnosti kod istraživanja) i takva se proizvodnja uzima kao mjerilo, prema kojoj se ocjenjuju iskorištenja kapaciteta svih ostalih razdoblja.

Dosta siguran način procjene korištenja kapaciteta je mjerenje korištenja instaliranog kapaciteta pogonskih električnih motora. Pri tomu valja imati na umu da je drvo anizotropan materijal, da se obrađuju različiti komadi (različite visine reza, debljine blanjanja, dubine bušenja ili glodanja, itd.) različitih vrsta drva, te različiti broj komada koji se obrađuju, prema finalnom proizvodu. To daleko više doduše dolazi do izražaja u finalnoj preradi drva, budući da kod proizvodnje piljene građe i drvnih ploča tehnološki postupak teče ravnomjernije. Usljed takvih specifičnosti instalirana snaga elektromotora strojeva nije i ne može biti korištena u potpunosti. Stupanj korištenja dat je umnoškom koeficijentata istovremenosti, iskorištenja snage, itd. Kako takav koeficijent korištenja instalirane snage električnih motora može biti arbitran, osim toga se on i mijenja veoma često, kao temelj za procjenu uzima se maksimalno moguć utrošak električne energije i prema njemu se utvrđuje koeficijentom stvarni utrošak električne energije. Takav način mjerenja je osim svega ugodan, budući da postoje podaci o instaliranoj snazi električnih motora i o utrošcima električne energije (dnevni, tjedni, mjesečni, godišnji). U jednoj godini ima 365 dana, svaki dan 24 sata, što znači da bi absolutni utrošak trebao biti $365 \times 24 \times$ instalirana snaga električnih motora u kW, tj. instaliranu snagu električnih motora valja množiti s 8.760, da bi se dobio maksimalno moguć utrošak električne energije. Prema takvom maksimalnom utroš-

Tablica 1.

ZAPOSLENI, INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA I KORIŠTENJE INSTALIRANE SNAGE U PILANSKOJ PRERADI DRVA I PROIZVODNJI DRVNIH PLOČA U S.R. HRVATSKOJ

GODINA	BROJ ORGA- NIZA- CIJA	Z A P O S L E N I			INSTALIR. SNAGA EL. MOTORA kW	UTROSAK ELEKTRIČ. ENERGIJE MWh	MAKSIMALNO MOGUĆA POT. EL. ENERGIJE MWh	KOEFIČIJ. UTR. ENERGIJE U ODNOSU NA MAX. MOGUĆU	BROJ SATI RADA EL. GODISNJE
		UKUPNO	U PROIZ- VODNJI	ADM. TEH SLUŽBE					
1976.	72	12.334	10.097	2.237	33.457	86.608	293.083	0,2955	2.589
1977.	75	12.276	9.854	2.422	33.506	43.087	293.513	0,1468	1.286
1978.	72	11.965	9.632	2.333	39.063	42.540	342.192	0,1243	1.089
1979.	71	11.551	9.367	2.184	41.607	55.188	354.477	0,1514	1.326
1980.	71	12.046	9.760	2.286	40.533	59.800	355.069	0,1684	1.475

IZVOR: "INDUSTRIJA", Dokumentacija, br. 323, 356, 396, 432, 470. Izd.: Republički zavod za statistiku S.R. Hrvatske, Zagreb, 1978-1982.

ku suprotstavlja se stvarni utrošak električne energije. U tablici 1. prikazano je kretanje instalirane snage električnih motora (stupac 6) koje pomnoženo s 8.760 daje maksimalno moguć utrošak električne energije za pilansku preradu i proizvodnju ploča u SR Hrvatskoj (stupac 8). U stupcu 7 dati su podaci o stvarnom utrošku električne energije električnih motora u MWh. U stupcu 9 izračunat je koeficijent korištenja električnih motora. U tom koeficijentu su dakle sadržani neradi uslijed koeficijenata iskorištenja snage, istovremenosti, praznika, neradnih smjena, itd. Ako 1976. godinu izuzmemo, kada očigledno nešto s podacima nije moglo biti u redu, vidimo da se instalirana snaga električnih motora koristila od 0,1243 do 0,1684, a to znači da su odstupanja između maksimalnog i minimalnog korištenja u samo četiri godine iznosila 26%. U četiri godine koje promatramo, 1980. godine je koeficijent iznosio 0,1684, a to znači da je raspoloživa snaga električnih motora umjesto maksimalnih 8.760 sati bila korištena samo 1.475 sati. Ako odbijemo nedjelje, državne praznike i vrijeme remonta, te pola sata odmora u svakoj smjeni, a uzevši da se radi samo u jednoj smjeni, imamo godišnje oko 2.200 sati. To znači da u grupaciji proizvodnje pilanarstva SR Hrvatske i proizvodnje furnira i ploča, nismo u najboljoj godini (1980.) od samo četiri ispitivane godine, radili niti jednu smjenu.

Valja međutim biti oprezan, jer kako je istaknuto, utrošak električne energije rezultat je niza činitelja, od kojih je stanovit dio takav da na njega u pogonu nije moguće djelovati. Oscilacije su međutim, kako je to iz podataka tablice 1. vidljivo, veoma velike. Oko procjene razloga zašto se instalirana snaga koristi slabo može biti spora, ali

Tablica 2.

PILANSKA PRERADA DRVA I PROIZVODNJA DRVNIH PLOČA - BROJ ZAPOSLENIH, INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA, UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE, UKUPAN PRIHOD, IZVOZ I UVOZ PO ZAJEDNICAMA OPĆINA U S.R. HRVATSKOJ*

ZAJEDNICA OPĆINA	BROJ ORGANIZACIJA	PROSJEČAN BROJ ZAPOSLENIH RADNIKA	INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA kW	UKUPAN PRIHOD 000 DINARA	UTROŠAK EL. ENERGIJE MWh	VRIJEDNOST UVOZA 000 din	VRIJEDNOST IZVOZA 000 din
1976. GODINE							
Z.O. Bjelovar	9	1.777	5.911	402.881	9.741	3.334	135.355
Z.O. Gospić	8	965	2.340	169.387	1.444	-	67.904
Z.O. Karlovac	4	1.064	2.031	124.197	2.252	-	40.025
Z.O. Osijek	12	2.587	5.069	461.704	9.200	22.110	188.332
Z.O. Rijeka	19	3.061	8.885	640.493	10.681	5.300	144.197
Z.O. Sisak	4	649	3.314	153.130	3.490	36.727	86.192
Z.O. Zagreb	7	1.167	3.072	225.682	4.058	110	92.175
Z.O. Varaždin	5	368	1.304	59.904	1.148	19	6.804
G.Z. Zagreb	3	316	826	68.469	730	-	52.359
1977. GODINE							
Z.O. Bjelovar	10	1.822	6.436	532.546	12.225	11.733	225.721
Z.O. Gospić	8	1.004	2.511	209.411	1.574	1.586	88.078
Z.O. Karlovac	5	1.023	1.761	190.881	3.006	531	71.823
Z.O. Osijek	13	2.778	5.882	764.776	10.178	23.998	341.290
Z.O. Rijeka	18	2.882	7.927	703.716	11.239	8.085	199.276
Z.O. Sisak	4	679	3.589	194.909	2.248	11.750	108.924
Z.O. Varaždin	6	438	1.201	108.824	1.401	42	-18.222
Z.O. Zagreb	7	1.184	3.087	287.538	4.144	498	134.013
G.Z. Zagreb	4	466	1.112	133.902	1.090	-	75.321
1978. GODINE							
Z.O. Bjelovar	10	1.835	7.101	633.274	10.098	-	260.525
Z.O. Gospić	9	949	3.143	255.831	2.209	882	98.708
Z.O. Karlovac	4	634	1.392	196.916	1.597	5.812	64.792
Z.O. Osijek	14	3.096	10.307	1,101.639	12.664	64.447	444.279
Z.O. Rijeka	18	2.880	9.776	1,013.346	11.364	9.193	192.654
Z.O. Sisak	4	736	2.577	236.554	2.812	20.273	135.534
Z.O. Varaždin	4	257	748	76.866	663	150	39.798
Z.O. Zagreb	6	1.053	2.785	317.972	4.192	783	138.372
G.Z. Zagreb	3	525	1.234	153.387	1.470	-	90.238
1979. GODINE							
Z.O. Bjelovar	12	1.952	10.302	899.090	18.860	43.048	318.442
Z.O. Gospić	9	958	3.208	323.821	2.583	-	110.414
Z.O. Karlovac	5	959	2.179	347.862	3.927	692	119.495
Z.O. Osijek	14	3.419	12.872	1,554.677	17.574	70.872	565.275
Z.O. Rijeka	16	1.819	6.477	719.068	8.025	2.069	214.932
Z.O. Sisak	4	830	2.049	312.011	3.728	12.181	189.094
Z.O. Varaždin	4	292	915	115.728	877	67	57.784
Z.O. Zagreb	4	798	2.365	353.403	2.771	-	150.235
G.Z. Zagreb	3	524	1.240	190.547	1.368	-	117.206
1980. GODINA							
Z.O. Bjelovar	11	1.891	8.488	1,609.458	22.903	50.644	447.924
Z.O. Gospić	8	917	3.294	380.096	2.519	250	134.073
Z.O. Karlovac	5	959	2.196	457.423	3.609	1.418	175.946
Z.O. Osijek	14	3.546	13.073	2,275.872	17.581	136.764	730.885
Z.O. Rijeka	17	2.180	6.832	1,419.714	9.580	4.908	312.382
Z.O. Sisak	4	784	2.054	433.892	3.710	19.147	260.621
Z.O. Varaždin	4	309	808	213.024	921	257	125.489
Z.O. Zagreb	5	912	2,540	464.750	2.953	110.545	170.000
G.Z. Zagreb	3	549	1,248	258.216	1.199	-	172.954

* Zajednica općina Split nema pilanske prerade i proizvodnje drvnih ploča na svojoj teritoriji.

IZVOR: INDUSTRIJA, Dokumentacija, br. 323, 356, 396, 432, 470. Izdanje: Republički zavod za statistiku S.R. Hrvatske, Zagreb, 1978-1982.

Tablica 3.

BROJ SATI RADA ELEKTRIČNIH MOTORA U PILANSKOJ PRERADI DRVA I PROIZVODNJI DRVNIH PLOČA U S.R. HRVATSKOJ KADA BI SE MAKSIMALNO KORISTILA INSTALIRANA SNAGA PO ZAJEDNICAMA OPĆINA

ZAJEDNICA OPĆINA	BROJ SATI RADA ELEKTRIČNIH MOTORA				
	1976.	1977.	1978.	1979.	1980.
Z.O. Bjelovar	1.647	1.901	1.419	1.831	2.698
Z.O. Gospić	710	631	701	806	762
Z.O. Karlovac	1.113	1.708	1.148	1.805	1.647
Z.O. Osijek	1.813	1.734	1.226	1.367	1.349
Z.O. Rijeka	1.200	1.419	1.165	1.235	1.402
Z.O. Sisak	1.051	631	1.095	1.822	1.805
Z.O. Varaždin	3.110	1.165	885	955	1.139
Z.O. Zagreb	377	1.340	1.507	1.174	1.165
G.Z. Zagreb	885	981	1.191	1.104	964

i o međusobnoj usporedbi za različita razdoblja. U tablici 2. prikazano je iskorištenje instalirane snage električnih motora po zajednicama općina u SR Hrvatskoj za isto razdoblje. Iz te tablice vidljivo je kako su pogoni pilana i proizvodnje ploča (i furnira) raspoređeni prema općinama. U tablici 3., prikazano je po godinama korištenje snage električnih motora u satima godišnje. Začuđuju ogromna odstupanja za područja istih zajednica općina tijekom pet godina, a još više razlike između pojedinih zajednica općina. Ako izuzmemo Bjelovar, gdje koeficijent korištenja poslije 1978. godine ispada viši otkada je stupila u pogon nova tvornica iverastih ploča, vidimo još uvijek značajna kolebanja u područjima i unutar područja tijekom godina.

Prednja istraživanja su indikativna, budući da očigledno postoje značajne rezerve u postojećim kapacitetima. Ne bi se smjelo naprečać zaključiti da je kapacitet jednostavno moguće povećati bez ikakvih ulaganja. Naime, postoje neusklađenosti unutar svakog pogona i ako bi se željelo povećati proizvodnju, u svakom od njih valja ponešto nadopuniti ili izmijeniti.

U spomenutim istraživanjima SZS o iskorištenju kapaciteta kao glavni razlog za nisko korištenje navodi se nedostatak sirovine. Prema istraživanjima koja je provelo Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske* u 1978. godini ocjenjuje se da pored pilana društve-

* DELAJKOVIC, dipl. ing. Ivan: Analiza stanja privatnih pilana i pilana koje rade u sklopu radnih organizacija čija djelatnost nije prerada drva u SR Hrvatskoj, u knjizi: R. Sabadi, Drvna industrija u SRH 1976-1985., Republički zavod za društveno planiranje, Zagreb, 1979.

nog sektora, kojima je prerada drva glavna djelatnost, radi čitav niz pilana unutar organizacija udruženog rada kojima prerada drva nije glavna djelatnost i velik broj privatnih pilana, od kojih neke (Sv. Nedjelja) zbunjuju kapacitetom i opremljenošću. Prema toj studiji može se zaključiti da se u SR Hrvatskoj na takvim pilanama godišnje preradi najmanje oko 250.000 m³ trupaca, od kojih najmanje polovica potječu iz šuma društvenog vlasništva.

Kod proizvodnje furnira također se osjeća nedostatak sirovina odgovarajuće kakvoće, unatoč toga što je u nekoliko zadnjih godina povećan uvoz furnirskih trupaca egzota, koji je smanjen tek u najnovije vrijeme, zbog platnobilančnih teškoća.

Proizvodnja šperploča u Hrvatskoj je u odnosu na proizvodnju u Jugoslaviji gotovo zanemariva, neoplemenjih šperploča proizvodi se u Hrvatskoj samo oko 5%. Slično je i u proizvodnji panelploča, gdje je proizvodnja oko 6% jugoslavenske. Proizvodnja šperploča uveliko trpi zbog nedostatka odgovarajuće sirovine, što je u velikoj mjeri rezultat zatvaranja proizvođača u regionalne granice. Panelploče su pak s tržišta u dobroj mjeri istisnute kod proizvodnje namještaja iverastim pločama, uslijed čega su neka postrojenja čak prestala s proizvodnjom. Kod ploča iverica teškoće u iskorištenju kapaciteta nastaju ne samo uslijed nedostatka sirovina, već i ljepila, koje je u komponentama zavisno o uvoznim sirovinama.

KORIŠTENJE PROIZVODNIH KAPACITETA U FINALNOJ PRERADI DRVA U SR HRVATSKOJ

U finalnoj preradi drva najveći dio kapaciteta koncentriran je na proizvodnju namještaja, sve ostale proizvodnje finalnih proizvoda od drva osim namještaja predstavljaju oko jednu trećinu prema broju zaposlenih i društvenom proizvodu.

U SFRJ se finalnom preradom bavi preko 760 organizacija udruženog rada s oko 115.000 zaposlenih radnika, a od ukupne vrijednosti finalne proizvodnje drva, namještaj čini oko 70%. U SR Hrvatskoj finalnom preradom drva bavi se 171 organizacija udruženog rada (1981.) s ukupno 33.358 prosječno zaposlenih radnika. Proizvodnjom namještaja bavi se 86 organizacija udruženog rada s 21.670 prosječno zaposlenih radnika (1980.), a ostalom finalnom preradom drva 85 organizacija udruženog rada s 11.688 prosječno zaposlenih radnika. To znači da je broj prosječno zaposlenih radnika u ostaloj finalnoj preradi drva upola manji po jednoj organizaciji od proizvodnje namještaja. Tako je npr. u proizvodnji namještaja u SR Hrvatskoj prosječno po jednoj organizaciji udruženog rada 1980. godine bilo 252 prosječno zaposlena radnika, a u ostaloj finalnoj preradi drva 138 prosječno zaposlenih radnika. Odnos instalirane snage elektromotora 1980. godine približno je jednak u proizvodnji namještaja i ostaloj finalnoj preradi drva: u proizvodnji namještaja 2,81 kW po prosječno zaposlenom radniku, a 2,75 kW po prosječno zaposlenom radniku u ostaloj finalnoj preradi drva. Kako u SR Hrvatskoj proizvodnja montažnih kuća, za razliku od nekih drugih socijalističkih republika (SR Slovenija i SR BiH) zauzima daleko manji obujam, zbog tehnoloških značajki pojedinačnih proizvodnja, razumljivo je da je prosječna velicina (mjereći prema broju zaposlenih i instaliranoj snazi te društvenom proizvodu) postrojenja ostalih proizvodnja finalne prerade drva znatno manja od proizvodnje namještaja.

Značajniji razvitak proizvodnje namještaja u SFRJ započinje početkom pedesetih godina. Pojavom ploča iverica (1957.) olakšana je i pojačana ekspanzija proizvodnje namještaja. Istini za volju mora se međutim konstatirati da instrumenti ekonomske politike nisu u razvitku finalne prerade drva bili toliko stimulativni u odnosu na brz i ekspanzivan razvitak te proizvodnje. Možda je odlučniji činitelj brzog razvitka proizvodnje finalnih proizvoda od drva bilo ispravno uvjerenje u krugovima stručnjaka u drvnoj industriji, da vrijedne drvne sirovine, koje

nam stoje na raspolaganju, valja u čim većoj mjeri i u što višem stupnju preraditi u nas. Nema sumnje da je prijelaz slobodnijem tržištu, tj. napuštanje centralnog planiranja i distribucije, bio najznačajniji činitelj da se finalizacija prerade drva uopće ostvari.

Usljed djelovanja niza činitelja u nas su u finalnoj preradi drva razvijeni kapaciteti, posebno u proizvodnji namještaja, koji su različitih veličina, od malih do velikih, iako je klasifikacija veličine unutar čak prilično homogene proizvodnje kao što je namještaj, u velikoj mjeri arbitrarna. Kako bilo, u proizvodnji finalnih proizvoda, posebno u proizvodnji namještaja, u SFRJ ili SRH, može se govoriti o specifičnoj tržišnoj strukturi *oligopola*. Naime, takva struktura oligopola uvjetovana je činjenicom da proizvođači proizvode slične, ali diferencirane proizvode, da postoji velik broj proizvođača i da među proizvođačima postoji svijest i saznanje *da svaka akcija koju poduzimaju izaziva određene akcije (ili protuakcije) ostalih proizvođača*. Zbog značajnog djelovanja izvantržišnih i negospodarskih sila, činjenica da postoje bitni preduvjeti za oligopol, nisu ni oligopolistička niti ostale tržišne strukture došle gotovo nigdje u cjelokupnom narodnom gospodarstvu do izražaja niti kod formiranja cijena, reguliranja ponude i tražnje, niti kod posljedica rezultata poslovnih odluka. Razvijajući se pod protekcionističkim uvjetima i u izolacionizmu od konkurencije izvana, u cijeloj zemlji se razvila diversificirana finalna prerada drva, čija je glavna značajka niska proizvodnost i smanjena konkurentna sposobnost na inozemnim tržištima. Takvo stanje međutim nije samo u finalnoj preradi drva, već u cijelom narodnom gospodarstvu zemlje.

Usljed djelovanja, doduše ograničene, konkurencije, s razvitkom finalne prerade drva razvija se i dizajn proizvoda, kakvoća, a pazi se i na funkcionalnost. Usljed spomenutih razloga (protekcionizam, negospodarske intervencije, itd.) dizajn, funkcionalnost, kakvoća i servis kupcu nisu niti približno usporedivi s finalnim proizvodima u industrijski razvijenim zemljama. Razvitak ostalih kapaciteta finalne prerade drva veoma je značajan. Jugoslavenski kapaciteti građevinske stolarije u stanju su npr. ne samo zadovoljiti domaću tražnju, već bi uz stanovite uvjete mogli izvoziti značajne količine*.

* Valja međutim konstatirati da je tempo izgradnje stanova u Jugoslaviji i Hrvatskoj beznađno nizak: U SFRJ je npr. 1980. izgrađeno samo 67.259 stanova ili 3,1 stana na 1000 stanovnika, a u Hrvatskoj je istogodine izgrađeno samo 15.664 stana ili 3,4 stana na 1000 stanovnika.

Kapaciteti montažnih kuća u Jugoslaviji mogu proizvesti preko 1 mil m² različitih objekata. Jugoslavija se po vrijednosti proizvodnje i broju zaposlenih u finalnoj industrijskoj preradi drva (bez zanatstva) nalazi na petom mjestu u Evropi, iza SR Njemačke, Italije, Francuske i UK.

U pogledu veličine kapaciteta ne može se reći da su naši kapaciteti usitnjeni. Uzevši kao mjerilo broj zaposlenih, Jugoslavija i UK među zemljama EEZ imaju najveće organizacije za proizvodnju namještaja. U SR Njemačkoj, Francuskoj i Italiji, koje po veličini proizvodnje u Evropi zauzimaju prva tri mjesta, prosječan broj zaposlenih po jednoj organizaciji kreće se od 44 do 70 radnika. Po vrijednosti proizvodnje koja se u prosjeku ostvaruje u jednom poduzeću, u Evropskoj uniji za namještaj, prva tri mjesta drže Danska, SR Njemačka i UK. Jugoslavija se nalazi na četvrtom mjestu. Promatrajući međutim vrijednost proizvodnje po jednom radniku, Jugoslavija se nalazi na 11. mjestu, između zemalja članica Evropske unije za namještaj.

Rast životnog standarda, a posebno izvozne ambicije, zbog sve naglašenije izbiljivosti potrošača i sklonosti individualizmu, pogoduju stvaranju manjih i srednjih organizacija, koje doduše imaju manju produktivnost, ali zato su u proizvodnom programu daleko fleksibilnije od velikih i specijaliziranih organizacija. Ta tendencija u zadnje vrijeme postaje u Evropi sve očitija: malih i srednjih organizacija sve je više, velikih sve manje.

Kolikogod u nas ne možemo govoriti da postoji generalno opredjeljenje ka velikim, specijaliziranim organizacijama ili pak manjim, opća značajka gotovo svih proizvođača, bez obzira na veličinu, jeste malena fleksibilnost. Ukus i potrebe potrošača ne proučavaju se na konsistentnoj osnovi, najčešće se proizvodne odluke donose na temelju oskudnih ili nikakvih informacija o tržištu. Da li za neki proizvod postoji tražnja ili ne, najčešće se doznaje tek kada je odluka o proizvodnji i veličini serija već donešena. Uz stalno cikličko mijenjanje uvjeta prodaje na koje proizvođači imaju neznatan ili nikakav upliv, sliku o kretanju proizvodnje i gospodarenju gotovo je nemoguće dobiti zbog multikolinearnosti velikog broja egzogenih varijabli.

Smanjenje domaće tražnje, koje može biti izraženo smanjenjem realnog disponibilnog prihoda stanovništva, kontrakcijom potrošačkih kredita, smanjenjem stambene izgradnje, itd. ne može automatski dovesti

do povećanja zainteresiranosti za izvoz proizvoda finalne prerade drva. Da bi se to stvarno dogodilo, potreban je čitav niz uvjeta koji moraju biti ispunjeni. Svaki od uvjeta međutim ispunjenjem prouzrokuje lančane reakcije, čije posljedice mogu ne samo osujetiti povećanje izvoza finalnih proizvoda, već isto tako mogu izazvati (i najčešće izazivaju - kao što je to pokazala naša praksa), s više ili manje intenziteta, ozbiljne poremećaje kroz cjelokupno narodno gospodarstvo.

Prema već spomenutim istraživanjima SZS iskorištenje kapaciteta finalne prerade drva u Jugoslaviji kreću se oko 80%, s tim da su ta iskorištenja znatno niža u Makedoniji i Crnoj Gori. Koeficijent smjena radnika prema tim istraživanjima kreće se između 1,30-1,33, tj. proizvodnja se odvija ispod jedne i pol smjene. Stupanj iskorištenosti kapaciteta, izračunat na temelju najveće mjesečne proizvodnje za cijelu SFRJ iznosi oko 77%. U 1978. godini stupanj iskorištenosti kapaciteta nije povećan, što se zaključuje na temelju usporedbe rasta proizvodnje i veličine osnovnih sredstava. Do takvog zaključka se došlo na temelju istraživanja proizvodnih funkcija finalne prerade drva Hrvatske*.

Prema cit. istraživanjima SZS, stupanj korištenja kapaciteta prema pojedinim grupacijama unutar finalne prerade drva, u odnosu na moguću, bio je:

Tablica 4.

ISKORIŠTENJE KAPACITETA U FINALNOJ PRERADI DRVA U JUGOSLAVIJI

	1976.	1977.
Proizvodnja namještaja	80 %	80 %
Proizvodnja drvene ambalaže	78 %	81 %
Proizvodnja građevnih elemenata	72 %	79 %
Proizvodnja drvene galanterije	61 %	85 %

Prema ocjeni poznavalaca finalne prerade drva, stupnjevi iskorištenosti kapaciteta leže znatno ispod iskazanih. Prema takvim mišljenjima, najmanje jedna trećina kapaciteta nije iskorištena. Sve su to prirodno samo najgrublje ocjene, budući da stvarno iskorištenje u finalnoj preradi drva mora biti utvrđeno u odnosu na tehnički kapacitet svakog konkretnog pogona i prema stvarnoj proizvodnji konkretnih proizvoda, što je beskrajno težak posao.

* Rudolf SABADI: Proizvodne funkcije drvene industrije Jugoslavije u razdoblju 1962-1974., Šumarski list, 101(5-7):259-269.
Rudolf SABADI: Drvna industrija u SRH 1976-1985., RZDP, Zagreb, 1979.

Veoma je malen broj tvornica u kojima se vrše mjerenja iskorištenosti kapaciteta u odnosu na moguć tehnički kapacitet, a i u takvima gdje se mjerenja vrše, čini se to sporadično. Tek u novije vrijeme su inženjeri prihvatili suvremene metode programiranja proizvodnje i valja još pričekati stanovito vrijeme dok se takve metode uvedu u potpunosti. Programiranjem proizvodnje i optimizacijom procesa proizvodnje za svaki proizvod moguće je u postojećim kapacitetima proizvodnju povećati bez naknadnih ulaganja, negdje čak i do 40%.

Analizom uzroka niskog korištenja proizvodnih kapaciteta finalne prerade drva u Jugoslaviji i Hrvatskoj valja imati u vidu činjenicu da su gotovo svi kapaciteti finalne prerade drva razvijani bez mnogo osvrta na tržište i tržišnu tražnju, da je zadovoljenje inozemne tražnje samo malen dio proizvodnje, a ta inozemna tražnja nije kontinuirana i o njoj je u pravilu proizvođačima poznato veoma malo. Pored toga sirovine i reprodukcijски materijali, posebno ovi potonji, predstavljaju ozbiljnu kočnicu kontinuitetu proizvodnje, od kojih najveći dio barem u komponentama zavisi o uvozu.

Zbog neravnomjernog razvitka proizvodnje npr iverastih ploča, u Jugoslaviju se tijekom niza godina uvozilo po 100.000 do 130.000 m³ iverastih ploča, ogromne količine dekorativnih tkanina, okova, raznih proizvoda crne metalurgije, itd. Ista situacija je i s ljepilima i lakovima. Unatoč tomu što se ljepila i lakovi proizvode u nas, njihova proizvodnja počiva na uvoznim sirovinama.

Nema sumnje da je nedostatak sirovina, a posebno reprodukcijских materijala, bio jedan od jakih razloga niskom korištenju kapaciteta. Ne treba međutim izgubiti iz vida da je marketing u našoj industriji namještaja još u povojima, što je također razlogom niskog korištenja kapaciteta.

Jugoslavenska finalna prerada drva plasira neznatne količine u izvoz. Roba koja se na inozemnom tržištu traži drugačija je i po artiklima i uvjetima trgovanja od domaćeg tržišta. To je razlogom, uz cijene na inozemnom tržištu, da su proizvođači veoma malo stimulirani da izlaze na strana tržišta, pogotovu što je domaća tražnja dovoljno velika i uvjeti veoma blagi, da bi se rizikovalo u izvozu. Nekontrolirana inflacija je najvjerojatnije uzrokom da se domaća tražnja, unatoč smanjenoj stambenoj izgradnji, restrikciji potrošačkih kredita i nizu drugih nepovoljnih pojava, za svo vrijeme teškoća u općim gospodarskim kretanjima povećava. Logično je da proizvođači u takvim uvjetima značajne domaće tražnje ne traže izlaz u inozemstvu, već na domaćem, uz

Tablica 5.

ZAPOSLENI; INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA I KORISTENJE INSTALIRANE SNAGE U FINALNOJ PRERADI DRVA S.R. HRVATSKE U RAZDOBLJU 1976-1980. GODINE

GODINA	BROJ ORGA-NIZA-CIJA	Z A P O S L E N I			INSTAL. SNAGA EL. MOTORA kW	UTROŠAK ELEKTR. ENERGIJE MWh	MAKSIMALNO MOGUĆA POTROŠNJA MWh	KOEFIČIJENT UTROSENE EL. ENER. U ODNOSU NA MAX. MOGUĆU	BROJ SA-TI RADA EL. MOT. GODISNJE
		UKUPNO	U PROIZV.	ADM. TEH. SLUŽBE					
<u>UKUPNO FINALNA PRERADA DRVA</u>									
1976.	147	26.300	20.375	5.925	64.831	70.891	567.920	0,1248257	1.093
1977.	162	29.722	21.965	7.757	68.350	88.552	598.746	0,1478958	1.296
1978.	166	30.890	23.145	7.745	76.703	91.801	671.918	0,1366253	1.197
1979.	178	32.482	24.233	8.249	86.658	103.096	759.124	0,1358092	1.190
1980.	171	33.358	24.738	8.620	93.079	112.768	815.372	0,1383025	1.212
<u>Proizvodnja namještaja</u>									
1976.	74	17.833	13.233	4.600	41.887	49.582	366.930	0,1351266	1.184
1977.	77	20.503	14.296	6.207	45.003	61.644	394.226	0,1563672	1.370
1978.	79	21.046	15.019	6.027	51.552	64.679	451.596	0,1432231	1.255
1979.	87	21.270	15.122	6.148	56.549	68.341	495.364	0,1379598	1.209
1980.	86	21.670	15.256	6.414	60.914	76.009	533.607	0,1424438	1.248
<u>Proizvodnja ostalih finalnih proizvoda od drva</u>									
1976.	73	8.467	7.142	1.325	22.944	21.309	200.989	0,1060207	929
1977.	85	9.219	7.669	1.550	23.347	26.908	204.520	0,1315666	1.153
1978.	87	9.844	8.126	1.718	25.151	27.122	220.323	0,1231011	1.078
1979.	91	11.212	9.111	2.101	30.109	34.755	263.755	0,1317700	1.154
1980.	85	11.668	9.482	2.206	32.165	36.759	281.765	0,1304598	1.143

IZVOR: "INDUSTRIJA", Dokumentacija br. 323, 356, 396, 432, 470. Izd.: Republički zavod za statistiku S.R. Hrvatske, Zagreb, 1978-1982.

Kao što je to učinjeno kod pilanske prerade drva, snimili smo instaliranu snagu električnih motora i utrošak električne energije, te na isti način kao kod pilanske proizvodnje utvrdili koeficijente iskrištenja instalirane snage električnih motora tijekom razdoblja 1976-1980. godine.

U tablici 5. prikazani su rezultati za finalnu preradu drva Hrvatske i rasčlanjeno na grupaciju proizvodnja namještaja i grupaciju ostalih finalnih proizvoda od drva. I ovdje valja 1976. godinu isključiti zbog očeglednih odstupanja. U ovom se pak slučaju radi o odstupanjima na niže, pa se može predmijevati da je u 1976. godini kod smanjenja podataka rasčlanjenje između pilanske prerade i proizvodnje ploča s jedne i finalne prerade drva, bilo nejasno određeno. Iz podataka tablice 5. vidimo da je koeficijent korištenja instalirane snage elektromotora znatno više u proizvodnji namještaja no što je to slučaj kod ostalih finalnih proizvoda. Isto su tako odstupanja između koeficijenata tijekom godina značajna.

U tablici 6. i 7. prikazani su rezultati korištenja instalirane snage u odnosu na moguću, po zajednicama općina. Razlike su ogromne, i pri tomu je karakteristično da u manje razvijenim zajednicama općina ima tendenciju da bude niži.

Tablica 6.

FINALNA PRERADA DRVA - BROJ ZAPOSLENIH, INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA,
UTROSAK ELEKTRIČNE ENERGIJE, UKUPAN PRIHOD, IZVOZ I UVOZ PO ZAJEDNICAMA OPĆINA
U S. R. HRVATSKOJ

ZAJEDNICA OPĆINA	BROJ ORGANIZACIJA	PROSJEČAN BROJ ZAPOSLENIH RADNIKA	INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA kW	UKUPAN PRIHOD 000 din	UTROSAK ELEKTRIČNE ENERGIJE Mwh	VRIJEDNOST UVOZA 000 din	VRIJEDNOST IZVOZA 000 din
1976. GODINE							
Z.O. Bjelovar	12	2.735	6.536	470.277	11.805	17.015	108.250
Z.O. Gospić	4	912	2.161	116.374	2.080	7.500	11.475
Z.O. Karlovac	3	431	1.184	97.883	1.703	4.107	1.050
Z.O. Osijek	33	8.839	20.060	1.688.544	27.297	71.010	28.133
Z.O. Rijeka	27	4.916	13.079	1.071.967	13.042	36.867	209.508
Z.O. Sisak	5	1.131	3.394	189.348	4.671	700	14.692
Z.O. Split	13	1.393	2.213	256.352	2.503	3.236	13.550
Z.O. Varaždin	12	2.265	4.192	454.328	4.721	14.363	77.578
G.Z. Zagreb	12	1.950	4.471	665.837	6.393	65.009	10.839
Z.O. Zagreb	10	1.112	3.124	224.353	4.943	4.008	48.085
1977. GODINE							
Z.O. Bjelovar	17	3.430	8.363	728.256	14.231	22.375	133.525
Z.O. Gospić	9	847	2.093	152.254	1.972	13.000	18.343
Z.O. Karlovac	3	450	1.292	107.516	2.310	4.158	-
Z.O. Osijek	37	9.642	20.199	2.580.539	32.000	75.363	374.834
Z.O. Rijeka	28	4.923	16.398	1.400.411	17.171	59.938	199.259
Z.O. Sisak	6	1.200	3.387	259.537	4.714	1.848	54.780
Z.O. Split	13	1.341	2.292	221.099	2.888	7.186	2.412
Z.O. Varaždin	24	4.638	7.154	890.088	12.807	51.069	264.631
G.Z. Zagreb	14	2.037	3.314	710.514	6.631	10.437	10.673
Z.O. Zagreb	11	1.214	3.858	324.459	6.527	1.292	72.640
1978. GODINE							
Z.O. Bjelovar	17	3.569	10.462	955.738	14.163	21.507	178.914
Z.O. Gospić	10	1.135	2.759	229.128	2.146	19.600	25.213
Z.O. Karlovac	4	810	2.370	199.391	4.171	2.925	30.121
Z.O. Osijek	35	9.590	21.009	2.810.152	29.850	97.864	384.848
Z.O. Rijeka	27	5.290	17.175	1.538.752	17.360	80.244	247.705
Z.O. Sisak	6	1.336	4.628	307.298	5.814	4.000	70.954
Z.O. Split	13	1.194	2.406	223.788	3.002	6.655	5.266
Z.O. Varaždin	27	4.292	6.685	1.085.243	11.286	114.635	262.686
G.Z. Zagreb	15	2.189	3.846	852.601	8.226	68.720	13.485
Z.O. Zagreb	12	1.485	5.362	409.635	7.519	25.223	103.372
1979. GODINE							
Z.O. Bjelovar	18	3.896	11.274	1.419.682	15.194	35.752	211.712
Z.O. Gospić	10	1.123	3.321	309.078	3.085	18.150	28.595
Z.O. Karlovac	3	479	1.865	174.996	1.977	10.872	-
Z.O. Osijek	38	9.804	22.864	3.862.172	34.939	129.613	477.042
Z.O. Rijeka	33	6.069	21.017	2.297.984	24.193	109.475	280.983
Z.O. Sisak	6	1.346	5.603	375.090	6.159	4.000	102.538
Z.O. Split	15	1.473	3.029	580.153	3.888	2.133	164
Z.O. Varaždin	27	4.106	7.527	1.346.115	12.127	62.549	279.037
G.Z. Zagreb	14	2.308	3.896	1.158.675	7.438	80.061	19.702
Z.O. Zagreb	14	1.878	6.262	697.002	8.735	59.184	184.976
1980. GODINE							
Z.O. Bjelovar	18	4.229	12.175	1.928.269	20.303	100.030	401.210
Z.O. Gospić	6	1.140	2.871	402.214	3.306	28.672	-
Z.O. Karlovac	3	485	2.006	268.776	2.253	3.119	25.238
Z.O. Osijek	38	9.836	27.136	5.432.452	34.658	168.134	684.848
Z.O. Rijeka	33	6.322	22.247	3.235.942	24.623	255.427	1.031.042
Z.O. Sisak	6	1.444	5.434	627.344	8.121	2.453	135.349
Z.O. Split	15	1.516	3.076	783.054	3.449	1.692	216
Z.O. Varaždin	27	4.324	7.934	1.927.385	13.805	104.396	445.562
G.Z. Zagreb	13	2.406	4.179	1.644.725	8.026	119.200	16.419
Z.O. Zagreb	12	1.656	6.021	838.000	8.670	110.545	253.692

Tablica 7.

BROJ SATI RADA ELEKTRIČNIH MOTORA U FINALNOJ PRERADI DRVA U S.R. HRVATSKOJ
KADA BI SE MAKSIMALNO KORISTILA INSTALIRANA SNAGA - PO ZAJEDNICAMA OPĆINA

ZAJEDNICA OPĆINA	BROJ SATI RADA ELEKTRIČNIH MOTORA				
	1976.	1977.	1978.	1979.	1980.
Z.O. Bjelovar	1.805	1.699	1.358	1.349	1.664
Z.O. Gospić	964	946	780	929	1.148
Z.O. Karlovac	1.437	1.787	1.761	1.060	1.121
Z.O. Osijek	1.358	1.586	1.419	1.524	1.279
Z.O. Rijeka	999	1.051	1.007	1.148	1.104
Z.O. Sisak	1.375	1.393	1.253	1.095	1.498
Z.O. Split	1.130	1.261	1.244	1.288	1.121
Z.O. Varaždin	1.130	1.787	1.691	1.612	1.743
G.Z. Zagreb*	1.428	1.997	2.137	1.910	1.918
Z.O. Zagreb	1.586	1.691	1.402	1.393	1.437

* Gradska zajednica općina Zagreb, obuhvaća općine: Centar, Črnomerec, Dubrava, Maksimir, Medveščak, Novi Zagreb, Peščenica, Susedgrad, Trešnjevka, Trnje, Velika Gorica i Zaprešić.

Uz uvažavanje istaknutih ograda kod interpretacije rezultata mjerenja iskorištenosti kapaciteta datih ranije, izlazi da je npr. stupanj korištenja instalirane snage električnih motora u finalnoj preradi po zajednicama općina bio od 87% pa do 51% od *jedne smjene i to u 1980. godini.*

Očigledno imamo značajne rezerve u kapacitetima. Problem koji valja riješiti je: kako te raspoložive a nekorištene kapacitete aktivirati za proizvodnju, po mogućnosti za izvoz?

Očigledno da za rješenje tog problema valja posegnuti za realističkim mjerama ekonomske politike, pomoću kojih je jedino, uz pretpostavku njihove konsistencije, moguće povećanje proizvodnje.

KORIŠTENJE PROIZVODNIH KAPACITETA INDUSTRIJE CELULOZE I PAPIRA JUGOSLAVIJE I HRVATSKE

Unatoč tomu što su pilanarstvo, proizvodnja i upotreba drva za ogrjev i proizvodnja proizvoda od drva, kroz historiju iskorišćivanja šuma po vrijednosti zadržali vodeće mjesto, ostale robe proizvedene od drva sve više dobivaju u važnosti.

Pred kraj devetnaestog stoljeća razvitak vještine dobivanja papira iz drva otvorio je novo doba upotrebe drva četinjača. Prije kojih sto godina papir je proizvođen od pamuka ili starih krpa, konoplje i ostalih stabljika jednogodišnjih biljaka. Od otkrića tehnike proizvodnje papira negdje oko 100 godina prije naše ere u Kini pa sve do poslije 1850. stare su krpe bile najvažniji materijal za proizvodnju papira. Danas se oko 95% ogromne potrošnje papira, knjiga, papira za pisanje, za zamatanje, kutije i ostale brojne upotrebe papira i papirnih proizvoda proizvode iz drvnih vlakana.

Teoretski se svaka biljka može upotrijebiti za proizvodnju papira. Samo malo među njima je međutim takvih koje daju papir zadovoljavajuće kakvoće ili kojih ima u dovoljnim količinama za industriju da bi ona mogla raditi sa zadovoljavajućom ekonomijom obujma.

Od otkrića postupaka za proizvodnju papira iz drva do danas, potrošnja papira povećala se bezbroj puta po jednom stanovniku. Potrošnja papira po stanovniku mjerilom je stupnja civiliziranosti zemalja. SAD i Kanada proizvode oko polovine svjetske proizvodnje papira i kartona, a u Evropi se proizvodi oko jedna trećina svjetske proizvodnje. Osim Japana, potrošnja papira u zemljama jugoistočne Azije počiva međutim na sirovinama kao što su rižina slama, bambus, itd.

Oko dvije trećine ukupne proizvodnje papira proizvodi se danas kemijskim putem, preostala trećina mehaničkim. Važnost drva kao sirovine za proizvodnju papira je takva zbog toga što je drvo u odnosu na druge sirovine najpovoljnije, što ga ima u velikim količinama i što je stupanj iskorištenja visok. Posebna vrijednost drva je u tomu što je ono kompaktno, lako se skladišti, trajno je i raspoloživo tijekom cijele godine, bez posebnih troškova oko čuvanja sirovine radi osiguranja kontinuiteta proizvodnje. Poput rižine slame, moguće je za proizvodnju papira upotrijebiti isto tako i pšeničnu slamu, koje ima u velikim količinama umjerenog pojasa u žitorodnim krajevima. Kada se međutim pomisli na ogromne troškove i riziko (požar, truljenje) vezanih uz slamu,

koja se prikuplja u oko mjesec dana koliko traje žetva, a valja ju čuvati tijekom cijele godine radi osiguranja kontinuirane proizvodnje papira, svakom je jasno da je drvo daleko povoljnije kao sirovina i najvjerojatnije će to ostati još jako dugo.

Industrija celuloze i papira Jugoslavije raspolaze značajnim proizvodnim kapacitetima. Ta industrijska grana u cijeloj Jugoslaviji zapošljava oko 40.000 radnika. Iako je korištenje kapaciteta u toj grani narodne privrede, u odnosu na druge, relativno visoko, kapaciteti se ipak ne koriste. Prema istraživanjima o iskorištenosti kapaciteta SZS-a, iskorištenost kapaciteta kreće se oko 80%, s tim da je korištenje izrazito nisko u Crnoj Gori.*

Prema istoj studiji u 1976. godini iskorištenost kapaciteta u proizvodnji celuloze iznosilo je oko 76%, a u 1977. godini oko 83%. U proizvodnji papira i kartona iskorištenost kapaciteta bilo je u 1976. godini oko 82%, a u 1977. godini oko 89%.

U istraživanom razdoblju prema gornjoj studiji, najviša iskorištenost kapaciteta postignuta je u Srbiji i to zbog toga što su obje tvornice, VISKOZA iz Loznice i MATROZ iz Srijemske Mitrovice svoje kapacitete koristili veoma dobro. Visoko korištenje kapaciteta postignuto je i u Sloveniji (91%). Najslabije je u Crnoj Gori (66%) (i to u tvornici u Ivangradu. U Hrvatskoj kapaciteti nisu dovoljno korišteni u tvornici SIMO DIMIĆ u Plaškom (60%), što je izazvalo pad iskorištenja za cijelu republiku. Tvornica celuloze u Drvaru koristila je kapacitet svega 22% tijekom 1976. godine, poslije čega je konačno obustavila rad. INCEL u Banjoj Luci koristila je također kapacitet samo 51% i to zbog remonta, isto tako kapacitet u Prijedoru nije zadovoljavajuće korišten, svega 71%. Nasuprot naprijed pobrojanim tvornicama u SR BiH, tvornica NATRON u Maglaju koristila je kapacitete maksimalno, tj. 99%.

Iskorištenje kapaciteta za proizvodnju celuloze u 1977. godini u Jugoslaviji bilo je 83%. Najviše iskorištenje postignuto je u Srbiji s 94%, zatim u Hrvatskoj s 91% i BiH s 86%, a najslabije u Sloveniji sa 72%, zbog toga što je glavni proizvođač ĐURO SALAJ u Krškom puštao u rad novo postrojenje, pa je to izazvalo zastoj kroz stanovito vrijeme, zbog priključivanja pogona. Kasnije, zbog uhodavanja novog pogona proizvodnja nije bila normalna. Međutim već u 1978. godini pos-

* Institut za ekonomiku industrije Beograd i SZS: Korištenje kapaciteta u industriji Jugoslavije i mogućnosti njihovog daljeg razvoja u periodu 1981-1985., Beograd, Novembar 1979.

Tablica 8.

ISKORIŠTENJE KAPACITETA U % U PROIZVODNJI
CELULOZE, POLUCELULOZE I DRVENJAČE U JUGOSLAVIJI

	<u>1976.</u>	<u>1977.</u>	<u>1978.</u>
SFR JUGOSLAVIJA	74	80	82
SR Bosna i Hercegovina	84	88	82
SR Crna Gora	52	59	72
SR Hrvatska	66	76	79
SR Makedonija	78	85	80
SR Slovenija	85	88	95
SR Srbija - ukupno	76	76	73
Uža Srbija	67	76	75
SAP Kosovo	44	45	50
SAP Vojvodina	99	98	81

IZVOR: Inst. za ekonomiku industrije Beograd i SZS: Korišćenje kapaciteta u industriji Jugoslavije i mogućnosti njihovog daljeg razvoja u periodu 1981-1985., Beograd, Novembar 1979.

tignuto je iskorišćenje 88% što se može smatrati dobrim, budući da je u toj godini kapacitet u SR Srbiji korišten s 92%, SR Sloveniji 92%, SR BiH 90%, SR Hrvatskoj 77% i u SR Crnoj Gori svega 72%.

Budući da se celuloza mora proizvoditi kontinuirano, uz značajne utroške vodene pare i električne energije, te uz visoke konstantne troškove, općenito se smatra da prag rentabiliteta takve proizvodnje leži veoma visoko, čak oko 80% kapaciteta, pa se drži da iskorišćenje kapaciteta ispod 85% nije u niukom slučaju zadovoljavajuće. Analize pokazuju da se troškovi kod korištenja kapaciteta od 80% dižu za oko 8%, a kod korištenja kapaciteta 75% za oko 11% po jednoj toni proizvedene celuloze. Iskorištenost kapaciteta između 90 i 95% predstavlja razinu na kojoj radi industrija celuloze u industrijski razvijenim zemljama Evrope.

Iskorišćenje kapaciteta poluceluloze u Jugoslaviji ostvareno je 1976. godine sa 70% kao i u 1977. godini, dok je u 1978. godini iskorišćenje kapaciteta bilo samo 68%. U SR Hrvatskoj je iskorišćenje 1976. godine bilo 83%, 1977. godine 82%, a 1978. godine 83%. U SR Srbiji je iskorišćenje 1976. bilo 53%, 1977. godine 55%, a 1978. godine 48%. Proizvodnja poluceluloze odvija se samo u Srbiji i Hrvatskoj. Poluceluloza se kao takva ne pojavljuje na tržištu, već se troši za daljnju preradu u fluting. Kako se umjesto celuloze uspješno upotrebljava i stari papir, to iskorišćenje kapaciteta uvelike zavisi o cijenama sirovina: (i) drva za proizvodnju poluceluloze ili (ii) starog papira.

Kreiranje cijena tih dviju supstituta najčešće izaziva oscilacije u korištenju kapaciteta.

Iskorištenost kapaciteta drvenjače u Jugoslaviji bilo je 1976. godine 81%, 1977. godine 87% i 1978. godine 83%. Drvenjača se proizvodi uglavnom za vlastite potrebe, izuzetak je tvornica u Fužinama, koja ne vrši daljnju preradu, već cjelokupnu proizvedenu drvenjaču prodaje tvornicama koje ju prerađuju. Najveći proizvođači u Jugoslaviji su ĐURO SALAJ u Krškom i MATROZ u Srijemskoj Mitrovici, kojima drvenjača služi za proizvodnju roto-papira. Iskorištenje drvenjače u odnosu na drvenu masu veoma je visoko o kreće se iznad 90%.

Najslabije iskorišten kapacitet bio je u PAPIRNICA u Količevu, 1976. godine 33%, 1977. godine 12%, a 1978. godine 5%. Slično tomu bila je BEOGRADSKA FABRIKA PAPIRA, 1976.= 31%; 1977.= 17%; 1978.= 15%.

Zbog nepovoljnih cijena za drvenjaču i dugog uhodavanja proizvodnje, iskorištenost kapaciteta drvenjače u Fužinama kretala se je: 1976.= 57%, ali se povećavala: 1977.= 86%; 1978.= 88%.

Stupanj iskorištenosti kapaciteta u proizvodnji papira, kartona, ljepenke i valovite ljepenke za cijelu Jugoslaviju kretao se kako slijedi: 1976.= 74%; 1977.= 80%; 1978.= 82%. Postotak iskorištenosti kapaciteta je bio nizak zbog sabijeg iskorištenja kapaciteta valovite ljepenke i papirne ljepenke. Najviše iskorištenje kapaciteta postignuto je u Sloveniji i BiH, a najmanje u Crnoj Gori. Najviše iskorištenje imala je tvornica MATROZ u Srijemskoj Mitrovici, 1976. i 1977. godine oko 98%.

U proizvodnji papira najbolje iskorištenje kapaciteta postignuto je 1976. godine u Sloveniji s oko 86%, Srbiji oko 85%, u BiH oko 82%, a najmanje je bilo u Crnoj Gori oko 52%.

1977. godine najbolje korištenje kapaciteta postignuto je u Hrvatskoj oko 92%, Sloveniji oko 91% i u Srbiji oko 90%. Najmanje iskorištenje kapaciteta je i te godine bilo u C. Gori oko 59%.

1978. godine iskorištenost kapaciteta bila je u Sloveniji 96%, Hrvatskoj 95%, BiH 94%, Srbiji 90%, Makedoniji 80% i u C. Gori 72%.

U Jugoslaviji ima za sada tri proizvođača kartona: Količevo i Sladki Vrh u Sloveniji, te Umka u Srbiji. 1976. godine iskorištenost kapaciteta bila je u Sloveniji 83%, u Srbiji 95%; 1977. godine u Sloveniji 90%, a u Srbiji 100%; 1978. godine u Sloveniji 95%, u Srbiji 77%. Do pada proizvodnje u Umci došlo je zbog rekonstrukcije i proširenja, kojima je tvornica povećala kapacitet od 24.000 to/g na 65.000 to/g.

Ljepenka se proizvodi u četiri republike i obje pokrajine.

Iskorištenje kapaciteta postignuto je od 83 do 100% u Makedoniji, Sloveniji i Vojvodini, dok je veoma slabi u Užoj Srbiji, gdje je proizvodnja ljepenke u Umci napuštena 1979. godine. U Cazinu u BiH 1976. iskorištenje kapaciteta bilo je 75%, 1977. godine 75%, a u 1978. samo 11%, kada je u 1979. godini proizvodnja napuštena.

Iskorištenost kapaciteta u proizvodnji valovite ljepenke kretalo se u Jugoslaviji: 1976.= 54%; 1977.= 61%; 1978.= 60%. U 1976. godini najveća iskorištenost kapaciteta postignuta je u Sloveniji 76%, najmanja u Srbiji 49%. 1977. godine najveća iskorištenost kapaciteta postignuta je u BiH 89%, najmanja u Srbiji 56%. 1978. godine najviša iskorištenost postignuta je u Sloveniji 80%, najmanja u BiH 36%. Izgrađeni kapaciteti valovite ljepenke se ne koriste, budući da su za potrebe domaćeg tržišta predimenzionirani. Stanje će se još pogoršati, jer je tijekom 1979. godine pušteno u pogon nekoliko novih postrojenja, pa će se smanjivanje iskorištenosti kapaciteta nastaviti. Izvoz tih proizvoda je zbog voluminoznosti i niže cijene otežan, iako to nije dovoljan razlog da se ne izvozi. Proizvođači se snalaze većim cijenama i prešutnim karteliranim kontingentima proizvodnje na domaćem tržištu, jer izvoziti nije ni lako niti jednostavno, tako da za izvoz nema prave motiviranosti niti ekonomske prisile.

Različiti činitelji izazvali su da je ostvareno iskorištenje kapaciteta proizvodnje i prerade papira različito prema pojedinim grupacijama unutar te proizvodne grane. Korištenje kapaciteta valovite ljepenke npr. uvjetovano je veličinom tražnje na domaćem tržištu, budući se ti proizvodi uglavnom ne izvoze. Budući da su kapaciteti daleko veći od domaće tražnje, iskorištenje se kreće oko 60%. Osim toga ručnu ljepenu je istisnuo strojni karton, zbog čega su neki proizvođači još mnogo prije, a neki u novije vrijeme, prestali s proizvodnjom ljepenke (Veliko Gradište, Leskovac, Podvelka, Vrbas, Umka i Cazin).

Korištenje kapaciteta za proizvodnju poluceluloze uvjetovano je potrebama fluting papira. Drugi činitelj koji izaziva oscilacije je kolebanje cijena poluceluloze u odnosu na cijenu starog papira. Kada je cijena starog papira povoljna, kapaciteti poluceluloze ostaju neiskorišteni.

Proizvodnja bezdrvnih papira znatno je veća od domaće tražnje, što bi trebalo izazvati logičnu posljedicu da se višak izvozi. Cijene koje se na domaćem tržištu postižu su međutim veoma visoke, dok se cijenama na inozemnom tržištu, a pogotovo zahtjevima koje to tržište ima na kakvoću i manipulaciju, proizvođači ne stimuliraju da izvoze. Uslijed toga dolazi do pada iskorištenosti kapaciteta (Drvar, Prijedor,

Ivangrad i Plaški).

Nedostatak sirovina kojih u zemlji nema dovoljno (celulozno drvo četinjača, celuloza četinjača, natron papir, itd.) i teškoće oko uvoza jedan su od razloga niskog iskorištenja proizvodnih kapaciteta. Pored toga je oprema u tvornicama papira najvećim dijelom iz uvoza, pa je za redovito održavanje potrebno uvoziti rezervne dijelove. Usljed platnobilančnih teškoća takav je uvoz znatno otežan, što je također značajan činitelj niske iskorištenosti kapaciteta. Velik je broj tvornica koje posluju na rubu rentabiliteta ili su u gubicima, što sporadično dovodi do rasula stručnih kadrova, što je još jedan od razloga niskoj iskorištenosti proizvodnih kapaciteta i slabim poslovnim rezultatima.

Još jedan značajan činitelj koji izaziva smanjenje iskorištenosti proizvodnih kapaciteta jest trajanje remonta ili izgradnje. Tako su rekonstrukcije u npr. Banjoj Luci i Ivangradu trajale dulje od svakog predviđanja.

Osnovni uvjet za potpuniju iskorištenost proizvodnih kapaciteta je osiguranje potrebnih sirovina: celuloznog drva, celuloze i starog papira. To znači da bi valjalo poduzimati sve moguće mjere da se poveća proizvodnja celuloznog drva iz domaćih izvora. Čak kada bi se u tom pravcu i poduzele radikalne mjere, još će trebati dugo vremena računati s uvozom. Mora se međutim voditi računa i o činjenici, da je danas uvoz sve riskantniji, zbog toga što zemlje koje izvoze celulozno drvo, uglavnom podižu industriju na bazi svojih drvnih sirovina i sve se više pojavljuju kao ponuđači celuloze, papira ili izrađevina od papira.

U Hrvatskoj je situacija proizvodnje celuloze i papira u odnosu na potrošnju papira, kako u reprodukciji tako i u finalnoj potrošnji, upravo dramatska. BELIŠĆE-BEL je primjereno poduzeće, koje se odlikuje solidnošću poslovanja, dobrim poslovnim rezultatima, itd. Ali orijentacija na polucelulozu i ambalažu od papira ne može postati glavnom preokupacijom u Hrvatskoj. Da bi se zadovoljile potrebe u cijeloj zemlji, ne samo u Hrvatskoj, valja proizvoditi daleko više bijeljene celuloze listača, za čiju proizvodnju u Hrvatskoj postoje idealni uvjeti. Kako su pokazala istraživanja* moguće je na neobraslim šumskim zemljištima, kojih u Hrvatskoj ima oko 440.000 ha, zatim u degradiranim šumama, užurbano podizati sastojine listača i četinjača, iz kojih je moguće bilo iz prorednog materijala, bilo iz glavnog prihoda, ako bi se dio tih sastojina koristio u kratkim ophodnjama, osigurati u kratkom vremenu ogromne količine vrijednog materijala za proizvodnju celuloze.

* Rudolf SABADI, Hranislav JAKOVAC: Realne mogućnosti razvitka šumsko-prerađivačke industrije u nas, Bilten ZIDL, 8:(6)1-95, Zgb, 1980.

Tablica 9.

BROJ ZAPOSLENIH, STRUKTURA ZAPOSLENIH, INSTALIRANA SNAGA ELEKTRIČNIH MOTORA I KORIŠTENJE INSTALIRANE SNAGE U PROIZVODNJI I PRERADI PAPIRA S.R. HRVATSKE

GOD.	BROJ ORGANIZ	Z A P O S L E N I			INSTAL. SNAGA ELEKTRIČ. MOTORA kW	UTROSAK ELEKTRIČNE ENERGIJE MWh	MAKSIMALNO MOGUĆA POTROŠNJA EL. ENERGIJE M/h	KOEFIČIJENT UTROSENE EL. ENERGIJE PREMA MAX. MOGUĆOJ	BROJ SATI RADA EL. MOTORA GODIŠNJE
		UKUPNO	U PROIZVODNJI	U ADMIN. TEHNIČ. SLUŽBAMA					
<u>UKUPNO PROIZVODNJA I PRERADA PAPIRA</u>									
1976.	40	8.712	6.551	2.161	65.043	190.195	569.777	0,333606	2.924
1977.	39	8.945	6.390	2.555	61.928	220.629	542.489	0,406698	3.563
1978.	40	9.309	6.515	2.794	64.328	228.131	563.513	0,404837	3.546
1979.	40	8.825	6.151	2.674	69.499	203.892	608.811	0,334902	2.934
1980.	40	8.345	6.039	2.306	81.242	220.952	711.680	0,310465	2.720
<u>Proizvodnja celuloze i papira</u>									
1976.	18	4.011	3.011	1.000	58.708	179.746	514.282	0,349509	3.062
1977.	17	4.075	2.683	1.392	54.826	207.382	480.276	0,431798	3.783
1978.	17	4.217	2.709	1.508	52.660	212.994	461.302	0,461724	4.045
1979.	16	3.562	1.970	1.682	57.135	185.358	500.503	0,370343	3.244
1980.	16	3.127	1.952	1.175	68.368	203.108	598.904	0,339133	2.971
<u>Prerada papira</u>									
1976.	22	4.701	3.540	1.161	6.339	10.449	55.530	0,188169	1.648
1977.	22	4.870	3.707	1.163	7.102	13.247	62.214	0,212926	1.865
1978.	23	5.029	3.806	1.223	11.658	15.137	102.124	0,148222	1.298
1979.	24	5.263	4.181	1.082	12.364	18.534	108.309	0,171122	1.499
1980.	24	5.218	4.087	1.131	12.874	17.844	112.776	0,158225	1.386

IZVOR: "INDUSTRIJA", Dokumentacija, br. 323,356,396, 432, 470. Izd.: Republički zavod za statistiku S.R. Hrvatske, Zagreb, 1978-1982.

U tablici 9. prikazano je iskorištenje instalirane snage električnih motora u grani proizvodnji i preradi papira ukupno, te posebno u proizvodnji celuloze i papira, te preradi papira.

Već su naprijed istaknute teškoće zbog kojih je korištenje kapaciteta nisko. Podaci u tablici 9. samo to potvrđuju. Proizvodnja celuloze i papira tehnološki je takva da kontinuirana proizvodnja, dakle u tri smjene, predstavlja preduvjet za uspješno poslovanje. Vidjeli smo iz prethodnih izlaganja, da za potpuno iskorištenje nedostaju sirovine, a za njihovu dobavu na trajnoj osnovi jedva da se nešto poduzima. Jugoslavija mora podržavati vlastitu proizvodnju celuloze i papira zbog niza razloga. Podržavajući međutim proizvodnju, bez poduzimanja mjera potrebnih da se toj proizvodnji omogući puna zaposlenost i nužna ekonomija obujma, sprječava se rast proizvodnosti, bez koje nije moguće zamisliti rentabilan izvoz. Stabilizacija i stabilan razvitak znači povećavanje proizvodnosti i proizvodnje, znači izvoz koji je rentabilan, inače stabilizacija postaje prazna parola.

NEKI ERGONOMSKI ASPEKTI RADA UREĐAJA DRVNE INDUSTRIJE

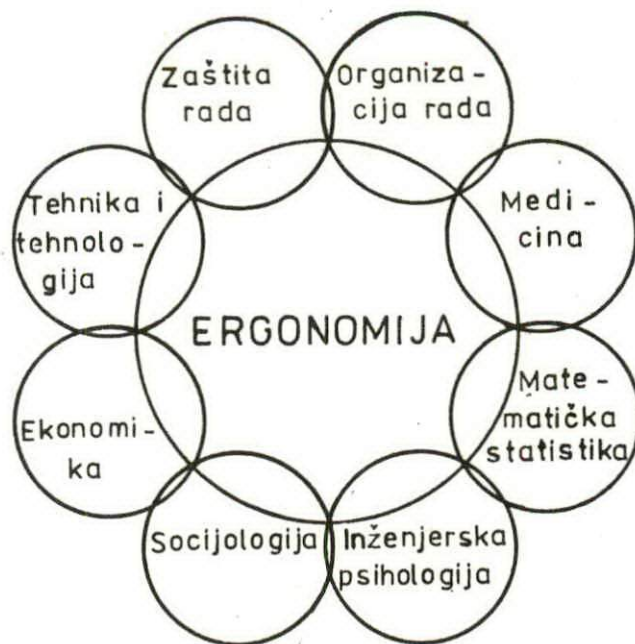
Prof. dr Stanislav Sever
Mr Dubravko Horvat, dipl. ing.

Šumarski fakultet Sveučilišta
u Zagrebu

Prethodno priopćenje

U v o d

Nagli razvoj mehanizacije u drvnoj industriji protekla dva desetljeća donio je niz novih saznanja o tehnologiji koja određuje kako treba obraditi drvo, o tehnicima koja daje strojar-
sko-eksploatacijske parametre strojeva, transportnih uređaja, alata, naprava ili pristroja, uz pravila njihova održavanja i popravaka, te organizaciji koja svoju djelatnost oko proizvodnje povezuje u cjeloviti sustav. Ponajmanje smo se bavili čovjekom kao jednim od sudionika u toj cijeloj djelatnosti, te vezom između njega i uvjeta rada, radnog mjesta, a sve u cilju da se humanizira rad. Upravo ovim posljednjim problemima se bavi ergonomija, znanstvena oblast nastala pred oko četvrt stoljeća. To je interdisciplinarno područje koje objedinjuje rad niza raznovrsnih stručnjaka, od inženjera konstruktora radnih strojeva i uređaja, do psihologa, fiziologa, liječnika, projektanata tehnoloških procesa, stručnjaka organizacije i studija rada, inženjera sigurnosti na radu i dr. Svi oni moraju zajednički proučiti veoma složeni sustav čovjek - stroj - uvjeti rada. Treba naglasiti da se rad svih ovih stručnjaka na području ergonomije međusobno nadopunjuje, te svaki mora uzimati u obzir i saznanja drugih disciplina. Upravo zbog dosta zakašnjelog ulaska ergonomije u naše svakodnevno djelovanje, nastoji se nizom istraživanja nadoknaditi zaostajanje, te proniknuti u zakonitosti sustava čovjek - radno mjesto - uvjeti rada, čiji je krajnji cilj stvaranje boljih uvjeta života i rada, te humanizacije rada zaposlenih u drvnoj industriji. Na sl. 1 prikazan je shematski interdisciplinarni karakter ergonomije.



Slika 1 - Shematski prikaz interdisciplinarnog karaktera ergonomije.

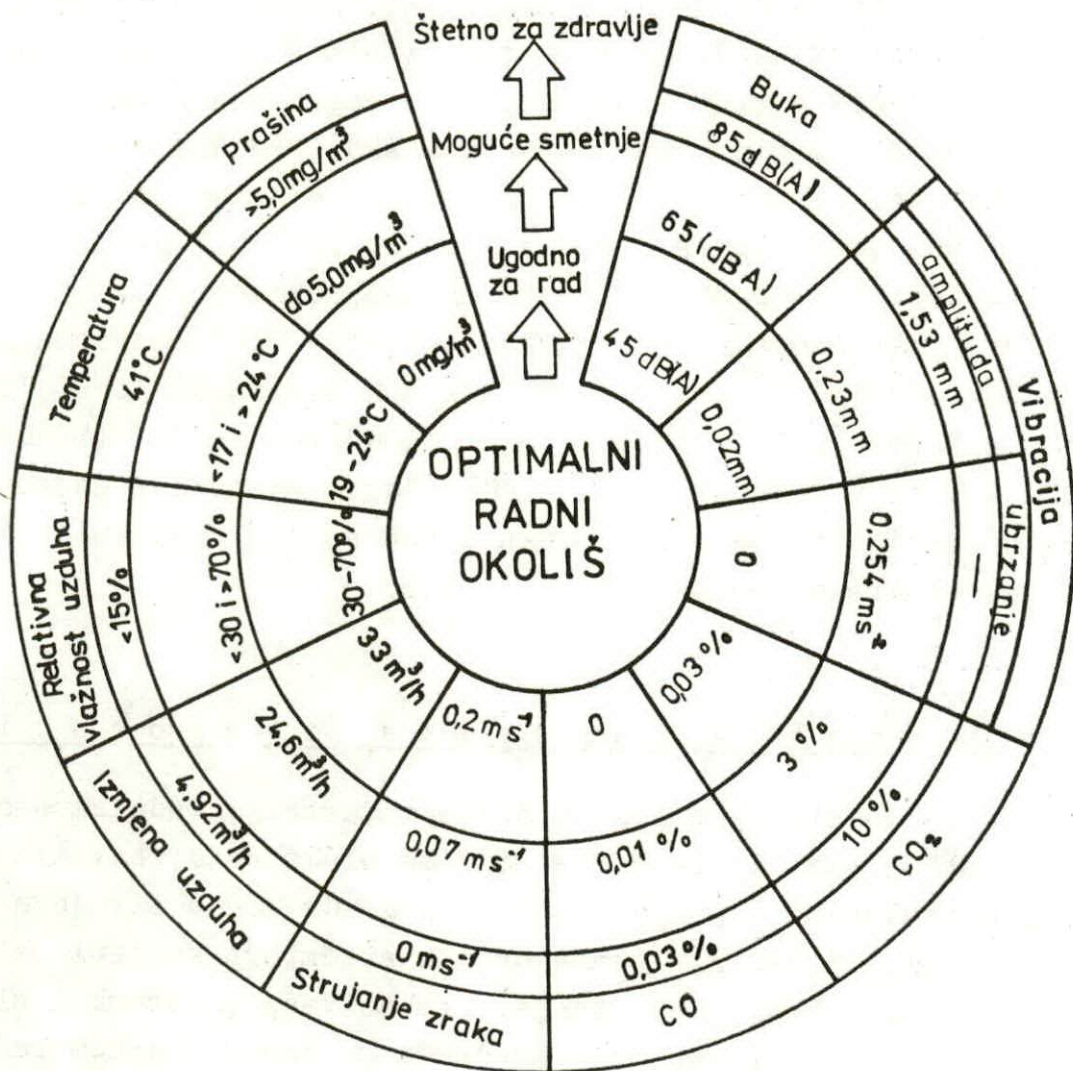
Niz činilaca utječe na čovjeka na njegovu radnom mjestu. Ukoliko su oni nepovoljni, smanjuje se učinak radnika, povećava se utrošak energije pri izvršenju istog posla. Najčešće u ergonomiji razmatramo utjecaj intenziteta, raspodjele i vrste rasvjete, reflektiranje površine i stupanj kontrasta, utjecaj boja na radni prostor, temperaturu radnih prostorija, izmjenu zraka, buku, vibracije itd. Na slici 2 su prema nekim autorima (7, 21) prikazani utjecaji nekih od navedenih pokazatelja na radno mjesto.

Kod konačne ocjene stanja radnog mjesta treba promatrati navedene činioce kompleksno, jer jedino tako možemo dobiti stvarnu sliku pogodnosti za rad na siguran i human način.

Naša su istraživanja obuhvatila samo dva od niza navedenih pokazatelja: buku i vibracije. Pri odabiru radnih mjesta u mehaniziranom pilanskom postrojenju, tražili smo gdje jedan od ovih faktora postaje dominantni, te zahtijeva ili primjenu zaštitnih sredstava ili narušava komfor radnika. Kao prvo radno mjesto odabrali smo radnika na jarmači koji sjedeći na

kolicima za pomak trupaca upravlja radom stroja. Mjerenje buke obavljano je na dva načina: analizirana je razina buke za različite režime rada jarmače, te ekvivalentna doza buke.

Vibracije su mjerene na sjedištu kolica.



Slika 2 - Elementi djelovanja nekih ergonomskih utjecaja na radni okoliš.

Drugo odabrano radno mjesto je vezano uz rad sječka-lice pilanskih otpadaka, gdje radnik kontrolira dovod otpadaka u stroj tračnim konvejerom. Ovdje je obavljeno samo mjerenje razine i ekvivalentne doze buke, jer se preko poda ne prenose značajnije vibracije na tijelo radnika.

Sličnim problemima utjecaja buke i vibracija na radnike u drvenoj industriji bavi se Grupa 3.03 "Ergonomija" u okviru Odjela 3, Šumske operacije i tehnika Međunarodne organizacije za šumarska istraživanja IUFRO (International Union of Forestry Research Organizations). Uz iskustva iznesena na području ergonomije u radovima navedene organizacije objavljenih na njihovim savjetovanjima i seminarima, koristili smo i međunarodne i domaće standarde, posebno od ECE (Economic Commission for Europe), FAO (Food and Agriculture organization of the United Nations), ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission), ILO (International Labour Organization), te niza nacionalnih standarda poput DIN (Deutsche Normen), ČSN (Čehoslovački standardi), GOST (Standardi SSSR-a), te naravno standarda JUS (Jugoslavenski standard), zakona o zaštiti na radu republika i pokrajina, pravilnika iz područja zaštite na radu i dr.

O s n o v e m j e r e n j a z v u k a i v i b r a c i j a

Mehaniziranjem pogona drvne industrije radnika smo okružili strojevima i uređajima koji mu olakšavaju rad, ili ga na mnogim poslovima i potpuno zamjenjuju. Uz radne strojeve koji mijenjaju oblik drva, niz transportnih sredstava koristi se za prenošenje, prevoženje, okretanje, prebacivanje, posmak i slične radnje. Sva ta transportna sredstva su često tijekom rada kontrolirana od strane radnika.

Svaki stroj, uređaj ili transportno sredstvo u radu se čuje, a pri dodiru osjeća trešnja. Razlog je taj što uređaji sadrže mehaničke dijelove koji se pokreću. Zvuk nastaje titranjem čestica elastičnih tvari u granicama frekvencija koje zamjećuje ljudsko uho, približno od 16 do 16 000 Hz. Svaki neže-

ljenu zvuk, svaka vrsta zvuka koja smeta čovjeka ili djeluje štetno na njegovo zdravlje, smatramo bukom. Dakle, buka je zvuk. Za proučavanje djelovanja utjecaja zvuka na čovjeka na radnom mjestu, čime se bavi ergonomija, upravo je značajan subjektivni doživljaj zvuka od strane radnika, dakle, u onolikoj mjeri u kojoj to dozvoljava njegov slušni organ - uho. Prema tome, oscilacije ispod 16 Hz koje nazivamo infrazvukom i one iznad 16 kHz koje nazivamo ultrazvukom, ne razmatramo u okviru ergonomske istraživanja.

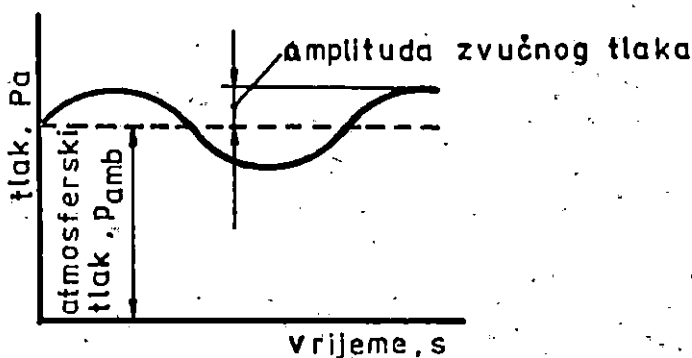
Jednako proučavamo trešnju, podrhtavanje uzrokovano radom strojeva i uređaja, koje se prenosi na radnika preko podloge na kojoj stoji, sjedišta na kojem sjedi ili pak preko alata kojeg drži u ruci. Iznimku čine takvi uređaji čiji se zvuk ili vibracije koriste, npr. vibrirajući konvejeri i sl.

Iskustvo je pokazalo da buka i vibracije nepovoljno djeluju na čovjeka, sve od laganih smetnji pa do mogućih teških oštećenja organizma. Uz smetnje oko sporazumijevanja na radnom mjestu, zamjećivanju zvučnih signala, buka može uzrokovati smetnje u snu, pa sve do organskih oboljenja i posebno, oštećenja sluha. Vibracije djeluju od smanjenja udobnosti, do izazivanja umora, organskih oboljenja, pa i niza vibracijskih bolesti. Cilj svih istraživanja je da pronađe uzroke navedenih pojava, utvrdi dozvoljene granice buke i vibracija u radnoj i životnoj okolini radnika drvne industrije. Treba naglasiti, da sustavno praćenje i kontrola buke i vibracija ne služi samo u cilju zaštite čovjekova zdravlja, već i zaštiti ispitivanog uređaja, jer svako povećanje navedenih pojava ukazuje na povećano trošenje i oštećenje dijelova takvih sredstava rada.

Z v u k (buka)

Titra li neki strojni dio određenom frekvencijom, njegovo titranje će se prenijeti na okolni zrak, doći će do zgušćavanja i razrjeđivanja njegovih čestica. Ovaj poremećaj uzrokuje promjene atmosferskog tlaka koji se širi kuglasto na sve strane brzinom od 340 ms^{-1} . Atmosferski tlak se mijenja u obliku vala. Broj zgušćenja tijekom jedne sekunde nazivamo

frekvencijom. U slučaju da ono leži u granicama od 16 Hz do 16 kHz i stigne do uha, utiče se bubnjić. Podražaj se dalje prenosi preko živaca do mozga, te čovjek zamjećuje zvuk. Na slici 3 prikazan je zvučni tlak (p) koji je promjenljiv i dodaje se atmosferskom tlaku.



Slika 3 - Prikaz zvučnog tlaka pridodatog atmosferskom tlaku

U odnosu na atmosferski tlak, zvučni tlak je veoma malen. Najniži tlak koji može zamijetiti ljudsko uho iznosi oko 20 Pa (mikropaskal). Poraste li zvučni tlak na oko 20 Pa izazvat će bol u uhu. Takav tlak se superponira na tlak okoline (ambijenta) od oko 1 000 hPa (hektopaskala). Ta razlika atmosferskog tlaka često se mjeri što je jednostavno izvodljivo, a i čovječje uho osjeća zvuk kao promjene tlaka. Količinu zvučne energije koja u jedinici vremena prostruji kroz jediničnu površinu plohe postavljene okomito na smjer širenja zvuka, nazivamo jakost ili intenzitet zvuka (I). Umnožak jakosti zvuka i površine kroz koju isti prostruji predstavlja zvučnu snagu (P), koju izražavamo u W (vat). Sve ove veličine mogu se izražavati u srednjim, efektivnim ili vršnim vrijednostima. Uobičajeno se koriste efektivne vrijednosti navedenih veličina. Odnosi zvučnih tlakova i snaga koje srećemo u akustici, veoma su veliki. Na pragu čujnosti je uho osjetljivo na zvučni intenzitet od 10^{-12} W/m^2 , dok je na granici bola intenzitet oko 10 W/m^2 . Jednako su veliki i rasponi zvučnih tlakova ($10^6 : 1$). Zbog toga je kod mjerenja zvučnih tlakova i snage upotrijebljena logaritamska skala.

Osim toga, zvučni efekti se obično ocjenjuju prema stanovitoj referentnoj vrijednosti neke akustičke veličine, npr. jakost zvuka, zvučni tlak i sl, dakle u relativnom, a ne apsolutnom smislu. Kao mjera pojačanja ili oslabljenja jakosti zvuka uvedena je veličina razina jakosti zvuka (L). Ona predstavlja logaritamski odnos mjernog tlaka i referentnog tlaka od 20 Pa, koji odgovara pragu čujnosti. Ovaj odnos definira jednadžba:

$$L = \log \frac{I}{I_0} ,$$

gdje je: L - razina jakosti zvuka,
log - simbol za dekadski
logaritam,

I - promatrana jakost zvuka,
I₀ - referentna jakost zvuka
određena dogovorom te
približno iznosi 10⁻¹²
W/m², što odgovara do-
njoj granici čujnosti
prosječnog ljudskog uha
pri frekvenciji od
1 000 Hz.

Iz definicije se vidi da je "L" tzv. brojčana veličina; ona je logaritam dviju vrijednosti iste veličine. To znači da veličina "L" ima "brojčanu jedinicu", u stvari ta jedinica je sam broj 1. Broj 1 u svojstvu jedinice veličine "L" zove se bel, te postoji identičnost:

bel = B = 1 , a razina jakosti zvuka L ima vrijednost:

$$L = 1 B , \text{ ako je } \log \frac{I}{I_0} = 1 .$$

Budući da se za praktičnu primjenu pokazala jedinica bel prevelikom, upotrebljava se 10 puta manja jedinica:

$$\text{decibel} = \text{dB} = 0,1 \cdot B$$

U ovom slučaju jednadžba mora imati oblik (B = 10 dB):

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \text{dB}$$

Budući da je jakost zvuka proporcionalna kvadratu zvučnog tlaka, to će se i iz odnosa zvučnih tlakova dobiti broj decibela prema izrazu:

$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0} \text{ dB}, \quad \text{gdje je: } p - \text{promatrani zvučni tlak}$$

p_0 - efektivna vrijednost referentnog zvučnog tlaka; uzima se da je $p_0 = 20 \text{ Pa}$

Postavlja se pitanje što smo dobili ovakvim definira-
njem jedinica za određivanje karakterističnih veličina zvuka?
Korištenjem relativne veličine jakosti zvuka, koja pokazuje ko-
liko je puta promatrani zvučni tlak veći od referentnog, raspon
tlakova je od odnosa $1 : 10^6$ sveden na raspon od 0 do 120 dB.

Kako u praksi zbog navedenog često nastaju zabune pri
ocjenjivanju rezultata promjene razine zvuka kao posljedice pro-
vedene sanacije, poboljšanja konstrukcije ili pak obrnuto, po-
goršanja uslijed habanja i istrošenosti strojeva ili uređaja,
ilustrirat ćemo navedeno na jednom primjeru.

Primjer: na radnom mjestu uz sječalicu pilanskih ot-
pada izmjerena je razina buke od 100 dB. Provođenjem
mjera sanacije u obliku zvučne izolacije stroja, na
radnom mjestu je izmjerena razina buke od 90 dB. Pita
se, koliko puta se smanjila razina buke u promatra-
nom slučaju?

U cilju izračunavanja navedenog problema koristimo
slijedeće jednadžbe:

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ dB i odatle: } \frac{I}{I_0} = 10^{0,1 \frac{L}{\text{dB}}}$$

1. mjerenje (prije sanacije)

$$\frac{I}{I_0} = 10^{0,1 \cdot 100} = 10^{10}$$

2. mjerenje (poslije sanacije)

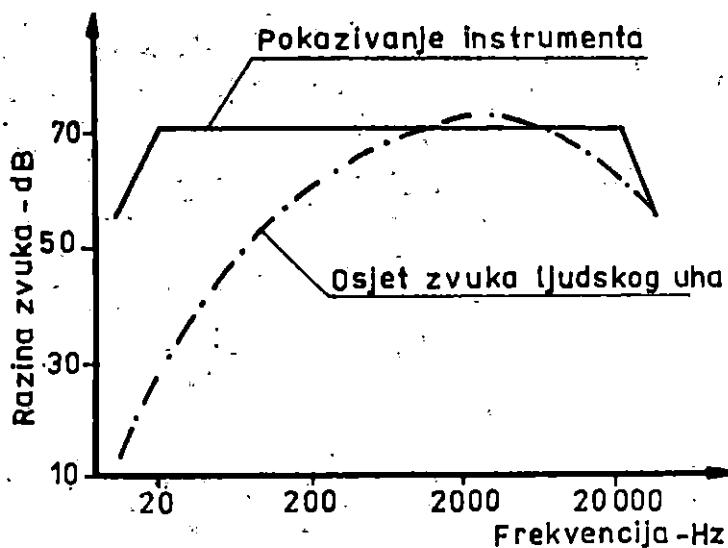
$$\frac{I}{I_0} = 10^{0,1 \cdot 90} = 10^9$$

Prema tome odnos razina jakosti zvuka za dva promatrana slučaja iznosi:

$$\frac{10^{10}}{10^9} = 10 - \text{dakle, razinu jakosti zvuka smo morali smanjiti za } \underline{10 \text{ puta}}, \text{ da bismo dostigli kod nas zakonom traženu granicu štetnosti zvuka!}$$

Da napomenemo, da smanjenje razine zvuka za 3 dB znači približno dvostruko smanjenje razine zvuka. Ovo moramo imati na umu kod postavljanja zadataka za sanacijom buke na pojedinim radnim mjestima u drvnoj industriji.

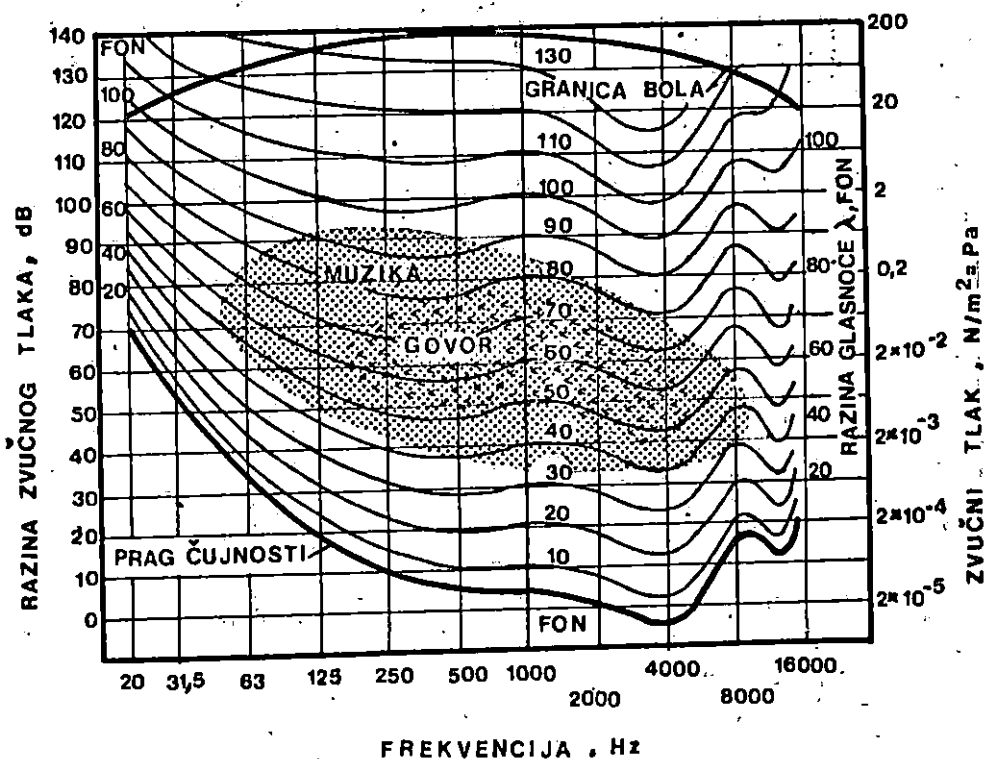
Da bismo mogli shvatiti način mjerenja razine zvuka (buke), moramo razmotriti kako ljudsko uho zapaža zvukove u rasponu čujnosti. Ova osjetljivost ovisi o dobi života i individualnoj osjetljivosti. Već smo prije kazali da je uho najosjetljivije kod frekvencije zvuka od 2 do 5 kHz, a najosjetljivije pri najnižim i najvišim frekvencijama čujnog područja, ukoliko nekom zvuku konstantnog nivoa zvučnog tlaka mijenjamo frekvenciju, primijetili bismo kako nivo razine zvuka raste do oko 5 kHz, a zatim opada (v. slika 4).



Slika 4 - Zvuk konstantnog nivoa zvučnog tlaka i promjenljive frekvencije; primjećivanje od strane ljudskog uha i instrumenata

No zvukomjer, instrument koji mjeri takav zvuk, registrirao bi ga kao nepromijenjenu stalnu vrijednost. Dakle, osjetljivost uha ovisi od frekvencije zvuka.

Želimo li da prikažemo koliko glasan treba biti čisti ton s različitim frekvencijama, da bi zvučao podjednako kao ton od 1 000 Hz, dobit ćemo krivulje prikazane na slici 5, s različitim zvučnim pritiscima. Ove krivulje grafički prikazuju kako se mijenja osjetljivost ljudskog uha s frekvencijom. Vidi se da je pri niskim nivoima uho vrlo neosjetljivo na niske i vrlo visoke frekvencije. Na oko 100 dB linije su ravnije, dijelom se približavaju linearnoj ovisnosti.

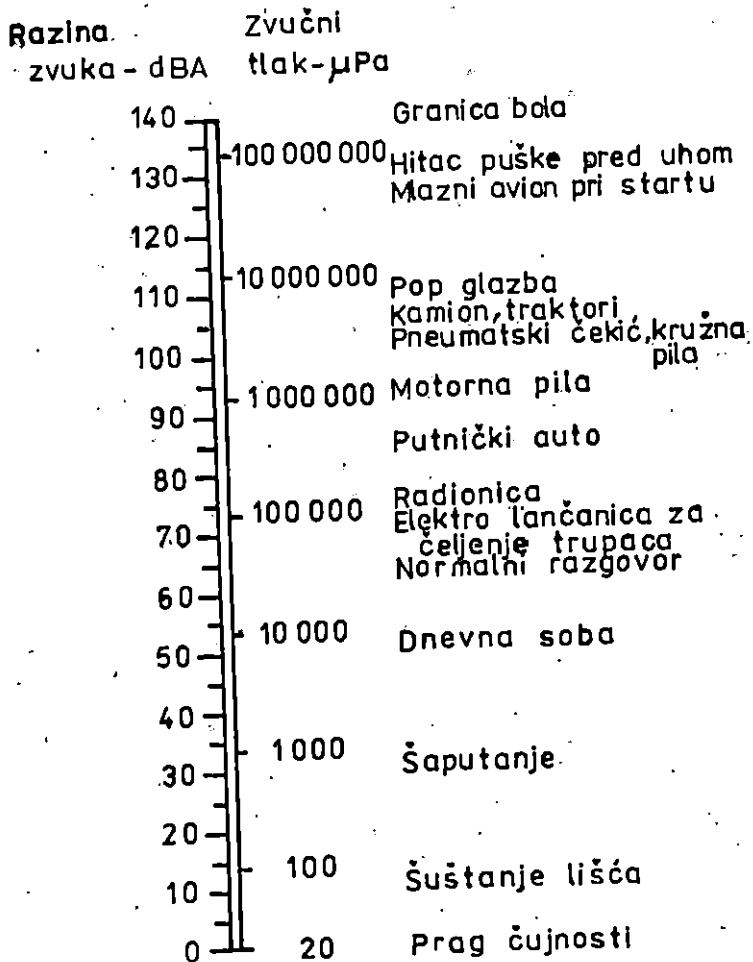


Slika 5 - Krivulje jednake glasnoće s područjem glazbe i govora.

Na slici 5 vidimo i granicu bola i prag čujnosti. Ujedno vidimo da se jedinica fon (phon) podudara s jedinicom decibel (dB) samo na frekvenciji od 1 kHz, dakle, razina buke od 50 dB brojčano je jednaka 40 fona pri frekvenciji od 1000

Hz. Fon je prema tome mjera za razinu glasnoće.

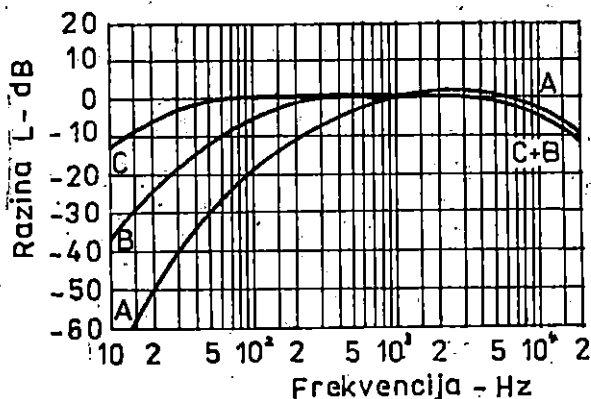
U svakodnevnom životu susrećemo različite izvore zvuka. Nekoliko primjera njihovih razina prikazani su na slici 6.



Slika 6 - Razina zvuka i zvučni tlak nekih poznatih izvora buke

Iz do sada kazanog vidimo da mjerenjem razine zvučnog tlaka instrumentom ne bi dobili veličinu koja odgovara subjektivnom osjetu zvuka od strane čovjeka. Zbog toga se u zvukomjer ugrađuju tzv. korekcijski filteri koji određuju frekvencijsko područje takvog mjerača zvuka vezano za krivulje jednake glasnoće. Karakteristike tih filtera donekle odgovaraju frekvencijskim

karakteristikama ljudskog uha. Označuju se slovima A, B i C, te su prikazane na slici 7.

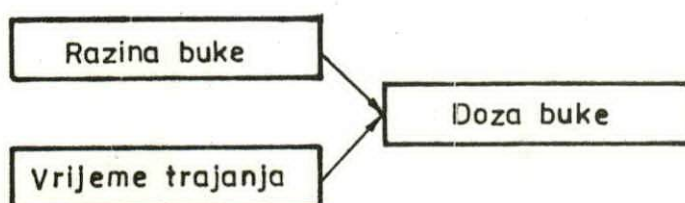


Slika 7 - Karakteristike korekcijskih filtera A, B, C i D

Iz slike 7 vidi se da je krivulja C linearna gotovo od 30 do 8 000 Hz. Najčešće je propisima određeno korištenje filtera A (kod nas to propisuje Pravilnik o mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama; dalje: Pravilnik, Sl. 1. SFRJ 29/71). Veličina koja se dobiva mjerenjem je razina zvuka (buke). Uz jedinicu mjerenja označuje se i primijenjeni filter, npr. $\text{dB}^{(A)}$. Samo dB označuje razinu zvučnog tlaka očitavanu pri mjerenju s uključenim filterom C ili područja "Lin" (linearno).

Druga važna karakteristika buke nekog izvora je njezin frekvencijski sastav. Zvuk ili buka nekog radnog stroja, pristroja ili transportnog sredstva sastavljen je od tonova raznih frekvencija koje uho može čuti. Prevladavaju li među tim tonovima oni viših frekvencija kao kod kružne pile, govorit ćemo da je on visok ili šištav. Kod diesel motora koji pogoni viličara, prevladavat će duboki tonovi, govorit ćemo da je on brundav i dubok.

Treća karakteristika buke je trajnost i kontinuitet. Uz razinu zvuka i njezin frekvencijski sastav, ova karakteristika je veoma značajna kada određujemo djelovanje buke na rukovaoce nekog stroja ili uređaja. Najveće, eventualna oštećenja sluha pri određenoj buci, ne ovise samo od njezine razine, već i vremena trajanja iste. Ukoliko npr. buka od 100 dBA djeluje na radnike nekoliko minuta, ona ne će biti toliko štetna kao buka od 90 dB koja traje veći dio radne smjene. Upravo zato moramo uvijek odrediti i trajanje buke određene razine, jer će ta dva parametra odrediti dozu buke kojom je opterećen radnik na određenom radnom mjestu. (Vidi sl. 8.)

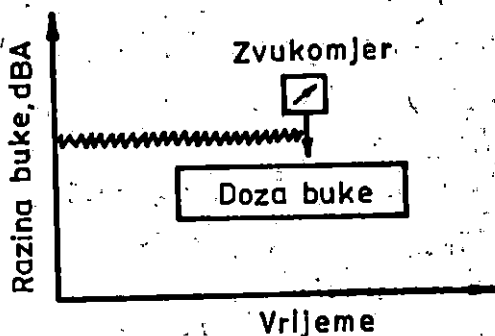


Slika 8 - Prikaz koncepcije doze buke

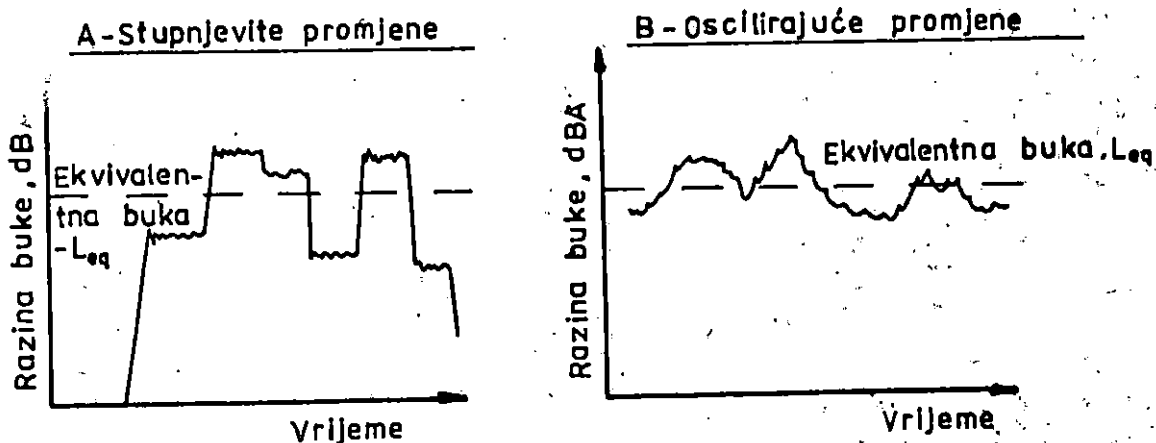
I kontinuitet buke u drvno-industrijskim pogonima je različit. Pri stalnoj razini buke, kakvu npr. proizvodi ventilator klima uređaja ili sušare, određivanje doze buke je relativno jednostavno. U takvom slučaju, gdje za cijelo vrijeme smjene od 8 sati razina buke ostaje približno stalnom, jednostavni zvukomjer će dati očitavanje razine buke u dB(A), koji predstavlja dozu buke na tom radnom mjestu za cijeli radni dan (slika 9).

Želimo li odrediti opterećenje bukom radnika u pilani koji radi na kružnoj pili, ustanovili bismo da se razina mijenja tijekom cijelog radnog dana (slika 10). Za vrijeme piljenja ustanovili bismo buku različitih razina, različitog trajanja, za razliku od buke neopterećenog kreta pile, ili eventualnog stajanja stroja zbog promjene lista pile ili odmora (sl. 10-A). U ovakvom slučaju zvukomjer ne bi bio dovoljan da odredimo dozu buke na tom

radnom mjestu. U tom slučaju će se razina buke mijenjati i tijekom raspiljivanja pojedinog trupca, ovisno o promjeni promjera, brzine pomaka i dr. (sl. 10-B).



Slika 9 - Ustanovljenje doze buke u slučaju približno stalnog toka nivoa



Slika 10 - Dva slučaja promjene toka razine buke, te određivanja njezinog ekvivalentnog iznosa; A - stupnjevite promjene, B - oscilirajuće promjene

Kod ovog razmatranja ne uzimamo u obzir tzv. buku okoline, koju kod realnog ustanovljenja opterećenja bukom pojedinog radnog mjesta treba uzeti u obzir. Uz to treba spomenuti da mnogi standardi određuju i maksimalnu razinu zvučnog tlaka koja se ne smije prijeći, da bi se očuvao sluh radnika. Naime, u slučaju promjene amplitude nekog zvučnog tlaka za dvostruku veličinu, mogućnost oštećenja sluha je veća od dvostruke.

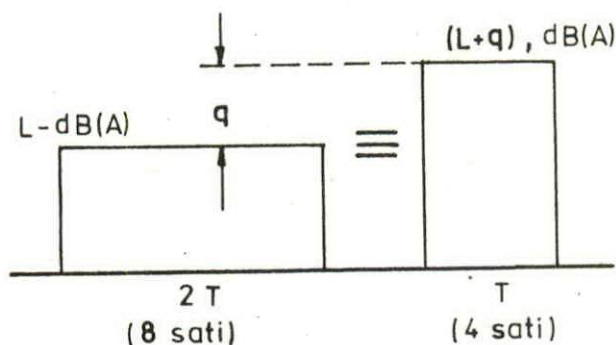
Postavlja se pitanje kako izračunati dozu buke kojom je radnik opterećen na određenom radnom mjestu? Prvi način je najjednostavniji, izračunavamo dozu buke kao postotak dozvoljene doze buke. Tako je našim Pravilnikom o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama dozvoljena kroz 8 sati buka od 90 dB (A). Rezultat veći od maksimalne razine (100%) predstavlja povećano izlaganje buci, dok je rezultat manji od te vrijednosti u skladu s propisanim opterećenjem.

Drugi način propisuje niz mjerenja u točno određenim vremenskim periodima. Iz takvog mjerenja možemo izračunavati rezultatni nivo, koji nam predstavlja ekvivalentnu razinu buke (L_{eq}), koja se također izražava u dB(A). Važno je naglasiti da je štetni utjecaj na radnika ovako izračunate buke isti kao i utjecaj mjerene promjenljive buke. Na ovaj način vremenski promjenljivu buku svadamo na ekvivalentni kontinuirani nivo za vrijeme u kojem smo obavljali mjerenje. Prema tome, u ovom slučaju ne izražavamo postotke, već kažemo da djeluje toliko dB(A) za toliko vrijeme. Obično mjerimo cijelo vrijeme trajanja smjene od 8 sati. Naravno da se i u ovom slučaju rezultat može usporediti s dozvoljenim (propisanim) kriterijem od 90 dB(A).

Prije smo naglasili da buka različitog frekvencijskog sastava različito utječe na sluh; ona viših razreda bitnije utječe na srednje vrijednosti od frekvencija nižih razreda. Pri mjerenju doze buke to uzimamo u obzir podizanjem zvučnog tlaka na neki određeni stupanj, čime se relativno više ističu viši zvučni tlakovi, što i tražimo pri procjeni opasnosti od oštećenja sluha. Nije standardiziran stupanj na koji treba podignuti zvučni tlak da bi dao zahtijevanu amplitudnu karakteristiku. Ona je stvarno određena brojem dB(A) koji se moraju dodati buci

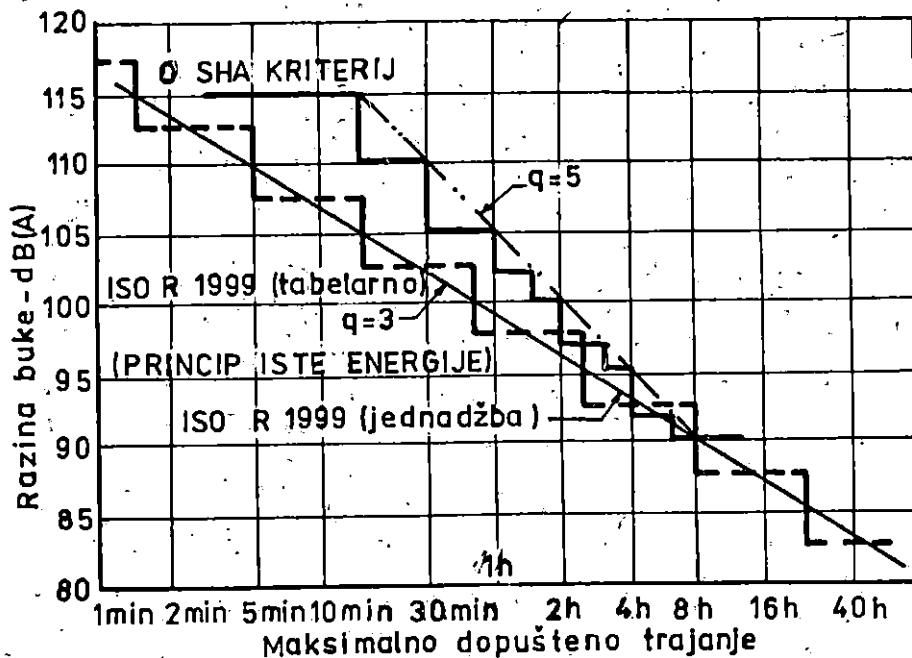
da daje istu dozu buke ako je trajanje izlaganja bilo prepolovljeno. Taj broj dB(A) označujemo oznakom "q".

Promatramo li čisto matematički (slika 11) određivanje jednakosti dviju doza buke, onda to znači da za osnovni nivo od 90 dB(A) za 8-satno radno vrijeme i neki drugi nivo od $(90 + q)$ dB(A) za 4-satno vrijeme, odredimo "q" koji iznosi 6 za jednostavno usrednjavanje. Vidimo da parametar "q" igra bitnu ulogu; on određuje koliko je dozvoljeno povišenje razine buke u dB, ako se vrijeme djelovanja raspolovi. Vrijednosti mu se kreću od 2,5 do 6.



Slika 11 - Matematičko određivanje ekvivalencije dviju doza buke

Jednostavno traženje srednjih vrijednosti daje veoma blagi kriterij. Američki standardi OSHA određuju $q = 5$. Preporuka standarda ISO R 1999 usvojila je princip energetskog zbrajanja razina buke, odnosno linearno zbrajanje intenziteta, gdje se smatra da jednake energije stvaraju jednake opasnosti za oštećenje sluha (slika 12). Iz iznijetog je vidljivo, da postoji bitna razlika između američkog i evropskog stava. U prvom slučaju se dozvoljava da nivo buke može biti povećan za 5 dB(A) ako se vrijeme izlaganja prepolovi, dok je drugi kriterij oštriji, dozvoljava se porast od 3 dB(A) za prepolovljeno vrijeme izlaganja buci.



Slika 12 - Odnos između razine buke i vremena njenog trajanja za kriterij OSHA i ISO R 1999

Za slučaj stupnjevite promjene prikazane na slici 10-A dozvoljeno je da uz zvukomjer mjerimo kronometrom vrijeme trajanja pojedine razine buke. Za slučaj oscilirajuće promjene prikazane na slici 10-B ne bi mogli primijeniti ovu metodu mjerenja. Tada treba koristiti instrumente koji automatski mjere i proračunavaju ekvivalentnu dozu buke. To je najčešći slučaj koji susrećemo pri mjerenju opterećenja radnika dozom buke u drvnoj industriji.

I naš Pravilnik prihvaća ekvivalentnu buku kao razinu one stalne buke, koja bi tijekom određenog vremena jednako djelovala na čovjeka, kao i promatrana promjenljiva buka.

Ekvivalentna razina buka (L_{eq}) može se odrediti na dva načina. U oba slučaja se promatrano područje razina dijeli u više razreda širine od 1 do 5 dB.

I način

Ustanovljavamo vremenske trajanje razine buke L_A . Vremena trajanja razine buke svakog razreda se zbrajaju. Ekvivalentna razina buke je tada jednaka:

$$L_{eq} = \frac{q}{\log 2} \log \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\left(\frac{\log 2}{q} \cdot L_{Ai}\right)} \dots \text{dB(A)}$$

gdje je:

q - parametar ekvivalencije ili raspolaganja

L_{Ai} - srednja (ili najviša) razlika buke u i -tom razredu

t_i - ukupno vrijeme trajanja buke i -te razine (u i -tom razredu)

T = t_i - vrijeme mjerenja

n - broj razreda

Dakle, pri promjeni razine buke tijekom radnog vremena mjerili smo sve razine buke što su se pojavljivale, kao i vrijeme trajanja svake pojedine razine.

II način

Razlika buke L_A se očitava u jednakim vremenskim razmacima te se zbraja broj očitavanja u svakom razredu razine. Tada je:

$$L_{eq} = \frac{q}{\log 2} \cdot \log \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n} \cdot 10^{\left(\frac{\log 2}{q} \cdot L_{Ai}\right)} \text{dB(A)}$$

gdje je:

n_i - očitavanje u i -tom razredu

n = n_i - ukupni broj očitavanja

Frekvencija uzimanja uzorka se kreće od 0,05 do 20 kHz. Kod $t_i = 0,002 T$, odnosno $n = 500$, rezultati oba načina se poklapaju. Kao što je prije naglašeno, mi uzimamo $q=3$, dakle, imamo energetske zbrajanje razine buke. Pravilnik u slučaju visokih i kratkotrajnih razina predlaže $q=4$. Mjerenje doza buke s vrijednošću $q=3$ daje iste rezultate za obje vremenske konstante, "sporu" (slow) i "brzu" (fast).

V i b r a c i j e

Uvodno smo naglasili da su vibracije oscilacije mehaničkog sustava. Izvori nastanka vibracija u drvnoj industriji su mase radnih i transportnih strojeva i uređaja u gibanju. Čovjek osjeća mehaničke vibracije u daleko širem opsegu od čujnog područja, sve ispod 1 Hz do kHz (kiloherca). Zbog različitih rezonantnih frekvencija pojedinih dijelova ljudskog tijela i utjecaj vibracija na čovjeka je različit prema njihovom frekvencijskom području.

Vibracije u području od 0,1 do 3 Hz karakteristične su za objekte velikih masa, brodova, zgrada, mostova, a u području od 3 do 30 Hz na vozilima i strojevima. Već ove posljednje vibracije, kao i vibracije u čujnom području, često se pojavljuju zajedno s bukom. Upravo zbog toga su često i instrumenti za mjerenje buke i vibracija građeni tako da mogu mjeriti obje pojave - i buku i vibracije. Pojave vibracije u raznim strukturama složenije su od pojave zvuka u uzduhu.

Kod definiranja neke vibracije promatramo slijedeće parametre:

ubrzanje, $a - m/s^2$

brzina, $v - m/s$

pomak, $s - m$

sila, $F - N$

energija, $E - J$

Isto tako kod buke i kod vibracija se koristi određivanje pojedinih parametara u odnosu na njihove odgovarajuće referentne vrijednosti kako slijedi:

razina pomaka:

$$L_{vs} = 20 \cdot \log \frac{s}{s_0}, \text{ gdje je: } s_0 = 10 \text{ pm (pikometra)}$$

razina brzine vibracija:

$$L_{vv} = 20 \cdot \log \frac{v}{v_0}, \text{ gdje je: } v_0 = 10 \text{ nm/s (nanometra u sekundi)}$$

razina akceleracija:

$$L_{va} = 20 \cdot \log \frac{a}{a_0}, \text{ gdje je: } a_0 = 10 \text{ m/s}^2 \text{ (mikrometara u se-} \\ \text{kundi na kvadrat)}$$

razina sila:

$$L_{vF} = 20 \cdot \log \frac{F}{F_0}, \text{ gdje je: } F_0 = 1 \text{ N (mikronjutn)}$$

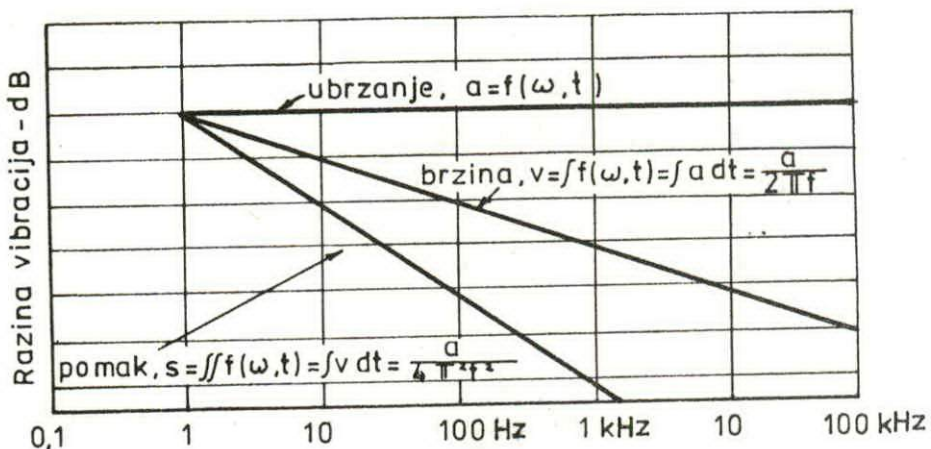
energetska razina vibracija:

$$L_{vE} = 10 \cdot \log 10 \log \frac{E}{E_0}, \text{ gdje je: } E_0 = 1 \text{ pJ (pikodžul)}$$

Dakle, i kod vibracija se osim apsolutnog prikazivanja parametara koriste i relativne veličine - razine u decibelima, iako ovo posljednje nije standardizirano. Ukoliko nađemo rezultate vibracija izražene u dB, uvijek je potrebno navesti i referentnu brzinu, kao što se to označuje i kod mjerenja buke, npr. $L_{va} = 90 \text{ dB//}10 \text{ m/s}^2$; kod buke stoji: $L = 90 \text{ dB//}20 \text{ Pa}$.

U drvnjoj industriji susrećemo i impulsne promjene koje nazivamo mehaničkim udarima ili šokovima, koje se redovno karakteriziraju maksimalnim ubrzanjem. Za njihovo mjerenje ne možemo koristiti mjerne instrumente za utvrđivanje uobičajenih vibracija.

Na slici 13 prikazan je uobičajeni postupak jedno- i dvostruke integracije ubrzanja za utvrđivanje brzine i pomaka vibracije.

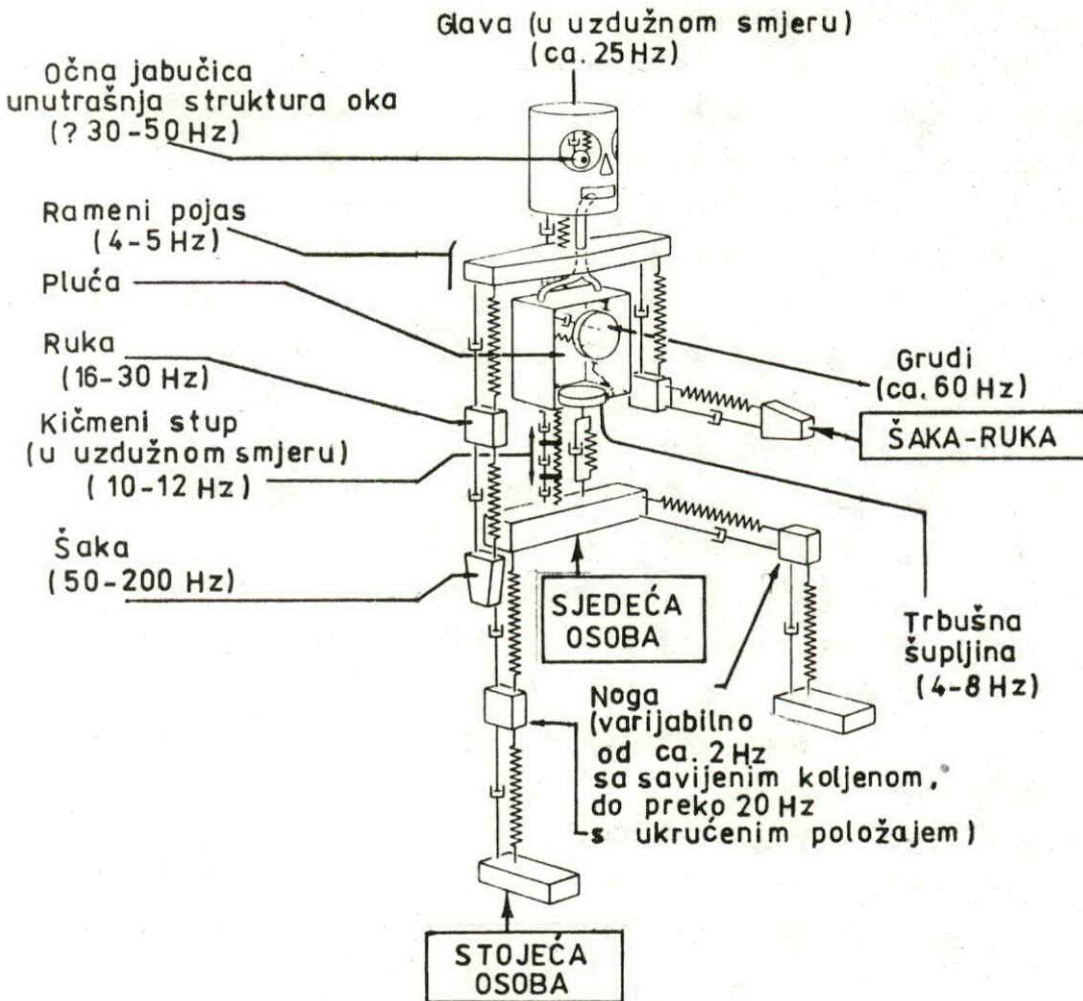


Slika 13 - određivanje brzine i pomaka vibracija jednom i dvostrukom integracijom ubrzanja

Kod utvrđivanja djelovanja vibracija na čovjeka, što je prvenstveni zadatak kod proučavanja navedenih pojava u drvnoj industriji, važno je da u svakom slučaju odredimo mjesto (točku) na kojem vibracija djeluje kao i smjer djelovanja. Naime, djelovanje vibracija je sasvim drugačije kada se prenosi preko ruku, ili pak preko tijela u sjedećem ili stojećem položaju. Djelovanje vibracija ovisi i o površini preko koje se energija vibracija prenosi na tijelo. Za djelovanje vibracija na čovjeka je bitno i vrijeme djelovanja. Nadalje, treba imati na umu da je ljudsko tijelo veoma složena tvorevina koja može titrati. Pojedini sklopovi u tijelu čine sustav koji ima svoje rezonantne frekvencije. Npr.: prsni koš - trbušna šupljina u području frekvencija od 3 do 9 Hz, glava - vrat - ramena od 20 do 30 Hz, u očnim jabučicama u području od 60 do 90 Hz, čeljusti od 100 do 200 Hz, od 1 do 10 Hz nastaje rezonancija nekih unutarnjih organa (jetra, slezena, želudac), itd. Sve ovo je važno poznavati zbog mogućeg poklapanja narinutih vibracija približnih frekvencija onim rezonantnim, jer će u tom slučaju ti dijelovi vršiti najveće pomake u odnosu na okolne dijelove tijela. Sve ovo važi i za kostur, mišiće i organe smještene unutar tijela. No, vlastite frekvencije se mijenjaju u ovisnosti o tome da li čovjek sjedi, stoji ili leži, kao i sa smjerom djelovanja vibracija, da li djeluju u vertikalnom ili horizontalnom smjeru. Posebno se moraju razmatrati vibracije koje djeluju na tijelo preko ruku radnika, gdje je najveći utjecaj vibracija ispod 5 Hz, te između 30 i 40 Hz. Na sl. 14 prikazan je pojednostavnjen mehanički sustav ljudskog tijela koje stoji ili sjedi na vibrirajućoj podlozi (18).

Smetnje koje izazivaju vibracije kreću se u širokom rasponu, od onih da radnik ostaje bez daha, pa do oštećenja organizma, kakav je tzv. Raynaudov fenomen, bolest bijelih prstiju, najčešće oboljenje sjekača. U tablici 1 prikazani su simptomi kod izlaganja vibracijama od 1 do 20 Hz (18).

Sve navedeno određuje metode i područja mjerenja vibracija koje djeluju na čovjeka, o čemu će biti govora uz opis vlastitih istraživanja.



Slika 14

Tablica 1 - Simptomi kod izlaganja vibracijama u rasponu od 1 do 20 Hz.

Simptomi	Frekvencija, Hz
Općenita nelagodnost	4 - 9
Glavobolja	13 - 20
Rezonancija čeljusti	6 - 8
Utjecaj na govor	13 - 20
Tzv. stisnuto grlo	12 - 16
Bolovi u prsnom košu	5 - 7
Bolovi u trbuhu	4 - 10
Nadražaj mjehura	10 - 18
Povećana napetost mišića	13 - 20
Otežano disanje	4 - 8
Grčenje mišića	4 - 9

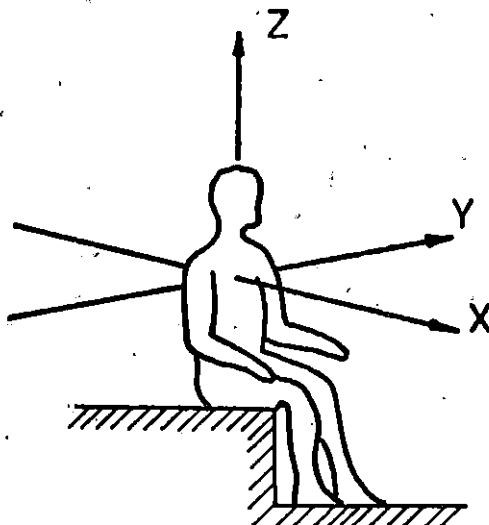
V l a s t i t a i s t r a Ź i v a n j a

Utjecaj vibracija na operatera jarmačom

Radno mjesto operatera jarmačom odabrano je za mjerenje vibracija s obzirom da je operater izložen djelovanju vibracija za cijelo vrijeme rada, te su vibracije lako zamjetne i bez instrumenata.

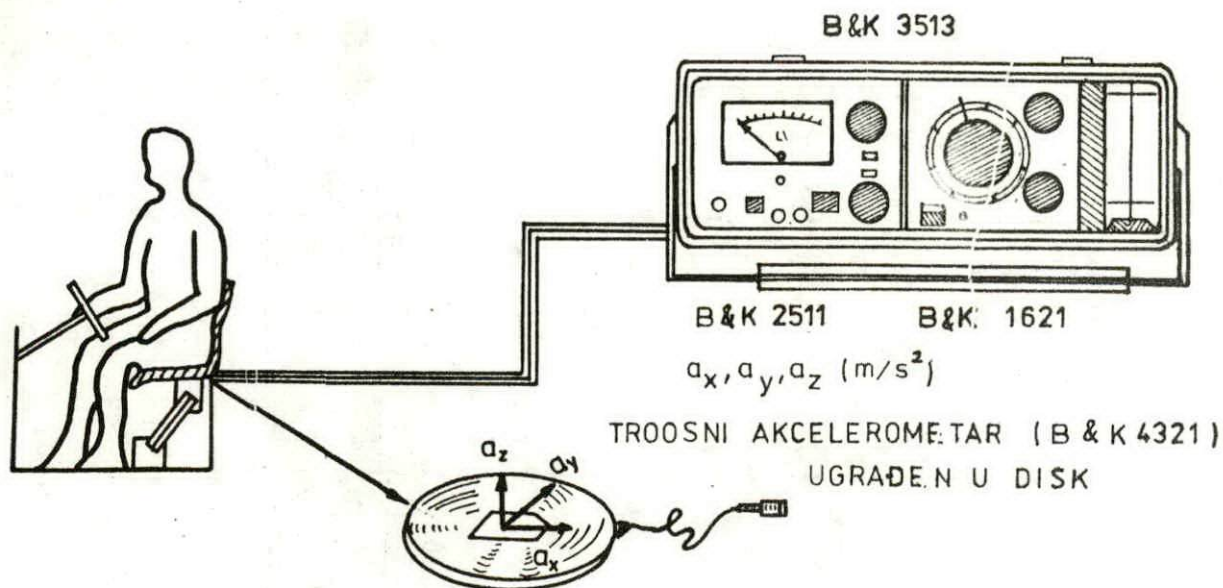
Upravljanje radom jarmače operater obavlja u sjedećem položaju, gibajući se zajedno s kolicima za nošenje trupaca. Zbog toga su i buka i vibracije kojima je izložen promjenljive i po veličini i vremenu trajanja. Prema ISO 2631 Smjernicama za procjenu efektivne vrijednosti ubrzanja vibracija u m/s^2 u tri međusobno okomita smjera, kao što je prikazano na slici 15.

Os x prolazi u smjeru leđa - prsa, os y lijeva - desna strana, a os z u smjeru butina - glava, te u tim smjerovima označujemo i odgovarajuća mjerena ubrzanja a_x , a_y i a_z .



Slika 15 - Smjerovi koordinatnog sustava za mehaničke vibracije koje djeluju u sjedećem položaju

Sva mjerenja smo obavili na frekvencijskom području od 1 do 80 Hz uz analizu po tercama (tri terce čine oktavu). Koristili smo troosni akcelerator ugrađen u disk iz plastičnog materijala. Mehaničke vibracije se u akceleratoru pretvaraju u električni signal te dobijemo vibracije na mjestu gdje "ulaze" u čovjeka. Na slici 16 prikazan je mjerni uređaj, koji smo koristili tijekom istraživanja. Budući da se radilo o prethodnim istraživanjima, prvo su ustanovljeni parametri važni za postavljanje pokusa. Frekvencijska analiza je teško i dugotrajno mjerenje, pa je odluka o mjerenju u kojem će se ona obaviti donesena na osnovi ukupne razine vibracija. Stoga je rad operatera podijeljen u tri faze: u prvoj operater preko kolica vezan je neposredno za trupac koji se raspiljuje, u drugoj je vezan preko novog trupca koji se oslanja na obrađivani, a u trećoj se vibracije prenose na kolica preko elastičnog poda. Za sve tri faze je mjereno vrijeme izloženosti djelovanju vibracija kao postotak ukupnog vremena njihovog trajanja (za 10 trupaca), uz mjerenje razine ukupnih vibracija u smjeru osi x - Tablica 2. Na osnovi ovog odlučeno je da se frekvencijska analiza izvrši za period kada se vibracije prenose neposredno s obrađivanog trupca na kolica i operatera.



Slika 16 - Mjerni uređaj za utvrđivanje vibracija u sjedećem položaju operatera

Tablica 2 - Vibracije u smjeru osi x operatera jarmače.

Faza	Razina ukupnih vibracija a_x (m/s^2)	Udio vremena izloženosti %
1	3,3	41
2	3,1	24
3	2,6	35

Mjerenje ukupne razine vibracija provedeno je u sve tri osi za dvije jarmače, koje su radile različitim rasporedom pile, tablica 3.

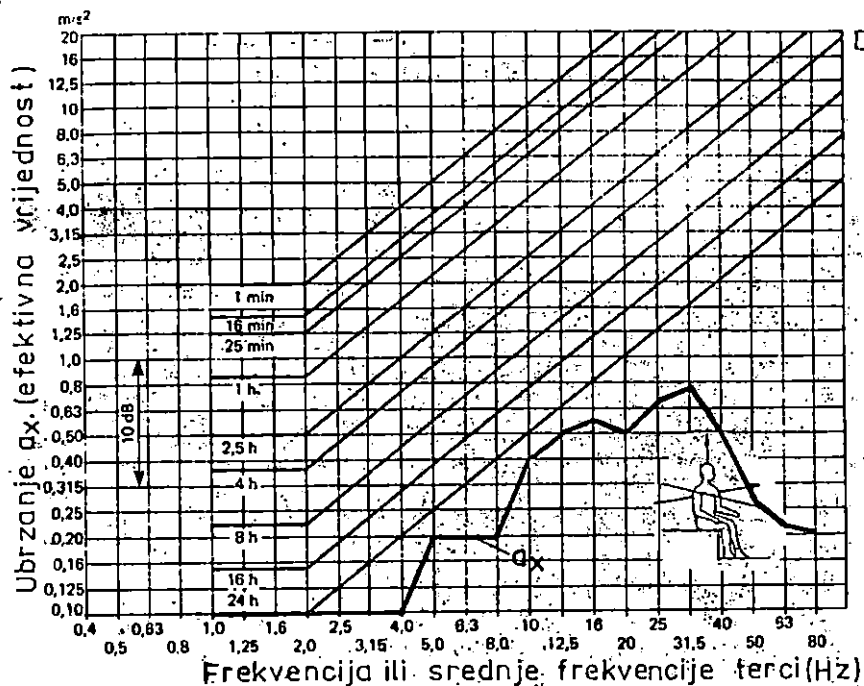
Tablica 3 - Ukupne vibracije u tri međusobno okomita smjera na sjedištu operatera jarmačom za slučaj dok kolicima podržava trupac koji se raspiljuje.

JARMAČA	RASPORED PILA	UKUPNE VIBRACIJE ms ⁻²
1	1/335 1/49 3/24 v ≈ 2,5 m/min	a _x = 3,2 a _y = 2,0 a _z = 2,0 + 3,2
2	3/25 1/49 1/39 3/25 v ≈ 4 m/min	a _x = 3,3 a _y = 2,0 a _z = 2,0 + 3,0

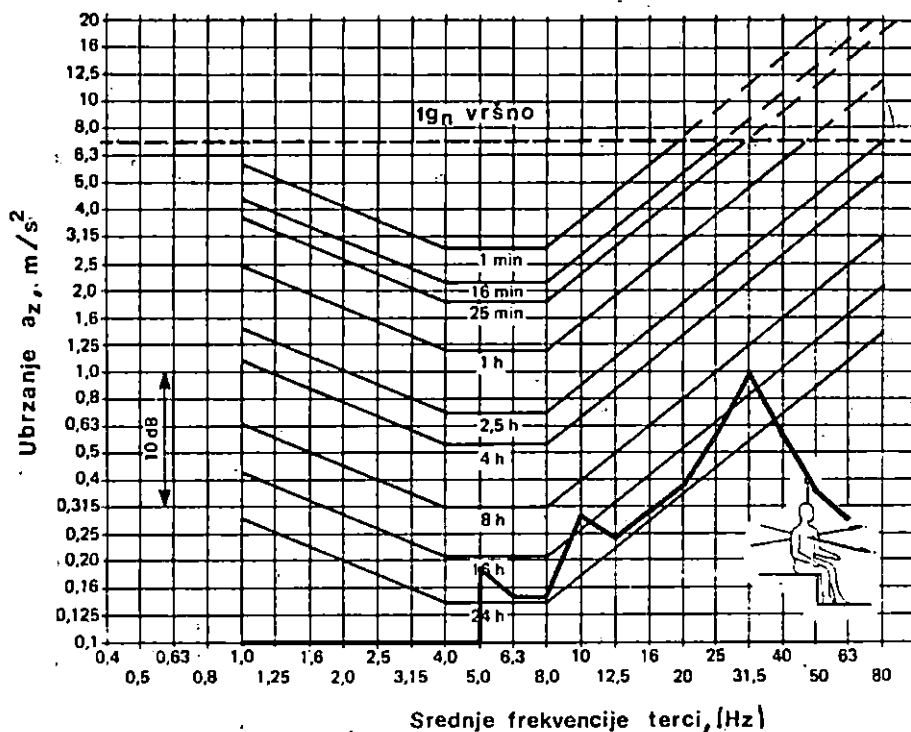
Iz rezultata mjerenja je vidljivo da bitnih razlika u razinama vibracija za pojedine osi različitih rasporeda pila praktično nema. No, da bi se donio definitivni zaključak smatramo da bi trebalo mjerenja obaviti na jednoj jarmači s različitim rasporedima pila.

Kako je razina ukupnih vibracija najveća u smjeru osi x, a kako su granice ubrzanja kao funkcija frekvencija i vremena izvrgavanja (preporuka ISO 2631/78) za vertikalni smjer kod viših frekvencija "oštrije", frekvencijska analiza je izvršena za oba smjera - transverzalni i vertikalni.

Rezultati mjerenja su unijeti u dijagrame na slikama 17 i 18. Rezultati su pokazali da vibracije ne će djelovati štetno po radnika, već da je za rad duži od jednog sata narušena samo "granica smanjenja komfora".



Slika 17 - Granica transversalnog ubrzanja a_x kao funkcija frekvencija i vremena izvrgavanja

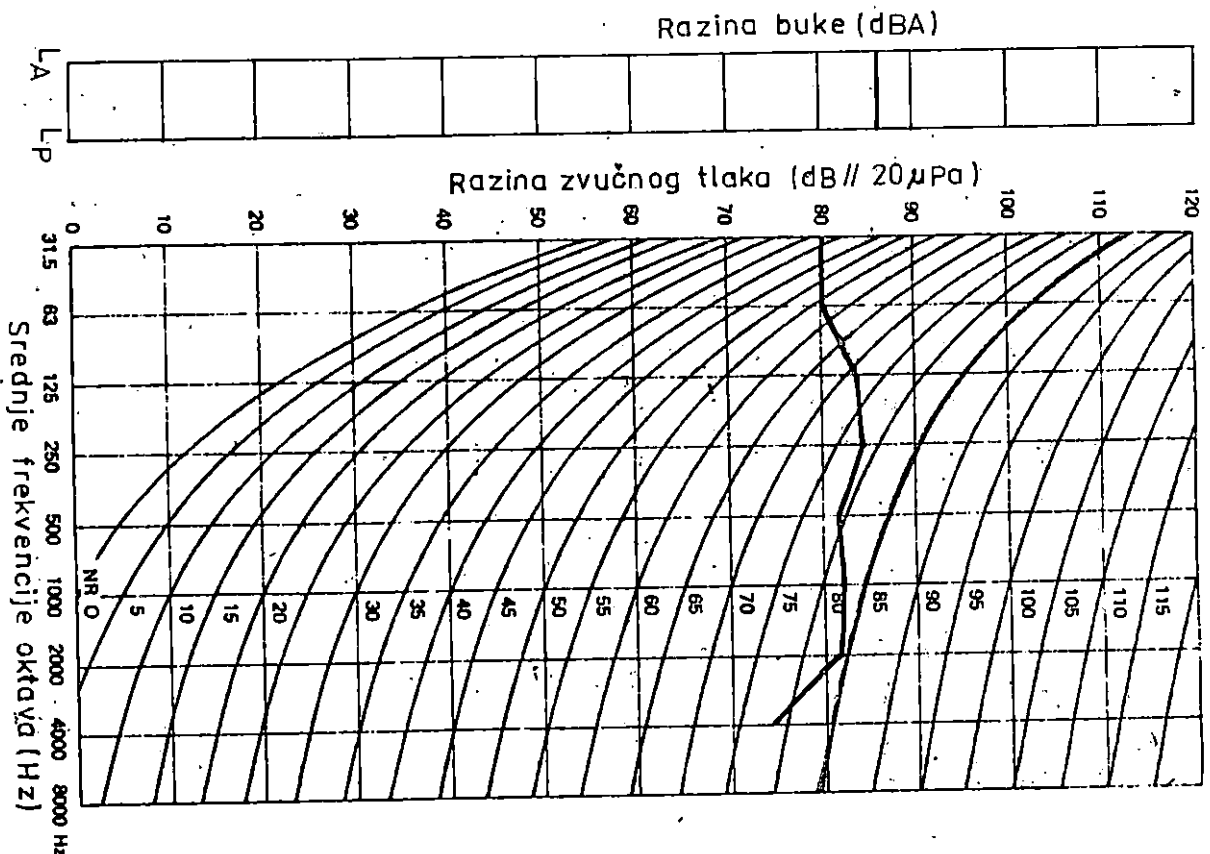


Slika 18 - Granica vertikalnog ubrzanja a_z kao funkcija frekvencija i vremena izvrgavanja

Utjecaj buke na radnom mjestu operatera jarmačom

Kod mjerenja buke koristili smo mikrofonski montiran kraj operaterova uha. Njegova osjetljiva membrana slijedi promjene tlaka koje izaziva zvučni val, te se giba naprijed - natrag. Budući da je mikrofonski uključen u strujni krug instrumenta, ovo gibanje izaziva odgovarajuće promjene koje se pojačavaju u pojačalu do te mjere, da mogu otkloniti kazaljku koja pokazuje rezultat mjerenja buke u dB.

Prije svake analize buke mjerili smo ukupnu razinu buke, dakle istovremeno sve komponente frekvencija u čujnom frekvencijskom području. U dijagramu na slici 19 taj je rezultat iskazan u desnom stupcu.



Slika 19 - Rezultati mjerenja buke na radnom mjestu operatera jarmačom uneseni uz N.krivulje

Prema Pravilniku koristili smo filter A, koji aproksimira frekvencijsku karakteristiku uha. Radi dobivanja dodatnih informacija o buci izvršili smo i frekvencijsku analizu rastavljajući je na oktavne spektre. Oktava je pojas frekvencija, čija je gornja granična frekvencija dva puta veća od donje. Oktave nazvane po svojim srednjim frekvencijama iznose: 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 i 8000 Hz. Za tako izvršenu oktavnu analizu rezultate mjerenja usporedili smo sa N-krivuljama, čiji je broj za 5 manji od dopuštene razine u dB(A). Npr., uz dozvoljenu razinu buke od 90 dB(A), za ocjenu pri oktavnoj analizi koristi se krivulja N-85. Dobivena izlomljena linija mora biti ispod propisane N-krivulje i nigdje je ne smije presijecati. Osobnim dvometrom smo istovremeno mjerili ukupnu zvučnu energiju koju operater prima tijekom radnog dana. Ustanovljena je ekvivalentna doza buke $L_{ekv} = 88$ dB(A).

Radno mjesto poslužioca sječkalice

Na radnom mjestu poslužioca sječkalice određivali smo samo buku, jer se ne prenose vibracije na tijelo radnika preko poda na kojem stoji.

Kao i u prethodnom slučaju prvo smo odredili buku za neopterećeni rad sječkalice, te maksimalnu pri potpunom opterećenju. U neopterećenom kretu stroja izmjerena je razina buke od 95 dB(A), a maksimalna buka 117 dB(A). Zbog navedenog, pristupili smo mjerenju ekvivalentne doze buke. U tu smo svrhu koristili tzv. dozimetar koji mjeri ukupnu zvučnu energiju koju primi radnik tijekom radnog dana. Takav rezultat omogućuje davanje preporuka za zaštitu sluha. Osnove su dane u uvodu, tek naglašavamo da je 100% = 90 dB(A) buke prema Pravilniku predviđeno za rad kroz 8 sati. Mjerenja tijekom jednog radnog dana pokazala su da je radnik opterećen ekvivalentnom razinom buke od 102 dB(A).

U ovom slučaju nedvojbeno treba provesti mjere zaštite sluha radnika. Postoji nekoliko načina sanacije. Trajno rješenje je mijenjanje uvjeta koji vladaju na radnom mjestu,

što se može postići ograđivanjem stroja takvom zvučnom izolacijom, koja ne će dozvoliti širenje buke do radnog mjesta poslušioca.

Ukoliko je to nemoguće izvesti, može se skratiti vrijeme rada na takvom mjestu, npr. rotacijom radnika na druga manje izložena radna mjesta, ili pak propisati nošenje osobnih zaštitnih sredstava. U promatranom slučaju je nošenje osobnih zaštitnih sredstava i zakonski obvezno prema Pravilniku koji tu mjeru propisuje u slučaju da je radnik izvrgnut buci koja prelazi granicu od 90 dB(A), granicu oštećenja sluha.

Kao osobna zaštitna sredstva koristimo ušne čepove i štitičke. U grupu ušnih čepova spada vata, čepići od sintetičkih materijala, kao i čepovi koji se mogu oblikovati prema ušnoj šupljini.

Ovakva sredstva bi morala osigurati dobru zvučnu izolaciju, jednostavno korištenje, udobnost pri nošenju, dobru podnošljivost, higijenu i nisku cijenu. Na radnim mjestima gdje je neophodno sporazumijevanje s radnikom na susjednom mjestu, zaštitno sredstvo mora osigurati i razumljivost govora. Primjena zaštitnih sredstava katkada nailazi na odbijanje radnika. Moramo paziti da osim pravilnog izbora sredstva prema zvučnoj izolaciji koju mogu dati, treba voditi brigu i o prilagođavanju radnika, te periodu privikavanja.

L i t e r a t u r a :

1. BOJANIN, S.: Dosadašnja iskustva o proučavanju fizičkog opterećenja radnika, buke i vibracija u eksploataciji šuma, Zagreb 1977.
2. BROCH, J.T.: Mechanical Vibration and Shock Measurements, Naerum, 1980.
3. GUENTHER, B.C., HANSEN, K.H., VEIT, I.: Technische Akustik, Esslingen, 1978.

4. HENICH, D.: Smjernice za procjenu izvrgavanja vibracijama čitavog ljudskog tijela, Mehanizacija šumarstva, 9-10/1978.
5. HENICH, D.: Mjerenje buke i vibracija, Zbornik radova seminara Mjeriteljstvo u mehanizaciji šumarstva, Biblioteka mehanizacije šumarstva, br. 3/1981.
6. IVERGARD, T.: Industrial Hygiene and Ventilation in Mechanical Working Industries. Simpozij Ergonomija u pilanskoj i drvnoj industriji, Švedska 1974.
7. LIPOGLAVŠEK, M.: Ergonomija, Ljubljana 1979.
8. Pravilnik o općim mjerama i normativima zaštite na radu od buke u radnim prostorijama, Sl. 1. SFRJ 29/1971.
9. RADANOVIĆ, B.: Mjerenje i ocjenjivanje buke i vibracija, Zbornik referata sa savjetovanja Zaštita okoline od prekomjerne buke i vibracija, Opatija, 1975.
10. RASMUSSEN, G.: Human body vibration exposure and its measurement, Technical Review, B. and K., No. 1-1982.
11. RONAY, E.: Ergonomia, Zvolen 1977.
12. SEVER, S.: Elementi izbora eksploatacije i održavanja strojeva i uređaja u tehnološkom procesu pilanske prerade četinjača, Bilten ZIDI, Zagreb, br. 2/1971.
13. SEVER, S.: Mjerni sistemi akustike, Mehanizacija šumarstva, 1-2/1977.
14. SEVER, S.: Zapažanje zvuka od strane ljudskog uha, Mehanizacija šumarstva, 3-4/1977.
15. SEVER, S.: Ekvivalentna razina buke, Mehanizacija šumarstva, 5-6/1977.
16. SMETANA, C.: Měření hluku a chvění, Prag, 1974.
17. SOMEK, B.: Osnove buke i vibracija i načini smanjenja, Zbornik referata sa savjetovanja Zaštita okoline od prekomjerne buke i vibracija, Opatija, 1975.

18. SOEDERQVIST, A.: Ventilation in Sawmills. Simpozij Ergonomija u pilanskoj i drvnoj industriji, Švedska 1974.
19. TABORŠAK, D.: Ergonomija, tehnička enciklopedija 5, Zagreb, 1976.

NEKE STRUKTURNE KARAKTERISTIKE JUVENILNOG
DRVA DOMAĆE BUKVE*

Prof. dr. Božidar Petrić, dipl. ing.

Mr. Velimir Šćukanec, dipl. ing.

Šumarski fakultet, Zagreb

S a ž e t a k

U sklopu problema prerade tanke oblovine, u ovom su radu prikazani rezultati istraživanja nekih strukturnih karakteristika juvenilnog drva domaće bukve. Istražene su varijacije duljine i promjera drvnih vlakana, debljine njihovih membrana i varijacije promjera članaka traheja. Utvrđeno je da navedene strukturne karakteristike rastu od srčike do približno 50. goda, što ukazuje da je juvenilno drvo u bukvi široko približno 50 godina.

K l j u č n e r i j e č i : bukovina, juvenilno drvo, varijacije elemenata građe drva.

"Some structural characteristics of juvenile home-grown beechwood (*Fagus silvatica*, L.)"

S u m m a r y

Among problems concerning rational conversion of thin logs, in this work some structural characteristics of juvenile home-grown beechwood have been researched. It has been found out that length and diameter of wood fibers, thickness of their membranes and diameter of vessel members rapidly rises from pith up to approximately 50th annual ring.

K e y w o r d s : beechwood, juvenile wood, variation of structural elements.

* Ovaj je rad izvršen u Zavodu za istraživanja u drvenoj industriji kao dio zadatka "Istraživanja strukturnih karakteristika odrvenjene biomase za potrebe njenog kompleksnog korištenja". Rad su financirali SIZ-IV za znanstveni rad SRH i Opće udruženje šumarstva, prerade drva i prometa Hrvatske, Zagreb.

Zahvaljujemo dipl. ing. Dubravki Horvatić i dipl. ing. Radovanu Dešpotu na pruženoj pomoći kod mjerenja i statističke obrade podataka.

1. UVOD

Juvenilno drvo čini centralni cilindar drva izgrađen iz određenog broja godina uz srčiku, koji se proteže duž čitavog stabla. S vanjske strane juvenilnog drva, daljim rastom stabla u debljinu, nastaje zrelo drvo.

Struktura juvenilnog drva uvelike se razlikuje od strukture zrelog drva. Te razlike posljedica su naglog povećanja dimenzija elemenata građe drva, promjene debljine i mikrostrukture njihovih membrana, kao i promjene njihovog udjela i rasporeda u građi drva. U zoni gdje prestaju ove promjene juvenilno drvo prelazi u zrelo drvo. Širina juvenilnog drva genetski je uvjetovana i prema tome ovisi o vrsti drva. Pored toga, širina juvenilnog drva ovisi i o ontogenetskom razvitku svakog stabla. Ontogeneza je svakog stabla podložna utjecajima vanjskih faktora na njegov rast (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 i 13).

Promjene u strukturi drva uvjetuju promjene u njegovim fizičkim i mehaničkim svojstvima. Fizička i mehanička svojstva juvenilnog drva znatno se razlikuju od zrelog drva.

Danas prisutnost tanke oblovine kao sirovine u drvnjoj tehnologiji neprestano raste. Smanjenjem debljine trupaca u njoj se povećava udio juvenilnog drva, pa tako i u proizvodima iz drva i na bazi drva. Zbog toga i poznavanje karakteristika juvenilnog drva dobiva sve veće značenje.

2. ZADATAK RADA

Svrha je ovog rada da se u sklopu problema prerade tanke oblovine ispita širina i neke strukturne karakteristike juvenilnog drva domaće bukve (*Fagus silvatica*, L.).

3. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE

Kao materijal za ova istraživanja poslužili su kolutovi uzeti iz pet stabala. Oni su korišteni i za istraživanja strukturnih karakteristika zrelog drva domaće bukovine. Podaci o probnim stablima opisani su u članku navedenom u popisu literature.

4. METODA ISTRAŽIVANJA

Iz kolutova su smjerom sjeverne i južne ekspozicije uzimane probe na svakom 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50. i 60. godu, počam od srčike.

Iz proba su izrezani histološki preparati, koji su obojeni safraninom i uklopljeni u kanadski balzam. Iz preostataka proba izrađeni su macerati uklopljeni u safraninom obojenu glicerín-želatinu,

Na poprečnim presjecima histoloških preparata mjereni su promjeri vlakanaca, debljine njihovih membrana i promjeri članaka traheja, dok su na maceratima mjerene dužine vlakanaca. Za navedene karakteristike izvršeno je po 25 mjerenja u svakoj probi. Dobiveni podaci obrađeni su uobičajenim statističkim metodama.

Detaljni opis laboratorijskog rada prikazan je u objavljenim člancima navedenim u popisu literature pod rednim brojem 10 i 12.

5. REZULTATI RADA

Varijacije duljine i promjera vlakanaca, debljine njihovih membrana, promjera članaka traheja, njihove minimalne, srednje i maksimalne vrijednosti prikazane su u dijagramima na slikama 1 do 4.

Dijagram na sl. 1 prikazuje varijacije dužine drvnih vlakanaca. Iz dijagrama se vidi da je raspon varijacija dužine vlakanaca veoma velik, tj. od 0,41 do 1,93 mm. Nadalje, uočljivo je da dužina vlakanaca naglo raste od srčike do približno 50 goda, a iza toga ostaje više manje konstantna. Dužina vlakanaca porasla je u intervalu od 5. do 60. goda od prosječno 0,88 mm do prosječno 1,42 mm, dakle gotovo za 60%.

Na sl. 2 prikazan je dijagram varijacija promjera drvnih vlakanaca. Iz dijagrama je uočljivo, da promjer vlakana-
ca varira od 9 do 24 μ m. Promjer vlakanaca također raste od srčike do približno 50. goda, a iza toga ostaje više manje konstantan. Promjer vlakanaca porastao je u istom intervalu od prosječno 13,20 do prosječno 17,30 μ m, što u postocima iznosi oko 30%.

Dijagram na sl. 3 prikazuje varijacije debljine membrana drvnih vlaknaca. Iz dijagrama se vidi da debljina membrana vlaknaca varira od 3 do 7,5 μ m. Debljina membrana vlaknaca pokazuje isti trend porasta. Debljina membrana vlaknaca porasla je u istom intervalu od prosječno 4 do prosječno 5,5 μ m, što iznosi oko 40%.

Na sl. 4 prikazan je dijagram varijacija promjera članaka traheja. Iz dijagrama je uočljivo da promjer članaka traheja varira od 18 do 84 μ m. Promjer članaka traheja pokazuje isti trend, tj. raste od srčike do približno 50. goda, a dalje ostaje više manje konstantan. Promjer članaka traheja porastao je u istom intervalu od prosječno 32,4 do prosječno 50,5 μ m, što je u postocima 56%.

6. ZAKLJUČAK

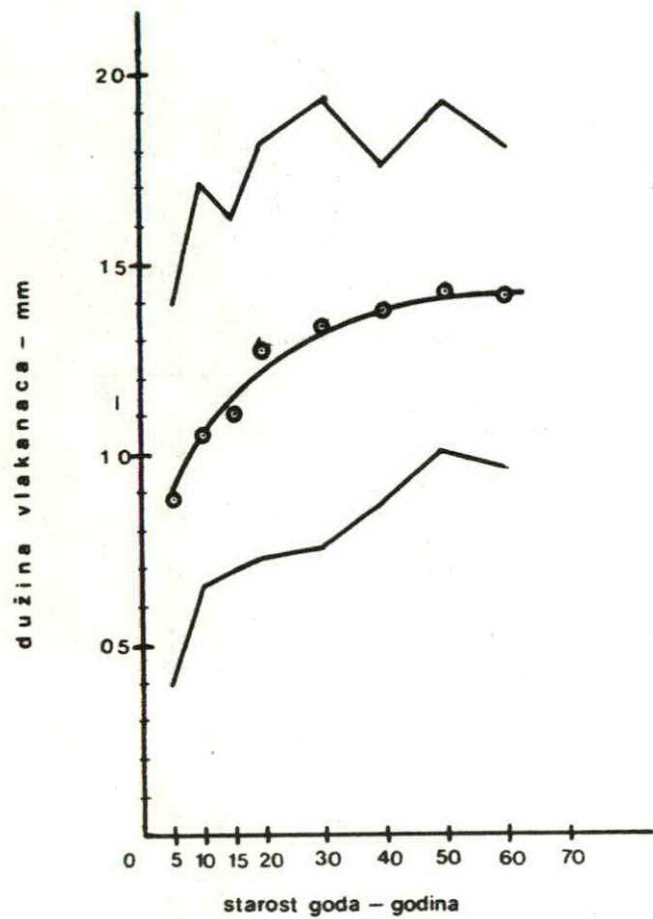
Na temelju prikazanih rezultata istraživanja strukture juvenilnog drva domaće bukve mogu se donijeti slijedeći zaključci:

- Juvenilno drvo bukve prostire se od srčike do približno 50. goda.
- Vlaknaca juvenilnog drva manjih su dimenzija i tanjih membrana od istovrsnih elemenata u zrelog drvu.
- Članci traheja juvenilnog drva manjeg su promjera od članaka traheja zrelog drva.
- U juvenilnom drvu dimenzije elemenata naglo rastu od srčike do zone zrelog drva.
- Uz uvjet da su godovi juvenilnog i zrelog drva podjednake širine, juvenilno će drvo imati slabija fizička i mehanička svojstva od zrelog drva.

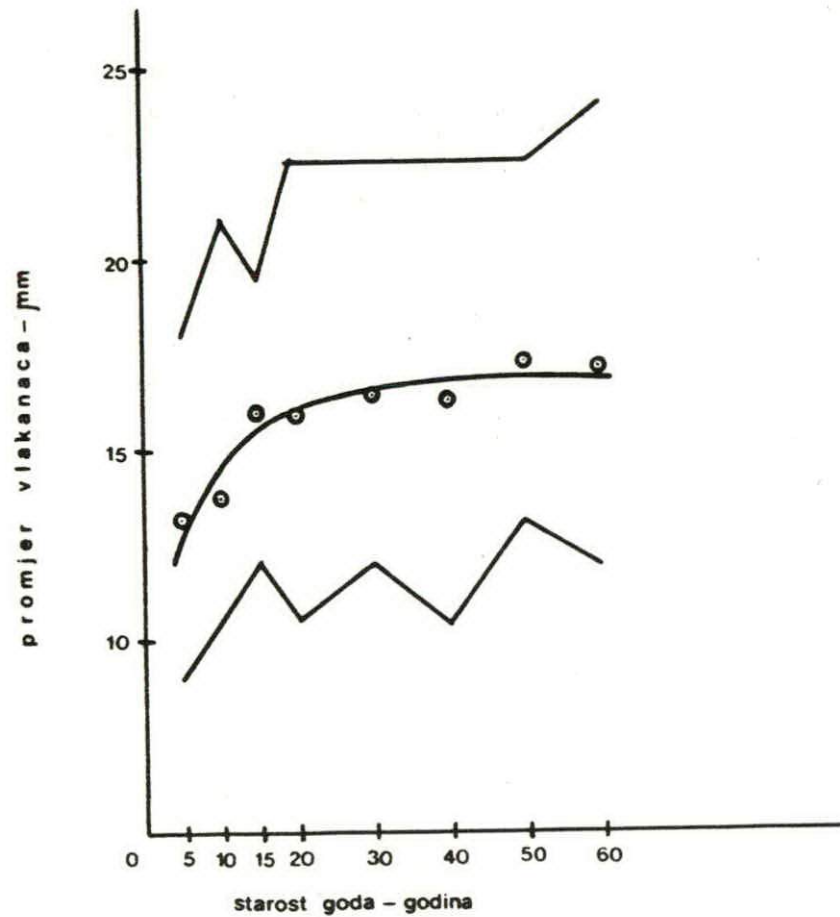
7. LITERATURA

1. ANDERSON, E.A.: "Tracheid length variation in conifers as related to distance from pith". J.For. 49, 1951.
2. SPUR, S.H. i HYVARINEN, M.J.: "Wood fiber length as related to position in tree and growth" - Bot. rev. 20, 1954.

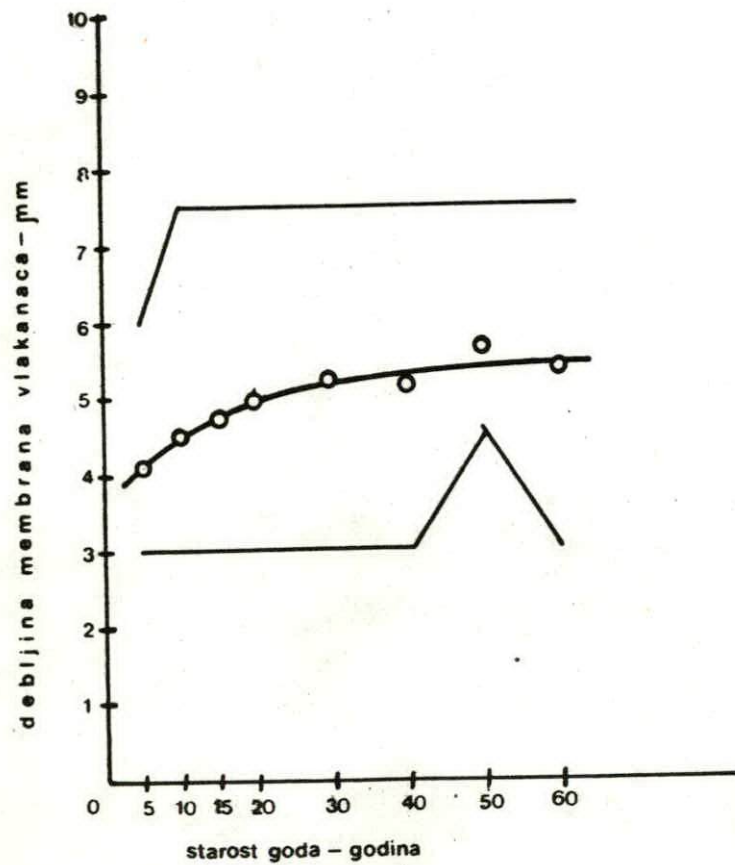
3. PAUL, B.H.: "Juvenile Wood in Conifers" - U.S. For. Prod. Lab. Rept. No. 2094, 1957.
4. DADSWELL, H.E.: "Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on wood properties" - J.Inst.Wood Sci., 1, 1958.
5. HEINOWICZ, Z. i HEINOWICZ, A.: "Variations of length of vessel members and fibres in the trunk of Robinia pseudoacacia" - Abstr.IX Intern.Bot.Congr. Montreal. 1959.
6. RANDLE, B.J.: "Juvenile and adult wood" - J.Inst. Wood Sci. 5, 1960.
7. DINWOODIE, J.M.: "Tracheid and fibre length in timber" - Forestry, 34, 1961.
8. ERAK, S.: "Anatomska građa drva medvjede lijeske (*Corylus colurna*, L.)" - magistarski rad, Sarajevo, 1967.
9. GEORGIEVSKI, Ž.: "Anatomska građa drva grozdastog ruja (*Rhus coriaria*, L.)" - magistarski rad, Skopje, 1972.
10. PETRIĆ, B.: "Utjecaj starosti i širine goda na strukturu i volumnu težinu bijele borovine" - Annales pro experim. forest., XVII, Zagreb, 1974.
11. PETRIĆ, B. i ŠČUKANEC, V.: Neke strukturne karakteristike juvenilnog i zrelog drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) - Drvna industrija 3-4, 1980.
12. PETRIĆ, B. i ŠČUKANEC, V.: Neke strukturne karakteristike domaće bukovine (*Fagus silvatica*, L.) - Drvna industrija 9-10, 1980.
13. BAĐUN, S.: Prilog proučavanju svojstava juvenilnog drva hrasta lužnjaka (*Quercus robur*, L.) - Drvna industrija, 11-12, 1980.



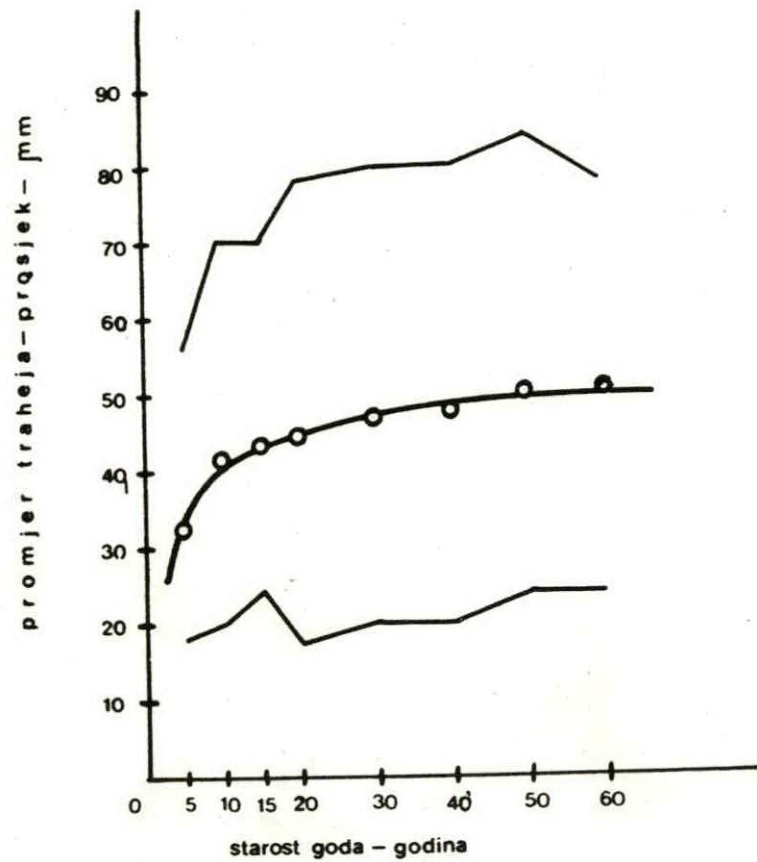
Slika 1.



Slika 2.



Slika 3.



Slika 4.