

*Hrvoje Turkulin, Jürgen Sell<sup>1</sup>*

# Postojanost drva na pročeljima<sup>2</sup>

## 1. dio: Fizička i konstrukcijska zaštita

### Durability of wooden facades Part 1: Physical and structural protection

*Stručni rad • Professional paper*

*Prispjelo - received: 04. 05. 2002. • Prihvaćeno – accepted: 07. 06. 2002*  
*UDK: 630.833*

**SAŽETAK** • *Drvo je u vanjskim uvjetima izloženo nizu kemijskih i fizikalnih promjena koje smanjuju njegovu estetsku vrijednost i postojanost. Primjena drva za oblaganje pročelja kuća posebice je zahtjevan oblik primjene drva zbog visokih estetskih, toplinskih, ostalih fizičkih i tehničkih zahtjeva tijekom dugog razdoblja, pokatkada desetljećima, a pokatada i stoljećima u uporabi. Nekolicina se zaštitnih mjera može primijeniti da bi se funkcijska obilježja drvenih pročelja zadržala tijekom dugog životnog vijeka. Fizička zaštita se navodi kao najznačajniji način otklanjanja štetnih djelovanja ultraljubičaste svjetlosti i oborina. Konstruktivni detalji drvnih proizvoda na pročeljima, kao i načini njihova skladanja, u ovom se radu razmatraju sa stajališta zahtjeva njihove trajnosti. Kemijsku zaštitu u načelu treba izbjegavati, tj. ograničiti samo na mali broj slučajeva kad je ona stvarno neizbježna. Površinska obrada, međutim, ima glavnu estetsku i tehničku ulogu u oblikovanju i održavanju drvenih pročelja.*

**Ključne riječi:** *drvena pročelja, zaštita drva, konstrukcijski detalji, kemijska zaštita drva, površinska obrada drva*

**SUMMARY** • *Wood in exterior conditions undergoes a series of chemical and physical changes that impair its aesthetic appeal and durability. The cladding of the houses is a particularly challenging application means because of the high aesthetic, thermal, other physical and technical demands over a long period of decades, sometimes centuries in*

<sup>1</sup> Hrvoje Turkulin izvanredni je profesor je na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a Jürgen Sell profesor je na ETH sveučilištu u Zürichu i voditelj Drvnog odjela švicarskoga Saveznog instituta za istraživanje materijala i ispitivanja u Dübendorfu (EMPA).

Hrvoje Turkulin is an associate professor at the Faculty of Forestry of Zagreb University; Jürgen Sell is a professor at the Swiss Federal Institute of Technology (Zürich) and Head of Wood Department of the Swiss Federal Institute for Material Testing and Research (EMPA) in Dübendorf.

<sup>2</sup> Rad je u skraćenom obliku predstavljen na savjetovanju *Drvo u graditeljstvu – perspektive obnove i izgradnje* u Zagrebu u travnju 2002.

Short version of the paper was presented at the conference *Wood in Construction Industry – Perspectives of Reconstruction* in Zagreb in April 2002.

*use. In order to keep the functional properties of wood unchanged in a long service life, a variety of protective measures may be employed. Physical protection is marked as the most important way to keep the harmful effects of ultraviolet light and precipitation away. Design detail of wood products in facades, as well as their assembly means, are considered from the viewpoint of their durability. Chemical protection should generally be avoided, i.e. restricted to a small number of cases when it simply can not be avoided, but surface finishing plays a major aesthetic and technical role in designing and maintaining the wooden facades.*

**Key words:** wooden facades, wood protection, design details, wood preservation, wood finishing.

## 1. UVOD 1. INTRODUCTION

Dobra estetska i tehnička postojanost pročelja zgrada iznimno su važni atributi kvalitete gradnje drvom. Pod postojanošću podrazumijevamo ovdje tehničku funkcionalnost, tj. udovoljavanje zahtjevima zaštite od vremenskih nepogoda, nepropusnost za kišu i zrak, dobru toplinsku i zvučnu izolaciju. Estetska postojanost može imati i subjektivne odrednice, no i njezina trajna jednoznačnost bitna je značajka primjene drva u arhitektonskom oblikovanju. Željenu kvalitetu postizemo osiguranjem najveće moguće postojanosti drva uz najmanje moguće troškove, kako one pri projektiranju i izgradnji objekta, tako i troškove održavanja. Drvo treba zaštititi trima sustavima mjera za eliminiranje nepovoljnih promjena pri vanjskim uvjetima. To su fizička zaštita (sprečavanje dodira štetnih djelovanja sa drvom), konstrukcijska zaštita (pravilno oblikovanje detalja proizvoda koji sprečavaju nepovoljna djelovanja na izloženom drvu) i kemijska zaštita (poglavito biološka zaštita izloženog drva). Riječ je o konceptu koji razumijeva šest težišnih točaka: pravilan izbor građevnog materijala, dobro oblikovanje pročelja, pravilno konstruiranje drvenih elemenata pročelja, dobru površinsku obradu i zaštitu te potrebu održavanja drva tijekom uporabe.

## 2. PRIMJENA ODGOVARAJUĆIH VRSTA DRVA I DRVNIHMATERIJALA 2. APPLICATION OF APPROPRIATE WOOD SPECIES AND WOOD- BASED MATERIALS

Vrste drva međusobno se veoma razlikuju po prikladnosti za primjenu u graditeljstvu. To se, doduše, posebno ne ističe pri izravnom izlaganju UV zračenju Sunčeve svjetlosti i djelovanju atmosferilija,

pri čemu dolazi do razlika u promjeni boje i površinske erozije drva. U prvih nekoliko mjeseci diskoloracija različitih vrsta drva vrlo je osebujna, ali nakon jednogodišnje izloženosti većina vrsta drva poprimi podjednako neuglednu sivu površinu i razlike se, barem s estetskog stajališta, gotovo ne primjećuju. Erozijska površinski neobrađenog drva također je slična za većinu vrsta koje primjenjujemo u gradnji, i iznosi 6 – 8 mm u sto godina. Tako gledajući, nema razloga da se cijenom pristupačne i dostupne domaće vrste drva, npr. jelovina i smrekovina, zamjenjuju na pročeljima skupim, prirodno postojanijim vrstama drva kao što su ariševina ili hrastovina.

Razlike među vrstama drva postaju, međutim, bitne kad je riječ o različitim higro-fizikalnim obilježjima i o postojanosti prema biološkoj razgradnji. Za građevne dijelove koji su jače izloženi djelovanju padalina i ostalih vremenskih uvjeta, kao i za one koji zbog udjela reški, spojeva, čelnih presjeka i drugoga podliježu jačem riziku od navlaživanja, preporučuje se primjena vrsta drva koje imaju ova svojstva:

- prirodno su otpornija prema biološkoj razgradnji (napadima gljiva i insekata)
- imaju manju kapilarnu upojnost za vodu
- imaju prirodno veću dimenzijsku stabilnost, tj. pri promjenama vlažnosti zraka iskazuju manje vrijednosti bubrenja i utezanja, što je posebice važno za složene proizvode kao što su prozori.

Tablica 1. sadrži podatke o svojstvima najčešće primjenjivanih (ili preporučljivo primjenjivanih) vrsta drva za gradnju u nas i u Srednjoj Europi. Za vanjsku primjenu, pogotovo na pročeljima, treba rabiti one vrste drva koje imaju malu upojnost tekuće vode i nisku permeabilnost. Najbolje je da imaju i dobru, u najgorem slučaju srednju dimenzijsku stabilnost. Prirodna trajnost pritom je manje važna, jer bi elementi pročelja (pogotovo oplata) trebali biti konstrukcijski

dobro zaštićeni: morali bi biti dobro prozračivani, imati tanke poprečne presjeke i zaštićene čelne plohe. Na taj se način i nakon zapljuskivanja vodom mogu brzo osušiti, pa neće podlijegati napadima gljiva. Zanimljivo, po tome ariševina nije ocijenjena mnogo boljom od borove srževine, iako se drvo ariša dobre teksture i gustoće tradicionalno smatra najpostojanijim u grupi europskih četinjača.

Posebnu pozornost zahtijevaju drvene ploče koje se u posljednje vrijeme ponovno uvelike rabe za oblaganje velikih ploha pročelja. Postoje velike razlike u namjeni ploča od usitnjenog drva, pa su neke posebno načinjene za vanjsku uporabu, npr. cementne ploče, a druge su pak potpuno nepostojane u uvjetima povećane vlažnosti i djelovanja vanjskih vremenskih utjecaja. Postojane ploče za pročelja moraju biti lijepljene potpuno vodootpornim i temperaturno postojanim ljepilima kao što su polikondenzacijska ljepila otpornosti D4 prema EN 204 (test kuhanjem). Čak i postojane drvene ploče zahtijevaju postupke konstrukcijske i fizičke zaštite da bi pročelje dugo ostalo u punoj funkciji i da bi zadržalo estetski prihvatljiva obilježja. Vrsta drva za izradu ploča također mora biti pogodna za vanjsku uporabu jer su neke (npr. furnirske ploče od brezovine ili duglazijevine) sklone dubokim pukotinama usporedno s vlakancima u površinskom sloju. Tablica 2. pregledno pokazuje podobnost pojedinih ploča za vanjsku uporabu i uvjete u kojima se mogu rabiti za obloge pročelja.

### 3. OBLIKOVANJE PROČELJA ZGRADE

#### 3. FORM OF THE FACADE

Najdjelotvornija i često najjednostavnija metoda zaštite drva na pročeljima jest fizička zaštita, tj. skup mjera kojima se fizički sprečava doticaj drva s razarajućim djelovanjima u vanjskim uvjetima. Najučinkovitiji takav detalj oblikovanja zgrade jesu strehe i krovni istaci, koji bi na najopterećenijim pročeljima (onima na zapadnim i južnim ekspozicijama) trebale biti široke najmanje 50 cm, a u našoj tradiciji se najčešće se primjenjuje širina streha od 70 – 90 cm.

Iskustveno razvijena drvena gradnja u kontinentalnoj Hrvatskoj (sl. 4) podrazumijeva strehe na svim krovnim ploham, zaštitu donjih dijelova zgrade nadstrehama (tzv. pakošekima), krovne istake nad st ubištima te trijemove i "ganjke" na izbočenim dijelovima zgrade, tako da kiša koja koso pada nigdje ne zapljuskuje zidove. Bilo kakva streha, doduše, bolja je od

nikakve, ali za višekratne zgrade treba uzeti u obzir da preuska streha može prouzročiti neugledno obojenje ploha koje izravno kisnu i onih samo izloženih suncu.

Drvo koje je izloženo suncu ravnomjerno potamni, a ako je klima relativno suha (npr. u planinskim uvjetima kao na slici 4) onda će boja biti prevladavajuće smeđa (pogotovo na drvu četinjača, sl. 7). Sivljenje, koje je karakteristika drva izloženoga i suncu i kiši, nastaje ravnomjerno je pri dugotrajnoj izloženosti listača suncu (npr. hrastovine na sl. 3), ali i kao nagla posljedica izlaganja mokrog drva (sl. 6). Različita fizička zaštićenost dijelova pročelja strehama ili prozorskim kopcima i klupčicama može dovesti do nepoželjnih razlika u obojenjima (sl. 5).

Prozori bi trebali biti što je moguće više uvučeni s fasade, ne samo tako da okna budu manje izložena oborinama, nego i da se doprozornici manje namaču. Ugradnja s pristupkom iznutra vrlo je dobra mjera fizičke zaštite, jer je time znatno smanjena izložena površina doprozornika. U Srednjoj Europi (Švicarskoj, Bavarskoj, Austriji) zidane kuće redovito imaju prozore ugrađene iza kamenog pristupka, a u zemljama tradicionalne drvene gradnje (finski primjer na sl. 8) prozori se ugrađuju iza drvenih obloga otvora, što više uvučeni s fasade. Na zapadnim pročeljima prozori bi zbog izrazite izloženosti suncu trebali biti što manji, a to je povoljno i s funkcionalnoga stajališta, pogotovo na spavaćim sobama, zbog prekomjernog zagrijavanja ljeti. Najbolja varijanta fizičke zaštite prozora na ekstremno izloženim pozicijama jest ugradnja drvenih prozora s aluminijskom oblogom, koja postaje vrlo popularna posljednjih desetak godina.

Osim izravnog zapljuskivanja oborinama, drvo se moči i vodom odbijenom od tla i vlagom uz raslinjem prekrivene horizontalne plohe uz pročelje. Najmanja visina na koju bi drvena obloga zgrade trebala biti odignuta od tla jest 40 cm, ali se to pravilo danas rijetko primjenjuje, pa uz travnatu plohu drvo brzo trune. Tradicijska gradnja drvom dobro je poznavala tu mjeru fizičke zaštite, pa su donji dijelovi planinskih kuća često građeni od kamena (npr. kao na sl. 4) ili je cijela drvena zgrada bila odignuta od tla postavljanjem na zaglavne kutne kamene. Moderni primjeri prikazani su na slikama 7, 8. i 9.

Tablica 1a. Svojstva važnijih vrsta drva četinjača za primjenu na pročeljima zgrada  
 Table 1a. Characteristics of common softwood species used for facade applications

VRSTA DRVA WOOD SPECIES	PRIRODNA TRAJNOST NATURAL DURABILITY	UPOJNOST ZA VODU LIQUID WATER UPTAKE	STABILNOST DIMENZIJA I OBLIKA DIMENSIONAL STABILITY	OTPORNOST NA DJELOVANJE GLJIVA / INSEKATA RESISTANCE AGAINST FUNGI / INSECTS	MOGUĆNOST IMPREGNACIJE SUITABILITY FOR IMPREGNATION	PRIMJENE APPLICATIONS
<b>ČETINJAČE</b>						
jelovina – Fir	mala - small	srednja do velika medium to large	srednja - medium	mala small	srednja - medium	vanjske (impregnirane!) i unutarnje konstrukcije, prozori i vrata
smrekovina – Spruce	mala - small	mala - small	srednja - medium	mala small	bjeljika umjereno, srž slabo - Sapwood moderately good, heartwood poor	najvažnije srednjoeuropsko građevno drvo za sve masivne i lamelirane elemente Most important Central-European species for building purposes, for solid and laminated components
borovina – srževina Scots pine – heartwood	umjerena - moderate	mala - small	srednja - medium	mala ili umjerena Small to moderate	umjerena - Moderate	kvalitetno građevno drvo za vanjske konstrukcije, prozore i vrata - Quality species for exterior cladding components, windows and doors
borovina – bjeljika Scots pine – sapwood	nikakva – non durable	vrlo velika – very large	srednja - medium	slaba – Poor	jako dobra – Very good	nekvalitetan materijal, često impregniran radi se za prozore, oplate, ograde
ariševina – Larch	dobra - good	mala - small	srednja - medium	bjeljika slabo, srževina umjereno Sapwood poor, heartwood moderate	bjeljika umjereno, srževina slabo Sapwood moderate, heartwood poor	inferior material, vacuum impregnated used for joinery, cladding, fencing
duglazijevina – Douglas fir	umjerena - moderate	vrlo mala – very small	srednja - medium	srednja Medium	bjeljika umjereno, srževina slabo Sapwood moderate, heartwood poor	ekskluzivno drvo za kuće, prozore i vrata, podove, masivne konstrukcije Exquisite material for houses, joinery, flooring, solid wood structures
hemlock – Hemlock	mala - small	srednja - medium	srednja - medium	srednja Medium	gotovo nikakva Very poor	vanjske i unutarnje konstrukcije, podovi, zidne obloge; ne uvozi se u Hrvatsku. Exterior and interior structures, floorings, cladding
tujovina – Western Red cedar	dobra - good	mala do srednja small to medium	velika - large	srednja Medium	slaba - Poor	isto kao duglazijevina. Moderately exposed structures, saunas, packaging, cladding, joinery
				srževina vrlo otporna Heartwood very resistant		najposljednja sjevernoamerička vrsta u vanjskim uvjetima: šindra, vanjski podovi, dimenzionalno stabilne konstrukcije Most durable North American species for exterior applications (shingles, decking, dimensionally stable structures)



Tablica 1 b. Svojstva važnijih vrsta drva listača za primjenu na pročeljima zgrada  
 Table 1 b. Characteristics of common hardwood species used for facade applications

VRSTA DRVA WOOD SPECIES	PRIRODNA TRAJNOST NATURAL DURABILITY	UPOJNOST ZA VODU LIQUID WATER UPTAKE	STABILNOST DIMENZJA I OBLIKA DIMENSIONAL STABILITY	OTPORNOST NA DJELOVANJE GLJIVA / INSEKATA RESISTANCE AGAINST FUNGI INSECTS	MOGUĆNOST IMPREGNACIJE SUITABILITY FOR IMPREGNATION	PRIMJENE APPLICATIONS
<b>LISTAČE</b>						
bukovina – Beech	nikakva – non durable	vrlo velika – very large	mala - small	vrlo mala Very small	vrlo velika – Very good	sva unutarnja uporaba uključujući podove; vani samo impregnirana All interior uses including flooring, exterior use limited (only impregnated)
pitoma kestenovina – Chestnut	dobra - good	mala - small	srednja - medium	srž postojana- resistant	umjeren - Moderate	problemi sa sušenjem i izluživanjem tana, inače odlično građevno drvo za sve vanjske i unutarnje primjene - Problematic drying and tannin staining; otherwise perfect material for exterior and interior applications
hrastovina – Oak	velika - good	mala - small	srednja - medium	srž vrlo postojana Heartwood very resistant	bjeljika dobro, srževina slabo Sapwood good, heartwood poor	najvažnija listača za gradnju, svi vidovi unutarnje i vanjske uporabe Most important broadleaved species for all interior and exterior building components
jasenovina – Ash	nikakva – non durable	velika - large	mala - small	mala - small	slaba – Poor	unutarnja primjena (vrata, stubišta, podovi itd.) - Interior applications (doors, stairways, flooring etc.)
bagremovina – Robinia	vrlo velika – very good	vrlo mala – very small	srednja - medium	iznimno postojana – Extraordinary resistant	vrlo slaba – Very poor	najkvalitetnije građevno drvo, teško za obradu - Superb building material, difficult woodworking

**Tablica 2.**

*Napuci za primjenu drvnih ploča na oblogama pročelja • Considerations for application of wood-based boards on facades*

VRSTA DRVNIH PLOČA <i>TYPE OF WOOD-BASED BOARDS</i>	PRIMJENJIVOST NA PROČELJIMA <i>APPLICABILITY ON FACADES</i>	POTEŠKOĆE <i>PROBLEMS</i>
PLOČE OD CJELOVITOG DRVA <i>SOLID WOOD BOARDS</i>		
jednoslojne <i>Monolithic</i>	NE <i>Not applicable</i>	prevelike promjene oblika i dimenzija <i>Insufficient form and dimensional stability</i>
troslojne ili višeslojne <i>Three-layered or laminated</i>	DA, uz ograničenje: obvezna rubna zaštita <i>YES, with caution: edge protection required</i>	promjene boje, pukotine <i>Discolouration, cracks</i>
FURNIRSKE PLOČE <i>PLYWOOD</i>		
LVL ploče <i>LVL boards</i>	NE <i>Non applicable</i>	velike dimenzijske promjene, pukotine i razljepljivanje vanjskih furnira <i>Large dimensional movement, cracks and peeling of surface veneers</i>
furnirske ploče <i>Plywood</i>	DA, s mjerama opreza: rubovi moraju biti zaštićeni; primjenjuje se drvo i ljepilo najbolje kakvoće, obvezna površinska obrada <i>Yes, with precautions: edges protected, special quality of adhesives and veneers, exterior finishing</i>	pukotine površinskih furnira <i>Cracks in surface veneers</i>
IVERICE <i>PARTICLEBOARDS</i>		
s ljepilima <i>Adhesive-bonded</i>	NE <i>Non applicable</i>	debljinsko bubrenje, trulež i dr. <i>Thickness swelling, mould, rot etc.</i>
cementne <i>Cement-bonded</i>	DA <i>Yes</i>	naknadno utezanje! Rabiti samo odležane ploče! <i>Initial shrinking in use! Use of well-seasoned boards only!</i>
VLAKNATICE, MDF <i>FIBERBOARDS, MDF</i>	DA, uz oprez: zaštita čela i površine obvezatna <i>YES, with caution: edge and surface protection required!</i>	nakupljanje vode <i>Water adsorption</i>

#### 4. KONSTRUKCIJSKA ZAŠTITA 4. STRUCTURAL PROTECTION

Pojedini detalji elemenata pročelja mogu bitno pridonijeti smanjenju nepoželjnih djelovanja vode i sunca na postojanost drvenih dijelova, a u osnovi se svode na smanjenje djelovanja vode na drvo. Osnovna su pravila sljedeća:

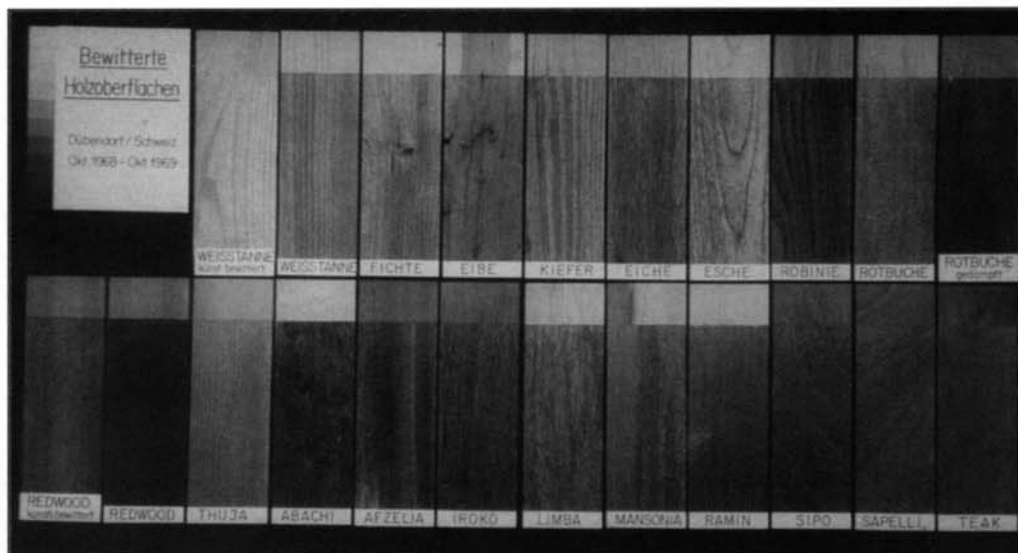
- Treba spriječiti da voda prodire u drvo i da se u njemu dulje zadržava (pravilo struke dopušta najdulje dva tjedna)
- Svi čelni presjeci moraju biti pokriveni ili zabrtvljeni jer drvo uzduž vlaknaca upija vodu oko četrdeset puta brže nego poprijeko. Zaštićene trebaju biti i rubne plohe ili presjeci drvnih ploča. Utoče, rupe i otvore na površini treba izbjegavati, a nepoželjne su i otvorene reške, zazori, pukotine i otvorene sljubnice, gdje se voda može zadržavati, kapilarno prodirati u dubinu i nakupljati se u materijalu. Slijepljeni spojevi drva u načelu nisu postojani na suncu i kišu, pa se ne smiju naći na izloženim ploham,

iako se katkad tolerira da budu kvalitetno pokriveni neprozirnim debelostjenim naličjem.

- Sve vodoravne ili premalo skošene plohe treba izbjegavati, a ako moraju biti na pročelju zgrade, treba ih pokriti limom (pod kojim se mora osigurati ventilacija), ili manje vrijednim, lako izmjenjivim drvenim pokrivnim elementima. Preporučuje se skošivanje svih horizontalnih ploha prema van pod kutom od 13 – 15°.
- Treba spriječiti da velike, vrlo skošene i tamno obojene plohe budu izložene suncu. Temperature površine drva tijekom ljetne insolacije dosežu oko 70 °C, pa zbog jakog isušivanja i utezanja nastaju pukotine u koje će kasnije ući voda. To pogotovo vrijedi za elemente od cjelovitog drva velikih poprečnih presjeka.
- Drvo treba zaštititi od oborinske vode, odizanjem od horizontale ili metalnim oblogama.

**Slika 1.**

Razlike u postojanosti među vrstama drva nisu estetski vidljive: nakon godine dana prirodnog izlaganja većina vrsta drva poprimi sličnu sivu boju • Differences in durability between various wood species are not reflected in their appearance: after a year of unprotected, natural exposure most of the timbers get similar, gray colour.



**Slika 2.**

Iskustveno razvijena pravila dobre fizičke zaštite drva na pročelju vidljiva su na hrvatskoj korablji: drvo je odignuto od tla, vodoravni – konstruktivni elementi zaštićeni su strehama i nadstrehama, obložni elementi (na zabatima i stubištu) položeni su uspravno • Experience developed good code of practice for physical protection of traditional Croatian oak cottage: wood is elevated from the ground, horizontal (structural) elements are well protected by eaves and overhangs, non-structural cladding is hung vertically (gable, railing)



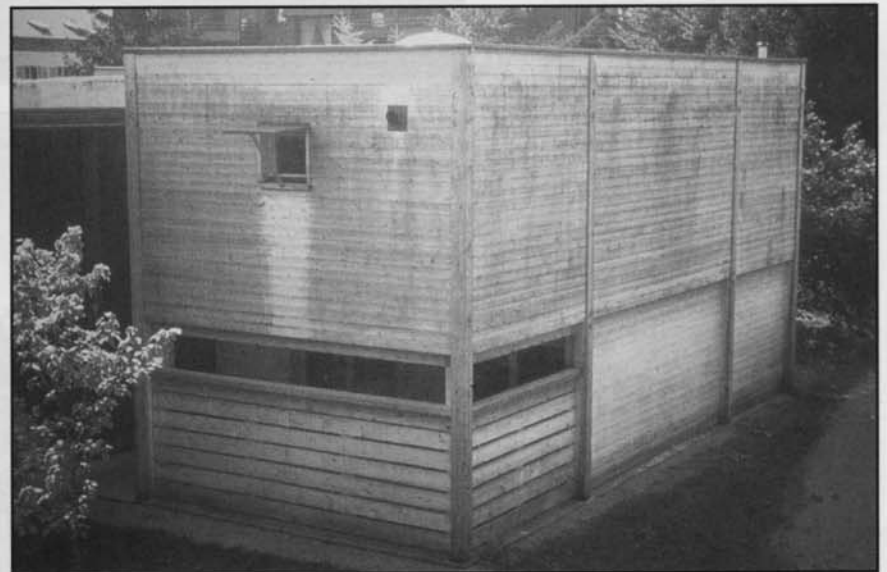
**Slika 3.**

Kuća od ariševine iz 17. stoljeća, nedavno obnovljena za stanovanje • Larch cabin from seventeenth century, recently renovated for living.



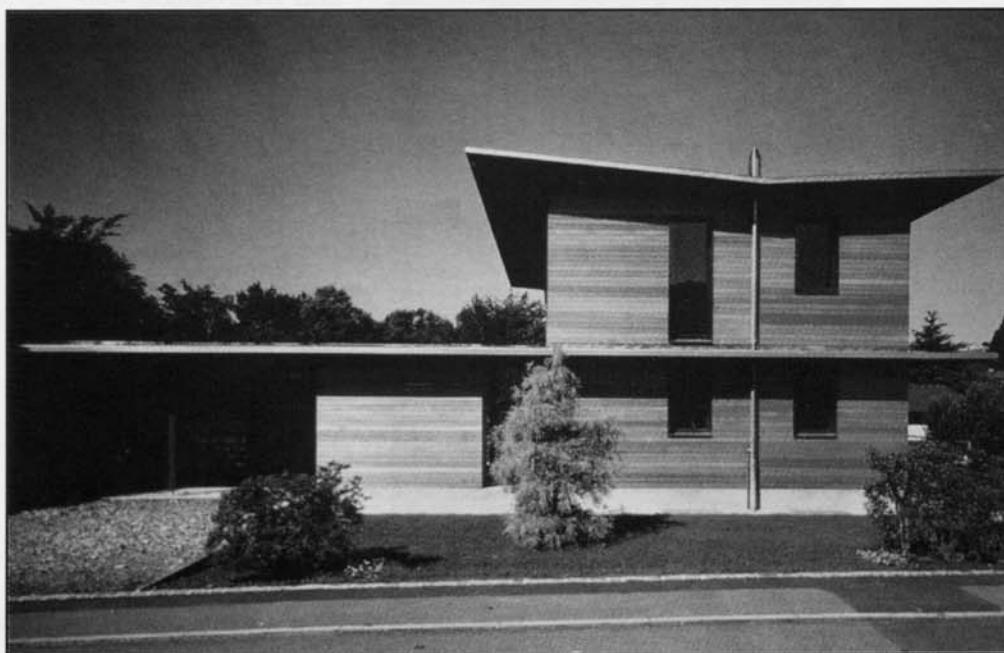
**Slika 4.**

Posljedice izloženosti nezaštićenog drva nisu iste na svim stranama svijeta. Na zapadnoj strani zbog sunca i kiše drvo najjače posivi, na južnoj je manje vlaženo pa sporije sivi, a na sjeverim i istočnim pročeljima često uopće ne posivi. • Weathering effects on unprotected wood differ regarding the geographic orientation. In western expositions, the actions of rain and sunshine cause rapid development of gray wood surface; wood facing south remains dryer and therefore turns gray to a lesser extent. North and east expositions often exhibit no gray tint at all.



**Slika 5.**

Loš primjer primjene drva za pročelja: drvo u dodiru s tlom, bez streha i bez odgovarajuće površinske obrade brzo propada i neugledno izgleda. • Bad example of application of wood on façade: wood laid on the ground, without overhangs and finishing, decays pretty fast and gives poor appearance.



**Figure 6.**

Dobar primjer moderne drvne arhitekture: dobra fizička, konstrukcijska i površinska zaštita osiguravaju postojanost i lijep izgled zgrade. • Good example of modern wood architecture. Appropriate physical protection, design detailing and finishing ensure durability and aesthetic appeal of the building.



**Slika 7.**

Finska kuća pokazuje niz detalja dobre konstrukcijske zaštite. Drvo je odignuto od tla, strehe štite pročelje od oborina. Glavna dasčana obloga pročelja uspravno je postavljena, ventilirane pozadine i pokrivenih gornjih krajeva. Spojevi uspravnih dasaka pokriveni su letvicama, vodoravna je oplata spojena utorom i perom. Sve je neprozirno oličeno. Prozori su uvučeni i ugrađeni s drvenim pristupkom tako da je manja površina izložena nevremenu. Čelni presjeci elemenata opšava pokriveni su i premazani. Najizloženije daske na čelima krovnih ploha lako su dostupne i izmjenjive • A house in Finland exhibits details of good structural protection. Wood is raised from the ground, eaves protect the cladding from rainfall. The main cladding is vertically hung, ventilated from behind, top end-grain is covered. Vertical joints are covered with laths, horizontal cladding is tongue and grooved; all is opaque finished. Windows are fitted with a wooden rebate, withdrawn from the façade, with reduced surface exposed to elements. Trimming exposed ends are protected and sealed. Intensely weathered boards on roof edges can be easily accessed and replaced.



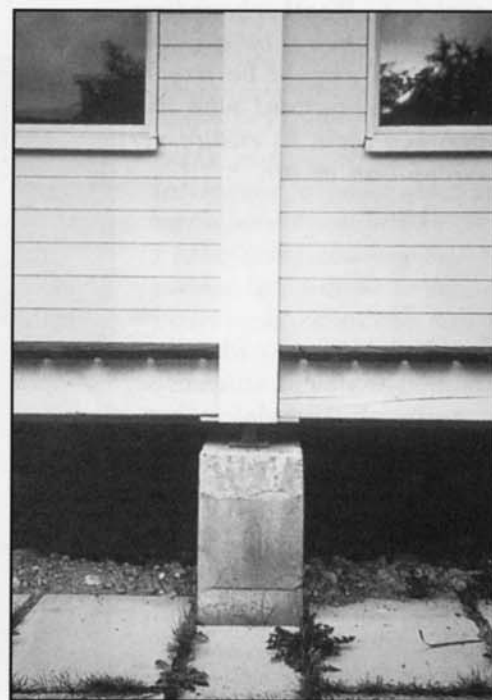
**Slika 8.**

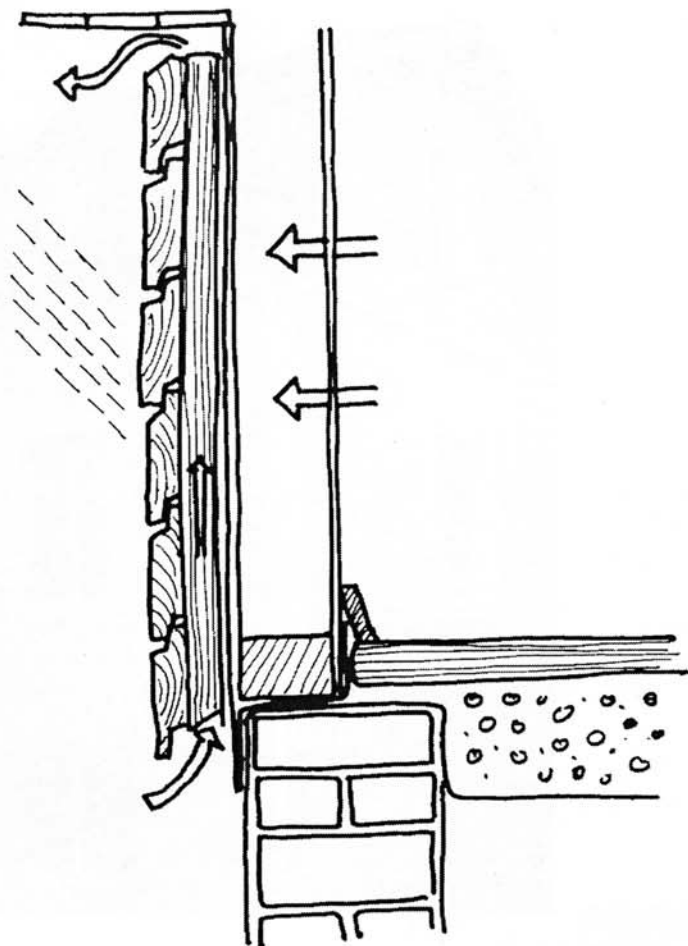
Ariševa šindra odignuta je od betonske osnovice koja je s gornje strane skošena da odbija i odvodi kišu od drva • Larch shingles elevated from the concrete skirt; its upper surface is sloped to direct recoiled droplets off the wood.



**Slika 9.**

Pravilan spoj drva i betonske podloge: drvo je odignuto postavljanjem na metalnu ploču (spajalo ili sidrište) odignutu od betona. Cjelokupni prostor ispod drvene konstrukcije se prozračuje. • Correct joint of wood and concrete slab: wood is elevated by mounting on the metal plate (fastening or anchor) distanced from the concrete surface. The area below the wooden structure is ventilated.



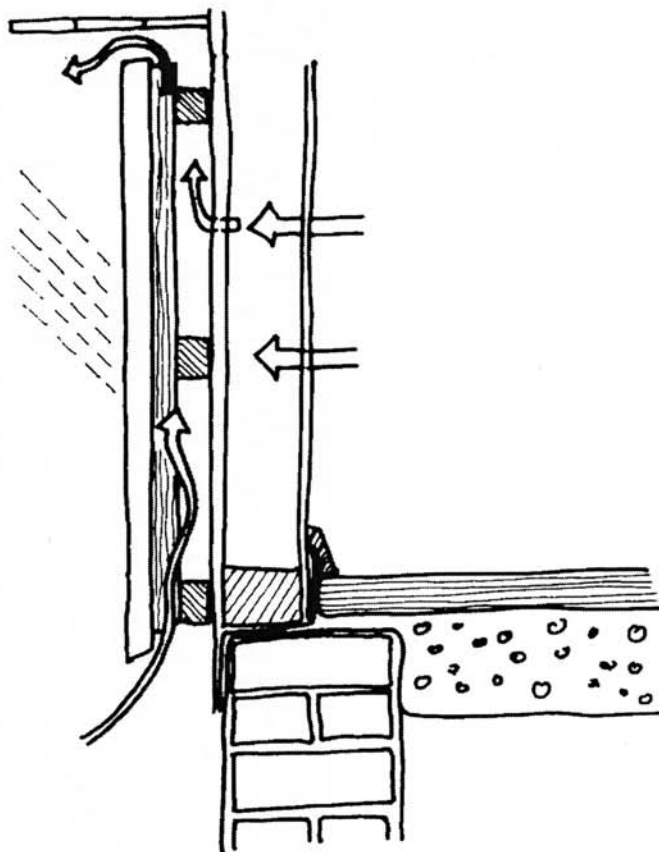


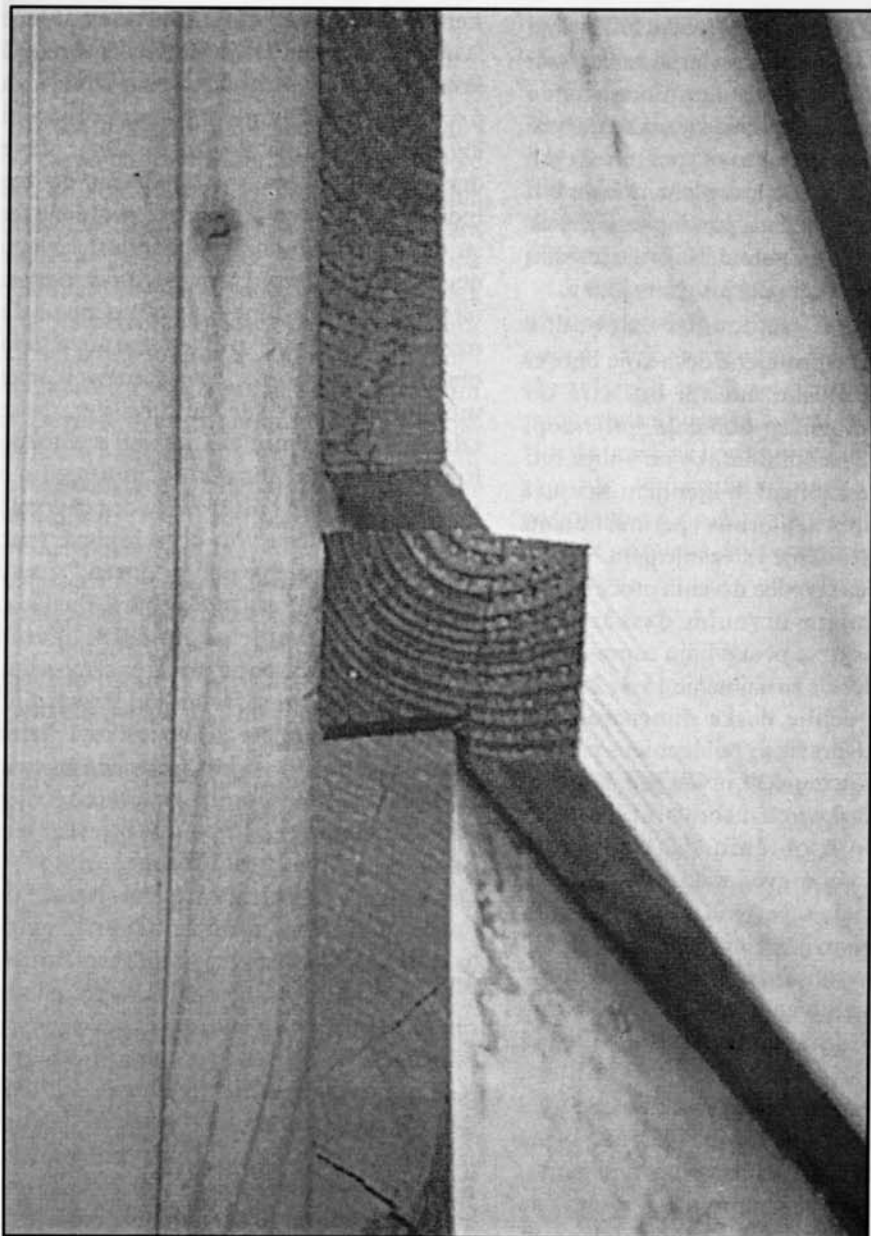
**Slika 10.**

Daščana oplata, vodoravno postavljena. Obloga je osjetljiva na djelovanje kiše izvana i vlage iznutra, pa se prostor između ljepenke na zidu i obloge mora prozračivati •  
Weatherboarding, horizontally hung. The cladding is vulnerable to moisture from outside and inside, so the space behind the cladding and a breather paper on the wall must be ventilated

**Slika 11.**

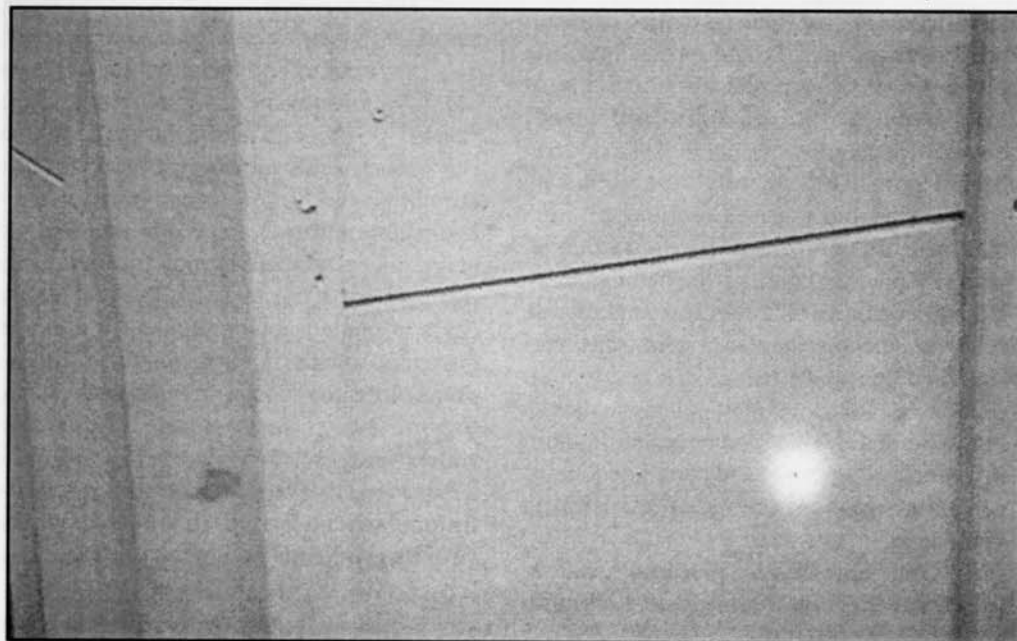
Daščana oplata, uspravno postavljena, ili obloga od ploča mora se postaviti na vodoravne letvice koje imaju čelne razmake da se osigura uspravno strujanje zraka • Weatherboarding, vertically hung, or a wood board cladding, should be fixed to horizontal battens with air gaps left between them to ensure vertical circulation of air.





**Slika 12.**

Zazori između vodoravnih elemenata zaštićeni su skošenom pokrovnim letvama, razmak između letve i dasaka te skošenje donjih ploha sprečava kapilarno uvlačenje vode. Čelni bi presjeci trebali biti premazani i/ili pokriveni. • Gaps on horizontal weatherboarding are protected by a profiled bar, the spacing between the elements and sloping of horizontal surfaces (upper and lower edges) prevent capillary uptake of liquid into the joint. End grain surfaces should be sealed and/or covered



**Slika 13.**

Ventilirana obloga od cementnih drvnih ploča iverica. Uspravne su reške pokrivene drvenim letvicama, a vodoravne su načinjene 1 cm široko. Plohe reški skošene su prema van i dolje te su površinski zaštićene kao i vanjska lica ploča • Ventilated cement-bonded particleboard cladding. Vertical gaps are covered by wooden laths; horizontal ones are left open, ca 1 cm wide. Their rims, sloping outwards, are finished in the same way as the exterior surfaces

- Zazori vanjskih ploha trebaju biti širi od 5 mm da se u njih kapilarno ne zavlači voda, a oni horizontalni moraju biti i skošeni nadolje i prema van, tako da brid gornje plohe služi kao okapni rub. Reške na spojevima fasadnih ploha trebaju biti pokrivene letvicama, preklopljene ili pak spojene utorom i perom. Najbolje je rešku u dubini brtviti trajnoelastičnim kitom.
- Moraju se omogućiti slobodne dimenzijske promjene drva koje bubri i uteže se. Reške moraju biti šire od veličine mogućeg bubrenja, prijeklopi ploča ili fasadnih dasaka ne smiju biti dvostruko zabijeni ili lijepljeni, spojevi poluutorima ili utorima i perima trebaju omogućiti širenje i stezanje pera.

Najčešća izvedba drvenih pročelja jest ona oblaganjem drvenim daskama ili pločama. Daske se postavljaju uspravno ili vodoravno, debele su najmanje 15 do 20 mm, s tim da su deblje daske dimenzionalno stabilnije. Uspravnim polaganjem nastaje manje vodenih zamki i otvorenih spojeva. Vodoravne daske trebaju biti profilirane jer je nalijeganje običnih dasaka slabo. Najčešće se vodoravne daske međusobno usporedno spajaju perom i poluutorom ili utorom, a pero uvijek čini gornji brid (utor bi nakupljao oborinsku vodu). Tupi sljubovi dužinski spojenih vodoravnih dasaka mogu nakupljati više vode od onih uspravnih, a i međusobni prijeklopi nikada ne naliježu potpuno pa su moguća mjesta prodora i zadržavanja vode. U oba slučaja, i pri vodoravnom i pri uspravnom polaganju, čelne plohe dasaka moraju biti zaštićene brtvnim masama ili debelostjenim premazima.

Daske se pričvršćuju na podložne letve debele obično 24 do 38 mm koje trebaju biti impregnirane. Između vanjske zidne plohe i unutarnje plohe oplata (dakle, u međuprostoru što ga određuju letve) obvezno je osigurati strujanje zraka odozdo prema gore. Drvena oplata podložna je, naime, vlaženju izvana (oborinama), ali i iznutra, difuzijom vodene pare kroz zidove, koja se pak može kondenzirati pod vanjskim slojevima zida. Strujanjem zraka njegova se relativna vlažnost izjednačava sa vanjskim i sprečava se pojava truljenja u zatvorenim prostorima. Pri uspravnom polaganju dasaka podložne su letve vodoravne, pa moraju biti mjestimično razdvojene, zamaknute ili koso položene da se omogući vertikalna ventilacija.

Oblaganje drvnim pločama relativno je nova tendencija u arhitekturi koja prati

trend oblikovanja "kutijastih" kuća. Ploče svojim oblikovnim zakonitostima omogućuju jasan, jednostavan arhitektonski izraz, a da pri tome zadržavaju jedinstveni drveni karakter, pogotovo ako su to ploče prave drvene teksture. Jasno je, međutim, da one moraju biti pomno površinski obrađene jer su one osjetljivije na UV svjetlost i vlagu nego cjelovito drvo, a to se pogotovo odnosi na njihove rubne plohe. Te površine ploča moraju biti podjednako kvalitetno površinski obrađene kao i vanjske, a pločama se kojiput moraju premazati i leđne površine, da se izbjegne izvijanje ploča uslijed različitog higroskopsnoga ponašanja unutarnjih i vanjskih slojeva. Konstrukcijski detalji drvnih ploča ne dopuštaju vrlo oštre bridove (npr. kutno plošno spajanje pod kutom 45 °) jer su oštri rubovi ploča mehanički najosjetljiviji.

Pričvršćivanje se najčešće izvodi čavlima tako da čavao prolazi kroz samo jednu dasku na prijeklopu. Jedna od najvažnijih konstrukcijskih mjera zaštite jest ostavljanje mogućnosti da se drvo dimenzionalno mijenja, jer 100 mm široke daske mogu tijekom godine bubriti i utezati se i 2–3 mm, pa bi pucale ako bi bile potpuno učvršćene. Zato su "izmišljeni" prijeklopni spojevi dasaka, da jedna pod drugom može "raditi", no ni tolerancije toga gibanja ne smiju biti prevelike. Preklopljeni dijelovi moraju biti površinski obrađeni prije polaganja, da se utezanjem ne bi izlagala nezaštićena pera ili rubne plohe. Koritavljenjem dasaka s vremenom dolazi do deformacije kojom se "godovi nastoje izravnati", pa polaganje treba provesti tako da se spojevi s vremenom i deformacijama stežu, umjesto da se otvaraju. Najbolje je da su lica od srca ("desne" strane dasaka) okrenute prema van.

Brodski se pod može "skriveno" zabijati, tako da se uvijek pribija samo pero donje daske, no i tada treba rabiti galvanizirane čavle da hrđa s vremenom ne bi ostavila neugledne "curke" po pročelju. Bolje varijante spojnih elemenata su aluminijski čavli (oprez! – također korodiraju ako su daske impregnirane bakar-krom-arsenatom!), te čavli ili vijci od nehrđajućeg čelika ili bronce. Zabijaju se na razmaku od najviše 60 cm po duljini daske, a čavle je uputno ubojem upustiti u dasku te naknadno zakitati. Deblju oplatu od listača i drvene ploče potrebno je pričvršćivati vijcima, osobito ako je drvo sklono vitoperenju (jasenovina, brestovina, bagremovina, čak i hrastovina). Vijke treba upustiti i trajnoelastično brtviti ili učvrstiti preko širokih, brtvljenih podložnih pločica.



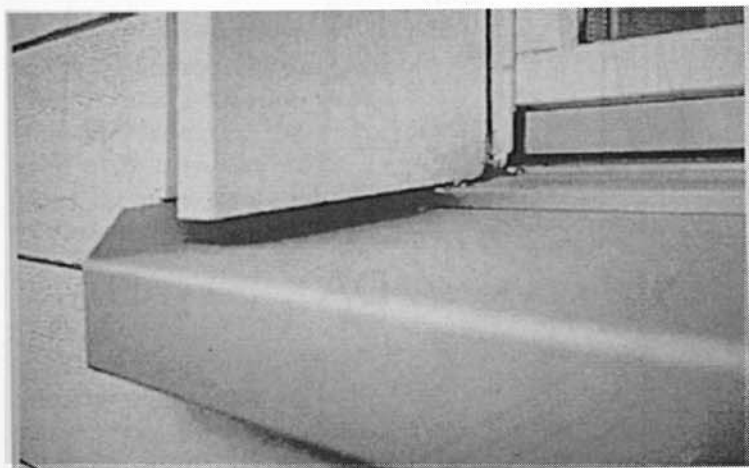
## 5. NUŽNOST ODRŽAVANJA 5. THE SIGNIFICANCE OF MAINTENANCE

Obnavljanje, periodični pregledi i održavanje ugrađenoga drva neizbježni su ako se želi održati dugotrajna, postojana ljepota i tehnička funkcionalnost drvenih dijelova zgrada. O očekivanim rezultatima održavanja i predviđenom vijeku trajanja proizvoda ovisi koliko ćemo često, na koji način i kojim mjerama i radovima provoditi održavanje i renoviranje. Pravila i točnih preporuka o tome nema, jer učestalost kontrole i izbor mjera obnavljanja ovise o prevelikom broju činitelja, od kojih su mnogi nepredvidivi ili promjenjivi (izloženost vremenskim uvjetima, primijenjeni drveni materijali i svojstva drva, način izrade i oblikovanje elemenata, estetski zahtjevi itd.).

Unatoč svemu, moguće je vrlo uopćeno ustvrditi da iskustvo pomaže pri okvirnom određivanju razdoblja obnavljanja.

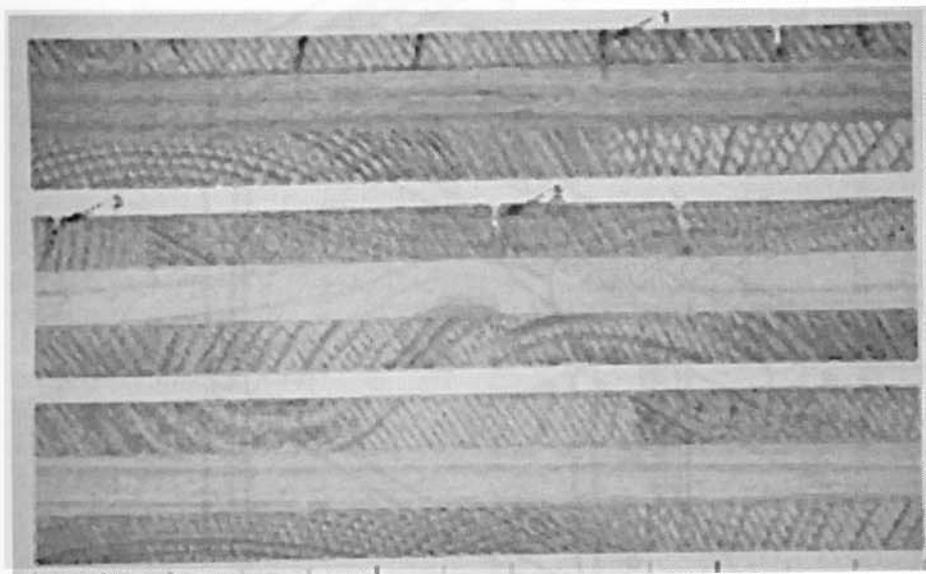
Nosive konstrukcije moraju se redovito kontrolirati. One koje nisu površinski obrađene a izrađene su od prirodno manje trajnog drva, moraju se svake dvije godine pregledati i prema potrebi popraviti. Konstrukcije od prirodno trajnijih vrsta drva, koje su isto i kemijski zaštićene, stručno se pregledavaju svakih deset godina.

Iako se o funkcionalnoj postojanosti drva na zgradama mnogo raspravlja, i zbog opreza je dobro provoditi česte preglede i obnavljanja, treba se vratiti tradicijskim primjerima s početka teksta. Pritom se jasno vidi da pravilna i primjerena uporaba drva u gradnji osigurava njegovu veliku postojanost i pruža nam optimizam glede buduće primjene drva u zgradarstvu.



**Slika 14.**

*Detalj kutnog spoja prozora i pročelja: voda koja se slijeva nigdje se kapilarno ne zadržava, uspravna opšavna daska odmaknuta je od pročelja i klupčice • Detail of the corner joint of the window and the façade: water running down the window can not penetrate the joint. Vertical trim is distanced from the rebate and the sill, thus capillary uptake is prevented*



**Slika 15.**

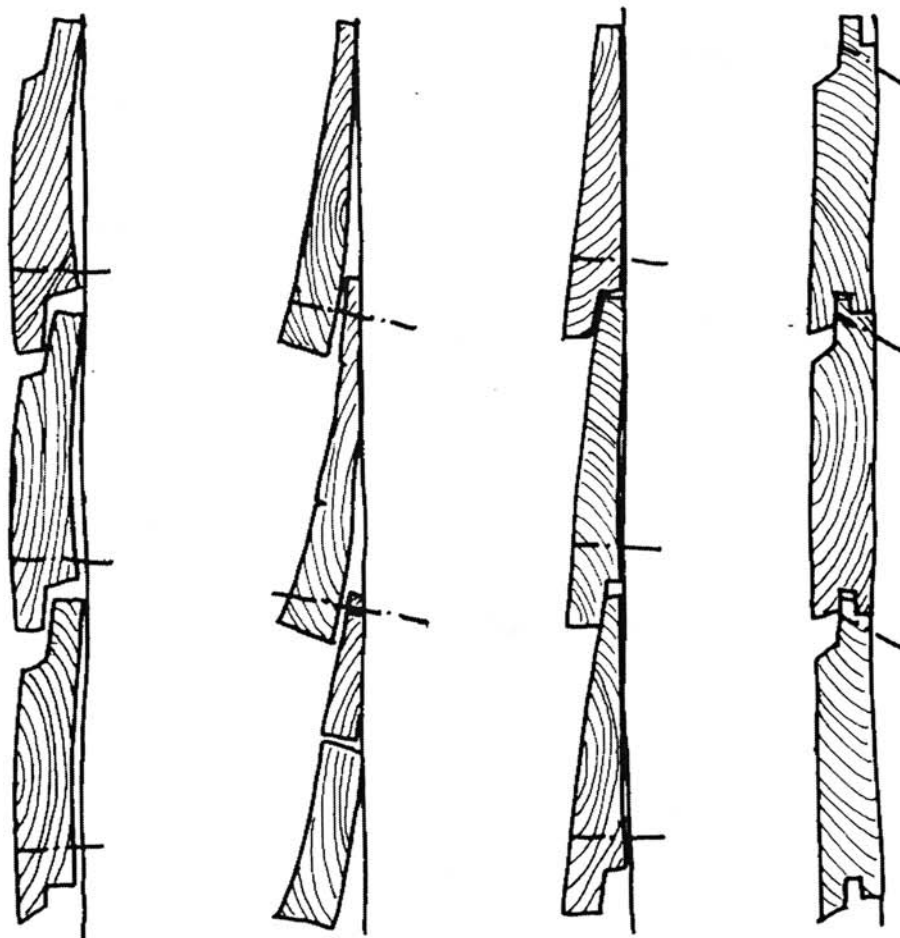
*Na masivnim pločama mogu nastati različite štete, ovisno o zaštiti i stupnju izloženosti: 1 – pukotine sljubnice, nezaštićeno drvo; 2 – radijalne pukotine i 3 – pukotine na granici goda na lazurom obrađenim pločama. Bočnice na licima trpe mnogo veća naprezanja zbog utezanja nego blistače. Donja ploča, zaštićena neprozirnim pokrivnim premazom, neoštećena je nakon godinu dana izloženosti oštrim vanjskim uvjetima • Solid wood boards may exhibit various damages depending on the type of protection and level of exposure. 1 – delamination checks*

*on unprotected board; 2 – radial checks and cracks on the ring border on the stained surface. Flat-sawn outer lamellae suffer much greater shrinking stress than square-sawn boards. Lower board, protected with opaque high-build coating, remains unaffected after a year of severe exposure*

**Slika 16.**

Daske se trebaju učvrstiti uz mogućnost bubrenja i utezanja, a čavlima jedne daske ne smije se pričvršćivati i susjedna daska. Utori moraju biti okrenuti nadolje da ne skupljaju vodu. Bočnice trebaju biti okrenute tako da se njihovim deformacijama spojevi stežu, a ne otvaraju nakon utezanja

• Boards must be fixed with allowance for movement, and the nails should not restrict the adjacent board. Grooves must be positioned downward so that the water will not collect. Flat-sawn boards should be positioned so that the joints tighten at distortion, rather than loosen after shrinking



DA

NE!

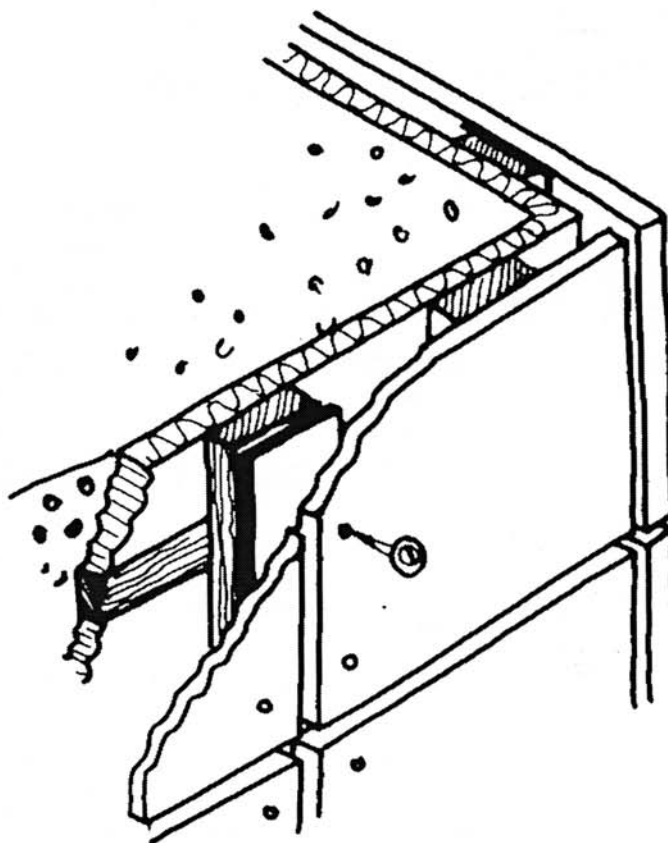
DA

DA

**Slika 17.**

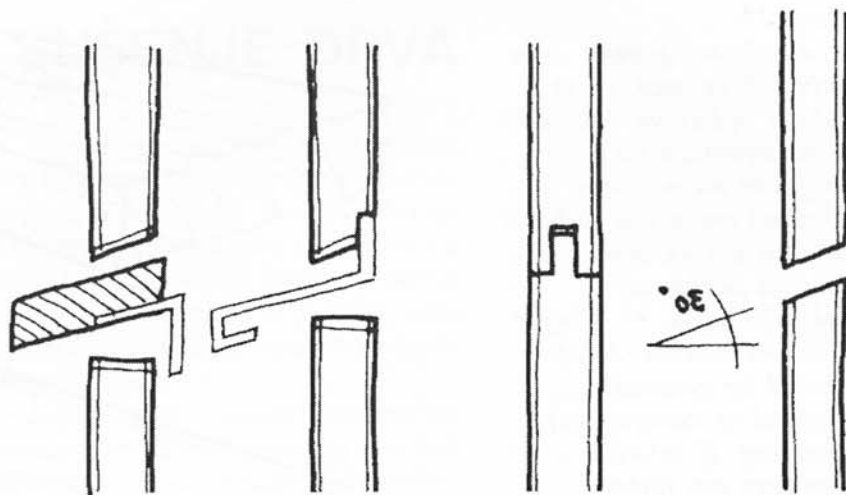
Pročelje s oblogom od drvnih ploča izvodi se privijanjem ploča na uspravne letve, obložene gumom. Vijci su upušteni i zakitani ili privijeni preko široke podložne pločice

• Facade with a board cladding. The boards should be fixed on vertical battens over a rubber strip. Screws should be punched below the surface and sealed, or fixed with a washer



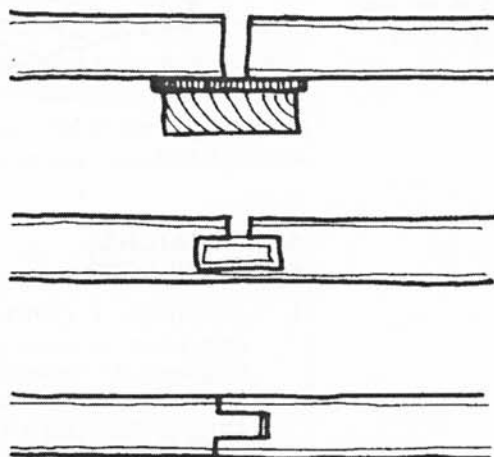
**Slika 19.**

Vodoravni spojevi ploča.  
Otvoreni spojevi trebaju imati skošene, površinski obrađene rubne plohe na međusobnom razmaku od 1 cm. • Horizontal joints of boards. Open joints should have sloping edges which are finished as the board faces and distanced about 1 cm.



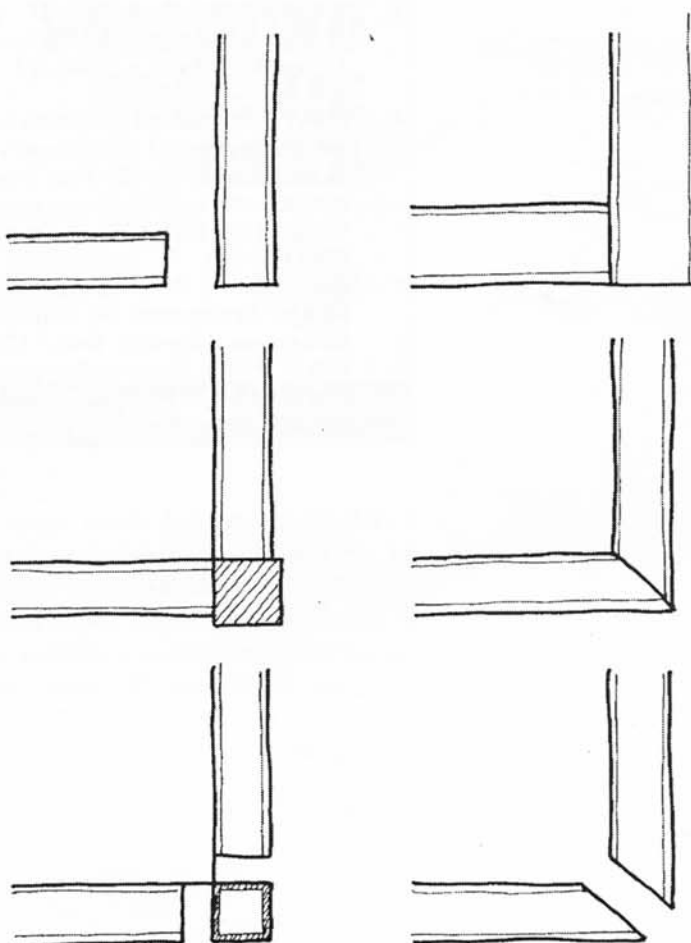
**Slika 18.**

Uspravni spojevi ploča:  
zatvoreni spojevi (utorom i perom, ili s aluminijskim perom) ili otvoreni spojevi (uvijanjem preko gumene trake). U svim slučajevima rubne površine ploča moraju biti zakitane ili površinski obrađene. • Vertical joints of boards: closed joints (tongue and grooved, with aluminum tongue), or open joints, fixed over a rubber strip. In all cases edge surfaces must be sealed or finished.



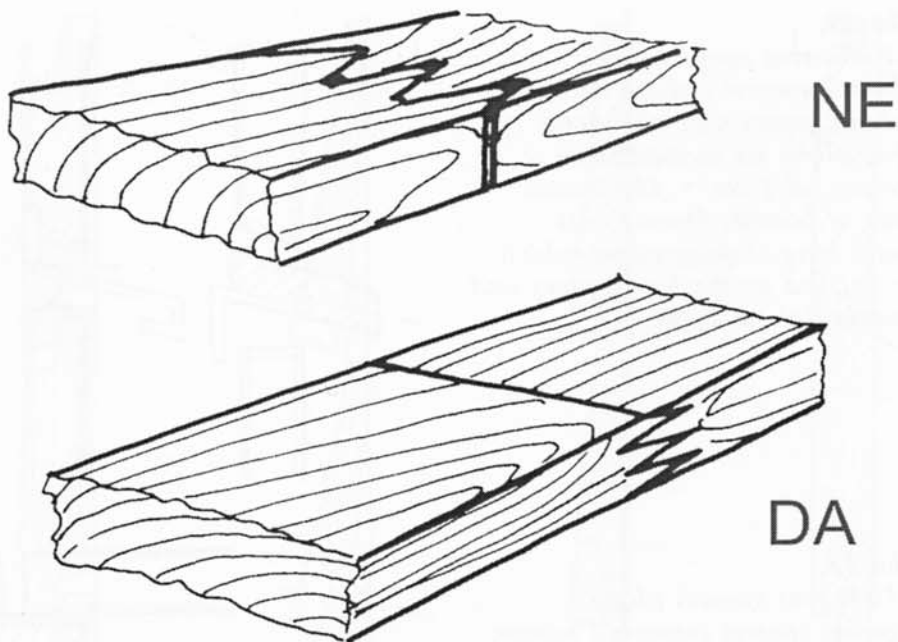
**Slika 20.**

Kutni spojevi ploča.  
Spojeve treba ostaviti otvorenima, ili ih zaštititi drvenim odnosno metalnim profilima (lijevi stupac). Spojevi na desnoj strani su nepravilni: treba izbjegavati tupe sljubove i oštre bridove drvnih ploča. • Corner joints of boards. Joints should be left open, or protected with a wooden or a metal profile (left column). Joints on the right are incorrect: closed joints and sharp edges of the boards should be avoided.



**Slika 21.**

Zupčaste spojeve drva treba izbjegavati, ili ih pokriti opšavom. Ukoliko se primjenjuju na vanjskim elementima, izložena treba biti njihova sljubnica a ne zupci, tako da se u pazuhima ne nakuplja voda. • *Finger joints of boards. Joints should be generally avoided or covered with trimming. If exterior members are finger-jointed, fingers should not be directly exposed so that water can not collect in the tip gaps.*



**6. LITERATURA  
6. REFERENCES**

1. Graystone, J. (1985): The care and protection of wood (90 pp.): Slough (England): ICI Paints Division.
  2. Landolf, A.; Eggenberger, N. (2001): Dreischichtplatten als Fassadenverkleidungen. Kompetenz – Zentrum Holz 9 (2): 4 – 12.
  3. Ljuljka, B., Turkulin, H. (1986): Tradicionalna primjena hrastovine. Glasnik za šumske pokuse, posebno izd. 3, 415 - 437.
  4. Miller, E. R.; Turkulin, H. (2001): Standardi za razvrstavanje i ispitivanje vanjskih premaza za drvo EN 927. I dio: Standardi za razvrstavanje i procjenjivanje premaza EN 927 – 1 i DD ENV 927 – 2. Drvna ind. 52 (3): 117 – 123.
  5. Risi, V. (2001): Dreischichtige Massivholzplatten: Spannungen bei Klimawechsel. Kompetenz – Zentrum Holz 9 (2) 1 – 4.
  6. Sell, J. (1989): Eigenschaften gebräulicher Holzarten. Blauen: Schweizer Baudokumentation.
  7. Sell, J. (2000): Bedeutung des konstruktiven Wetterschutzes bei Holzfassaden. U: Die Gebäudehülle (J. Blaich, ed.): 3 – 10. Dübendorf, Švicarska: EMPA Akademie
  8. Sell, J.; Fischer, J.; Wigger, U. (2001): Oberflächenschutz von Holzfassaden. Lignatec 13/2001, 27 pp. Zürich: Lignum.
  9. Turkulin, H.; Jirouš-Rajković V.; Grbac, I. (1997): Površinska postojanost drvenih građevnih konstrukcija. Šumarski list 121 (11/12):617 - 630.
  10. Turkulin, H. ; Jirouš Rajković V.; Bogner, A. (1999): Structural effects of weathering on unprotected and painted wood. Proceedings: Surface properties and durability of exterior wood building components (H.Turkulin, Editor); 30 April 1999, Zagreb, Croatia. Paper 3: 1 – 20. Zagreb: Faculty of Forestry.
- \*\*\* Wood Building Technology 4. Wood Text Series, Ottawa 1993: Canadian Wood Council. (Hrvatski prijevod: Tehnologija drvenih građevina, Priručnik za projektiranje i nadzor drvenih građevina. Zagreb, 1997: Mozaik knjiga).