

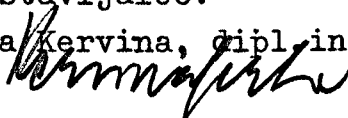
ODPORNOST NEKATERIH DOMAČIH
VRST LESA PROTI
TERMITOM RETICULITERMES LUCIFUGUS

oxf. 845.3:145.7 Reticulitermes lucifugus^{Popm} 810

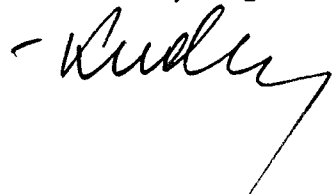
INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani

ODPORNOST NEKATERIH DOMAČIH VRST LESA PROTI
TERMITOM RETICULITERMES LUCIFUGUS

Sestavljalec:
dr. Ljerka Kervina, dipl.ing.



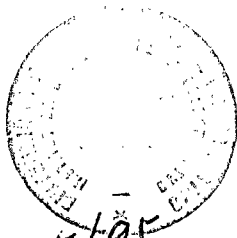
Direktor:
Milan Kuder, dipl.ing.



Ljubljana 1974

DEPARTMENT OF THE ARMY
HEADQUARTERS, WASHINGTON, D. C.

OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C.



ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C.

ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C.

ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C.

Nalogo "Odpornost nekaterih domačih vrst lesa proti termitom
Reticulitermes lucifugus" je financiral Sklad
Borisa Kidriča v letih 1972-74

Nosilec: dr. Ljerka Kervina, dipl.ing., asistent pri
Biotehniški fakulteti, Ljubljana

Sodelavca: Mojca Gruden, tehnični sodelavec pri Biotehniški
fakulteti, Ljubljana
Peter Cunder, tehnični sodelavec pri Biotehniški
fakulteti, Ljubljana

VSEBINA

	stran
Predgovor	1
Uvod in pregled literature	3
1. Laboratorijske raziskave	8
2. Terenske raziskave	18
3. Analiza rezultatov	25
4. Zaključki	29
5. Resume	31
6. Literatura	33

PREDGOVOR

Les je proizvod narave, v katerem se srečujejo in križajo interesi človeka z delovanjem insektov in drugih biotičnih faktorjev. Človek ga uporablja v različne namene, insektom pa je nujno potreben kot hrana. V procesu izkoriščanja lesa človek skrbi, da ga čimdlje ohranja v dobrem in zdravem stanju, medtem ko ga insekti nujno razkrajajo in uničujejo. Borba med njimi je stalna, pri čemer človek uporablja različne načine uničevanja insektov in različne načine zaščite lesa. To delo obdeluje majhen del človekove borbe z najnevarnejšimi ksilofagnimi insekti - termiti na majhnem geografskem področju.

Termiti so insekti rodu Isoptera. Po načinu življenja in videzu so nekoliko podobni mravljam in jih v mnogih jezikih imenujejo "bele mravlje". Kot mravlje, živijo socialno urejeno življenje, od njih pa se razlikujejo po videzu in razvoju.

V procesu kroženja materije v naravi imajo termiti pozitivno biološko funkcijo zaradi razkrajanja lesa. Istočasno pa uničujejo človeku važno surovino in na področjih, kjer so razširjeni, ponavadi predstavljajo najbolj nevarne škodljivce. S svojo škodljivostjo prednjačijo pred drugimi insekti zaradi istočasnega napada tisočev in tisočev osebkov iste vrste, velikega plodnega potenciala, socialno organiziranega načina življenja in napada na velik asortiman materiala. Za razliko od drugih posameznih vrst ksilofagnih insektov napadajo živ in mrtev les, iglavce in listavce, razna koristna zelišča, semena in razne materiale. Literatura o termitih je številna.

Termiti so razširjeni v mnogih tropskih in subtropskih krajih. Največ vrst je zastopanih v vlažnih gozdovih tropske Afrike in centralne Amerike, samo nekatere pa so razširjene v območjih umerjenega podnebja, kot n.pr. v južni Evropi. Tako teče severna meja termitskega področja tudi skozi naše kraje in sicer ob našem obalnem področju, kjer sta razširjeni vrsti Reticulitermes lucifugus (Fam. Rhinotermitidae, Sfam. Heterotermitinae) in Kalotermites flavicollis (Fam. Kalotermitidae, Sfam. Kalotermitinae).

Prvi zapiski o termitih Jugoslavije so po K a r a m a n - o v i (1954) iz 1890. leta od G. B. N o v a k - a . Potem so jih opisali 1921. leta D o f l e i n , F. W e r n e r , 1928. leta P. N o v a k , 1929. leta M. G r a d o j e v i ć in 1954. leta Z. K a r a m a n . Termite Slovenskega Primorja opisujejo šele v virih novejšega datuma in sicer J. Š t i r n (1963) in Lj. K e r v i n a (1967, 1968), iz katerih sklepamo, da termiti postajajo tudi pri nas vse večji problem.

Videti je, da napadi termitov v Slovenskem Primorju v preteklosti niso bili zapisani. V arhivu mesta Piran ni podatkov o njih, tudi najstarejši 80- in 90-letni stanovalci teh mest in vasi se ne spomnijo, da bi jih kadarkoli videli v hišah. Vzrok masovnega pojava se torej razlaga s sledečim: Po drugi svetovni vojni so bile hiše v glavnem zgrajene iz kamna in dobro izolirane od terena, v katerem so živele kolonije zemeljskih termitov. Po vojni se je v teh krajih spremenil način gradnje hiš, tudi stare hiše so preurejevali. Pri vsem tem se je vse več uporabljal smrekov, jelkin in borov les in sicer neimpregniran, kar je vsekakor prapomoglo hitremu širjenju teh insektov.

Tudi S n y d e r (1950) navaja, da zaradi podobnih vzrokov postajajo termiti zadnja leta vse večji problem v mnogih krajih sveta.

Posledica tega je bil izbruh Reticulitermes lucifugus leta 1965 v Sečovljah in pozneje v Piranu. Škode so bile katastrofalne. Temu so sledile nujne sanacije celih stavb, ki pa so zahtevale hitre raziskave in rešitve. Področje teh raziskav je bilo pri nas do tedaj malo obdelano, je pa specifično glede na posebne biološke lastnosti naših termitov in na specifične klimatske pogoje v Slovenskem Primorju.

Pri protitermitskih akcijah je vedno glavni cilj varčevanje z lesom, ki postaja zelo dragocena surovina. To se doseže z uporabo impregniranega lesa neodpornih drevesnih vrst ali pa z uporabo naravno odpornih drevesnih vrst, o čemer govori to delo.

Za financiranje teme se zahvaljujem Skladu Borisa Kidriča.

UVOD IN PREGLED LITERATURE

Naravna odpornost je lastnost, ki jo ima les v naravnem, zdravem stanju, ko nanj niso delovali razni škodljivi biotični agensi. S teoretičnega stališča je to zelo zanimiva, s praktičnega pa zelo važna lastnost lesa, ker je od nje odvisna njegova uporabnost, vrednost in trajnost.

Nekatere drevesne vrste zadržujejo zaradi naravne odpornosti skozi desetletja vse svoje naravne lastnosti, medtem ko jih druge izgubijo že po kratkem časovnem obdobju. Naravna odpornost je odvisna od kemijskih in mehanskih lastnosti lesa in številnih drugih faktorjev.

Iz strokovne literature in na osnovi naših opažanj se vidi, da je trajnost mnogih drevesnih vrst posebno ogrožena v krajih, kjer razen drugih faktorjev les uničujejo tudi termiti, ki so najnevarnejši ksilofagni insekti. Prav zaradi tega različni avtorji obdelujejo naravno odpornost lesa pred temi škodljivci.

Na področju raziskav naravne odpornosti lesa pred termiti, se obravnavata dva problema. Prvi je: kakšna je naravna odpornost posamezne drevesne vrste, drugi pa: kaj je vzrok tej odpornosti. Raziskovanja prvega problema se izvajajo tako, da se les posameznih drevesnih vrst izpostavi delovanju ene termitske vrste, pod natančno določenimi pogoji pri laboratorijskih raziskavah, ali pa se les izpostavi eni ali večim termitskim vrstam in drugim naravnim faktorjem v naravi, pri terenskih raziskavah. Po rezultatih teh raziskav je naravna odpornost velikokrat odvisna od kemizma ekstraktivnih snovi v lesu in fizikalnih lastnosti lesa. Rezultati številnih raziskav v laboratorijih in na terenu so pokazali, da imajo različne drevesne vrste različno odpornost proti termitom.

Prva raziskovalna dela na tem področju izhajajo po B a v e n - d a m m -u (1955) od J a m e s a -a iz 1890. leta, 1919. leta pa je številna dela teh raziskav z Japonske in s Filipinov objavil O s h i m a. Obširen pregled del raznih avtorjev in seznam okoli 200 drevesnih vrst, ki so odporne proti tem insektom, prikazuje

B a v e n d a m m v istem delu. Ta avtor pripisuje odpornost v glavnem kemijski sestavi lesa. Po svoji odpornosti proti termitom sta zelo znana teak-ov les (Tectona grandis) ker vsebuje tectochinon, in les cipres pine (Callitris glauca), ker vsebuje alkohol gvajol, vendar je dokazano, da tudi njuna odpornost ni absolutna.

E r d t m a n (1953) je iz borove črnjave izoliral pinosilvin, ki je strupen za termite, kot tudi za glive (K r s t i ć, 1962). Nekatero zahodnoafriške drevesne vrste vsebujejo takšne strupene snovi, da termite že v njihovi bližini poginejo. Ker so ugotovili, da že majhne količine spojin, ki jih lahko izoliramo iz odpornih drevesnih vrst, zaščitijo sicer neodporen les pred termite, so nekatere povojne raziskave šle v smeri proizvodnje kemičnih sredstev za zaščito lesa pred temi insekti, ki so vsebovala te spojine.

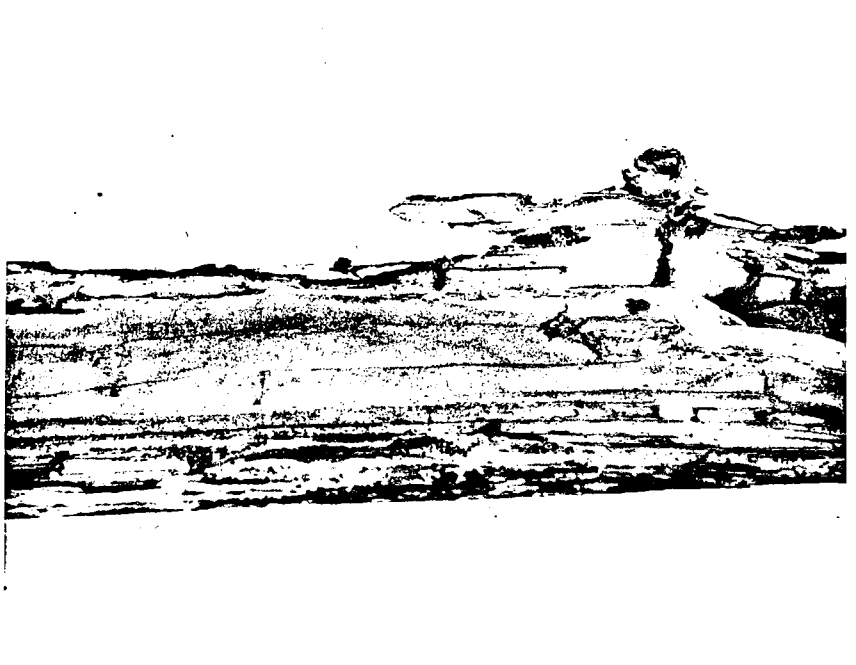
Dejstvo, da je kemična sestava lesa velikokrat vzrok njegove odpornosti, potrjuje tudi novejšo delo B e c k e r -ja (1966b), v katerem pravi, da iglavci odbijajoče delujejo na termite Nasutitermes v naravi in borova beljava na nekatere termitske vrste v laboratoriju, kar pojasnjuje z odbijajočimi ekstraktivnimi snovmi. S a n d e r m a n n (1955) navaja, da les ščitijo fenoli, chinoni, alkaloidi in terpenske spojine, od katerih so najbolj učinkovite in so izolirane iz odpornih drevesnih vrst - lapachol, lapachenol, chrysophanska kislina in pterostilben (S a n d e r m a n n , 1966).

Odpornost tropskih in evropskih vrst lesa so raziskovali v laboratorijskih pogojih S c h u l z e - D e w i t z (1960a), S c h m i d t (1960, 1968), B e c k e r (1961a, 1962) in drugi. Po teh delih obstajajo tropske drevesne vrste, ki so zelo odporne proti določeni termitski vrsti, iz česar se vidi, da je narava poskrbela za odporen les predvsem v krajih, kjer je tudi največ termitskih vrst. Delo S c h m i d t -a (1968),lepo ilustrira neodpornost borovega lesa v primerjavi z nekaterimi tropskimi vrstami, v katerih je po enem letu Reticulitermes flavipes nekoliko napadel tropski les, medtem ko je bil borov les popolnoma uničen.

V omenjenih delih B e c k e r in S c h u l z e - D e w i t z navajata koristen zaključek za postavljanje laboratorijskih poskusov, da so rezultati teh raziskav zelo odvisni od pogojev dela. Zaradi različnih pogojev so tudi rezultati posameznih terenskih poskusov različni, kar se vidi iz del B u t t e r - w o r t h - M a c N u l t y (1966), B a m p t o n - B u t t e r - w o r t h - M a c N u l t y (1966), K a y - M a c N u l t y (1968a, 1968b) in F o u g e r o u s s e (1969).

Po zaključkih del S c h u l z e - D e w i t z - a (1960a, 1960b, 1960c in 1960d) so vzroki odpornosti lesa v fizičnih lastnostih lesa, obstajajo pa različne odpornosti lesa proti termitom tudi znotraj iste drevesne vrste. Ti insekti se izogibajo lignificiranih delov lesa t.j. poznega lesa in raje napadajo zgodnji les. Odpornost beljave in črnjave raste po omenjenih avtorjih z gostoto lesa. Kosi lesa s širšimi letnicami so od termitov močnejše poškodovani kot tisti z ožjimi.

Da termiti radi napadejo mehansko mehek les, se včasih lahko dobro vidi na enem samem kosu, kjer pojedjo mehkejši del lesa, trši pa ostane nedotaknjen. Ta pojav je pogost tudi na napadenem lesu na našem termitskem področju.



Sl. 1 Deska smrekovega lesa, ki ga je napadel Reticulitermes lucifugus, pri čemer je ostala grča nedotaknjena.

Tudi delo B e c k e r -ja (1961a) opozarja, da se stopnja odpornosti proti termitom ne razlikuje samo z ozirom na drevesno vrsto, pač pa je različna tudi znotraj iste vrste, odpornost posameznih vrst pa je različna za različne vrste termitov. Tu so dobro vidne biološke razlike posameznih termitskih vrst. Medtem ko nek les odbija določeno termitsko vrsto, ga drugi termiti napadajo. Zaradi te ugotovitve avtor priporoča, da je treba odpornost posamezne drevesne vrste preizkusiti z vsako termitsko vrsto posebej.

Strokovnjaki na področju teh raziskav niso povsem enotni o skupni standardni laboratorijski metodi in se v omenjenih delih razlikujejo velikosti lesnih vzorcev, vrste in številčno stanje termitov, velikosti in oblike posod, v katerih so izvajali raziskave, čas trajanja poskusov, načini izvajanja zaključkov in še nekateri detajli. Pri izbiri temperature in vlage so si avtorji bližji. Pogoji pri teh raziskavah so bili v glavnem pri temperaturah od 20 - 29°C in 80 - 100 % -na vlaga.

Ker v strokovni literaturi s tega področja nismo našli odgovorov na vprašanja, ki nas konkretno zanimajo, smo raziskali, kakšna je naravna odpornost nekaterih naših drevesnih vrst proti našim Reticulitermes lucifugus, oziroma v kakšnem časovnem obdobju propade les v pogojih Slovenskega Primorja. Raziskali smo naravno odpornost: borove beljave - (Pinus silvestris), jelke - (Abies alba Mill. = pectinata D.C.), smreke - (Picea abies Karst. = excelsa Link.), bukve - (Fagus silvatica L.) in hrasta - (Quercus robur L. = pedunculata Ehrh.).

Te drevesne vrste se pri nas najpogosteje uporabljajo in se najrazličnejše obdelane tudi vgrajujejo v našem termitskem področju. Do sedaj so za te vrste zabeleženi podatki o trajnosti samo za netermitska področja v evropskih pogojih, po katerih imata hrastov in borov les trajnost 8 - 10, jelkin in smrekov 4 - 8, bukov pa do 4 leta (B u j u k a l i ć, 1965).

Po izkušnjah in priporočilih omenjenih avtorjev, toda v okviru naših možnosti, smo raziskave odpornosti naših drevesnih vrst proti termitom izvedli v dveh smereh. Ene raziskave so pote-

kale v laboratoriju, kjer je bil les omenjenih vrst izpostavljen termitu Reticulitermes lucifugus pod natančno določenimi pogoji.

Druge raziskave pa smo izvajali na terenu, na termit-skem področju Slovenskega Primorja, kjer so bile iste drevesne vrste izpostavljene istim termitom.

V velikih raziskovalnih centrih imajo za laboratorijske raziskave posebno zaščitene klimatske prostore, kjer v betonskih bazenih gojijo milijone termitov različnih termitskih vrst in jih hranijo z brezovim ali drugim lesom (B e c k e r , 1965 , 1966a in drugi). Ker nismo imeli take opreme, smo termite jemali po potrebi iz našega "naravnega bazena", ki je oddaljen kakih 100 km od našega laboratorija.

Pri laboratorijskih delih so nam bila v pomoč dela iz omenjene literature, posebno pa dela B e c k e r -ja (1961a, 1961b in 1962).

Posledice napadov termitov na les so manjše in večje površinske in globinske poškodbe na lesu in izguba lesne mase, zato je z ocenjevanjem prvih določena jakost napada, oziroma odpornost lesa.

Poškodbe od termitov so po laboratorijskih poskusih ocenjene po B u t t e r w o r t h -u in M a c N u l t y -ju (1966), nakar so rezultati obdelani z analizo variance. Po terenskem poskusu pa so poškodbe ocenjene na način, s katerim jih je ocenjeval F o u g e r o u s s e (1969) v savanskih predelih zahodne Afrike.

1. LABORATORIJSKE RAZISKAVE

Raziskave naravne odpornosti borovega, jelkinega, smrekovega, bukovega in hrastovega lesa so bile izvedene v stekleni posodi, velikosti 24,5 x 15,8 x 11,5 cm, v zatemnjenem prostoru, v katerem je bila temperatura 25 - 26°C in okoli 80 %-na vlaga, v obdobju 6 mesecev.

Od navedenih drevesnih vrst so bile iz enega kosa lesa izdelane epruvete velikosti 5,0 x 2,5 x 1,5 cm. Površine epruvet so bile gladke in ravne, robovi ostri, da bi bile poškodbe od termitov po poskusu čim bolj vidne. Epruvete so bile izdelane pred nekaj leti in so bile vskladiščene v laboratoriju pri sobni temperaturi in vlagi.

Glede na nehomogenost lesa znotraj posamezne drevesne vrste smo izmerili povprečne gostote epruvet vsake posamezne drevesne vrste. Te so bile naslednje: bor ... 0,6144; jelka 0,4582; smreka 0,4076; bukev 0,5802; hrast 0,5878.

Pred poskusom so bile epruvete za krajši čas namočene v vodi, nato pa zložene v stekleno posodo v 5 vrstah po 10 komadov. Potem so bile prekrite z vlažno humusno zemljo, ki je bila za to odvzeta z obronkov Krma v okolici Ljubljane, pred poskusom posušena pri 105°C in grobo presejana. Na zemljo je bilo dano 2000 osebkov Reticulitermes lucifugus, ki so bili dan prej prineseni iz Pirana, skupaj s koščki zemlje in lesa, na kar so bili pazljivo izolirani in prešteti. Uporabljeni so bili po vrsti vsi termiti z naravnim deležem vseh kast, kar je v tem primeru 83,7 % delavcev, 0,7 % vojakov, 10,0 % larv in 5,6 % nimf in neoteničnih individuov. Posoda je bila prekrita s steklom, ki je bilo opremljeno s fino mrežico. Iz varnostnih razlogov je bila posoda postavljena v kad z vodo.

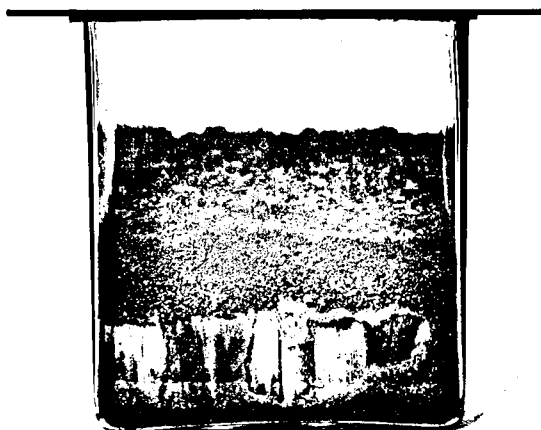
Že drugi dan po postavitvi poskusa so termiti izgradili rove, po katerih so se premikali na vse strani znotraj posode. Tudi najmanjše premikanje posode jih je zelo vznemirilo, kar je pokazalo, da je potrebno nadaljnje preglede izvajati kar najprevidneje. Čeprav v strokovni literaturi priporočajo trajanje takih poskusov 6 - 8 tednov, je trajal naš poskus 6 mesecev.

V tem času so termiti v zemlji izgradili razen hodnikov tudi številne komore najrazličnejših oblik. Nekateri so izgradili med zemljo in lesom, druge pa so bile prislonjene na steno posode.

Po prekinitvi poskusa smo odstranili zgornjo plast zemlje, prikazale so se komore in hodniki, ki so bili kot v naravi, prekriti s tenko svetlosivo krhko maso. Spremembe številčnega stanja niso bile ugotovljene, ker so se nekateri termiti zavlekli tudi v notranjost lesa, odtod pa jih ni bilo mogoče izvleči, ne da bi poškodovali epruvete. Termiti so v času poskusa zgradili gnezda med dvema epruветama bukve, epruветama jelke in smreke, epruветama smreke in smreke in v sami notranjosti smrekovega lesa, ki so bila polna jajc, larv in neoteničnih spolnih individuov.

Epruvete so bile očiščene zemlje in termitov, potem pa pregledane, poškodbe pa okularno ocenjene.

Na enak način je bil izveden tudi II. poskus z 2600 osebki, pri 28°C z epruветami iz istih drevesnih vrst, vendar iz drugih kosov lesa kot v I. poskusu. Povprečne gostote epruвет so bile sledeče: bor.... 0,4971; jelka 0,3452; smreka 0,4236; bukev 0,5830; hrast 0,6136. Rezultate I. in II. poskusa prikazujejo tab. 1, 2, 3 in 4 in graf. 1.



Sl. 2 Posoda, v kateri je bila raziskana naravna odpornost lesa proti Reticulitermes lucifugus (od strani)



Sl. 3 Posoda, v kateri je bila raziskana naravna odpornost lesa proti Reticulitermes lucifugus (od spodaj)



1



2



3

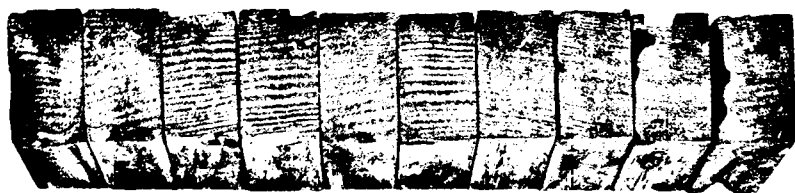


4



5

Sl. 4 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les po 6-mesečnem poskusu raziskave naravne odpornosti lesa proti Reticulitermes lucifugus (ležeče epruvete) po I. poskusu.



1



2



3



4



5

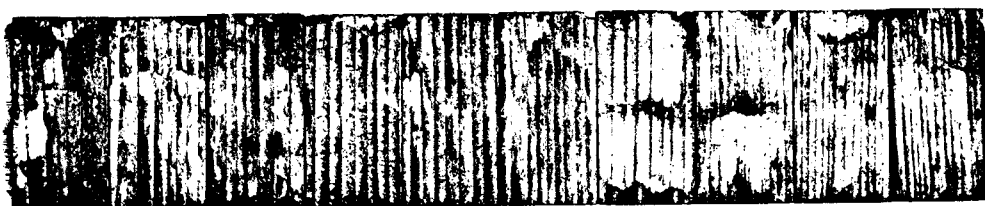
Sl. 5 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov les po 6-mesečnem poskusu raziskave naravne odpornosti lesa proti Reticulitermes lucifugus (pokončne epruvete) po I. poskusu.



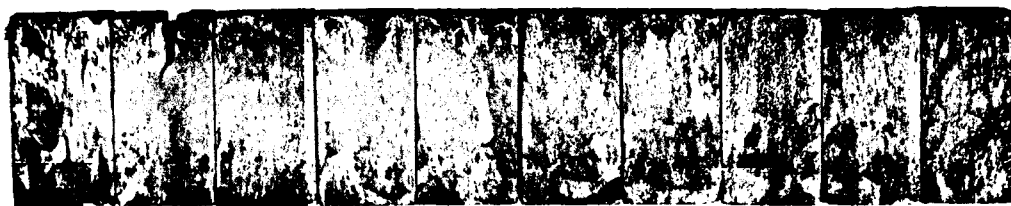
1



2



3



4



5

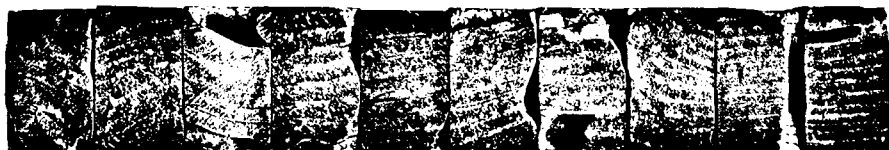
Sl. 6 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov
 les po 6-mesečnem poskusu raziskave naravne odpornosti
 lesa proti Reticulitermes lucifugus (ležeče epruvete)
 po II. poskusu.



1



2



3



4



5

Sl. 7 1. borov, 2. jelkin, 3. smrekov, 4. bukov, 5. hrastov
 les po 6-mesečnem poskusu raziskave naravne odpornosti
 lesa proti Reticulitermes lucifugus (pokončne epruvete)
 po II. poskusu.

Tab. 1. Ocene stopenj poškodb po 6-mesečnem napadu Reticulitermes lucifugus

I. poskus

Številka eprovete	Vrste lesa				
	Bor	Jelka	Smreka	Bukev	Hrast
1	4	3	4	4	2
2	4	4	4	4	2
3	3	2	4	2	2
4	1	2	4	2	2
5	1	1	4	3	3
6	2	4	4	4	2
7	2	2	4	3	2
8	2	3	4	3	2
9	2	3	3	3	2
10	2	1	2	3	2
\bar{x}	2,3	2,5	3,7	3,1	2,1

II. poskus

Številka eprovete	Vrste lesa				
	Bor	Jelka	Smreka	Bukev	Hrast
1	3	4	3	4	2
2	2	4	2	4	2
3	2	4	4	2	4
4	1	4	3	3	1
5	1	4	2	4	2
6	2	4	3	3	2
7	2	4	4	2	1
8	2	4	3	1	1
9	3	4	2	3	1
10	3	4	4	2	2
\bar{x}	2,1	4,0	3,0	2,9	1,8

0 = nepoškodovan les

1 = zelo malo poškodovan les (komaj vidne poškodbe)

2 = malo poškodovan les (samo površinske poškodbe)

3 = precej poškodovan les (površinske in globinske poškodbe)

4 = zelo poškodovan les (globinske poškodbe)

Tab. 2. Analiza variance
(Kontrola, obdelane so vse drevesne vrste)

Vir variacij	VK	SP	VKO	F _{rač}	F _{tab.}	
					P = 5%	P = 1%
Postopki (poskusi)	12,32	4	3,08	6,03	2,65	3,92
Ponovitve	12,02	9	1,33	2,60	2,17	2,98
Napaka	18,48	36	0,51			
Total	42,82	49				

Tab. 3. Prikaz srednjih vrednosti in LMD

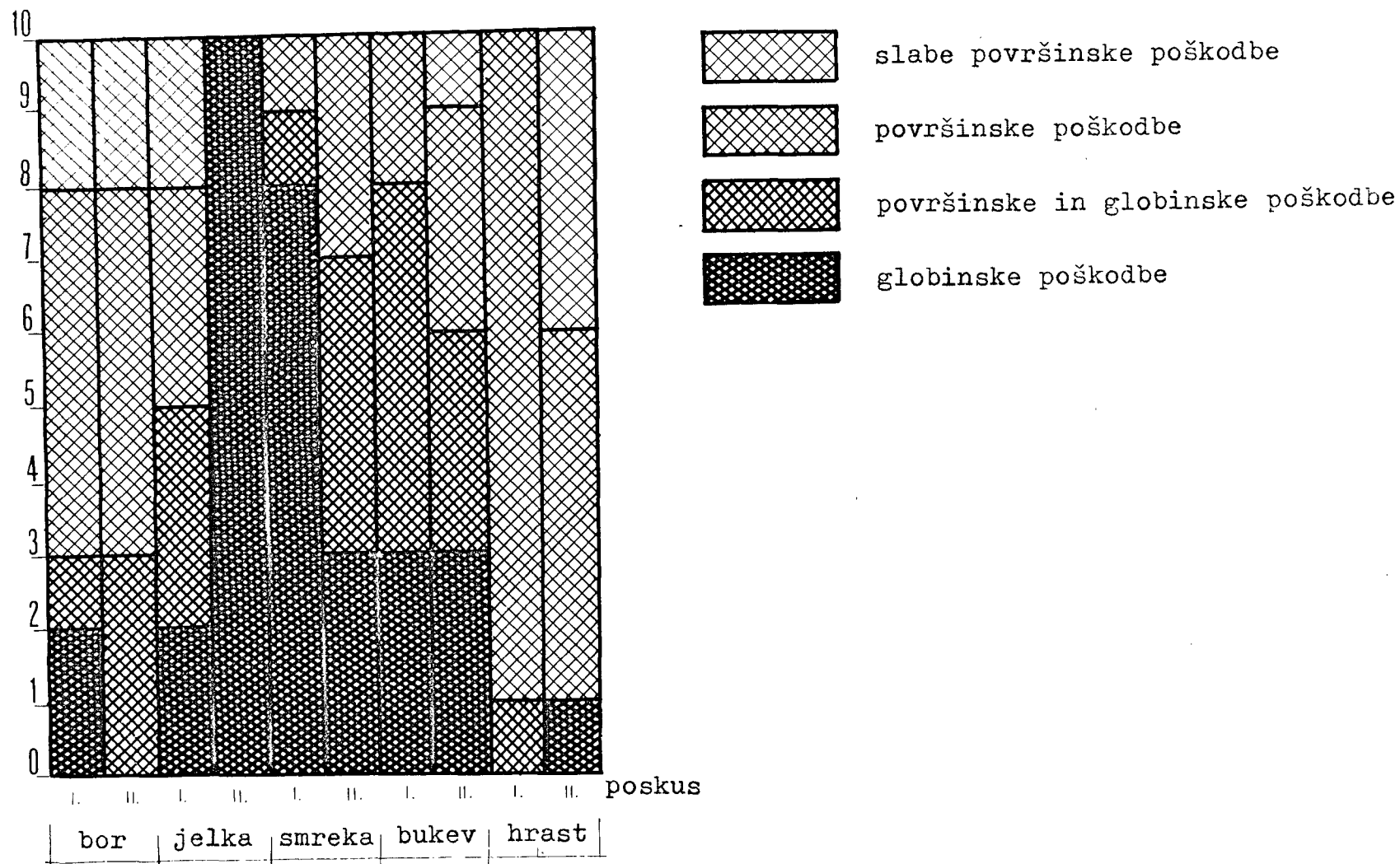
Vrsta lesa	Hrast	Bor	Jelka	Bukev	Smreka	LMD	
						P=5%	P=1%
\bar{X}	2,10	2,30	2,50	3,10	3,70	1,45	1,95

Signifikantna razlika nastopa med srednjima vrednostima:
3,70 - 2,10 = 1,60

Tab. 4. Število epruvet z enakimi stopnjami
poškodb v posameznih poskusih

Stopnja poškodbe	Vrste lesa									
	Bor		Jelka		Smreka		Bukev		Hrast	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	2	2	2	-	-	-	-	1	-	4
2	5	5	3	-	1	3	2	3	9	5
3	1	3	3	-	1	4	5	3	1	-
4	2	-	2	10	8	3	3	3	-	1

Stopnje poškodb na lesu raziskovanih drevesnih vrst, po 6-mesečnem napadu Reticulitermes lucifugus



2. TERENSKÉ RAZISKAVE

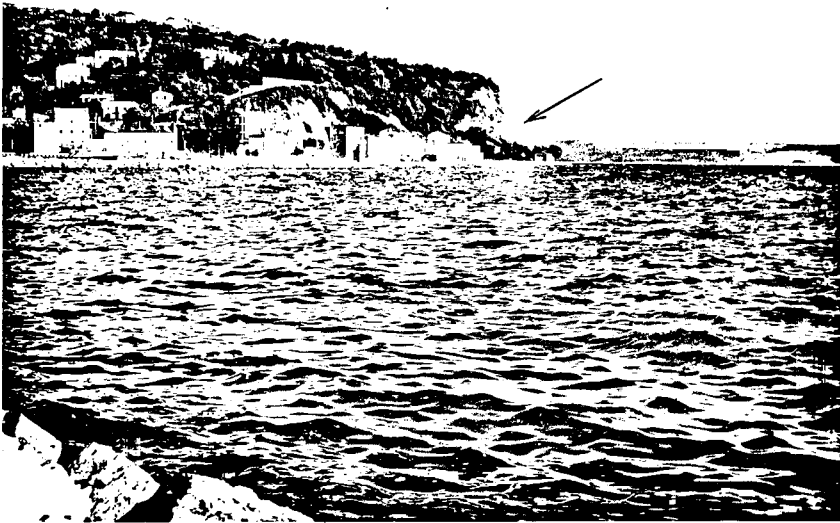
Naravna odpornost borovega, jelkega, smrekovega, bukovega in hrastovega lesa proti Reticulitermes lucifugus smo raziskali tudi v naravnih pogojih na termitskem področju Slovenskega Primorja v Piranu.

Terenski poskus je izveden na terasi, vzdignjeni 5 m nad morjem, od katerega jo deli samo cesta. Nad teraso se vzdiguje visok hrib iz fliša. Teren je izbran v soglasju z lokalnimi oblastmi, ki so tudi nadzorovale poskus.

Čeprav je bil ta teren precej nepristopen, obrasel z bujno mediteransko vegetacijo in poln kamenja, ki je napadalo s hriba, je bil izbran zato, ker je bil prost in poln termitov. Vsak, tudi najmanjši košček lesa so ti škodljivci zelo napadli. Zato ni potrebna nobena priprava terena pred postavitvijo poskusa, kar je to sicer navada.

Po očiščenju terena od kamenja in grmovja je bilo vkopanih 210 kosov zdravega lesa in sicer po 42 kosov borovega, smrekovega, jelkega, bukovega in hrastovega lesa, dimenzij 4 x 4 x 102 cm. Letve so bile na enem koncu koničaste, označene s kovinsko ploščico in vertikalno vkopane do globine 70 - 98 cm.

Nato je bil les prepuščen delovanju termitov in vseh ostalih naravnih pogojev dve leti. Nekaj kosov lesa smo pregledali po 6 mesecih in se prepričali, da še niso napadeni. Potem pregledov nismo izvajali do prekinitve poskusa, da bi lahko termiti nemoteno delovali, na kar opozarjajo tudi nekatera dela iz odgovarjajoče literature.



Sl. 8. Za poskusno polje je izbran teren med visokim hribom iz fliša in morjem.



Sl. 9. Teren za poskusno polje od blizu.



Sl. 10. Poskusno polje z vkopanim lesom.

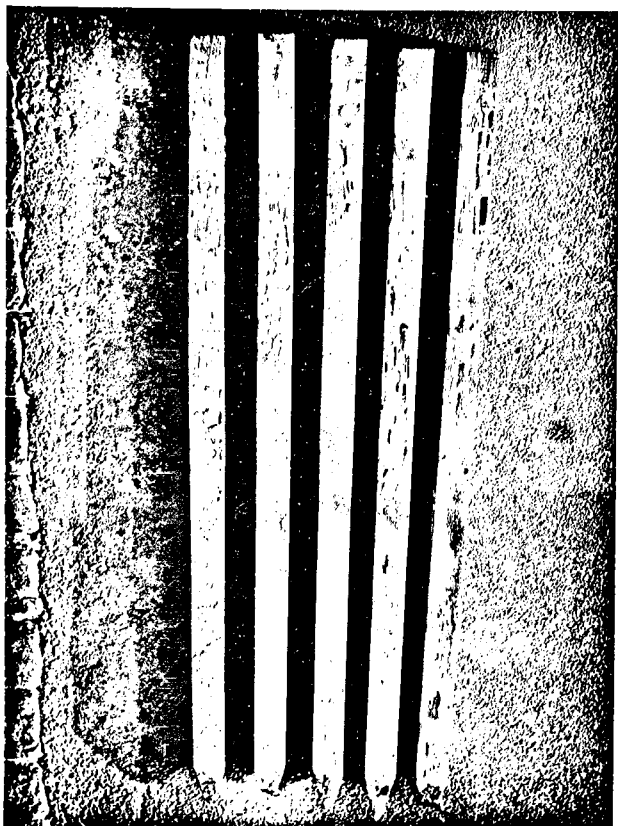
Po dveh letih je bil ves les izkopan, očiščen zemlje in pregledan. Teren je v tem obdobju močno obrasla visoka trava in grmovje in je bil prekrit s kamenjem. Odkopavanje je bilo zato zelo težavno, posebno tistih kosov, ki so bili zelo napadeni in zato močno lomljivi.



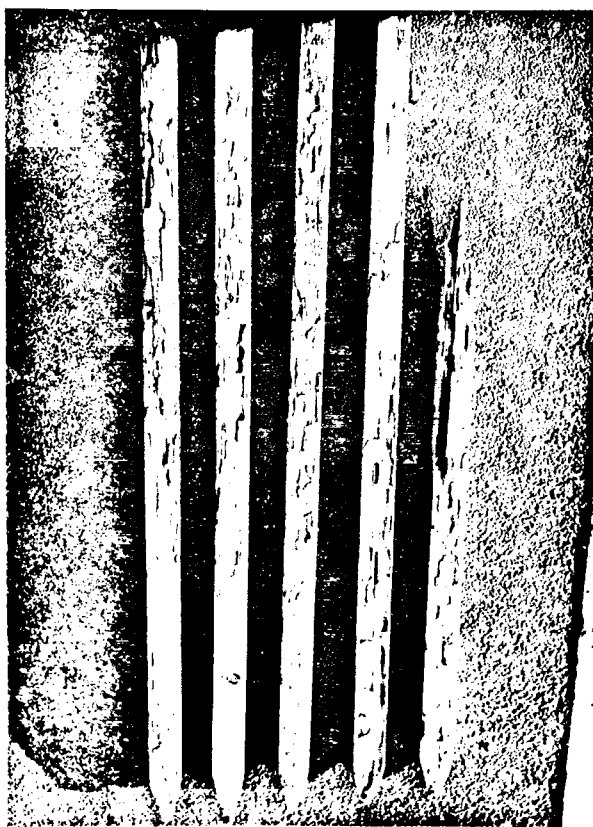
Sl. 11. Izkopavanje lesa po terenskem poskusu.

Nekateri izkopani kosi lesa so bili zelo votli, izpolnjeni z zemljo in s termiti in zelo oslabljeni od termitov in gliv, drugi pa so bili manj napadeni. Površine vseh vkopanih kosov smo previdno očistili, jakost poškodb pa okularno ocenili. Les je bil po jakosti poškodb razvrščen v 5 kategorij in sicer:

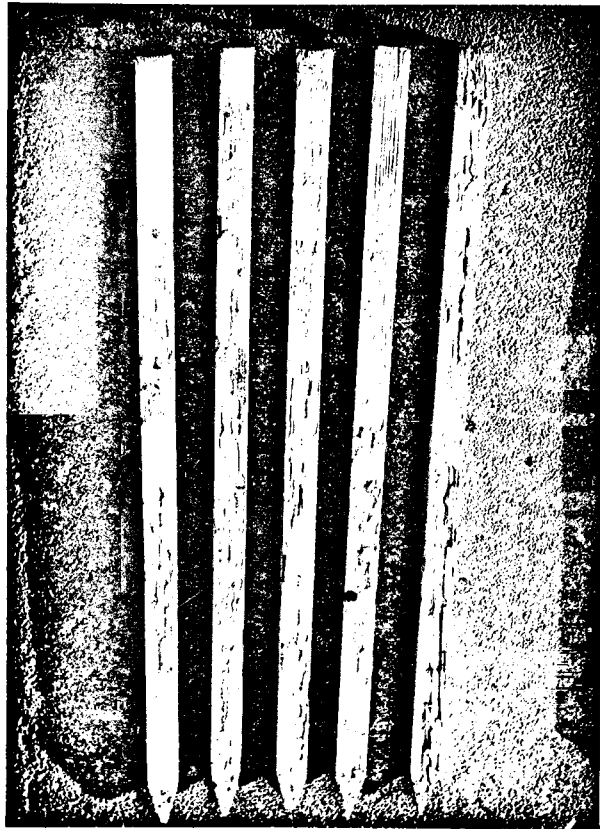
borov les pod točko 3 (precej poškodovan les),
jelkin les pod točko 4 (zelo poškodovan les),
smrekov les pod točko 4 (zelo poškodovan les),
bukov les pod točko 4 (zelo poškodovan les) in
hrastov les pod točko 2 (malo poškodovan les).



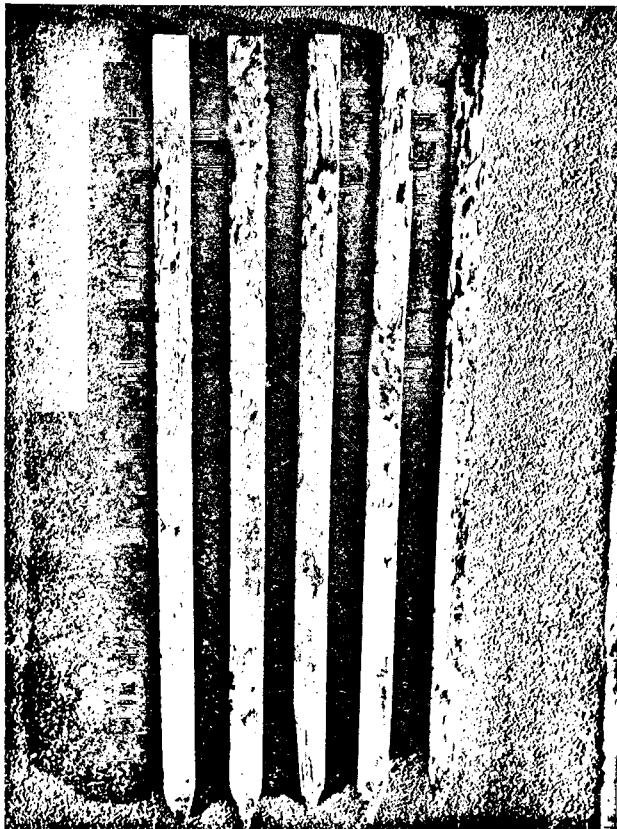
Sl. 12. Borov les po dveletnem terenskem poskusu, napaden z Reticulitermes lucifugus.



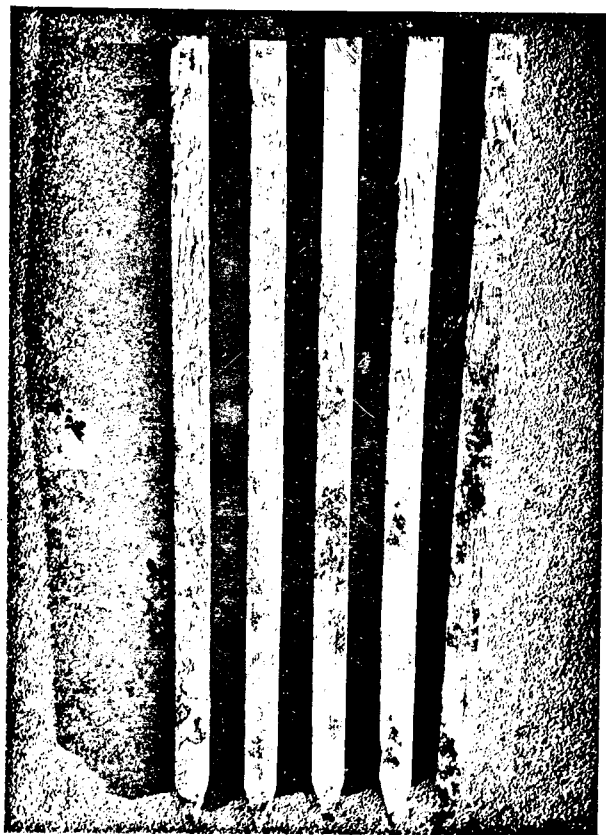
Sl. 13. Jelkin les po dveletnem terenskem poskusu, napaden z Reticulitermes lucifugus.



Sl. 14. Smrekov les po dveletnem terenskem poskusu, napaden z Reticulitermes lucifugus.



Sl. 15. Bukov les po dveletnem terenskem poskusu, napaden z Reticulitermes lucifugus.



Sl. 16. Hrastov les po dveletnem terenskem poskusu, napaden z Reticulitermes lucifugus.

3. ANALIZA REZULTATOV

Po 6-mesečnem poskusu, v katerem so bili v laboratorijskih pogojih izpostavljeni napadu termitov borov, jelkin, smrekov, bukov in hrastov les, so vse epruvete dobile površinske in globinske poškodbe.

Ker so se stopnje poškodb pri posameznih drevesnih vrstah razlikovale, zaključujemo, da so različno odporni proti našim termitom.

Tako še iz tab. 4 in graf. 1 vidi, da pri borovem lesu prevladujejo v I. in II. poskusu površinske poškodbe. Jelkin les je v I. poskusu dobil enako število površinskih in globinskih poškodb, v II. poskusu pa samo globinske. Večjo neodpornost jelkinega lesa v II. poskusu pripisujemo širšim letnicam. Pri smrekovem lesu prevladujejo v I. in II. poskusu globinske poškodbe. Epruvete smrekovega lesa so dobile v obeh poskusih poškodbe večje od stopnje 1. Bukov les je v obeh poskusih dobil pretežno globinske poškodbe. Po poškodbah, ki jih je dobil hrastov les, se vidi, da je hrastov les od vseh vrst najbolj odporen, ker je od 20 epruvet v obeh poskusih 18 epruvet dobilo površinske a samo 2 epruveti globinske poškodbe.

Iz tab. 7 se lahko zaključi zaporedje odpornosti raziskanih drevesnih vrst: hrast, bor, jelka, bukev in najneodpornejša smreka. Signifikantna razlika ($P = 5\%$) je samo med hrastom in smreko.

Čeprav v tem delu nismo raziskovali vzroke različne odpornosti naših drevesnih vrst, si jih lahko razlagamo s podatki v literaturi.

Vzroki za manjšo in večjo odpornost posamezne drevesne vrste so v fizičnih in kemičnih lastnostih lesa.

Raziskali smo odpornost dveh trdih listavcev hrasta in bukve, ki imata trdoto okoli 700 Kg/cm² in treh mehkih iglavcev bora, jelke in smreke, ki imajo trdoto okoli 300 Kg/cm² (Šumarska enciklopedija, MCMLIX).

Največjo odpornost hrastovega lesa pripisujemo njegovi trdoti, veliki vsebnosti tanina, ki je naravna zaščitna snov in drugim ekstraktivnim snovem, ki pozitivno vplivajo na naravno odpornost lesa. V naši hrastovi črnjavi smo določili 27 % lignina, ki tudi deluje kot zaščitna snov.

Odpornost borovega lesa razlagamo z visokim procentom benzolovega ekstrakta. V njem so tudi smole, te pa odbijajo napad termitov. Odpornost borove beljave razlaga v novejšem delu B e c k e r (1971), z odbijajočim delovanjem aldehida - furfurala, na termite.

Da je bukev kljub trdoti neodporna pred napadom termitov lahko razlagamo z visoko vsebnostjo pentozanov, ki jih je tudi do 30 % (največ je ksiloze). Visoka vsebnost polioz v lesu pa zmanjšuje njegovo odpornost pred ksilofagnimi insekti. (V a s i ć, 1971). Po S a n d e r m a n n -u (1966) je največ ekstraktivnih snovi pri bukvi prav v beljavi, te ekstraktivne snovi pa so za insekte hranljive.

Neodpornost jelkinega in smrekovega lesa pa razlagamo z njuno mehko in tudi s tem, ker njuna beljava vsebuje razen drugih hranljivih sestavin beljave, visok procent sladkorja, kot so glukoza, fruktoza in saharoza, ti pa pospešujejo napad insektov.

Podatki iz tab. 1 in tab. 4 prikazujejo, da se po stopnji poškodb razlikujejo tudi epruvete znotraj posameznih drevesnih vrst, kar je logična posledica svobodne izvire pri napadu živih organizmov - v našem primeru termitov - na nehomogeno materijo - les.

Na enem samem kosu lesa termiti raje napadajo mehkejši del kot trši, ki po navadi ostane nedotaknjen. Les s širšimi letnicami termiti na splošno močneje napadejo kot les z ožjimi letnicami. Primer je jelkin les, ki je v I. poskusu bil slabše napaden, kot v II. poskusu (sl. 4, 5 in 6, 7).

Naravne odpornosti naših drevesnih vrst torej ne moremo vzeti za absolutno vrednost, ker je odvisna od tehnoloških lastnosti lesa znotraj posamezne drevesne vrste in od mnogih drugih faktorjev.

Orientacijske raziskave, ki smo jih izvajali pred raziskavami naravne odpornosti lesa, so pokazale, da je šestmesečno trajanje poskusa pri postavljenih pogojih potrebno za naše zemeljske termite, da bi poškodbe na lesu bile dovolj velike in dovolj vidne za lažjo primerjavo in oceno. Naši termiti so namreč počasnejši od evropskih termitov istega rodu.

Po izkopavanju lesa na poskusnem polju v Piranu, pregledu in oceni poškodb je ugotovljeno, da je v naravnih kot tudi v laboratorijskih pogojih naše raziskovane drevesne vrste napadel Reticulitermes lucifugus. Količki posameznih drevesnih vrst so bili poškodovani z isto stopnjo jakosti in jih je bilo lahko razdeliti v ustrezne kategorije. Enako kot v laboratorijskih pogojih je hrastov les dobil le površinske poškodbe in je bil uvrščen pod točko 2. Površinske in globinske poškodbe so dobili količki borovega lesa, zato je bil uvrščen pod točko 3, bukov, jelkin in smrekov les pa je bil močno poškodovan in zato uvrščen pod točko 4.

Les napadenih količkov je bil napaden samo na tistih delih, ki so bili vkopani v zemljo, nekaterih pa tudi po vsej dolžini, torej tudi na delih, ki so bili nad zemljo. Ker so bili nekateri količki popolnoma prekriti z zemljo, lahko zaključimo, da je območje intenzivnega delovanja teh termitov najmanj do globine 1 m. Pri hrastu, boru in bukvi so bile poškodbe po termitih močnejše na zgornjih delih količkov, torej na delih, ki so bili bližji površini zemlje.

Če primerjamo odpornosti lesa na našem termitskem območju z odpornostmi istih drevesnih vrst v netermitskih krajih, se lahko ugotovi, da se na termitskem področju zmanjša trajnost hrastovega in borovega lesa od 8 - 10, jelkinega in smrekovega od 4 - 8 in bukovega od 4 let na povprečno 1 - 2 leti.

Primerjava med laboratorijskimi terenskimi raziskavami je naslednja: laboratorijski način raziskav omogoča vsakodnevni nadzor, opazovanje insektov, opazovanje gradnje hodnikov in komor. Te raziskave se odvijajo pod vnaprej točno določenimi pogoji, kot so: določeno število termitov, določena temperatura in vlaga. Pri teh poskusih večkrat nastopajo težave in so v kratkem slede-

če. V laboratoriju pride večkrat do smrtности, ker so termiti v umetno ustvarjenih pogojih veliko bolj občutljivi kot v naravi. Pri Reticulitermes lucifugus, ki živi v naravi v velikih kolonijah posebno pogosto poginjajo manjše skupine v posameznih posodah. Njihova nežna telesa popolnoma razpadejo, edini ostanki pa so hitinski deli glav vojakov. Temu je verjetno vzrok nesposobnost organizacije življenja majhnega števila osebkov, po podatkih iz literature pa pride tudi do kanibalizma (B e c k e r, 1969).

Včasih poginejo termiti tudi v primeru, ko ostanejo v isti zemlji, v kateri so prinešeni s terena. V laboratorijskih pogojih je pospešen bujen razvoj micelijev gliv, s katerimi je okužena zemlja v naravi in se termiti v njih zapletajo in poginjajo. Zato jih je treba takoj pazljivo odstraniti iz zemlje, v kateri so prinešeni, in jih premestiti v drugo, ki je za to posebno pripravljena. Tudi tu pride včasih do smrtности, vendar ne do masovne. Termiti poginjajo tudi zaradi izsuševanja zemlje, oziroma pomanjkanja vlage, ker je Reticulitermes lucifugus za vlago posebno občutljiv. Zato je potrebno pri laboratorijskih poskusih občasno brizganje zemlje z vodo. Ta ista termitska vrsta je včasih zelo aktivna tudi v relativno suhem lesu po stanovanjih na termitskem področju. Reticulitermes lucifugus lahko živi v precej suhih pogojih, če ima zvezo s svojim podzemeljskim bivališčem, kjer so ugodni vlažni pogoji, kar mu je v laboratoriju onemogočeno. Zato je treba pri represivnih merah najti mesto, kjer insekti prodirajo iz zemlje v les, in jim ta prehod onemogočiti. To je v praksi v večini primerov zelo težko. Reticulitermes lucifugus, ki ostane v zračno suhem lesu, brez zveze s termitnjakom, bo hitro poginil.

Do rezultatov raziskav smo prišli hitreje z laboratorijskimi kot pa s terenskimi poskusi. Pri laboratorijskih poskusih z našimi zemeljskimi termiti nastanejo poškodbe, ki so dobro vidne in se dajo meriti že čez nekaj mesecev, pri terenskih raziskavah pa smo poskuse podaljšali na 2 leti, ker čas nekaj mesecev ne bi zadostoval. Temu je verjetno vzrok vkopavanje lesa, pri čemer se uničijo hodniki termitnjaka in je potreben določen čas, da jih ponovno izgradijo in pridejo do lesa, česar v laboratoriju ni. Razen tega je del začetnega obdobja našega terenskega posku-

sa prišel v obdobje jesen - zima, torej v pogoje, ki so slabi za delovanje termitov na tem področju. Pozimi smo jih našli v blatu popolnoma neaktivne in otrple. V laboratoriju pa zaradi konstantnih ugodnih klimatskih pogojev nikoli ne pride do tega.

Rezultati laboratorijskih in terenskih raziskav se lahko med seboj razlikujejo, lahko pa se med seboj razlikujejo tudi rezultati posameznih laboratorijskih poskusov, če se kateri od postavljenih pogojev spremeni ali pa, če se dela s kosi lesa istih drevesnih vrst, toda različnih lastnosti. Pri vzporednih poskusih, ko želimo primerjati rezultate, moramo posvetiti posebno pozornost izbiri in izdelavi vzorcev lesa in pogojem dela.

4. ZAKLJUČKI

Drevesne vrste - bor, jelka, smreka, bukev in hrast, ki se pri nas v gradbeništvu najpogosteje uporabljajo, niso odporne proti Reticulitermes lucifugus v laboratorijskih pogojih. Na lesu teh drevesnih vrst so možne poškodbe različne stopnje, od slabih površinskih do močnih globinskih.

Od raziskanih drevesnih vrst je v določenih laboratorijskih pogojih bil proti našim zemeljskim termitom najodpornejši hrastov les, nato borov, po odpornosti jima sledita jelkin in bukov les, najneodpornejši pa je bil smrekov les.

Odpornost lesa je različna tudi znotraj iste drevesne vrste. Reticulitermes lucifugus po navadi močneje napada les s širšimi letnicami kakor tistega z ozkimi. Poškodbe različnih stopenj so posledica nehomogenosti lesne materije in drugih faktorjev.

Borov, jelkin, smrekov, bukov in hrastov les je neodporen proti Reticulitermes lucifugus tudi v naravnih pogojih Slovenskega Primorja. Vsi kosi lesa posameznih drevesnih vrst so bili po dveh letih poškodovani.

Najmanj poškodovan je bil hrastov les, ki je bil samo površinsko napaden, nekaj močneje je bil poškodovan borov les, les jelke, smreke in bukve pa je Reticulitermes lucifugus močno površinsko in globinsko poškodoval.

Pogoji za razkroj lesne mase so na področju Slovenskega Primorja idealni. Les, ki je vgrajen zunaj v toplem in vlažnem podnebjju, napadajo razen gliv milijoni osebkov najškodljivejših ksilofagnih insektov.

Doba trajanja omenjenih drevesnih vrst na termitskem področju Slovenskega Primorja se zmanjša v primerjavi z dobo trajanja na evropskih netermitskih področjih za nekaj krat.

RESUME

V delu je raziskana naravna odpornost borovega, smrekovega, jelkeinega, bukovega in hrastovega lesa proti termitom vrste Reticulitermes lucifugus, v laboratorijskih pogojih in odpornost istih drevesnih vrst v naravnih pogojih na poskusni ploskvi na termitskem področju Slovenskega Primorja.

Po okularni oceni poškodb po termitih je ugotovljeno, da so na vseh omenjenih drevesnih vrstah možne poškodbe vseh stopenj od površinskih do globinskih. Odpornost drevesnih vrst se medsebojno razlikuje, značilna razlika pa pri 95 % verjetnosti nastopa samo med hrastovim in smrekovim lesom. Hrastov les se je pokazal kot najodpornejši. Odpornost lesa je različna tudi znotraj iste drevesne vrste. Poškodbe različnih stopenj so posledica nehomogenosti lesne materije in drugih faktorjev.

S terenskim poskusom je ugotovljeno, da je hrastov les tudi v naravnih pogojih Slovenskega Primorja najbolj odporen, njemu po odpornosti sledi kot tudi pri laboratorijskih poskusih borov les. Do močnega razkroja ostalih drevesnih vrst pride že v dveh letih.

SUMMARY

In this report, the natural resistance of pine, fir, spruce, beech and oak timbers against termites of the species "Reticulitermes lucifugus" in laboratory conditions, and the resistance of the same timbers in natural conditions in a test surface in the Slovene coastal termite region has been investigated.

After an ocular estimation of damages by termites it has been ascertained that on all kinds of timber mentioned damages of all degrees - from surface to depth injuries - are feasible. The resistances of various timbers differ between them, but a significant difference with a probability of 95 per cent occurs only between oak and fir timbers. The oak timber has proved to be the most resistant. The resistance of the timber varies also within the same species of trees. The injuries of different degrees are the result of inhomogeneity of the timber material and of other factors.

By a terrain test it has been ascertained that the oak timber is most resistant also in natural conditions of the slovene coastal region; it is followed in resistance, also in laboratory tests, by the pine timber. Other sorts of timber undergo a heavy decomposition already within two years.

Naslov: RESISTANCE OF SOME YUGOSLAV SORTS OF TIMBER AGAINST TERMITES "RETICULITERMES LUCIFUGUS".

6. LITERATURA

1. B a m p t o n, S.S., B u t t e r w o r t h, D., M a c N u l t y, B.J., 1966: Testing materials for resistance to termite attack. The resistance of some Nigerian timbers to attack by subterranean termites. *Material und Organismen* 1, 185 - 197.
2. B a v e n d a m m, W., 1955: Natürliche Dauerhaftigkeit der Hölzer gegen Termitenfrass. U Schmidt, H. : Die Termiten. Leipzig 245 - 306.
3. B e c k e r, G., 1961a: Beiträge zur Prüfung und Beurteilung der natürlichen Dauerhaftigkeit von Holz gegen Termiten. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 19, 278 - 290.
4. B e c k e r, G.: 1961b: Grundlagenversuche für Laboratoriumsprüfungen mit zwei Reticulitermes - Arten. *Holzforschung u. Holzverwertung* 13, 110 - 117.
5. B e c k e r, G., 1962: Laboratoriumsprüfung von Holz und Holzschutzmitteln mit der südasiatischen Termite Heterotermes indicola Wasmann. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 20, 476 - 486.
6. B e c k e r, G., 1965: Über Haltung von Termiten im Laboratorium. *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 52, 385 - 398.
7. B e c k e r, G., 1966a: Spurfolge - Reaktion von Termiten auf Glykol-Verbindungen. *Zeitschrift für angewandte Zoologie* 53, 495 - 498.
8. B e c k e r, G., 1966b: Termiten-abschreckende Wirkung von Kiefernholz. *Holz als Roh- u. Werkstoff* 24, 429 - 432.
9. B e c k e r, G., 1971: Über die Ursache der abschreckenden Wirkung von Kiefernholz auf Termiten. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* Bd. 68, H. 2, S. 180 - 186.
10. B u j u k a l i Ć, H., 1965: Zaštita drveta Sarajevo
11. B u t t e r w o r t h, D., M a c N u l t y, B.J., 1966: Testing materials for resistance to termite attack. Quantitative field test. *Material und Organismen* 1, 173 - 184.

24. S c h m i d t, H., 1968: Ein Prüfverfahren mit der Boden-
termite Reticulitermes lucifugus an
tropischen Hölzern.
Holz als Roh- u. Werkstoff 26, 342 - 343.
25. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960a: Vergleichende Un-
tersuchungen der natürlichen Frassresi-
stenz einiger fremdländischer Kernholz-
arten unter Verwendung von Reticuliter-
mes lucifugus Rossi als Versuchstier.
Holzforschung und Holzverwertung 12,
64 - 67.
26. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960b: Form und Intensität
des Termitenangriffes an Hölzern ver-
schiedener Struktur und Rohdichte.
1. Mitt.: Prüfungen an getrenntem Früh-
und Spätholz.
27. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960c:
2. Mitt.: Prüfungen von Hölzern mit
verschiedener Jahrringbreite und ver-
schiedenem Spätholzanteil.
28. S c h u l z e - D e w i t z, G., 1960d:
3. Mitt.: Einfluss der Rohdichte des
Holzes auf den Termitenangriff.
Holz als Roh- u. Werkstoff 18. 365 - 367,
413 - 415, 445 - 446.
29. S n y d e r, T.E., 1950: Control of nonsubterranean termi-
tes.
Farmer's bulletin No. 2018.
U.S. Departement of Agriculture.
30. Š t i r n, J., 1963: Zoografija in gospodarski pomen termi-
tov v Jugoslaviji.
Razprave, Ljubljana.
31. V a s i ć, K., 1971: Zaštita drveta I. deo.
(Ksilofagni insekti)
Naučna knjiga, Beograd.
32. ----- (MCMLIX) Šumarska enciklopedija.
Leksikografski zavod FNRJ, Zagreb.
106, 148, 448, 556.