

Višenamjenski prozorski dodatak

MULTI-PURPOSE WINDOW SUPPLEMENT

Alojz Osrajnik, dipl. ing.
Slovenj Gradec

UDK 630*833.152

Prispjelo: 16. listopada 1985.

Znanstveni rad

Prihvaćeno: 6. veljače 1986.

S a ž e t a k

Prozori su s energetskog stanovišta elementi građevinskih objekata s velikim koeficijentom prolaza topline u usporedbi sa zidovima, stropom ili tlom. Različitim prozorskim dodacima različito se poboljšava izolacija prozora. Novi višenamjenski prozorski dodatak (u daljem tekstu VPD) ima zbog svoje konstrukcije i načina upotrebe dobre toplinsko-izolacijske i osobine zamračivanja, a može se postavljati na već ugrađene prozore, iako su vanjski prozorski dodaci već montirani.

Rezultati istraživanja toplinsko-izolacijskih svojstava VPD u više varijanata, pa i postojećih prozorskih dodataka, osnova su za nov proizvod VPD, koji je podesan za serijsku proizvodnju, jednostavnu primjenu i koji daje ugodne učinke.

Ključne riječi: višenamjenski prozorski dodatak — toplinska izolacija.

S u m m a r y

Windows are, from the point of energy, elements of buildings with a great coefficient of heat passage in comparison with walls, the ceiling and the floor. By means of various window supplements the window insulation can be improved with more or less success. The new multi-purpose window supplement has, because of its design and its application, good heat-insulating and darkening properties and can be fitted on already built-in windows, with the outside fittings.

The results of investigating the heat-insulating properties of the new multi-purpose window supplement in several variants, including the existing window supplements, are the ground for the new product, the multi-purpose window supplement, which is suitable for serial production, is simple application and gives positive effects.

Key words: multi-purpose window supplement — heat insulation

1. OPĆENITO

Prozori su elementi građevinskog objekta, namijenjeni za provjetriavanje i osvjetljavanje boravišnih prostora. Prozori imaju u odnosu na druge elemente zgrada dobru toplinsku propustljivost, što znači da ugodno pa i neugodno utječu na osjećaj čovjeka u prostoru zbog različitih vanjskih meteoroloških uvjeta. Zbog dobre toplinske propustljivosti prozora, prostorije se, u vedrim i razmjerno sunčanim danima u proljetno, jesensko i zimsko doba, kroz njih ugodno ugriju. Ljeti se, zbog jakog sunca, prostorije kroz prozor previše ugriju, a zimi se u noćno vrijeme prostorije previše ohlađuju, također zbog velikog gubitka topline kroz prozor.

Grijanjem boravišnog prostora u zimi se nadoknađuje toplinska energija, koja izlazi kroz prozor, zid, tavan i dimnjak, čime se uspostavlja stanje ugodnosti za čovjeka u njemu.

U ljetnom razdoblju, kad se prostorije pregriju zbog sunčane žege, ponajviše kroz prozore, njihovo ohlađivanje nije često, pa se mora podnositi nelagodnost od povećane temperature zraka i ploha okolnih predmeta.

Za smanjivanje toplinskih gubitaka, za sprečavanje pregrijavanja, zamračivanje prostora, pa i radi zaštite od pogleda kroz prozor izvana, sada se upotrebljavaju ovi prozorski dodaci:

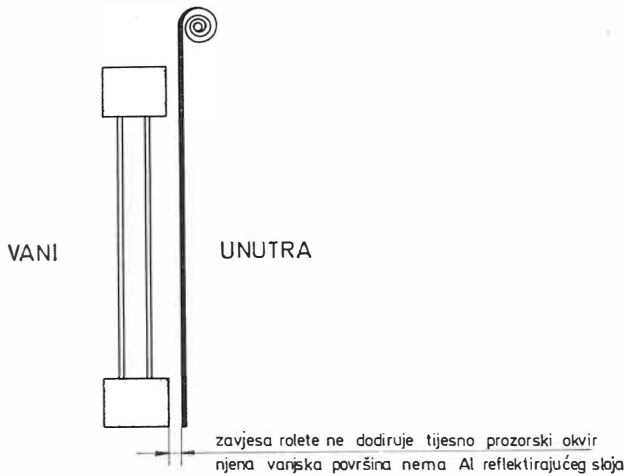
- vanjske rolete (drvene, plastične, metalne),
- rebrenice (drvene, plastične, metalne),
- žaluzije (vanjske, unutarnje, međuprozorske),
- unutarnje rolete (unutarnja, međuprozorska),
- ukrasne zavjese (raznovrsne),
- okomite lamele (rotirajuće po uzdužnoj osovini),
- ostali.

Prozori se mogu ugrađivati s dodacima ili bez njih. Dodaci se mogu montirati i naknadno.

2. SMANJIVANJE TOPLINSKE PROPUSTLJIVOSTI PROZORA S VIŠENAMJENSKIM PROZORSKIM DODATKOM (VPD)

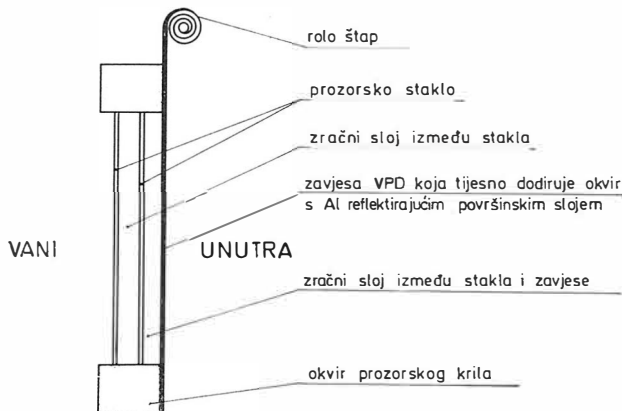
Mjerenja toplinskoizolacijskih svojstava prozora sa spušenom platnenom zavjesom unutarnje rolete za zamračivanje prostora nisu pokazala toplin-

ske uštede u uspoređivanju s prozorima bez rolete, što znači da je efekt unutarnje rolete (rola-zavjese) samo zamračivanje prostora i sprečavanje pogleda kroz prozor (slika 1).



Slika 1. Dosadašnji način namještanja roleta
Fig. 1 — Blinds fitting technique used so far

Na prozorima sa spuštrenom zavjesom VPD, izmjerene su uštede toplinske energije od 27—44% u odnosu na prozore bez VPD (slika 2).



Slika 2. Princip namještanja VPD—NOVO
Fig. 2 — Multi-purpose window supplement fitting technique

Efekt toplinske izolacije VPD, kad ona pokriva prozor, ovisan je o:

— kvaliteti dodira između unutarnje strane prozorskog okvira i zavjese VPD. Što bolji je dodir sa svim stranicama prozorskog okvira, to je bolji utjecaj na smanjenje toplinskih gubitaka zbog konvekcije. Između spuštene zavjese rolete i unutarnjeg prozorskog stakla ostvaruje se relativno zatvorena zračna komora, koja zajedno sa zavjesom ne dopušta zagrijanom zraku iz prostorije tako intenzivno hlađenje kao uz unutarnju staklenu plohu onda kada zavjesa ne naliježe tijesno na prozorski okvir ili ako je prozor bez rolete,

— sastavu vanjske plohe zavjese rolete s obzirom na toplinsko zračenje. Materijal s niskim faktorom isijavanja, nanijet na vanjskim površinama zavjese, smanjuje toplinske gubitke zbog zračenja, pa je taj princip upotrijebljen i kod VPD. Izrađeni su uzorci lijepljenja polietilenske folije na kojoj se nalazi tanki aluminijski sloj sa zaštitnim slojem laka na njemu. Uzorci su izrađeni i od aluminijske folije, pa i aluminijske emulzije na vanjskoj plohi rolete:

— debljini i strukturi sastava zavjese rolete. Što je njihova debljina i toplinska izolacija veća, a zračna propustljivost manja, to bolji je njen toplinsko-uštedni efekat. Probe 0,5 mm debelog tekstilnog dijela zavjese i 3 mm debelog sloja poliuretanske izolacije na njemu bile su najbolje, ali se zbog predebelog namotaja na rolo-štapu ne mogu upotrebljavati na prozorima s većom visinom.

3. KONSTRUKCIJSKI SASTAV VPD

Sastavni dijelovi VPD jesu:

— zavjesa, samonavojni rolo-štap, ormarić za smještanje rolo-štapa, feromagnetna traka ili sloj, trajnomagnetna traka, donja letvica s poteznom vrpcom.

3.1. Zavjesa se namotava na rolo štap ili se ručnim potezom za vrpce povuče na dolje, ovisno o tome da li se želi imati prozor bez ili sa zavjesom. Na vanjskoj strani zavjese nalazi se tanki feromagnetni sloj ili feromagnetna traka locirana uz rubove radi postizanja magnetne sile s trajnomagnetnom trakom namještenom na prozorskom okviru. Magnetna sila daje uvjete za dodir zavjese na prozorski okvir i postizanje mirujuće zračne komore. Feromagnetne trake ili sloj ne smiju ometati odmotavanje ili namotavanje, zato moraju biti dovoljno tanki, elastični i trajni. Vanjska površina zavjese, iz koje izlazi toplinska energija zbog zračenja, obrađena je tankim slojem materijala koji ima niski faktor isijavanja.

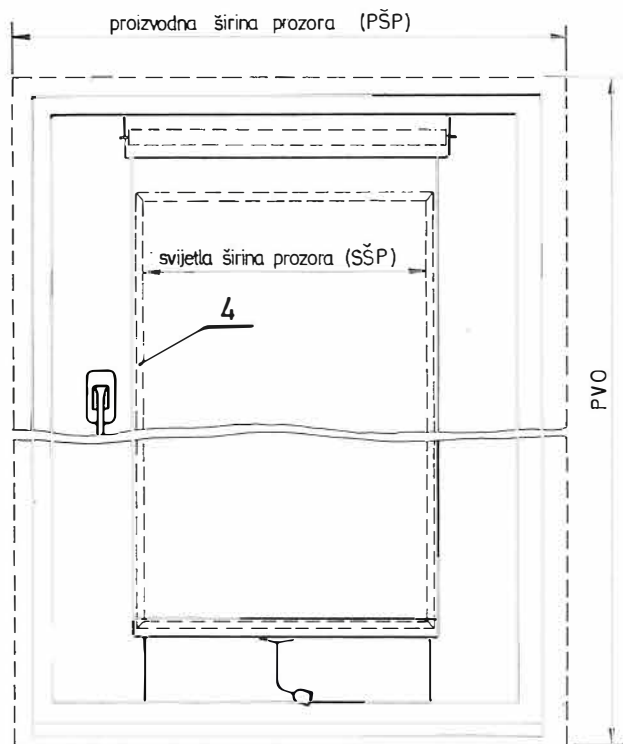
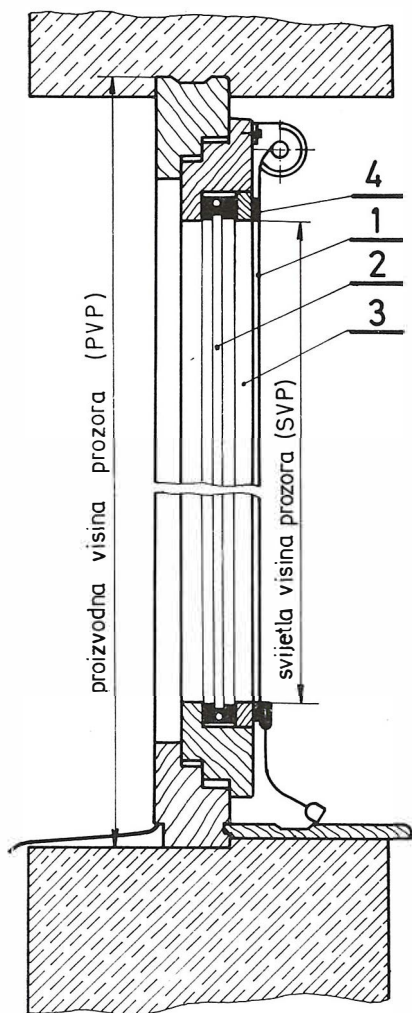
3.2. Samonavojni rolo-štap koji može biti s ručnim ili automatskim podešavanjem na principu svjetlosne ili toplinske regulacije.

3.3. Ormarić za namještanje rolo-štapa izrađen je tako da se na čeonu stranice namještaju osovine rolo-štapa. Otvor na uzdužnoj donjoj stranici ormarića nalazi se blizu prozorskog okvira, da bi i gornji dio zavjese dodirivao stranice prozorskog okvira. Osim ormarića mogu se primijeniti i druga konstrukcijska rješenja za namještanje rolo-štapa. (Slika 3)

4. REZULTATI MJERENJA I POSTUPAK

4.1. U sklopu osnovnog istraživačkog rada

Istraživanja svojstava spuštene zavjese rolete vršilo se u dvije potpuno identične izrađene ispitne kabine s ugrađenim prozorom dimenzija 100 ×



Slika 3. Višenamjenski prozorski dodatak (VPD)
 Fig. 3 — Multi-purpose window supplement

- Legenda: 4 — magnetna traka (okvir)
 4 — magnetic tape (frame)
 3 — dodatni tračni sloj
 3 — supplementary tape layer
 2 — termoizolacijsko staklo
 2 — thermoinsulating glass
 1 — zavjesa VPD
 1 — curtain VPD

120 cm u svaku kabinu. Najprije se uspostavila ravnoteža toplinske izolacije obje kabine pri zatvorenim prozorima bez zavjese. Ravnoteža toplinske izolacije postignuta je onda kad se kod jednakog intenziteta grijanja u svakoj kabini postignu jednake unutarnje temperature, kod jednakih vanjskih uvjeta (temperatura zraka, utjecaj sunca, vjetera i okolnih predmeta).

Nakon postignute toplinskoizolacijske ravnoteže komore, ustanovili su se utjecaji spuštenih zavjesa različitih prozorskih dodataka na jednom prozoru. Ustanovile su se temperature u svakoj komori i odredila razlika među njima. Uz konstantno i jednako grijanje svake kabine, poznatoj vanjskoj temperaturi za svaku vrstu zavjese, odredi se razlika koeficijenta toplinske propusnosti svake vrste zavjese po formuli:

$$k_z = \frac{Q \cdot \Delta^t}{\Delta T_1 \cdot \Delta T_2}$$

k_z = toplinska propusnost prozorskog dodatka (sa ili bez zavjese) na dvoslojnom prozoru (W/m^2K)

Q = jačina grijanja u komori (W)

Δ^t = temperaturna razlika između temperature zraka u komori bez dodatka i temperature u komori s dodatkom

ΔT_1 = temperaturna razlika između temperature zraka u prvoj komori i vanjskoj temperaturi zraka

ΔT_2 = temperaturna razlika između temperature zraka u drugoj komori i vanjskoj temperaturi zraka.

Vrste prozorskih zavjesa na unutarnjoj strani dvoslojnog prozora:

4.1.1 — zavjesa roleta namještena ispred prozorskog okvira u razmaku od unutarnjeg stakla 2–3 cm, koja ne naliježe tijesno na okvir.

4.1.2. — zavjesa roleta namještena da tri strane tijesno naliježu na prozorski okvir (dva uspravno, donji vodoravno).

4.1.3. Treće staklo debljine 4 mm tijesno naliježe na četiri strane prozorskog okvira u razmaku od 2 cm od unutarnjeg stakla.

4.1.4. VPD s aluminijskom folijom na vanjskoj strani zavjese, koja je pričvršćena na tri stranice prozorskog krila.

4.1.5. — VPD sa aluminijskim slojem, koji je nanesen na vanjskoj strani zavjese i zaštićen polietilenskom folijom, zavjesa je s tri strane pričvršćena na stranice prozorskog krila,

4.1.7. — isto kao poz. 4.1.5., s time što je alu-sloj zaštićen bezbojnim lakom,

4.1.8. — isto kao poz. 4.1.5., s time što je zavjesa debljine 0,6 mm, a kod ostalih pozicija zavjesa je debljine 0,3 mm.

REZULTATI MJERENJA

Tablica I

Red. broj	Vrsta zavjese rolete	Temperaturna razlika zraka u komorama t	Vanjska temperatura zraka	Smanjenje* koeficijenta prolaza topline za	
		°C		°C	W/m ² K
1.	4.1.1.	0	-6,1	0	0
2.	4.1.2.	1,5	-3,1	0,401	16,6
3.	4.1.3.	1,9	1,4	0,510	21,0
4.	4.1.4.	3,1	-2,8	0,708	29,3
5.	4.1.5. i				
	4.1.6.	2,4	-1,9	0,596	24,7
6.	4.1.7.	3,2	6,0	0,740	30,7

* Smanjenje koeficijenta prolaza topline u odnosu na prozor bez zaštite za koji je izmjereni koeficijent prolaza topline K iznosio 2,41 W/m²K

Kao osnova za izračunavanje rezultata bili su podaci, uzimani svakog jutra u 6,15 u toku I, II i III mjeseca. Ustanovljeno je slijedeće:

— izolacija prozorskog dodatka lošija je kad je tijesni dodir zavjese na prozorski okvir postignut samo na tri stranice. Bolji rezultati postignuti su kada je zavjesa tijesno nalijegala na četiri stranice prozorskog okvira;

— reflektirajući sloj sastavljen od aluminijske zaštićene polietilenskom folijom (Pe) ima bolji toplinskoizolacijski efekt nego kad je zavjesa bez sloja aluminijske, a najbolji učinak uštede zbog zračenja dao je sloj alu-folije nezaštićene lakom, niti Pe folijom;

— veća debljina zavjese utječe na povećanje toplinske izolacije;

— ako zavjesa bilo koje rolete nikako ne dodiruje prozorski okvir, nije izmjereno povećanje toplinske izolacijskih efekata, pa je taj način primjene rolete energetski nekoristan.

4.2. Na Zavodu za istraživanje materijala u Ljubljani postignuti rezultati mjerenja prikazani su u tablici II.

4.3. Na Fakultetu za strojarstvo u Ljubljani postignuti rezultati mjerenja prikazani su u tablici III.

REZULTATI MJERENJA

Tablica II

Red. broj	Vrsta zavjese — rolete	Postignut K (W/m ² K)		
		K prozora sa zavjesom (W/m ² K)	Smanjenje koeficijenta prolaza topline nakon ugradnje VPD (W/m ² K)	Ušteda sa zavjesom %
1.	Kao poz. 4.1.5.	2,1	0,51	19,5
2.	Isto kao poz. 4.1.5. s time da je prozor troslojan	1,42	0,34	19,3

Napomena: Testiranje se vršilo u zatvorenoj prostoriji, pa pravi utjecaj toplinskog zračenja nije došao do izražaja.

REZULTATI MJERENJA

Tablica III

Red. broj	Vrsta zavjese — rolete	Postignut K (W/m ² K)		
		K prozora sa zavjesom (W/m ² K)	Smanjenje koeficijenta prolaza topline nakon ugradnje VPD (W/m ² K)	Ušteda sa zavjesom %
1	2	3	4	5
1.	Kao poz. 4.1.5., s time što zavjesa tijesno naliježe na sve četiri stranice prozorskog okvira pomoću magneta	1,75	0,66	27,2
2.	Isto kao pod red. br. 1. s time da je zavjesa namještena u vodilicu s obje okomite strane	2,00	0,41	17
3.	Isto kao pod red. br. 1, s time da je na zavjesu fiksno namješten sloj meke pjenaste gume debljine 3 mm.	1,33	1,07	44,8
4.	Na prozorski okvir sa unutarnje strane prostora namještene su dvije zavjese međusobnog razmaka 25 mm u okomitim vodilicama. Kvaliteta zavjese kao pod red. br. 1	1,42	0,99	40,9
5.	Prozor bez zavjese	2,41	0	0

Napomena: Testiranje se vršilo u istim kabinama kao kod istraživačkog rada na slobodnom mjestu, gdje je utjecaj toplinskog zračenja sasvim prirodan i jedino pravilan.

5. ENERGETSKE UŠTEDE KOJE OMOGUĆUJE PRAVILNO UPOTRIJEBLJEN VPD

U nastavku će se dati orijentacijski proračun uštede topline primjenom VPD-a:

$$P_{te} = K_{vod} \cdot \Delta T \cdot U_{zo} \cdot D_{ks} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 28^{\circ} \text{C} \cdot 12^{\text{h}} \cdot 120 \text{ dana} = 16,5 \text{ kWh/m}^2$$

P_{te} = ušteda toplinske energije radi upotrebe VPD na prozoru veličine 1 m² u jednoj zimi,

K_{vod} = smanjeni koeficijent propusnosti prozora, kad je primijenjen VPD. Taj iznos je 0,66 W/m²K

ΔT = razlika između vanjske i unutarnje (u grijanom prostoru) temperature zraka, kad VPD zastire prozor. Ta razlika iznosi 28° C (+22° C; —6° C)

U_{zo} = broj sati zastiranja prozora s VPD dnevno, uzeto da iznosi 12 sati.

D_{ks} = broj dana u jednoj sezoni loženja, u kojima postoje gore određeni uvjeti, to je 120 dana (od 15. XI do 15. III).

Uštedu toplinske energije koju prouzrokuje pravilna upotreba VPD, u stanu s 10 m² prozorskih površina, iznosi 165 kWh u jednoj sezoni loženja.

Ukupan broj stanova u Jugoslaviji je 6,206.000. Ako bi u zimskim noćima zastirao prozore svaki 100-ti (stoti) vlasnik stanarskog prava i ako bi u jedno bio sa zavjesom još svaki 100-ti (stoti) prozor na bolnicima, vrtićima, poštama, bankama, uredima i slično, u Jugoslaviji bi se uštedjelo 200

milijuna kWh toplinske energije. Još povoljnija bila bi slika, ako bi sa zavjesom VPD bio svaki 10-ti (deseti) prozor u SFRJ, jer bi tada ušteda bila već 2000 milijuna kWh za svega četiri energetske najnepovoljnija mjeseca u godini.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovi istraživanja može se utvrditi da je za unutarnje rolete prozora bolje upotrebljavati novu izvedbu prozorskog dodatka — VPD, umjesto dosad poznate platnene rolete, koja ne daje energetske uštede, pa i zamračivanje njom nije najbolje. Radi novog rješenja tehničkog problema za opisani prozorski dodatak, izvršena je patentna prijava u Zavodu za patente u Beogradu.

U eri sve veće oskudice svih vrsta energije, masovna upotreba VPD može smanjiti potrošnju toplinske energije za grijanje boravišnih prostora zimi, kad je oskudica najveća.

Pravilna stručna informacija budućih korisnika novog proizvoda u istoj će mjeri, kao i njegova svojstva, utjecati na rezultate ove vrste štednje energije.

LITERATURA

- [1] * * * : Window Insulators: Consumer Reports.
- [2] * * * : Fenster und Wärmeschutz: R. Sporri, EGO Kieffer AG, Altstätten SG.
- [3] * * * : ENERGY SAVING BY HEAT REFLECTIVE FINISHES. Verwarming en Ventilatie, 1978 No. 12;
- [4] Hoffmann und K. J. Leers : Anwirkung wärme-reflektierender Wand und Deckenbeläge auf die Behaglichkeit und den Energieverbrauch

Recenzent: Mr Vladimir Šimetin

SAVJETOVANJA — SASTANCI

OŠTEĆENJA ŠUMA I KVALITETA DRVA

Znanstvenici i instituti, okupljeni u radnom odboru Njemačkog društva za istraživanje drva »Oštećenja šuma — kvaliteta drva — tržište drvom«, izradili su i objavili zajedničke stavove o kvaliteti drva iz oboljelih stabala, a na osnovi svojih rezultata istraživanja iz 1983. i 1984. Prilikom ponovnog susreta, na kojemu su razmijenjeni u međuvremenu bitno prošireni rezultati istraživanja o kvaliteti drva iz oboljelih stabala, a u okviru seminara u Saveznom istraživačkom zavodu za šumarstvo i drvnu privredu u Hamburgu 4. i 5. 11. 1985., zaključeno je slijedeće:

1. Često primijećeno smanjenje prirasta drva, s odgovarajuće uskim godovima, pokazuje poznato djelo-

vanje na svojstva drva, kao na pr. malen porast volumne mase drva četinjača. Promjene koje utječu na kvalitetu nisu nađene u drvu oboljelih stabala.

2. Kemijski sastav drva zdravih i oboljelih smreka po dosadašnjem stanju rezultata se ne razlikuje. Stresna situacija oboljelih stabala ogledava se samo u promjenama količine rezervnih i topivih tvari u drvu.

3. Čvrstoće drva iz oboljelih smreka, jela i bora iste su kao i kod zdravih stabala. Prva ispitivanja na bukovini pokazuju slične rezultate. Za smrekovinu i borovinu, u međuvremenu su ti rezultati potvrđeni i na uzorcima s upotreb-

nim dimenzijama. Iverice proizvedene iz iverja drva oboljelih stabala pokazuju ista svojstva kao i one iz iverja zdravih stabala.

4. Na jako oboljelim smrekama može se utvrditi smanjenje širine bjeljike, te reduciran sadržaj vlage u unutrašnjoj bjeljici, ali samo mala redukcija vlage u vanjskoj. Prije odumiranja krošnje ipak se ne treba bojati nastupa sekundarnih oštećenja. Ovo ne vrijedi za napad štetnika neovisan od oštećenja šume, na pr. napad potkornjaka.

5. Na ponašanje trupaca na stovarištu između sječe, transporta i prerade u pilani, stanje zdravlja stabala prije sječe prema dosadašnjim rezultatima, nema utjecaja.