

UNIVERZA V LJUBLJANI  
 BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
 INŠTITUT ZA TEHNOLOGIJO LESA

## I M P R E G N A C I J A

### lesnih kock z zaščitnim sredstvom VARLES 3 E

Zaščitno sredstvo VARLES 3 E se sestoji iz vodotopnih soli, ki imajo lastnost, da savarujejo les pred napadom gljiv in insektov in saviirajo gorenje lesa.

VARLES 3 E vsebuje 25% fungicidnih in insekticidnih snovi (spojin fluora in bora). Ker vnašamo v les po predlagani tehnologiji 20 - 30 kg zaščitnega sredstva VARLES 3 E po  $m^3$  lesa, bodo tako impregnirani komadi lesa vsebovali 4 - 6 kratno količino zaščitnega sredstva, kot bi bilo potrebno, da savarujemo les pred napadom gljiv in insektov.

### UČINKOVITOST ZAŠČITE LESA PRED GORENJI:

Vnetljivost lesa je odvisna od njegove specifične teže in sicer čim manjša je njegova specifična teža, preje sngori. Nadalje je odvisna vnetljivost lesa tudi od velikosti površin v odnosu na prostornino. Komadi lesa, ki imajo pri isti prostornini večje površine hitreje segore, kot komadi, ki imajo manjšo površino.

Za kvalitetno zaščito lesa pred gorenjem je predvsem pomembno, da površinska plast lesa, ki pride v direkten kontakt z virom toplote, vsebuje zadostno količino zaščitnega sredstva, zato navadno izračunamo količino uporabljenega zaščitnega sredstva v  $gr/m^2$  površine. Iz navedenega sledi, da je uporaba zaščitnega sredstva na  $m^3$  lesa večja pri lesenih komadih, kjer je odnos površina - prostornina večji, kot v obratnem primeru. Tako v primeru, če hočemo dobiti enak protipožarni učinek, bomo uporabili pri enaki prostornini lesa več zaščitnega sredstva za tanjše deske kot za debelejše.

Ekperimentalno je bilo ugotovljeno, da obstaja neka optimalna količina potrebnega zaščitnega sredstva na  $m^2$  površine lesa in je pod to količino močan padec učinka zaščite, nad to količino se pa učinkovitost zaščite razmeroma malo poveča.

Is slike 1 je razvidno, da imamo zelo nagel vzpon učinkovitosti zaščite med 75 - 125 g zaščitnega sredstva na  $m^2$  površine lesa. Nad 150 g zaščitnega sredstva na  $m^2$  površine lesa, se pa učinkovitost zaščite zelo malo povečuje. Stopnja učinka zaščite (0-10)

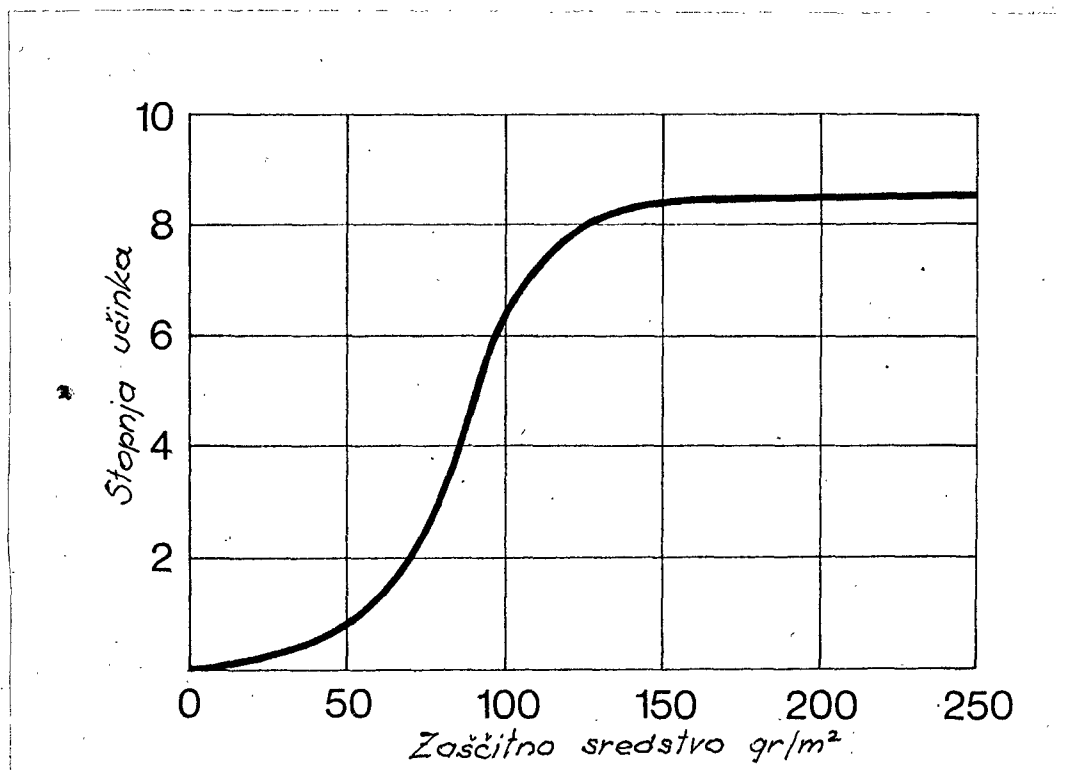
Je izračunavana po formuli:

$$u = 10 \left( 1 - \frac{t_p}{t_0} \right), \text{ kjer je}$$

$u$  = stopnja učinka zaščite

$t_0$  = končna izguba na teži nezашčitenega lesa

$t_p$  = končna izguba na teži zaščitenega lesa



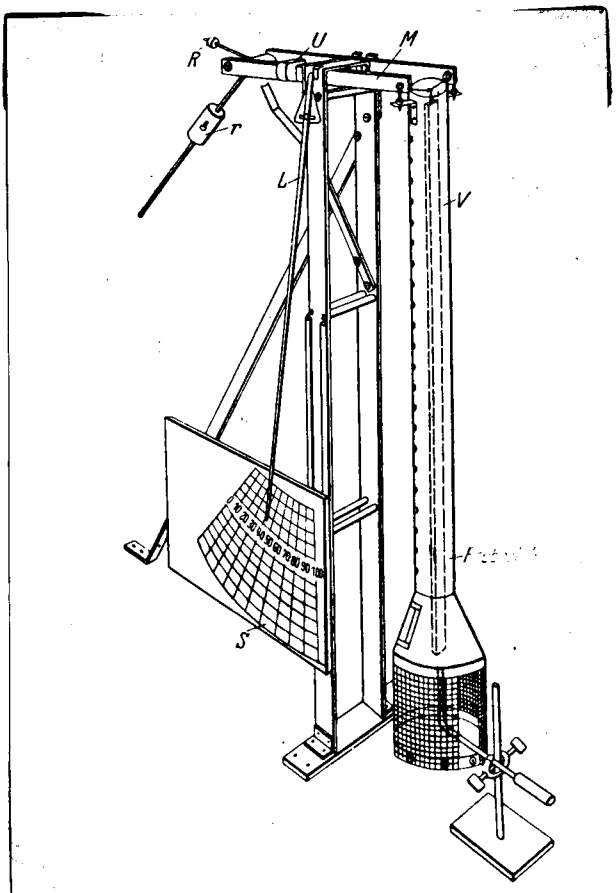
Sl. 1.: Učinkovitost zaščite v odnosu na količino zaščitenega sredstva na m<sup>2</sup> površine lesa. Stopnja učinka zaščite je izračunana s gorljivostjo zaščitenega lesa v odnosu na nezашčiten les.

PREISKUŠI UČINKOVITOSTI ZAŠČITE SMREKOVIN LETVIC Z "VARLES-om 3 R PO METODI THUAK - HARRISON

Za ta preiskuse se uporabljajo letvice dimenzij 1 x 2 x 100 cm, ki se obesijo v žično ali kovinsko cev in grejejo s Bunsenovim gorilnikom, višine plamena 25 cm in 900 - 1000°C, 4 minute.

Kot je vidno iz slike 2, je cev obežena na tehtnico s kazalom,

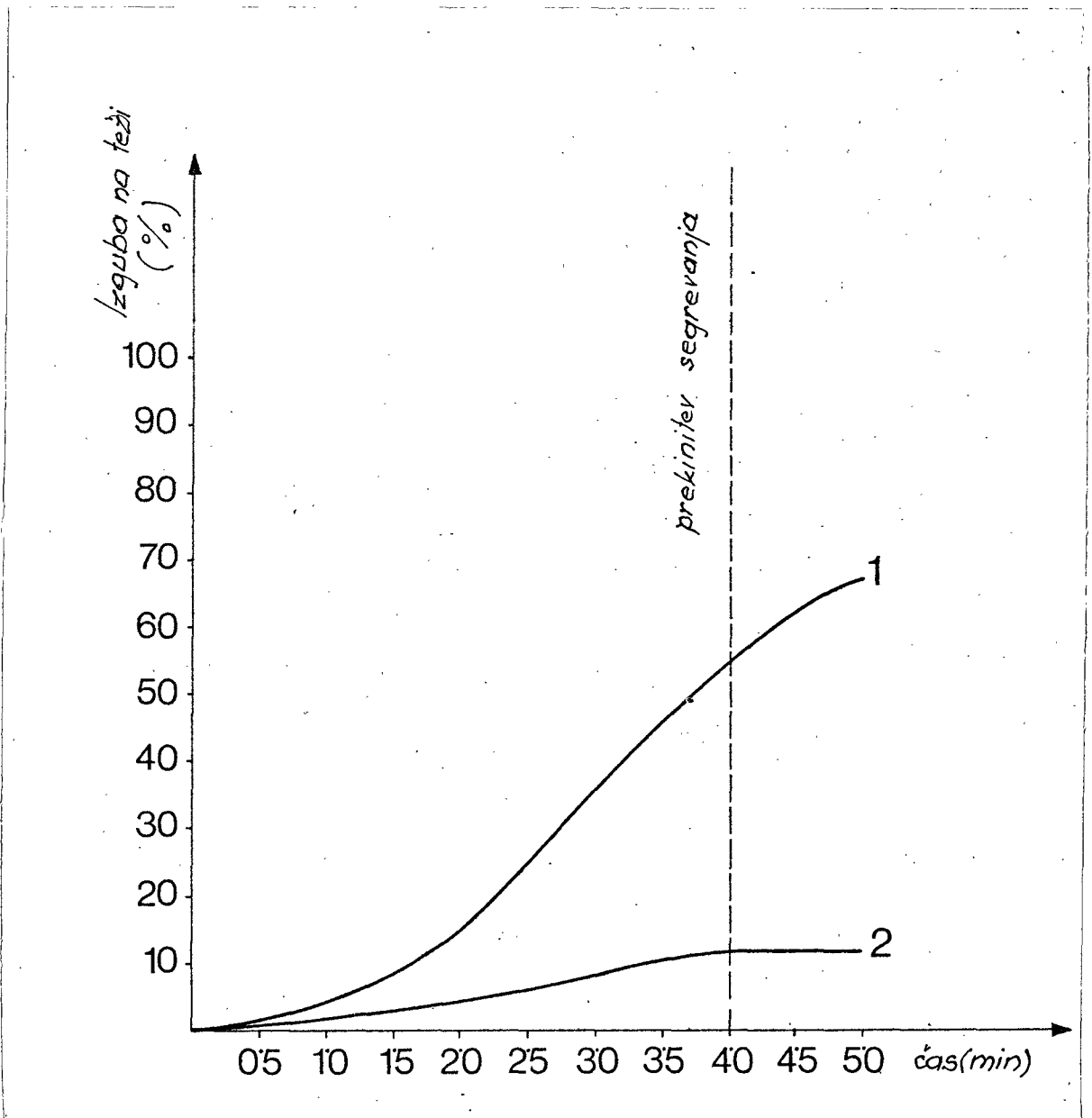
tako da lahko odčitamo v vsakem časovnem intervalu izgube na teži, ki je izražena v %. Vsake pol minute odčitavamo izgube na teži, dokler se teža ne ustali.



Sl. 2.: Aparatura za meritev gorenja lesa po metodi Truax-Harrison.

- V = kovinska cev ali mreža
- M = prečka
- L = kazalo
- S = skala
- R, U, r = protiuteži.

Isvedli smo številne poizkuse sežigov po tej metodi neimpregviranih smrekovih lesenih letvic in impregviranih smrekovih letvic, ki so vsebovale razne količine saščitnega sredstva VARLES 3 E. Pri letvicah, ki so vsebovale nad 130 g VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa so bile izgube na teži po sežigu 8 - 12 %.



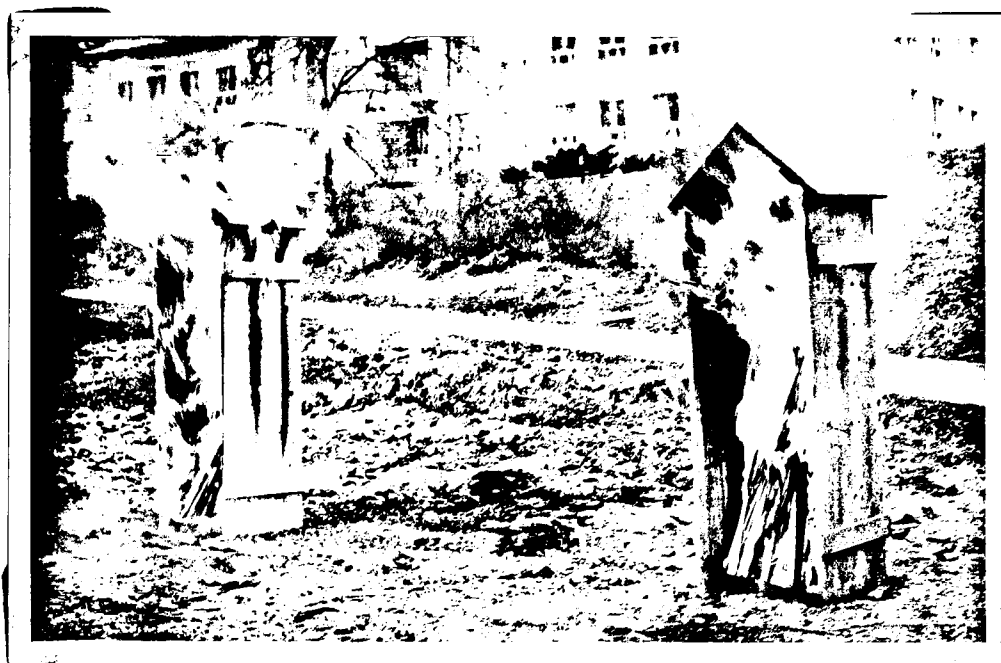
Sl. 3.: Krivulje sešigov po metodi Tuax-Harrison neimpregniranega in s VARLES-om 3 E impregniranega smrekovega lesa.

1. neimpregniran les
2. impregniran les s 150-160 g VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa.

Pe podatkih iz strokovne literature je les zadovoljivo zaščiten, če po navedeni metodi preizkusa izgubi na teži do 20%. Zato lahko zaključimo, da se les lahko kvalitetno zaščiti pred gorenjem, če ga impregniramo tako, da vsebuje nad 130 g VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa.

**PREIZKUSI SEŽIGA NEIMPREGNIRANIH IN Z VARLESOM 3 E IMPREGNIRANIH  
LESENIH HIŠIC (smrekov les)**

Invodli smo sežige 4 malih hišic iz smrekovega lesa od katerih je imela vsaka tlorisno površino 70 x 65 cm in višino 220 cm. Dve sta bili neimpregnirani, dve pa z VARLES-om 3 E impregnirani. V vsako teh hišic smo dali kot gorive 4 litre bencina, 7 kg žemanja in 0,5 kg lesne volne. Neimpregnirane hišice so popolnoma zgorele, pri impregniranih hišicah je pa le v notranjosti karboniziral 2 - 3 mm debeli sloj lesa in je gorenje takoj prenehalo, ko je zgorelo dodano gorivo, to je bencin, žemanje in lesna volna. Zunanje površine impregniranih hišic je kljub visoki temperaturi v notranjosti ostala med in po poskusu popolnoma hladna. Ta poskus nam je ponovno potrdil, da les impregniran z zadostno količino VARLES-a 3 E sam ne gori, pač pa le počasi pogljuje, če ga segrevamo.



Sl.4.: Levo neimpregnirana hišica, desno z VARLES-om 3 E impregnirana hišica. V vsako hišico je bilo pred poskusom dano 4 litre bencina, 7 kg žemanja in 0,5 kg lesne volne. Na sliki je viden začetek gorenja.



Sl. 5.: Neimpregnirana hišica gori z velikim plamenom, v impregnirani hišici gori le dočano gorivo.



Sl. 6.: Neimpregnirana hišica je popolnoma sgorela, v impregnirani

hišici pa je ogenj ugasnil takoj, ko je sgorelo dodano gorivo. V notranjosti impregnirane hišice je karboniziral le 2 - 3 mm debeli sloj lesa.



Sl. 7.: Zunanja stran impregnirane hišice po končanem poskusu je ostala neizpremenjena in hladna, le na mestih, kjer so špranje je opaziti karbonizacije, ker je imel tu plamen prost prehod.

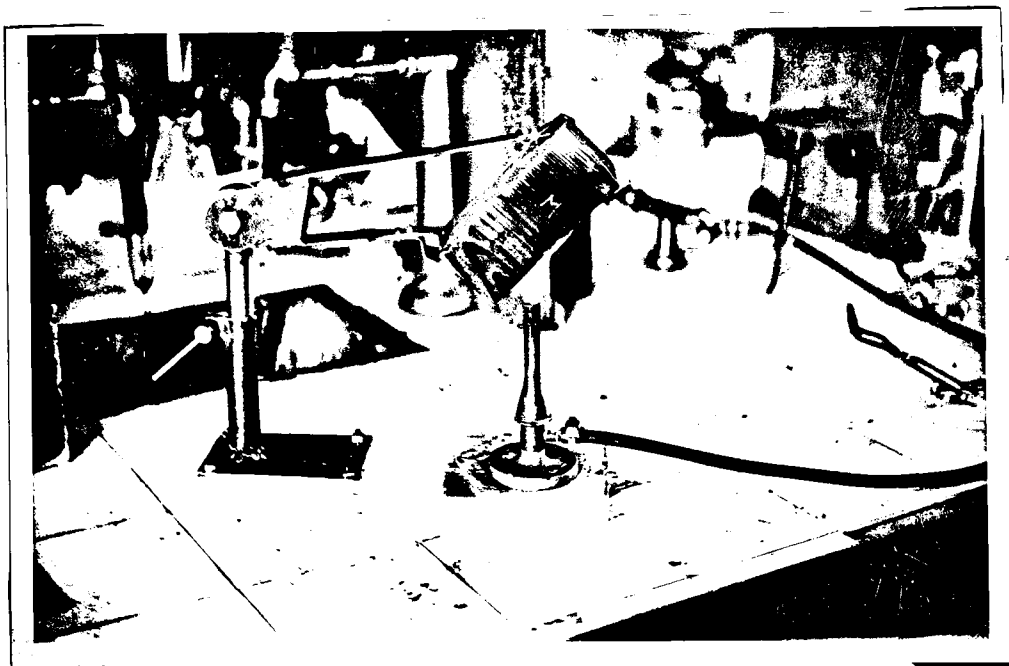
**PREIZKUSI GORLJIVOSTI NEIMPREGNIRANIH IN Z VARLES-om 3 E IMPREGNIRANIH BOROVIH, MACESENOVIH IN BUKOVIH KOČK**

---

Preizkusni vzorci bo bile kočke dimenzij 7,5 x 15 x 6 cm, površina kočke je 475 cm<sup>2</sup>, prostornina kočke je 675 cm<sup>3</sup>. Prikazani so le preizkusi na macesnovih in borevih kočkah, ki nimajo na površini zbranih večjih količin smolnatega izcedka.

Kocke smo impregnirali s 20%-no raztopino VARLES-a 3 E. Neimpregnirane in impregnirane kocke smo pred preizkusom osušili pri 105-110°C do konstantne teže.

Preizkus gorenja smo izvedli s napravo, ki je prikazana na sliki 8.



Sl. 8.: Naprava za sežigne preizkuse lesenih kock.

Po tej metodi preizkusa gorljivosti smo uporabili kot gorivo butan in navadni Bunsenov gorilnik s 9,4 mm notranjim premerom. Višina plamena 12 - 13 cm in višina notranjega stošca 3 cm. Kocka je prišvrščena na napravi (glej slika 2) pod kotom 45°, tako da se vrh notranjega stošca plamena dotika prečnega preseka površine kocke.

Kocke grejemo 15 sekund, nato prekinemo gretje za 15 sekund, ponovno grejemo 15 sekund, prekinemo gretje za 15 sekund in tako nadaljujemo toliko časa dokler les po prekinitvi gretja ne gori več kot 15 sekund.

#### BOROVE KOCKE

Neimpregnirane borove kocke so zagorele po drugi prekinitvi gretja. Impregnirane borove kocke niso zagorele niti po 24. prekinitvi gretja ter ni bilo opaziti težnje po gorenju, ampak le poogljjevanje.

Te kocke so vsebovale 29,2 do 38,5 kg zaščitnega sredstva na m<sup>3</sup> lesa, oziroma 400 do 520 g zaščitnega sredstva VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa.



### MACESNOVE KOČKE

Neimpregnirane macesnove kočke so zagorele po tretji prekinitvi gretja. Impregnirane macesnove kočke niso zagorele niti po 30. prekinitvi gorenja ter ni bilo opasiti težnje po gorenju, ampak le poogljevanje.

Impregnirane kočke so vsebovale 18,8 do 37,3 kg zaščitnega sredstva VARLES 3 E na m<sup>3</sup> lesa, oziroma 252 do 504 g VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa.

### BUKOVE KOČKE

Neimpregnirane bukove kočke so zagorele po drugi prekinitvi gretja. Impregnirane bukove kočke so:

17,5 kg VARLES-a 3E na m<sup>3</sup> so zagorele po 6. prekinitvi gretja

21-29,5 kg VARLES-a 3E/m<sup>3</sup> so zagorele po 8. prekinitvi gretja

48 kg VARLES-a 3 E na m<sup>3</sup> niso zagorele po 30. prekinitvi gretja.

### ZAKLJUČEK

Preiskusi gorljivosti neimpregniranih in impregniranih smrekovih letvic po metodi Trux-Harrison kažejo, da se s 130 g VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> površine lesa zelo kvalitetno savarujemo les pred gorenjem. V tem primeru znašajo izgube na teži le 8-12%, medtem ko se smatra zadovoljivo zaščiteno les, če po tej metodi izgubi na teži 20%.

Pri serijskih preiskubah kock smo ugotovili, da so najmanj gorljive macesnove kočke, bolj gorljive pa borove kočke in bukove kočke. Tudi pri impregniranih kockah smo opazili, da so najbolj odporne pred gorenjem macesnove kočke, najmanj pa bukove kočke.

Za kvalitetno zaščito pred gorenjem zagotavlja za macesnove kočke celo manj kot 20 kg VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> lesa, za borove kočke manj kot 30 kg, a za bukove kočke več kot 30 kg VARLES-a 3 E na m<sup>2</sup> lesa.

Pri presedah, da se uporabi največ zaščitnega sredstva za bukove kočke, kljub temu, da ne vsebujejo smol, ki imajo visoko kalorično vrednost. To si lahko razlagamo tako, da smole v macesnovem in borovem lesu v kombinaciji z zaščitnim sredstvom VARLES 3E hitro poogljenjujejo in s tem tvorijo ogljeno plast, ki zavira gorenje, ker je oglje zelo slab prevodnik toplote.

Pri preiskubah gorenja lesenih kock po navedeni metodi imamo veliko ostrejših pogojev kot pri vgrajenih kockah, kjer bodo v kontaktu z ognjem dejansko le površine, ki so najbolj propojene z zaščitnim sredstvom, to je površine prečne na smer lesenih vlaken. Pri preiskubah gorenja po navedeni metodi pa plamen gorilnika obdaja tudi

robove kocke, kjer je sredstvo prodrla manj globoko v les, oziroma vsehbujejo manj sredstva na enoto površine.

Raztopina zaščitnega sredstva penetrira mnogo globlje v smeri lesnih vlaken kot pa prečno na vlakna. Vnesti moramo toliko zaščitnega sredstva, da imajo vse površine kocke zadostno količino VARLES-a 3 E na enoto površine. Zato moramo uporabiti veliko več zaščitnega sredstva, kot bi bilo sicer potrebno, če bi bile vpijanje sredstva enake v vse smeri.

Is vsega navedenega lahko zaključimo, da ob zadostni količini vnesenega sredstva VARLES-a 3 E na enoto površine lahko zelo kvalitetno zavarujemo les pred gorenjem kot tudi pred napadom bioloških škodljivcev.

Ljubljana, 11. julija 1968.

Izdela! prof. dr. Bogdan Ditrich

*Bogdan Ditrich*  
Prof. dr. Bogdan Ditrich

DODATNO POROČILO O IMPREGNACIJI LESENIH KOČK  
 Z ZAŠČITNIM SREDSTVOM "VARLES-3 E"

Poleg podatkov navedenih v elaboratu "Impregnacija lesenih kočk s zaščitnim sredstvom VARLES 3 E", katerega smo poslali v italijanskem prevodu italijanskemu podjetju Al-Ha S. p. A Genova, dodajamo še sledeče.

Impregnirali smo v celoti nad 100 borovih, macesnovih in bukovih kočk s različnimi koncentracijami zaščitnega sredstva in s različnimi pogoji podpritiska in pritiska. Preiskuse smo izvedli s 5%-no raztopino WOLMANIT-OB soli in 10%, 15% in 20%-no raztopino VARLES-a 3E.

Ugotovili smo, da za kvalitetno zaščito kočk najbolj ustreza 20%-na raztopina VARLES-a 3 E. Razen tega pa se s večjo koncentracijo raztopine pri isti količini vnesenega zaščitnega sredstva na m<sup>2</sup> površine, vnese v les manj vode in s tem olajša sušenje kočk po impregnaciji.

Zaradi nehomogene strukture posameznih kočk lesa, upijejo posamezne kočke tudi pod istimi pogoji impregnacije različno količino zaščitnega sredstva.

V spodnji tabeli prikazujemo 11 skupin impregniranih kočk, od katerih je bila vsaka posamezna skupina impregnirana pod istimi pogoji temperature, podpritiska, pritiska in časa.

Šte- pina	Št. vrst- cev	Vrsta lesa	Zaščitno sredstvo	Konc. rast.	Povp. vpi- janje s rast. na kočko	Skrajne meje odsta- panja od povprečja pri vpijanju v %
1	8	bor	WOLMANIT-OB	5%	206	93,7 - 116,6
2	8	bor	VARLES 3 E	10%	87,2	82,6 - 141,9
3	8	bor	VARLES 3 E	15%	58	39,7 - 182,7
4	8	bor	VARLES 3 E	20%	75	85,3 - 118,7
5	8	bor	VARLES 3 E	20%	93,8	78,2 - 119,4
6	7	bor	VARLES 3 E	20%	109	76,1 - 119,2
7	8	bor	VARLES 3 E	20%	105,3	72,2 - 113,6
8	8	macesen	VARLES 3 E	20%	109,7	57,4 - 126,7
9	12	bukev	VARLES 3 E	20%	167,5	91,9 - 126,7
10	5	bukev	VARLES 3 E	20%	73	46,6 - 205,5
11	4	bor	VARLES 3 E	20%	165	85,5 - 120,0

V praksi bomo impregnirali skupek zelo velikega števila kock pod enakimi pogoji podpitiška, pritiska in časa in bo zato potrebno izvesti impregnacije pod takimi pogoji, da bodo zadostno zavaro-  
vani pred gorenjem in biološkimi škodljivci, tudi tisti komadi, ki  
bodo vpili najmanj zaščitnega sredstva.

Iz zgoraj prikazane tabele je razvidno, da je pri impregnaciji  
borovih kock od vseh 59 vzorcev vpil en vzorec le 72,2% povprečno  
vpitega zaščitnega sredstva, en vzorec pa celo 132,7%. Pri uporabi  
20%-ne koncentracije VARLES-a 3 E pa smo ugotovili, da so meje  
vpivanja pri 35 vzorcih med 72,2% - 120% od povprečno vpite rasto-  
pine zaščitnega sredstva.

Pri nacesnovih kockah in uporabi 20%-ne raztopine zaščitnega sred-  
stva VARLES-a 3 E smo ugotovili, da so meje vpivanja, računano na  
povprečje, pri 8. vzorcih med 57,4% in 126,7%.

Navedene podatke lahko koristno uporabimo pri presoji, koliko  
zaščitnega sredstva morajo vsebovati impregnirane kocke v povprečju,  
da bo s tem podana garancija kvalitetne impregnacije vsake posamezne  
kocke. Po vsej verjetnosti se bo po izvršeni impregnaciji izvedla  
kontrola kvalitete zaščitne kock. In sicer tako, da se bo od po-  
godbi določenega števila kock odvzelo ustrezno število kock za iz-  
vedbo sešignega poizkusa.

Ljubljana, 11. julije 1968.

Delo je izvršil prof. dr. Bogdan Ditrich.

*Bogdan Ditrich*  
Prof. dr. Bogdan Ditrich