

# m+Kvadrat



Stručni časopis za građevinarstvo i arhitekturu ■ Broj 140 ■ Novogodišnje izdanje 2020.

Cijena 10 KM

SMARTIA  
S67 URBAN

**ALUMIL**  
Building excellence every day

Jedinstvena estetika,  
odlične performance





Krovni vrt arhitektice Barbare Kalaš Zajc, u Zagrebu, izvedba 2010.

## Ravni krov

# OZLENJAVANJE GRANICE IZMEĐU KUĆE I NEBA

**Krov na glavom, pojам је који значи виše него само грађевни елемент који нас штити одnevremena. То је друго име за дом, место где се осјећамо заштићено, где скупљамо енергију за нови дан.**

Sve manje prostora u gradovima, које потиче искоришћавање сваког kvadratnog centimetra površine, nije jedini razlog зашто се sve više krovova ozelenjava. Корисна површина је, премда врло директна, само једна од многих користи које нам зелено на кроу доноси. Гледано кроз историју, разлиčите предности су биле у фокусу храбрих који су озеленявали кров над главом.

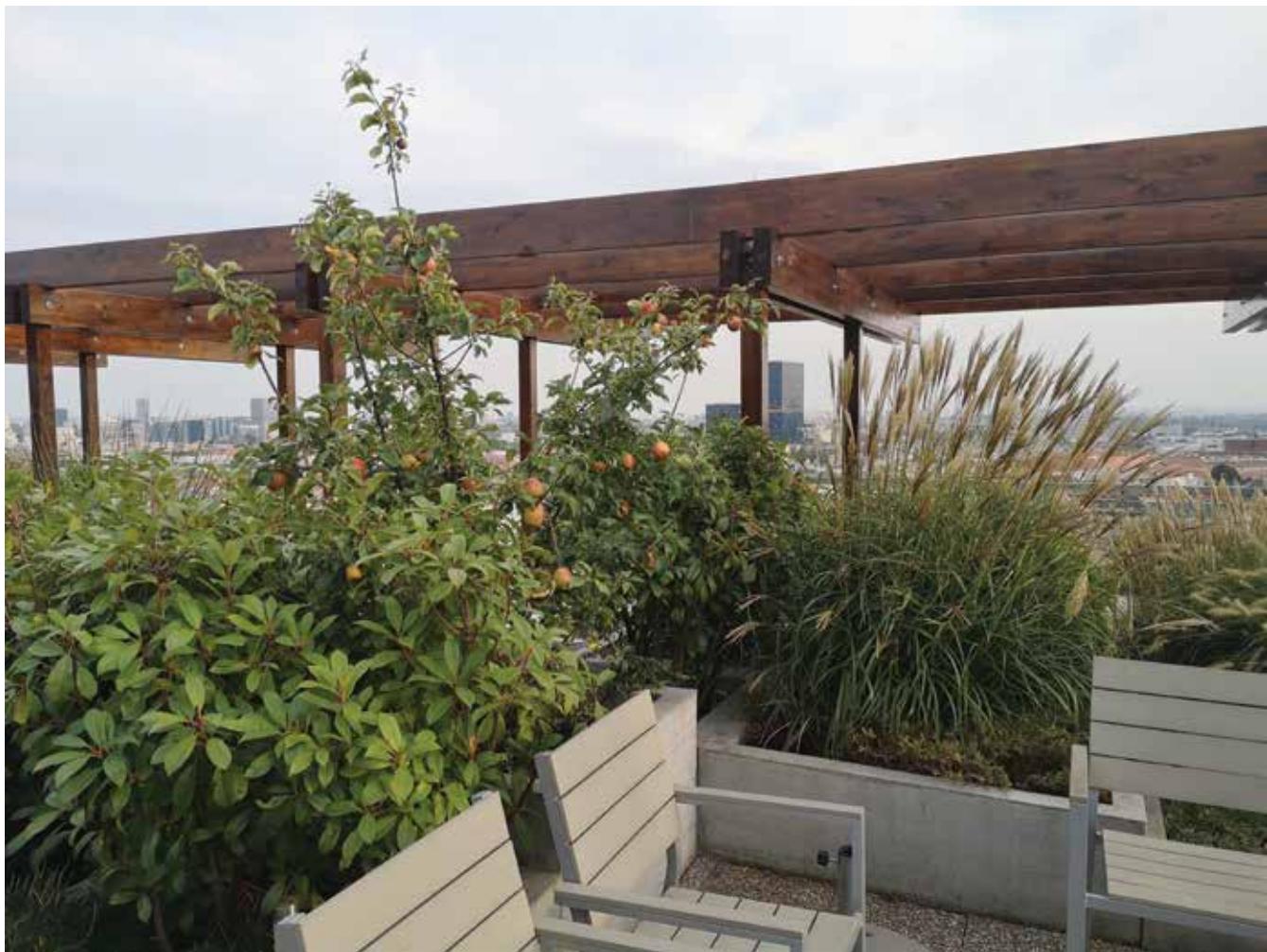
Осврнimo se само на недавну историју, само кроз 20-stoljeće. Враћање природи онога што smo joj градnjом одузели, кроз што се отвара могућност успостављања бioraznolikosti, која укључује подједнако биљне и животинске врсте, а које су на тлу угрожене било од људи, загађења



Rudarska hiža, Mursko Središće, izvedba 2018.

ili drugih predatora iz prirode. Onda je došao val inicijative za smanjenje toplinskih otoka u pregrijanim gradovima, gdje zelenilo na krovu proizvodi vlagu, ali i kisik, te time poboljšava zrak koji udišemo. Manje je poznato, da bilje apsorbira i dva druga zagađivača, odnosno znatno utječe na redukciju buke i prašine. Promjenom klime, te naglim prolomima oblaka, kišom koja u kratko vrijeme obilno padne na nekom području, zeleni krovovi pomažu upravljati oborinskim vodama.

Međutim, u javnosti se rijede čuje da zelenilo na krovu čuva osnovne, funkcionalne dijelove krova od prernog starenja i oštećenja. Smanjujući temperaturne oscilacije i utjecaj UV zraka, produljuje se životni vijek toplinske hidroizolacije. Time se direktno čuva ne samo ušteđevina korisnika, nego se utječe i na okoliš, stvarajući manje građevinskog otpada kroz životni vijek građevine. I na kraju je tu odnos čovjeka prema prirodi, što uključuje ne samo mogućnost uzgoja vlastitog bilja na krovu, već i druženje s ukućanima. Ovo posljednje se naročito pokazuje dobrodošlim u vremenima kad nam je ograničeno kretanje zbog pandemije. Vlăšestambene zgrade koje imaju mogućnost korištenja ravnih krovova na siguran način, imaju neprocjenjivu vrijednost, ukoliko taj krov omogući i siguran i ugodan boravak. Jedan od najpoznatijih primjera iz nama bliskog susjedstva, je Iblerov neboder u Zagrebu.



Terasa Iblerovog nebodera u Zagrebu, izvedba 2016, slika prikazuje stanje krova 4 godine nakon izvedbe u ljeto, 2020.

Premda je star preko 50 godina, neboder se održava, pa je tako prije pet godina, inicijativom Dizajn district festivala, u suradnji sa stanařima i mlađim arhitektonskim snagama (Biro), krovna površina postala zelena oaza, na kojoj se istovremeno može družiti više odvojenih grupa ljudi. Nedavno vraćena pergola na krov, upotpunila je dojam intimnog prostora, kojeg stanari vrlo aktivno koriste i u mirnodopskim uvjetima, a pandemija i nedavni potres u Zagrebu, samo su pojačali upotrebu krovnog vrta.

Premda ne sasvim standardna upotreba Fibran XPS-a, na Iblerovom krovu se pokazala kao domišljato rješenje za laganicu konstrukciju, koja omogućava prostor za sadnju bilja, a ujedno ga štiti od visokih i niskih temepratura. Kaskadni kontejneri tvore scenografiju koja omekšava granicu krova i neba, ne samo direktno, već i u odnosu na siluetu grada. Za razliku od toplinskih izolacija, čija se pojačana upotreba javlja tek

krajem sedamdesetih, početkom osamdesetih godina prošlog stoljeća, a koja se pojačava zadnjih godina zbog brige za smanjenje potrošnje energenata za grijanje i hlađenje, povijest zelenih krovova seže puno dalje. Spominju se u raznim fazama povijesti, od Semiramidinih visećih vrtova, pastirskih koliba sjevernih naroda iz davnina, koji su pokrivani travnim busenom, pa sve do arhitekture Bauhausa, koja zagovara vraćanje prirodi gradnjom oduzete zemlje, do današnjih dana kad se uz već spomenute dobrobiti zelenih krovova, javlja i potreba za što više zelenila na krovovima, koja se regulira i zakonima. Među prvim gradovima koji zakonom reguliraju da se krov svake nove zgrade mora ozeleniti su Pariz i Dubai. Njemačka je poslovno praktična po tom pitanju, pa su u gradu Offenbach, projektom ozelenjavanja stambenog bloka u četvrti Goethe, mjerjenjima pokazali da u prvoj godini nakon izvedbe ekstenzivnih zelenih krovova, nije izmjerena ni kap vode, koja

je s krova doteckla u kanalizaciju. Ovaj problem je naročito izražen u starim gradovima, gdje je kapacitet kanalizacije ograničen, gustoća izgradnje kuća i prometnica, je velika, tako da se sva oborinska voda uglavnom mora odvesti kanalizacijom. Ukoliko u kratkom vremenu padne veća količina kiše, poplave su neminovne.

### PLAVO-ZELENI KROV

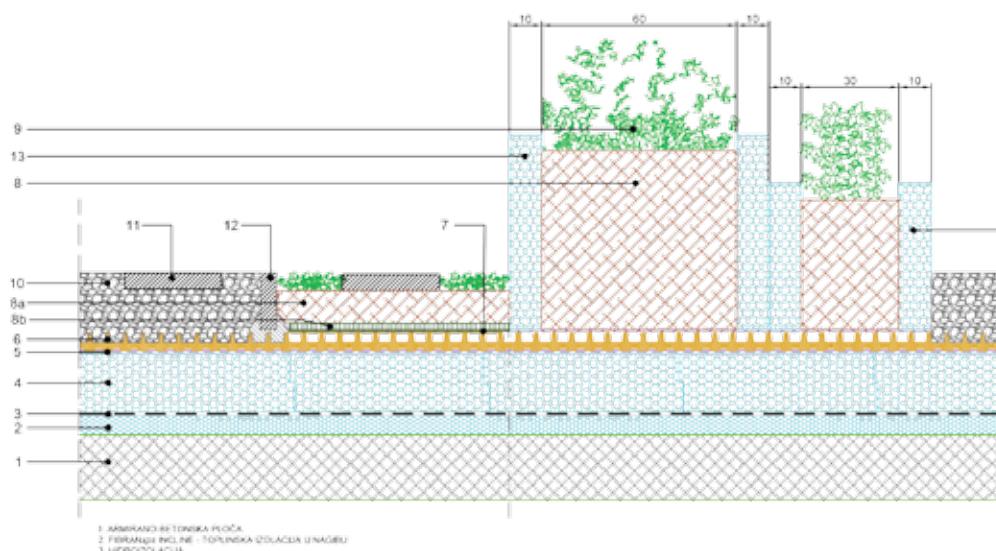
Pojam plavo-zelenog krova kombinira dvije tehnologije. Standardni zeleni krovovi koriste drenažni sloj za odvodnju i navodnjavanje. Međutim, tehnologija plavog krova povećati količinu uskladištene vode i kontrolirati količinu ispuštenih voda. Poznato je da u umjerenom pojasu kontinentalne klime, gdje je prosječna količina padalina 600-800 mm/m<sup>2</sup> godišnje, jedan ekstenzivno ozelenjeni krov, smanji dovod kiše u kanalizaciju i do 50%. Osim što se kiša zadrži na lišću bilja, natopi plodni supstrat iz kojeg ono raste, djelomično se zadrži i u drenažno-akumulacijskom sloju, koji može imati kapacitet i veći nego što su potrebe bilja. Na taj se način voda zadrži na krovu, u trenutku većih kiša, a u sunčanom periodu polako isparava direktno iz zemlje ili se vlaga iz tla koristi za potrebe bilja, koje tu istu vlagu kasnije otpušta "disanjem". Stručno kažemo: evaporizacijom vode iz tla i transpiracijom bilja, voda se vraća u atmosferu.

Plavo-zelena boja Fibranovih proizvoda uklapa se u trend, a projektantska tehnička podrška našeg tima je tu da Vam pomogne u realizaciji vaših ideja. Detalje i opise pojedinih rješenja pogledajte na [www.fibran.ba](http://www.fibran.ba)



RAVNI OZELENJENI KROV  
PROHODNI + NEPROHODNI +  
EKSTENZIVNO + INTENZIVNO OZELENJAVANJE U ŽARDINERAMA OD XPS-a

Tipični presjek kroz razne završne elemente M 1:10



### OPIS OSNOVNIH SLOJEVA ZELENOG KROVA

Osnovne slojeve svakog ozelenjenog krova čine:

- Biljni sloj
- Plodni supstrat
- Filterski sloj
- Drenažno-akumulacijski sloj

Ostale funkcionalne slojeve ravnog krova čine:

- FIBRANSkin SEAL - razdjelni sloj za redukciju vode
- FIBRANxps toplinska izolacija
- Hidroizoacija
- FIBRANxps INCLINE toplinska izolacija u nagibu
- Krovna konstrukcija



Slojevi zelenog krova formiraju se ovisno o potrebama bilja. U skladu sa Smjernicama za zelene krovove, njemačkog Instituta za istraživanje i razvoj krajobraza, skraćenog naziva FLL, razlikujemo tri osnovne vrste

zelenih krovova: Ekstenzivni, Jednostavni intenzivni i Intenzivni zeleni krov.



Faze postavljanja slojeva obrnutog, ekstenzivnog zelenog krova, Momjan, Istra – ljeto, 2020.

sadrži manje zahtjevne trave i cvijeće, takvi travnjaci zahtijevaju navodnjavanje, gnojidbu, prozračivanje i prije svega redovitu košnju. Ostavljanje većeg otkosa nije poželjno na krovu zbog mogućeg truljenja, pa ga treba ukloniti s krova odmah nakon košnje. Kod robotske košnje, pokošena trava je kraća zbog učestalosti košnje, pa ju se može ostaviti da posluži kao tzv. "zelena gnojidba".

## EKSTENZIVNI ZELENI KROV

Ovisno o lokaciji krova i klimatskim uvjetima, ekstenzivni zeleni krovovi imaju relativno malu debljinu i težinu. U jugoistočnoj Europi, zbog hladnih zima i vrućih i suhih ljeta, ne preporučujemo podloge manje od 8 – 10 cm. Ova debljina također pruža minimalnu težinu koja štiti od naleta vjetra. Drenažno-akumulacijski sloj potreban je za sve navedene biljne vrste i trebao bi imati minimalni kapacitet od 5 do 10 l/m<sup>2</sup>. Navodnjavanje je dobrodošlo, ali nije uvijek i nužno. Ako krov nije pristupačan, ali je vidljiv i želimo da ostane lijep tijekom cijele godine, preporučuje se navodnjavanje kap na kap.

Za ekstenzivno ozelenjavanje možemo definirati sljedeće kombinacije biljnih vrsta:

- mahovine i sedumi,
- zeljasto bilje i mahovine,
- sedumi-trave-zeljasto bilje,
- trave-zeljasto bilje.

## JEDNOSTAVNI-INTENZIVNI ZELENI KROV

Često nailazimo na pojmove kao što su jednostavni intenzivni ili polu intenzivni zeleni krovovi. Jednostavno rečeno, ti su zeleni krovovi jednostavniji i lakši od intenzivnih. Debljina supstrata kreće se od 15 do 25 centimetara, ovisno o potrebama pojedinog bilja. Najtipičniji predstavnik je takozvani engleski travnjak. Za razliku od livade, koja

jednostavno intenzivno ozelenjavanje, koje predstavlja prijelaz iz intenzivnog u ekstenzivno, karakteriziraju sljedeće glavne vrste vegetacije:

- trave i zeljasto bilje,
- divlje trajnice i grmlje,
- drvenasti grmovi,
- grmlje.

## INTENZIVNI ZELENI KROV

Osim na zahtjeve bilja, potrebno je obratiti pažnju i na nosivost krovne konstrukcije, odvodnju i mogućnost redovitog održavanja i zalijevanja. Intenzivno ozelenjeni krov bi trebao biti lako dostupan za održavanje i korištenje: za sport, rekreaciju ili čak parkiranje. Debljina vegetacijskog supstrata kreće se od 30 cm do 100 cm ili više, ovisno o veličini korijena u vrijeme sadnje bilja, kao i očekivanim potrebama pojedinih biljaka za razvojem korijenovog sustava. Oblici intenzivne vegetacije pokrivaju gotovo cijeli niz bilja i pružaju velike mogućnosti oblikovanja otvorenog prostora. Ograničenja se javljaju, ovisno o uvjetima projekta, o prostoru za sadnju stabala, većeg i manjeg grmlja i drvenastog bilja. Zbog određenih uvjeta lokacije, izbor bilja se može proširiti i na druge vrste vegetacije.

## PLODNI SUPSTRATI

Vrsta i debljina plodnog susprata uvjetovana je biljem koje na njemu raste. U Tabeli 1. nalaze se prosječne debljine supstrata za pojedine biljne vrste, grupirane prema podjeli krovnih vrtova.

Tab. 1: Debljine supstrata za različite biljne vrste i forme

Izvor: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL); „Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen“, Ausgabe 2018.

		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200
Biljne vrste i forme	Ekstenzivno zelenilo	Mahovine i sedumi	>																				
		Sedumi-mahovine-zeljaste biljke	>																				
Jednostavno-intenzivno-zelenilo	Sedumi-zeljaste biljke-trave	>																					
	Trave-zeljaste biljke	>																					
	Trave-zeljaste biljke	>																					
	Divlje grmlje i manje drveće	>																					
Intenzivno zelenilo	Drvenasto grmlje	>																					
	Manje drveće	>																					
	Travnjaci	>																					
	Manje grmlje i drveće	>																					
	Srednje visoko grmlje i drveće	>																					
	Visoke trajnice i grmlje	>																					
	Visoke trajnice i manje drveće	>																					
	Srednje visoko i visoko drveće	>																					
	Visoko drveće	>																					



Gotov ekstenzivni zeleni krov, Momjan, Istra – ljeto, 2020.

### UTJECAJ ZELENIH KROVOVA NA SMANJENJE DOTOKA OBORINSKE VODE

Debljina supstrata, zajedno s biljnim pokrovom može znatno zadržati ili usporiti dovod oborinske vode u kanalizaciju. Stoga je danas, u vrijeme klimatskih promjena, kad se dešavaju nagle provale obilnih kiša, vrijedno imati na pameti faktore zadržavanja, odnosno propuštanja vode u odnosu na debljinu slojeva zelenog krova.

Tab. 2: Referentne vrijednosti za prosječni godišnji postotak zadržavanja vode i koeficijent otjecanja vode sa zelenih krovova, ovisno o debljini plodnog susprata<sup>1)</sup>

Br.	1 Vrsta zelenila	2 Debljina supstrata u cm	3 Prosječna količina zadržane vode u supstratu izražena u %	4 Godišnji koeficijent otjecanja $\Psi_a$ / faktor brtvlijenja
1	<b>Ekstenzivno zelenilo</b>	2 – 4	40	0,60
		> 4 – 6	45	0,55
		> 6 – 10	50	0,50
		> 10 – 15	55	0,45
		> 15 – 20	60	0,40
2	<b>Intenzivno zelenilo</b>	15 – 25	60	0,40
		> 25 – 50	70	0,30
		> 50	$\geq 90$	$\leq 0,10$

1) Podaci se odnose na lokacije gdje prosječna godišnja količina padalina iznosi 650 – 800 mm i mjerjenje se vrši u trajanju od nekoliko godina. U regijama s nižom godišnjom količinom kiše, zadržavanje vode je veće, a u regijama s većom godišnjom količinom kiše je manje.

Izvor: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL); „Dachbegrünungsrichtlinien - Richtlinien für Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen“, Ausgabe 2018.



Zalijevanje supstrata prije postave sedum tepiha na ekstenzivni zeleni krov,  
Momjan, Istra – ljeto, 2020.

## PREVENTIVNA ZAŠTITA OD POŽARA

Plodni supstrati ne služe samo kao fizički medij za ukorjenjivanje biljke, koji ju opskrbljuje vodom i hranjivima. Na krovovima je važan i požarni aspekt, te su u tom smislu, krovni supstrati definirani kao pretežito anorganski, odnosno, ne smiju sadržavati više od 20% organske materije u sastojini. Uz činjenicu da je za rast i razvoj bilja potrebna stalna vлага, supstrati se na održavanim obrnutim zelenim krovovima, mogu smatrati negorivim balastom iznad toplinske i hidroizolacije koji su u pravilu klase zapaljivosti E.

Što se tiče preventivne zaštite od požara, državni propisi o gradnji propisuju da krovovi moraju biti dovoljno otporni na vanjsku izloženost vatri od letećih iskri i žarenja topline dovoljno dugo ("tvrdi krov"); u suprotnom se moraju poštivati brojni zahtjevi, posebno veća udaljenost od susjednih zgrada.

Prema DIN 4102 Ponašanje građevinskih materijala i komponenata u požaru - Dio 4: Sastavljanje i primjena klasificiranih građevinskih materijala, komponenata i posebnih komponenata, su zeleni krovovi definirani kao "Krovni pokrivači otporni na leteće iskre i žarenje toplinom", te se kao takvi klasificiraju kao vatrootporni ako imaju sljedeća svojstva:

1. Intenzivni zeleni krovovi smatraju se krovnim pokrovom koji je otporan na leteću vatu i žarenje topline.

2. Ekstenzivni zeleni krovovi smatraju se krovnim pokrovom koji je otporan na leteću vatu i zračenje topline, ako imaju sljedeće karakteristike:

- Plodni supstrat na bazi mineralnog agregata ima najviše do 20% organskog materijala;
- Sloj plodnog supstrata mora biti debljine  $\geq 30$  mm,
- Rubni zidovi zgrade, požarni zidovi ili zidovi koji služe umjesto požarnih zidova (granice požarnih zona) moraju se izvesti na razmaku do 40 m, u visini minimalno 0,3 m iznad završne kote plodnog supstrata. Ukoliko nema takvih zidova, dovoljna je prepreka od negorivog materijala minimalne visine 0,3 m ili traka šljunka širine 1 m,
- Požarne razdjelne trake od masivnih ploča ili grubog šljunka širine  $\geq 0,5$  m moraju se izvesti oko svih otvora na krovu (kupole, krovni prozori) ili je potrebno oko njih izvesti zidove, odvojene od plodnog supstrata, zaštitom  $> 0,8$  m visine iznad završne kote plodnog supstrata
- Prema DIN 4102-4 2016, stavak 11.4.7, str. 197, zgrade u nizu, sa zabatnim zidom, moraju biti izvedene od negorivih materijala, pa se u skladu s time ne smiju se zasaditi zelenilom u širini od najmanje 1 m do ruba strehe .

Za vrijeme trajanja gradnje potrebno je paziti na sljedeće:

- uredno baratanje materijalom na gradilištu;
- ne skladištiti ili brzo ukloniti ambalažu;
- ograničiti vrijeme držanja građevinskih materijala na gradilištu nakon faze ugradnje;
- udaljiti skladištenje građevinskih materijala kao što su hidroizolacije i geotekstili;
- pažljivo rukovati otvorenim vatrom i drugim izvorima topline (npr. plinski plamenik i oprema za zavarivanje vrućim zrakom za polaganje hidroizolacija i geotekstila).

U fazi korištenja:

- Potrebno je održavati definiranog stanje "tvrdog krovišta" odgovarajućom njegovom i održavanjem (npr. zalijevanjem, uklanjanjem isušenih dijelova biljaka, održavanjem (plijevljenjem) razdjelnih traka od vegetacije);
- U slučaju promjene definiranog "tvrdog krovišta", potrebno je izvršiti potrebne prilagodbe;
- Nije dozvoljena upotreba žarećih uređaja za uklanjanje korova (npr. plinski plamenici, uređaji s vrućim zrakom, infracrveni uređaji);
- Potrebno je pažljivo rukovati otvorenom vatrom i drugim izvorima topline na krovu (npr. vrtni roštilj, logorska vatra, infracrvena grijalica).

*Priprema teksta, prijevod i fotografije: Tanja Herr dipl.ing.arch.*

Trajna i energetski  
učinkovita rješenja  
od temelja do  
krova.

Saznajte  
**VIŠE**

[www.FIBRAN.ba](http://www.FIBRAN.ba)

