

РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА МЕШАВИНА ЗЕМЛЈЕ – ПРВИ ИЗВЕШТАЈ

Ivan Hegediš¹
Čeh Arpad²
Golub Karaman³
Edita Tenji⁴
Danilo Vunjak⁵

UDK: 691.41 : 620.1

DOI:10.14415/konferencijaGFS 2016.047

Rezime: *Ispitivanje mešavina zemlje sa drugim prirodnim materijalima zasnovano na tradicionalnim iskustvima treba da pokaže kako se može preciznije pripremljati i ugrađivati ova vrsta materijala uz manji utrošak energije i rada. Prva faza ispitivanja provedena je kroz seriju eksperimenata u sklopu laboratorijskih vežbi sa studentima u okviru predmeta Tradicionalni materijali. Ispitivanje na velikom broju uzoraka pokazalo je da se komponovanjem različitih mešavina zemlje sa prirodnim dodacima organskog i neorganskog porekla dobija građevinski materijal zavidnih karakteristika za primenu u savremenim uslovima primene tradicionalnih iskustava gradnje.*

Ključne reči: *zemlja, mešavina, prirodni dodaci*

1. UVOD

Ispitivanje mešavina zemlje sa drugim prirodnim materijalima zasnovano na tradicionalnim iskustvima treba da pokaže kako se može preciznije pripremljati i ugrađivati ova vrsta materijala uz manji utrošak energije i rada. Prema planu ispitivanje se vrši u više faza⁶. Prva faza ispitivanja provedena je kroz seriju eksperimenata u sklopu laboratorijskih vežbi sa studentima u okviru predmeta Tradicionalni materijali. Izrađeno je i ispitano nekoliko stotina uzoraka različitih mešavina koji su grupisani po sastavu. U ovom izveštaju prikazani su rezultati za jednu grupu uzoraka.

¹ Dr Ivan Hegediš, dipl. inž. arh., Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Srbija, tel: 024 554 300, e – mail: hege@tippnet.rs

² Arpad Čeh, dipl. inž. građ., Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Srbija, tel: 024 554 300, e – mail: ceh@gf.uns.ac.rs

³ Golub Karaman, dipl. inž. građ., Univerzitet u Novom Sadu, Građevinski fakultet Subotica, Kozaračka 2a, Subotica, Srbija, tel: 024 554 300, e – mail: golub@gf.uns.ac.rs

⁴ Edita Tenji, apsolvent, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija, edit@tippnet.rs

⁵ Danilo Vunjak, dipl.inž. građ., Institut za građevinarstvo i arhitekturu DOO, Kosančić Ivana 19, Novi Sad, Srbija, tel: 021/549-026, e – mail: danilovunjak@gmail.com

2. SASTAV MEŠAVINA

Kombinacija i količina mikroarmature je određivala i sastav i karakteristike uzoraka, kao i mogućnost primene za tradicionalnu gradnju, kako na našim prostorima, tako i šire. Mogućnost kombinacije zavisi od mesta ugradnje, raspoloživih materijala kao i potrebe za takvom vrstom gradnje i arhitektonskog uklapanja, ne remeteći tradicionalno okruženje.

Uzorci su spravljeni tako da je glina mešana sa vodom te dodatkom organske mikroarmature (seno) i čestica neorganskog sastava (mleveni crep, lomljena keramika) kao i dodavanja humusa. Sastav uzoraka je prikazan u Tabeli 1:

Tabela 1. Sastavi ispitnih mešavina zemlje

OZNAKE	KORIŠĆENI MATERIJAL	KOLIČINA (g)
CG1	glina	1700
	voda	250
	seno	1
CG2	glina	1700
	voda	250
	seno	2
CG5	glina	1700
	voda	275
	seno	5
CG10	glina	1700
	voda	250
	seno	10
HCG5	glina	1500
	humus	170
	voda	230
	seno	5 (2cm dužine)
HCG10	glina	1500
	humus	170
	voda	230
	seno	10 (2cm dužine)
HCG5N	glina	1530
	humus	170
	voda	230
	seno	5 (5cm dužine)
HCG10N	glina	1530
	humus	170
	voda	230
	seno	10 (5cm dužine)
CTG15N	glina	1530
	mleveni crep	170
	voda	300
	seno	5 (5cm dužine)

CRG15N	glina	1530
	lomljeni crep	170
	voda	300
	seno	5 (5cm dužine)
CTG55N	glina	1615
	lomljena keramika	85
	voda	300
	seno	5 (5cm dužine)
CRG55N	glina	1615
	mleveni crep	85
	voda	300
	seno	5 (5cm dužine)

3. PRIPREMA MEŠAVINA

U posudu je stavljena glina, nasuto seno, voda i ostali dodaci. Svi materijali su mešani dok se smesa nije sjedinila. Dobijena smesa stavljena je u kalupe, nabijena i poravnata sa gornje strane. Kalup je stavljen u pećnicu na temperaturi od 50°C (Slika 1.). Nakon toga se vrši ispitivanje dela dobijenih uzoraka u laboratoriji, a preostali deo se ostavlja da odleži u različitim vremenskim uslovima. Nakon određenog vremena, predviđenog planom ispitivanja (nakon 90 dana), možemo nastaviti ispitivanje i utvrditi karakteristike tako izloženih materijala u prirodnom okruženju, kao i nastaviti daljna istraživanja tokom protoka vremena.



Slika 1. Nabijanje smeše u kalupe, ravnanje gornje površine i stavljanje svih kalupa u pećnicu

4. REZULTATI

Nakon 90 dana na po 3 uzorka iz svake serije je ispitana zapreminska masa, vlažnost, čvrstoća pri zatezanju savijanjem i čvrstoća pri pritisku, rezultati su dati u Tabeli 2:

Tabela 2. Rezultati ispitivanja uzoraka držanih na 20 °C i RH 50% pri starosti od 90 dana

	Zapreminska masa [g/cm ³]	Apsolutna vlažnost [%]	Čvrstoća pri zatezanju savijanjem [MPa]	Čvrstoća pri pritisku f_p [MPa]
CG1	1,72	1,8	1,49	3,06
CG2	1,7	1,87	1,12	3,25
CG5	1,72	1,81	0,19	3,63
CG10	1,75	1,41	0,19	3,00
HCG5N	1,69	1,62	0,19	3,06
HCG10N	1,75	1,71	1,15	3,25
HCG10	1,7	1,61	0,19	2,94
HCG5	1,74	1,63	1,38	2,94
CRG15N	1,66	1,63	0,46	1,88
CTG55N	1,72	1,35	0,69	2,94
CRG55N	1,62	1,5	0,69	2,06
CTG15N	1,62	1,31	0,69	1,69

Pri starosti od 90 dana su 3 uzorka iz svake grupe stavljeni u sušaru, gde su potpuno osušeni na 105° C. Nakon vađenja iz sušare i hlađenja do temperature uzoraka od cca, 20°C, izmerena je njihova masa i ispitana je njihova čvrstoća pri pritisku (Tabela 3):

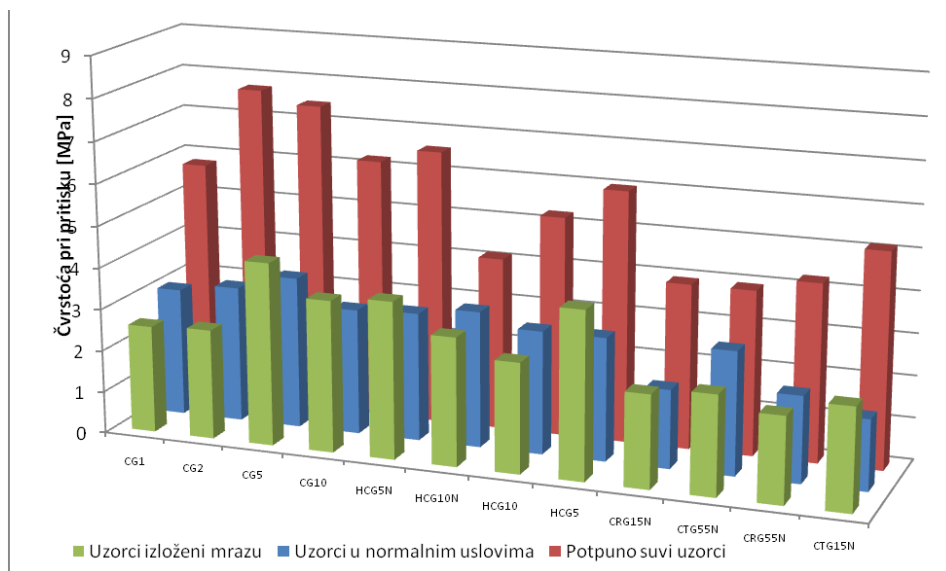
Tabela 3. Rezultati ispitivanja osušenih uzoraka pri starosti od 90 dana

	Zapreminska masa [g/cm ³]	Čvrstoća pri zatezanju savijanjem [MPa]	Čvrstoća pri pritisku f_{p0} [MPa]	Odnos čvrstoća pri pritisku f_p / f_{p0}
CG1	1,68	1,84	5,78	0,53
CG2	1,67	2,06	7,71	0,42
CG5	1,69	2,30	7,43	0,48
CG10	1,73	2,30	6,21	0,48
HCG5N	1,66	1,72	6,56	0,46
HCG10N	1,72	2,07	4,12	0,78
HCG10	1,67	2,30	5,25	0,56
HCG5	1,71	2,30	6,0	0,49
CRG15N	1,63	1,83	3,93	0,47
CTG55N	1,69	1,83	3,93	0,74
CRG55N	1,60	1,60	4,25	0,48
CTG15N	1,60	0,69	1,69	1,69

Treći set od 3 uzoraka iz svake grupe je bila izložena u klima-komori naizmeničnom mržnjenju na -20° C 5 sati i kravljenju na +25° C pri relativnoj vlažnosti sredine od 95% takođe 5 sati. Nakon 2 takva ciklusa na uzorcima sa približnom temperaturom od +25° C je izmerena je njihova masa i ispitana je njihova čvrstoća pri pritisku. U Tabeli 4. je pored navedenog data i promena čvrstoće pri pritisku nakon 2 ciklusa mraženja i kravljenja u odnosu na rezultate uzoraka iz normalne sredine.

Табела 4. Резултати испитивања узорака изложених мразњенју при старости од 90 дана

	Запреminsка маса [g/cm ³]	Absolutna vlažnost [%]	Љvrstoća при pritisku f_p^* [MPa]	Odnos щvrstoća при pritisku f_p^* / f_{p0}
CG1	1,76	0,98	2,56	0,84
CG2	1,74	0,93	2,62	0,81
CG5	1,67	0,97	4,37	1,21
CG10	1,69	1,15	3,62	1,21
HCG5N	1,59	1,0	3,75	1,22
HCG10N	1,89	1,05	3,06	0,94
HCG10	1,87	1,05	2,63	0,9
HCG5	1,85	1,04	4	1,36
CRG15N	1,69	0,95	2,22	0,56
CTG55N	1,72	0,95	2,38	0,81
CRG55N	1,74	0,92	2,06	1,0
CTG15N	1,65	0,94	2,43	1,44



Slika 2. Pritisne щvrstoće svih uzoraka u različitim uslovima sredine

5. ZAKLJUČAK

Karakteristike pojedinih uzoraka vezane za щvrstoću при pritisku, щvrstoću на zatezanje при savijanju, zapreminsку масу, како u сувом, тако i u vlažnom stanju direktno zavise od vlažnosti (kao општем nedostatku ovog materijala) ali i od količine i vrste dodataka koji značajno menjaju svojstva. Raznim kombinacijama mikrovlakana sa priručnim materijalom, možemo napraviti mešavinu koja odgovara datom mestu gradnje, zbog autohtonih materijala, sastava zemljišta i uslova gradnje.

Svakako da moramo imati u vidu sastav zemlje kao osnovnog materijala, na osnovu koga možemo poboljšavati karakteristike mešavine dodatkom različitih organskih i neorganskih mirovlakana, a to nam daje pretpostavku da napravimo materijal kakav odgovara tom podneblju i zbog toga što je građenje zemljom opravdano samo u lokalnim uslovima, jer je transport na veće daljine neekonomičan. Iz tog razloga i ovo naše spravljanje i ispitivanje različitih mešavina ide u prilog opravdanosti gradnje na samom pozajmištu zemlje kao osnovnog materijala i mikroarmature iz okoline, kao i prirodnim uslovima tokom gradnje i eksploatacije objekata.

LITERATURA

- [1] A. N. Gramlich: A concise history of the use of the rammed earth building technique including information on methods of preservation, repair, and maintenance, Graduate School of the University of Oregon, **2013**
- [2] J. Canivell, A. Graciani: Critical analysis of interventions in historical rammed-earth walls—military buildings in the ancient Kingdom of Seville, Seville University, Seville, Spain,
- [3] D. M. Escobar: Earth architecture, building with rammed earth in a cold climate, Chalmers, University of Technology, Gothenburg, Sweden, **2013**
- [4] G. Minke: Building with Earth, Design and Technology of a Sustainable Architecture, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel, Berlin, Boston, **2006**
- [5] G. T. Ciurileanu, I. B. Horvath: The use of cement stabilized rammed earth for building a vernacular modern house, Technical University of Cluj-Napoca, Received: February 15, **2012**
- [6] E. W. Simenson: Rammed earth: Fiber-reinforced, cement stabilized, B.S., University of Colorado Denver, **2011**
- [7] C. Zhou, Y. Liang: Review on technics of rammed earth wall, School of Architecture, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350108, P.R. China

RESULTS OF TESTING EARTH MIXTURES – FIRST REPORT

Summary: Testing the mixtures of earth with other natural materials based on traditional experience should demonstrate how they can be improved and built in using less energy and more effective. The first phase of testing was conducted through a series of experiments in the laboratory practice classes with students within the subject of traditional materials. Testing on a large number of specimens showed that different mixes of earth with natural additives of organic and inorganic origin can result a building material of enviable characteristics suitable to use in modern conditions incorporating traditional experiences of construction.

Keywords: earth, mixtures, natural additives