

## Primena različitih biljnih vrsta kao organskih proizvoda ili kompozitnih materijala u savremenoj arhitekturi

*Prof. dr Jelena Ivanović Šekularac*  
*Doc. dr Jasna Čikić Tovarović*  
*Prof. dr Nenad Šekularac*

*Pregledni rad*  
*UDC:697.11/.17:72*

### UVOD

Različite biljne vrste koje predstavljaju organski proizvod, a slične su drvetu, nalaze svoje mesto u tradicionalnoj, ali i u savremenoj arhitekturi, kao na primer: bambus, trska, slama, vrbovo pruće, pluta, trava i kokos. Ovi materijali mogu se primeniti na fasadama i krovovima u njihovom prirodnom obliku, ili se mogu preraditi u kompozitne materijale (ploče ili panele) sa ili bez dodataka drugih materijala, pogodne za spoljne aplikacije.

Za razne detalje na objektima u eksterijeru mogu se koristiti i proizvodi od drvenih vlakana ili raznog bilja, upotrebene kao aplikacije u vodootpornom omotaču ili foliji. Proizvodi kao što su pluta, papir i karton takođe spadaju u ovu grupu novih materijala. Danas u savremenom građevinarstvu neki stari, pomalo zaboravljeni organski materijali doživljavaju svoju ponovnu primenu, ali sada uz pomoć novih tehničkih i tehnoloških rešenja.

### 1. PRIMENA ŽIVIH MATERIJALA NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Ono što karakteriše žive i zelene proizvode je njihova biološka originalnost, kao i to što se primenjuju u građevinarstvu još dok su u fazi rasta. Ovaj vid upotrebe živog zelenog materijala, trave i vegetacije na jednom arhitektonskom objektu predstavlja izuzetno visok nivo primene obnovljivog materijala. Viši nivo obnavljanja od ovoga ne može se postići. Krov sa živim zelenim pokrivačem (trava i rastinje) može biti ravan ili kos, slika 1a). Savremena tehnička rešenja omogućavaju da pomenuto rastinje koristimo čak i na vertikalnim površinama – na zidovima, slika 1b). U toku rasta biljaka ugljen-dioksid se apsorbuje iz atmosfere i procesom fotosinteze pretvara u kiseonik i na taj način doprinosi smanjenju efekta staklene bašte.

Vrste rastinja koje se najčešće koriste su trava, bilje, mahovina i kombinacije ovih vrsta. Pored navedenih biljnih vrsta na krovovima, baštama, može

rasti žbunje i drveće. Kosi zeleni krovovi i vertikalne zelene fasade imaju specijalne zahteve. Iz ovog razloga objekti sa ovom vrstom krovnih ili fasadnih zelenih zasada moraju imati drenažni sloj i hidroizolaciju. Osobine toplotne zaštite podloge i vegetacije su ograničene. S druge strane, zeleni krovovi i zidovi mogu postići značajan stepen zvučne zaštite. Održavanje ovih „zelenih“ zgrada zahteva posebnu pažnju i tehniku. Projektantsko rešenje sa zelenim krovom, pored estetskog značaja ima i dvojak upotrebu zemljišta, za izgradnju objekta ali i kao zelenu površinu, što predstavlja veliki ekonomski doprinos u ukupnom kvalitetu projekta [1].

### 2. PRIMENA TRSKE NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Trska je višegodišnja biljka koja raste u vodi ili pored vode, na močvarnom tlu, na rubovima jezera, potoka i reka. Pojedine vrste trske mogu porasti i do 4 m, u zavisnosti od vrste tla i uslova u kojima se nalaze. Od davnina je poznato da insekti i glodari ne napadaju stabljiku trske, a samim tim i proizvode od trske. Prilikom prerade trske i dobijanja proizvoda koji se koriste u građevinarstvu, ne koriste se nikakva hemijska vezivna sredstva već se stabljike trske, u zavisnosti od vrste proizvoda, povezuju žicom ili plastičnim pletivom.

Trska se u prošlosti veoma često koristila kao krovni pokrivač, a i danas u nekim oblastima pojedini objekti pokrivaju se trskom. Životni vek trske kao krovnog pokrivača je minimum 25 godina, ali ponekad ona traje i više od 40 godina [2]. Krov od trske se postavlja tako što se vezani snopovi paralelno ređaju u slojevima. Ukupna debljina trske na krovu je minimum 20 cm, ali preporučuje se oko 30 cm.

Danas je ponovo aktuelno pokrivanje trskom pri adaptaciji starih kuća, ali i pri izgradnji novih atraktivnih objekata na salašima, i u sredinama gde su nekada krovovi bili pokriveni ovim pokrivačem, slika 1c). Trska se može postaviti i kao vertikalna obloga. Izolacione ploče dobijaju se posebnim postupkom mašinskim presovanjem neljuštenih stabljika trske i njihovim vezivanjem u ploče prošivene pocinkovanom žicom i mogu se koristiti i kao ter-

---

*Adresa autora: Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija*

*Rad primljen: 24. 04. 2015.*

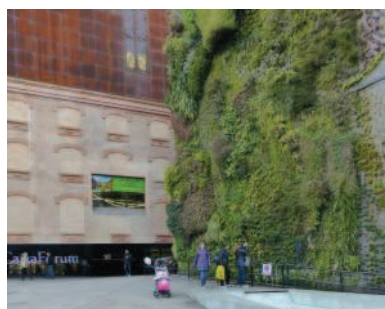
*Rad prihvaćen: 30. 06. 2015.*

mička i zvučna izolacija zidova ili krovova. Trsku je neophodno zaštititi od požara primenom hemijskih sredstava kao usporivača paljenja ili ubacivanjem vatrootpornih granula od ilovače u snopove trske.

Od trske se takođe izrađuju pletiva koja se koriste za lake vizuelne pregrade, za rolo zastore i kao senila na nadstrešnicama u letnjim mesecima. Svi navedeni proizvodi koji se izrađuju od trske predstavljaju zdrav ekološki materijal. Trska kao obloga zahteva stalno održavanje.



a)



b)



c)

Slika 1 - Zeleni krovovi i zidovi i objekti sa trskom:  
a) Zeleni krov - Kuća u ulici Paul Harris, Las Condes, Santiago, Chile, arhitekta Enrique Browne, 1982. godina [3], b) Zeleni zid - Trg Caixa Forum, Madrid (foto autora), c) Kuća pokrivena trskom, Eko kuća, Novi Sad [4]

### 3. PRIMENA VRBOVOG PRUĆA NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Vrbovo pruće predstavlja izdanke ili malo vrbovo drvo visine 1 do 2 m. Debljina vrbovog pruća je 8 do 9 mm. Vrbovo pruće je žilavo i savitljivo. Vezuje se u svežnjeve i koristi se za pletarski rad i korparstvo, ali i u arhitektonskim objektima u prošlosti za različite namene. Vrbovo pruće se nekada najčešće koristilo za izradu ograda, za zaštitu rečnih nasipa, za kontrolisanje vlažnosti okoline i za

poboljšanje kvaliteta nanosa. Nekada je bilo uobičajeno korišćenje vrbovog pruća u građevinarstvu u ruralnim oblastima, ali i danas ono se primenjuje kao ispuna kod drvenih zidova skeletne konstrukcije i bondručnih zidova. Pored trske nekada se i slama koristila pri izgradnji zidova od naboja.

Primer primene pruća je u realizaciji izuzetne senzibilne arhitektonske ideje o kući „koje živi i raste”. Ona predstavlja izvedenu konstrukciju od pruća koja kontrolisano i usmereno raste i koja je u letnjim mesecima zelena, olistala i obrasla bujnom vegetacijom, a u toku zime predstavlja ogoljenu konstrukciju od pruća slike 2a i b. Danas se postavlja zaštita od ispletanog pruća pored autoputeva i ima efekat zvučne barijere. Vrbovo pruće danas se koristi kao vidan dekorativan element na fasadama: kao ograda na terasama i za zastore – senila. U enterijeru od vrbovog pruća mogu se praviti paravani kao lake enterijerske pregrade, slika 2c, unutrašnji zastori i komadi nameštaja.



a)



b)



c)

Slika 2 - Primena pruća: a) i b) Palata od pruća – živa konstrukcija (a. leti, b. zimi), Auerworld palace, Auerstedt, Germany, Sanfte Strukturen, 1998-2001. godine [5], c) Enterijerska pregrada od pruća, Rectory and Youth Center Thalmässing, Thalmässing, Germany, Meck Architekten, 2004. godine [6]

#### 4. PRIMENA BAMBUSA NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Bambus je građevinski materijal sa izuzetno velikom tradicijom primene u Aziji, Africi, Južnoj i Centralnoj Americi. Pripada rodu trava i karakteriše ga veoma brz rast i iz tog razloga njegova drvenasta stabljika je šuplja, za razliku od stabla drveta. U tropskim predelima bambus može da poraste 1 m dnevno [7]. Novi izdanak bambusa dostiže punu zrelost za 5 do 10 godina i tada je visok kao drvo. Jačina koju tada dostiže bambus može da se poredi sa jačinom tri stotine godina starim hrastom. Obraden bambus predstavlja izuzetno trajan materijal. U odnosu na svoju težinu, industrijski dobijena vlakna bambusa, u pogledu primanja sile zatezanja, su u rangu čelika. Bambus je izuzetno tvrd materijal, tvrdi od hrastovine, ali je i elastičan i zato ima veliku primenu u trusnim područjima. Spada u prirodno vatrootporne materijale.

Do veće primene bambusa u svetu došlo je u poslednjih dvadeset godina sa pojavom novih tehničkih mogućnosti prerade i savremenih veziva. Bambus može da se primenjuje u eksterijeru i enterijeru. Za pokrivanje krovova koriste se polovine bambusa sa delimičnim preklpom. Zidovi i krovovi mogu se dekorativno oblagati bambusom i šindrom od bambusa slika 3a. U enterijerima bambus se primenjuje kao dekorativni element. Takođe i kompozitni elementi od bambusa koriste se za oblaganje zidova, podova i plafona u enterijerima, ali ne koriste se za spoljno oblaganje.

#### 5. PRIMENA KOKOSOVIH VLAKANA NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Kokosova vlakna dobijaju se od tvrde ljuske ploda tropskog drveta kokosove palme. Čvrsta, žilava vlakna, od svetlih do tamnih, dugačka su 10 do 20 cm. Drugi vid primene je izrada ploča izuzetne otpornosti presovanjem samlevene ljuske kokosovog oraha. Usled prisustva visokog procenta lignina u ljusci kokosovog oraha kao prirodnog veziva, nema potrebe za hemijskim dodacima. Sposobnost zvučne zaštite vlakana kokosove ljuske čini ovaj proizvod vrlo pogodnim za prigušenje niskofrekventnih vibracija. Asure od kokosovih vlakana su odlični apsorberi od udara. Vlakna kokosa ne mogu se naelektrisati, ne provode elektricitet, i otporna su na insekte i gljivice. Vruće presovane tkanine od ovih vlakana otporne su na vlagu, insekte i mikroorganizme.

Kokosova vlakna imaju postojan trajan oblik i najviše se koriste za izradu prostirki za podove, otirača, za zastore, a u poslednje vreme i kao geotekstil u građevinarstvu i u hortikulturi za osiguranje korenja zasada i trave, kao i pri izvođenju zelenih zasada na krovovima i fasadama nekih savremenih arhitektonskih objekata. Velika otpornost ploča na-

pravljenih od ovih vlakana, sa ili bez dodatne obloge, utiče na mogućnost njihove primene i zamene za drvo i to kao panela za oblaganje, ili u manjim dimenzijama kao krovna šindra.

#### 6. PRIMENA PLUTE NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Pluta se dobija od kore hrasta plutnjaka. Kora hrasta plutnjaka štiti drvo od toplote i insekata. Hrast plutnjak živi oko 200 godina i svakih 6 do 10 godina guli se kora od koje se dobija pluta. Smola prisutna u hrastu ima ulogu prirodnog veziva u ovom procesu. Usitnjena pluta se ekspandira u autoklavima pod dejstvom pare i tako se dobijaju veliki blokovi iz kojih se režu listovi plute različite debljine i raznih dekorativnih oblika. Pluta predstavlja elastičan materijal i ima malu toplotnu provodljivost. Pluta je prirodno vatrootporna i otporna na vodu tako da pločastim materijalima koji se prave od plute nije potrebno dodavati hemijska jedinjenja kao što je lepak ili usporivače gorenja. Posebne sposobnosti ekspandirane plute, čine je pogodnom za termičku i zvučnu izolaciju u građevinarstvu.

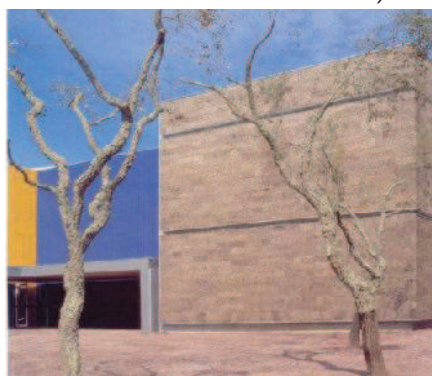
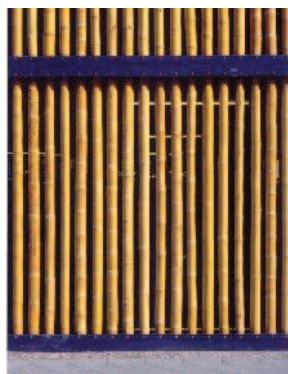
Pluta se može koristiti i kao zidna i kao podna obloga u enterijeru. Ekspandirana pluta može se koristiti i za zidno oblaganje panela. Od blokova plute moguće je seći panele debljine 10 cm koji mogu da predstavljaju zidnu fasadnu oblogu (slika 3.b.). Pluta je otporna i na biodegradaciju, to jest na prirodno propadanje.

#### 7. PRIMENA PAPIRA I KARTONA NA ARHITEKTONSKIM OBJEKTIMA

Papir je proizvod koji se dobija posebnim procesom prerade drvne kaše koja u sebi sadrži celulozu. Kao sirovina za dobijanje papira najčešće se koristi meko četinarsko drvo ili zeljaste biljke kao što su papirus, lan i konoplja. Papir, odnosno vrste proizvoda od papira, imaju veoma široku primenu. Papir predstavlja prirodni apsorber vlage, ali je i zapaljiv, tako da u slučaju njegove primene u arhitektonskom objektu moraju se preduzeti dodatne mere hidro i protiv požarne zaštite.

Papir predstavlja materijal koji može lako da se presuje i savija. Papirni tapet je proizvod koji se često primenjuje u enterijerima za oblaganje zidova. Papir može da se pojaviti i kao završna obloga na drvenim vlaknastim kompozitnim proizvodima kao što su: vatrootporne ploče srednje gustine (MDF) i velike gustine (HDF), OSB ploče, iverice i furnirske ploče. U tom slučaju, navedene kompozitne ploče imaju završne površine obično lamelirane sa melaminom, impregniranim slojem papira, kao dekoracijom. Ukoliko je papir vodootporan dozvoljeno je da se ovi kompozitni materijali primenjuju i u vlažnoj sredini. Papir se može reciklirati više puta. Reciklirani papir danas se koristi i kao ispuna u preg-

radnim zidovima, za termičku i zvučnu izolaciju. U svetu postoje primeri primene papira u arhitekturi čak i kao krovnog pokrivača. Ovaj specijalni krovni pokrivač od papira ima neophodnu jačinu, vodootporan je i vatrootporan zahvaljujući svom sastavu, slika 3c.



*Slika 3 - Primena bambusa, plute, kartona i papira na arhitektonskim objektima: a) Bambus kao fasadna obloga, Garaža – Zoo Parking garage, Leipzig, Germany, HPP Hentrich–Petschnigg & Partner KG – arhitektonski tim, 2004. godine [8], b) Pluta kao fasadna obloga, Portugalski paviljon, EXPO 2000, Hanover, Nemačka, arhitekta Alvaro Siza, 2000. godine [9], c) Paviljon sa primarnom konstrukcijom od kartona i krovnim pokrivačem od papira, Japanski paviljon, EXPO 2000, Hanover, Nemačka, arhitekta Shigeru Ban, 2000. godine [10]*

Karton, kao obnovljiv materijal, može da bude veoma aktuelno rešenje. Karton se sastoji od drvenih vlakana, kao osnove od mekog četinarskog drveta, i recikliranog papira. Kao građevinski materijal, karton ima relativno kratak vek trajanja. Karton se proizvodi u dva oblika: valovit (talasast) i ravan.

Može se primeniti kao prava ili zakrivljena forma u pregradnim zidovima i to kao čvrsta zbijena ploča ili kao složena tabla sa jezgrom od kartonskog saća ili nekog drugog lakog materijala. Karton se može neograničeno puta reciklirati. Impregnacijom i završnom protiv požarnom zaštitom dobija se karton koji se može koristiti u enterijeru i eksterijeru nekog objekta.

U svetu građevinarstva, karton je relativno nov materijal čije su fizičke karakteristike jedva određene i još uvek je u eksperimentalnoj fazi. Najpoznatija primena kartona u arhitekturi je u izgradnji savremenih izložbenih paviljona, slika 3c, kao i objekata za privremeni smeštaj ljudi koji su izgubili svoje domove u zemljotresu ili nekim drugim elementarnim katastrofama u zemljama trećeg sveta. Ovi objekti za privremeni smeštaj, kao glavnu noseću konstrukciju, koristili su kartonske tube obmotane plastičnom folijom. U enterijeru, karton se koristi za nameštaj i lake pregrade.

#### ZAKLJUČAK

Prirodni, obnovljivi materijali danas postaju ponovo aktuelni i imaju veliku primenu u savremenoj arhitekturi i građevinarstvu. Graditi u duhu regionalizma i tradicionalne arhitekture podrazumeva upotrebu nekih pomalo zaboravljenih tradicionalnih materijala kao što je pruće, slama, trska, pluta, ali i žive zelene vegetacije, i na taj način doprineti uklapanju objekta u mikrolokaciju i prirodno okruženje.

Biološka originalnost i neponovljivost ovih materijala utiče na različita oblikovna i tehnička rešenja jednog arhitektonskog objekta. Primenom ovih organskih proizvoda, i unapređenjem određenih nedostataka u pogledu njihove trajnosti, i kombinacijom sa drugim materijalima, dobijaju se kompozitni materijali sa potpuno novim osobinama u pogledu ispunjenja savremenih zahteva korisnika nekog prostora. Povratak prirodi i želja za njenim očuvanjem dovode do primene obnovljivih materijala, ali sada na sasvim drugačiji način. Primenom savremenih tehničkih rešenja, kao i tehnoloških mogućnosti doprinosi se ekološkom građenju, i zaštiti životne sredine, što predstavlja jedan od osnovnih ciljeva uklapanja u savremene tokove održivog razvoja.

#### LITERATURA

- [1] Ivanović-Šekularac J., Funkcionalni i oblikovni potencijali drveta kao elementa obloge arhitektonskih objekata, doktorska disertacija, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2010, s. 144-159.
- [2] [www.ekojuring.co.rs](http://www.ekojuring.co.rs)
- [3] Riera Ojeda O., 40 Houses, Rockport Publishers, Inc., Gloucester, Massachusetts, 2003., p. 8
- [4] [www.trska-prom.co.rs](http://www.trska-prom.co.rs) (доступно априла 2015.)

- [5] Slavid R., Wood Architecture, Laurence King Publishing, London, 2005., str. 20 i 21.
- [6] daab, Wood Design, daab gmbh, Köln, 2005., p. 218
- [7] Borch I., Keuning D, etc., Skins for Buildings, BIS Publishers, Amsterdam, 2004., str.62
- [8] daab, Wood Design, daab gmbh, Köln, 2005., p. 130
- [9] Borch I., Keuning D., Kruit C. etc, Skins for Buildings, BIS Publishers, Amsterdam, 2004., p. 70
- [10] McQuaid M., Shigeru Ban, Phaidon Press Limited, London, 2005., p. 67

## IZVOD

### PRIMENA RAZLIČITIH BILJNIH VRSTA KAO ORGANSKIH PROIZVODA ILI KOMPOZITNIH MATERIJALA U SAVREMENOJ ARHITEKTURI

*Obnovljivi materijali koji spadaju u kategoriju živih i zelenih tvorevina prirode, kao što je trava i razne vrste vegetacije, imaju sasvim različite oblikovne mogućnosti u odnosu na ostale obnovljive materijale poput drveta i proizvoda od drveta. Ono što karakteriše ove zelene proizvode je njihova biološka originalnost i mogu se primeniti na zidovima i krovovima arhitektonskih objekata u fazi pune vegetacije, što predstavlja izuzetno visoki nivo primene obnovljivog materijala.*

*Neke od tih biljnih vrsta, koje predstavljaju organski proizvod sličan drvetu, nalaze svoje mesto u tradicionalnoj, ali i u savremenoj arhitekturi. To su sledeće biljne vrste: trava, razne vrste vegetacije, bambus, trska, slama, vrbovo pruće, hrast plutnjak i kokos. Ovi materijali mogu se primeniti na fasadama i krovovima u njihovom prirodnom obliku, ali se takođe mogu preraditi i u kompozitne materijale sa ili bez dodatka drugih materijala. Proizvodi kao što su papir i karton takođe spadaju u ovu grupu kompozitnih materijala koji se mogu primenjivati pod određenim uslovima.*

*Davno zaboravljeni zidovi tradicionalnih kuća od naboja sa vrbovim prućem, kao i slamom složenom u bale kao ispunom zidova, predstavljaju dobro projektantsko rešenje, koje se uklapa u savremene tendencije održivog razvoja. Danas je ponovo aktuelno pokrivanje trskom pri adaptaciji starih kuća, ali i pri izgradnji novih atraktivnih objekata u sredinama gde su nekada krovovi bili pokriveni ovim pokrivačem.*

*Mnogi od ovih organskih proizvoda, kada se koriste kao građevinski material, imaju znatno kraći prirodni vek trajanja od uobičajenih građevinskih materijala. Iz tog razloga neophodno ih je dodatno zaštititi da bi produžili prirodnu trajnost ovih ekoloških materijala i primeniti nova tehnička rešenja i tehnološke mogućnosti, u cilju ispunjenja zahteva savremenih arhitektonskih objekata.*

**Ključne reči:** organski proizvodi, obnovljivi materijali, ekološki materijali, kompozitni materijali, savremena arhitektura.

## ABSTRACT

### THE APPLICATION OF DIFFERENT PLANT SPECIES AS ORGANIC PRODUCTS OR COMPOSITE MATERIALS IN MODERN ARCHITECTURE

*Renewable materials that belong to the category of the living and green creations of Nature, such as grass and various types of vegetation, are processed and molded in completely different ways than other renewable materials, such as wood and wood-based products. These green products are known for their biological uniqueness and they can be applied to walls and roofs of various architectural structures, while in full vegetation stage, which is one of the highest levels of using renewable materials.*

*Some of the plants that are regarded as organic products similar to wood have been applied in both traditional and modern architecture. Those are: grass, various forms of vegetation, bamboo, straw, osier, cork oak and coconut. These materials can be used in their natural forms in order to make facades and roofs. Also, it is possible to process them in order to create composite materials, with or without adding some other materials. Paper and cardboard also belong to this group of composite materials that can be used under certain conditions.*

*The long-forgotten walls of traditional houses made of rammed earth, with osiers and straw bales as wall filling, are considered to be a good design solution that fits into modern tendencies of sustainable development. Nowadays, it is common to use reed for the purpose of old houses adaptations and construction of new, eye-catching structures in the regions known for such types of roof covering.*

*When used as construction materials, typical life expectancy of most of these organic products is shorter than the life expectancy of usual construction materials. Therefore, it is necessary to provide additional protection in order to prolong the natural durability of these environmentally friendly materials. Also, new technological solutions and possibilities should be applied as well as, so that the requirements of modern architectural structures could be met successfully.*

**Keywords:** organic products, renewable materials, environmentally friendly materials, modern architecture.