

# Izvođenje keramičarskih radova

---

**Kučko, Miroslav**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University North / Sveučilište Sjever**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:425740>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-18**



*Repository / Repozitorij:*

[University North Digital Repository](#)





Završni rad broj 243/GR/2015

## **IZVOĐENJE KERAMIČARSKIH RADOVA**

Miroslav Kučko, 4612/601

Varaždin, listopad 2015. godine



**Odjel za graditeljstvo**

**Završni rad br. 243/GR/2015**

# **IZVOĐENJA KERAMIČARSKIH RADOVA**

**Student**

Miroslav Kučko, 4612/601

**Mentor**

Mirna Amadori, dipl. ing. pred.

Varaždin, listopad 2015. Godine



## **Sažetak:**

**Naslov rada:** Izrada keramičarskih radova

**Autor:** Miroslav Kučko

**Mentor:** Mirna Amadori, dipl. ing. pred.

Danas keramičke pločice jedan su od nezamjenjivih građevinskih materijala, čemu pridonose visoke tehničke kvalitete koje uključuju čvrstoću i otpornost na različite vremenske uvjete. Svojim dizajnom, bojom, različitim veličinama i oblicima lako se uklope u svaki životni prostor. Sama postava pločica zahtjeva rad stručno osposobljene osobe zbog složenosti izvođenja same postave koja na kraju mora rezultirati kvalitetu i estetiku.

**Ključne riječi:** keramika, keramičke pločice, postavljanje keramičkih pločica, keramičarski radovi

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2. POVIJEST KERAMIČKIH RADOVA</b>	<b>3</b>
<b>3. PROIZVODNJA KERAMIČKIH PLOČICA</b>	<b>5</b>
<b>4. VRSTE KERAMIČKIH PLOČICA</b>	<b>12</b>
<b>5. FIZIKALNO- MEHANIČKA SVOJSTVA KERAMIČKIH PLOČICA</b>	<b>15</b>
<b>6. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA POSTAVE KERAMIČKIH PLOČICA</b>	<b>19</b>
<b>6.1. Postava keramičkih pločica</b>	<b>24</b>
<b>6.2. Primjeri postave keramike na hotelu Bellavue, Nimfa i         Koka - Vindija</b>	<b>26</b>
<b>7. ZAKLJUČAK</b>	<b>32</b>

# 1. UVOD

Kroz povijest čovjek je trajno nastojao uljepšati životni prostor, ali tako da bude siguran za zdravlje. Vođen tom potrebom proizveo je keramičke pločice prije više od 4000 godina. Najstarija tehnika proizvodnje počivala je na ručnoj izradi i oblikovanju. Pločice su se izrađivale od vlažne gline, potom su se sušile na suncu ili su se pekle. Proizvodnja je doživjela revoluciju 1840-ih uvođenjem metode prešanja suhe gline između dva metalna alata. Tim unapređenjem započinje mehanizacija proizvodnje. U posljednjih dvadesetak godina zabilježen je snažan tehnološki napredak, a proizvodnja keramičkih pločica postaje masovna. Danas europska industrija proizvodi oko četvrtine svjetske proizvodnje, a sve veći udio zauzima Kina.

Kada služe u funkcionalne svrhe, glavni zahtjevi za keramičke pločice su da se lako čiste, da su vodootporne i dugotrajne uz minimalno održavanje, također zbog svojih dobrih karakteristika keramičke pločice imaju prednost pred ostalim materijalima:

- mogućnost izbora najrazličitijih dimenzija, boja i dizajna
- visoka čvrstoća (trajnost)
- otpornost na habanje
- otpornost na kemikalije
- otpornost na vatru
- nema štetnog utjecaja na okoliš i na zdravlje

Keramičke pločice su oduvijek bile najbolje moguće rješenje kada se radi o oblaganju zidova i podova osobito u prostorijama gdje je velika mogućnost prodiranja vlage. Pločice se obično postavljaju u kupaonicama, garažama, kuhinjama a, ne rijetko u novija vremena i u dnevnim boravcima te ostalim prostorijama zbog svoje ljepote i ogromnog broja raznih dizajna. Samu postavu keramičkih pločica najbolje je prepustiti stručno osposobljenoj osobi. Treba zapamtiti sljedeća tri aspekta kod postave keramičkih pločica:

1. Nakon postavljanja pločica potrebno je određeno vrijeme da se vezivo dobro stvrdne, stoga nemojte odmah nakon polaganja hodati po pločicama ili na njih stavljati težak namještaj, bez zaštitnih dasaka.

2. Ako na upravo popločenoj površini treba se obaviti električni ili vodovodni posao, površinu treba dobro zaštititi kako bi se spriječilo oštećenje (ogrebotine).

3. Za čišćenje popločene površine koristi se odgovarajuće blagi deterdžent. Izbjegavati abrazivna sredstva za čišćenje.

Odabrana tema završnog rada je "Izvođenje keramičarskih radova", koja na konkretnim primjerima hotela Bellavue u Lošinj, hotela Nimfe u Živogošću i Koke u Varaždinu donosi pregled postave keramike na unutarnjim i vanjskim bazenima, te industrijskog poda. Postava keramike u bazenima oduvijek se smatrala najzahtjevnijim polaganjem jer kod bazena je nedopustiva pojava i najmanjih pukotina. S druge pak strane kiselo-otporni industrijski podovi tretiraju se drugačije od keramičkih podova u stambenoj zgradi. Njihovo ugrađivanje također je vrlo zahtjevno jer moraju zadovoljavati uvjete postojanosti na kemijska opterećenja, otpornost na teški promet, otpornost na statičko i dinamičko opterećenje, otpornost na abraziju i mraz, protukliznost, otpornost na termošokove i intenzivno pranje vrućom i hladnom vodom, lako održavanje i mogućnost popravka.

Završnim radom obradit će se sljedeća područja:

- povijest keramike
- proizvodnja keramičkih pločica
- vrste keramičkih pločica
- fizikalno-mehanička svojstva keramičkih pločica
- tehnologija izvođenja postave keramičkih pločica



## 2. POVIJEST KERAMIČKIH RADOVA

Naziv keramika dolazi od grčke riječi *keramikos* što označava glinu za lončarske predmete. Pojam keramičke tehnike također se izvodi iz grčkog jezika, što označava pečenje gline; odnosno proizvodnju posuđa, građevnog materijala i drugih proizvoda od gline, dobivenih pečenjem pri visokoj temperaturi.[1]

Razvoj keramike može se pratiti od pojave najstarijih kultura, pa tako povijest keramike možemo pratiti od starijeg kamenog doba; paleolitika (razdoblje od prije oko 2 000 000 god.pr.n.e. do 10 000 god.pr.n.e.). Jedan od najstarijih takvih pronalazaka je Vjestionicka Venera stara oko 25 000. godina koja se može vidjeti na slici 1.



*Slika 1. Vjestionicka Venera*

U mlađem kamenom dobu neolitiku (8 000 god.pr.n.e do 2 000 god.pr.n.e.), čovjek je počeo izrađivati posude od gline. Ljudi su se bavili lovom, a da bi taj ulov spremili, morali su napraviti posudu. U početku su koristili posude od pruća, a s vremenom su shvatili da je posuda čvršća ako ju oblijepe zemljom. Nakon što su otkrili vatru,

spoznali su da pruć u dodiru s vatrom izgori, a zemlja postaje tvrđa, postojanija i trajnija te se više ne može vratiti u prvobitno stanje.

Čovjek je oduvijek težio tome da si stvori ugodan i udoban prostor za život. Vođen tom potrebom proizveo je keramičke pločice prije više od 4 000 godina. U nekim od najstarijih piramida na svijetu, te u babilonskim i starim grčkim gradovima pronađeni su ostaci površina prekrivenih keramičkim pločicama. Dekorativne pločice pojavile su se na Bliskom Istoku, gdje su dugo vremena bile dostupne u više različitih uzoraka nego igdje u svijetu. U Perziji je dizajn dekorativnih pločica doveden gotovo do savršenstva.

Europljani su keramičke pločice počeli koristiti tek krajem 12. stoljeća. U Španjolskoj i Portugalu, te u renesansnoj Italiji keramičke pločice su postale poželjan dekorativni detalj bogatih domova. Mnoge europske crkve iz 13. i 14. stoljeća su popločene ukrasnim pločicama, a Nizozemska je u 17. i 18. stoljeću postala važno središte za trgovinu keramičkim pločicama. U 19. stoljeću u Britaniji počinje masovna proizvodnja keramičkih pločica zbog čega njihova popularnost još raste. U Francuskoj i Španjolskoj u to vrijeme se pločice počinju postavljati i na zidove i krovove. Masovna proizvodnja pločica u Engleskoj potaknuta je industrijskom revolucijom, a na prijelazu u 20. stoljeću titulu najvećeg proizvođača preuzela je Amerika.[2]

U Hrvatskoj su prvi keramički proizvodi vezani uz neolitičku starčevačku kulturu u sjevernim područjima i impresso keramičku kulturu na jadranskoj obali i u njezinu zaleđu. Obje se odlikuju jednostavnim, zatvorenim okruglim posudama, uglavnom pečenima oksidacijskim postupkom, što je davalo crvenkaste, žućkaste i oker tonove. Starčevačka keramika svoje posude ukrašavala je slikanim motivima, a jadranska impresso keramika koristila se isključivo utiskivanim i ubadanim ukrasima (osobito otiskivanjem ruba školjke). U rimsko su se doba uz keramiku uvoženu iz različitih dijelova Carstva razvijale i mnogobrojne lokalne, provincijske radionice.

U XIX. i XX. st. poznata središta keramičke proizvodnje bile su tvornice u Rijeci (do 1814. g.), Krapini (do 1866.g.) i Zagrebu. Kako nedostaje kvalitetnih sirovina za proizvodnju fine keramike (npr. kaolinske gline), danas je najviše zastupljena proizvodnja opeke i crijepa (tvornice u Karlovcu, Vinkovcima, Našicama i

Bedekovčini). Pločice se proizvode u Orahovici, a porculan i sanitarni proizvodi na temelju uvoznih sirovina u Zaprešiću.[3]

### 3. PROIZVODNJA KERAMIČKIH PLOČICA

Građevna keramika je skupni naziv za umjetne građevne materijale koji su dobiveni miješanjem gline s vodom, a zatim oblikovani na običnoj temperaturi i pečeni na visokim temperaturama. [4]

Keramički materijali imaju široku primjenu; od izrade građevinskih opeka, crjepova, sanitarne opreme, alata za rezanje metala, vatrostalnih obloga ložišta, vjetrobrana i stakala vozila, svjećica motora, dielektrika kondenzatora, senzora, magnetnih memorija.

Odlike keramike su:

- tlačna čvrstoća
- visoko talište
- otpornost prema djelovanju kemikalija

Loša strana je:

- krhkost

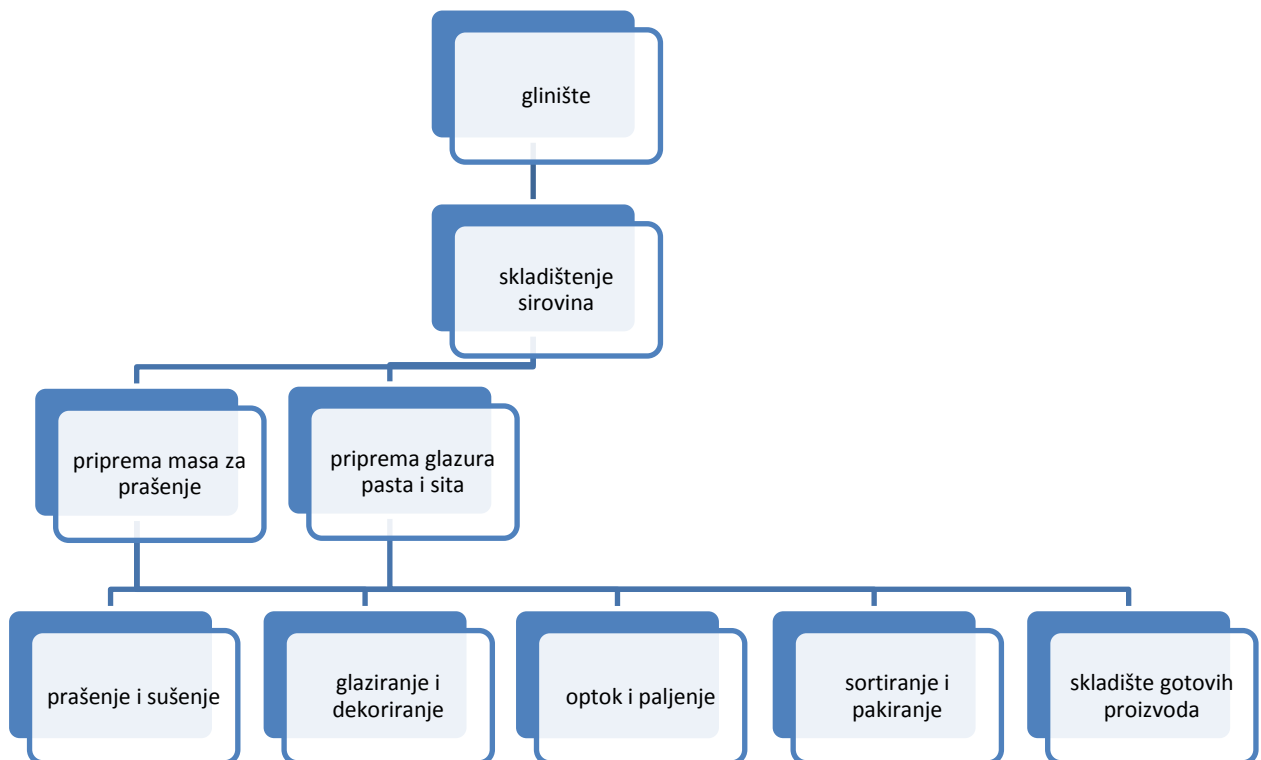
Proizvode dijelimo na:

- grubu poroznu keramiku (*opeke, crjepovi, glinene cijevi, ploče za podove i zidove i dr. građevinski materijal poput drenažnih cijevi*)
- finu neporoznu keramiku (*majolika ili fajansa, kamenina, kamenjača i porculan*)

Porozna keramika je ona koja upija više od 2% vode, a neporozna ona koja upija manje od 2% vode.

Proizvodnja pločica složen je i dugotrajan proces, sastavljen od niza tehnoloških postupaka:

- priprema sirovina
- oblikovanje
- sušenje sirovih pločica
- glaziranje
- paljenje
- sortiranje
- skladištenje gotovog proizvoda



*Shema 1: proces proizvodnje keramičkih pločica*

- **Priprema sirovina**

Sirovinska smjesa za proizvodnju keramičkih pločica se priprema od nekoliko komponenata: gline, dolomitnog mulja i kaoliziranog granita. Glina koja se eksploataira

s tvorničkog rudokopa slaže se u lotove, a nakon odležavanja, kamionima se transportira u natkriveno skladište. Ostale komponente za sirovinsku smjesu (dolomitni mulj i kaolizirani granit) se dopremaju u skladište sirovina u rasutom stanju. Materijal se skladišti u natkrivenom prostoru u boksovima ili silosima. Manje količine materijala (frite i pigmenti za glazuru) se dopremaju u vrećama ili spremnicima, a tekući materijali (elektrolit za bolju tečljivost keramičke suspenzije) u zatvorenim tankovima.

Priprema granulata za prešanje: omjer komponenata sirovinske smjese se provjerava vaganjem uzimajući u obzir sadržaj vlage materijala. Nakon vaganja, grubo usitnjeni materijali se melju mokrim postupkom (zajedno s vodom i elektrolitom) u bubnjastom mlinu s kuglama. Nakon mljevenja takav se preko sita odvodi u bazene gdje se miješa kako čestice stajanjem ne bi sedimentirale. Zatim se pumpa iz bazena visokotlačnom pumpom u raspršivač gdje se raspršuje pod određenim tlakom kroz mlaznice. Kapljice raspršivača dolaze u kontakt sa strujom vrućeg zraka. Sušenjem kapljica dobivaju se vrlo ujednačene, manje ili više sferične šupljikave granule sa malim sadržajem vlage. Toplinska energija potrebna za sušenje u raspršivaču dobiva se sagorijevanjem plina. Prilikom pripreme sirovine neizbježno dolazi do razvijanja određene količine vrlo sitne prašine. Kako bi se spriječile emisije prašine u okoliš, uštedile sirovine i poboljšala kvaliteta zraka u radnom prostoru, pročišćavanje zraka se izvodi sustavom otprašivača s vrećastim filtrima.

- **Oblikovanje keramičkih pločica**

Keramičke pločice se proizvode suhim prešanjem. Za postupak prešanja koriste se hidraulične preše velike snage i produktivnosti. Alat (kalup) preše se puni granulatom koji se preša pod određenim tlakom. Pri tome alat omogućava prešanje većeg broja pločica istovremeno.

- **sušenje sirovih pločica**

Prešane pločice se automatski uvode u dvokanalnu horizontalnu sušaru. Pločice se suše postupnim zagrijavanjem. Vrijeme sušenja ovisno je o vrsti pločice (za zidno ili podno oblaganje), odnosno o sadržaju vlage sirove pločice.

- **glaziranje**

Glazura se prosijava i prazni u bazen, puni u kade i vozi u odjel glaziranja. Pločice nakon izlaska iz sušare sustavom traka putuju po liniji za glaziranje te se na njih nanosi sloj engobe, a zatim sloj glazure. Pločice prolaze ispod sita za otiskivanje paste ili rotirajućih valjaka za dekoriranje na koje se nanosi uzorak. Nakon toga, pločice se putem remenja odvoze u vagone, koji se zatim prevoznicom odvoze do peći.

- **paljenje**

Paljenje pločica se odvija u jednokanalnim pećima u kojima se pločice prenose rotirajućim valjcima. Maksimalna temperatura paljenja je od 1050 -1200 °C.

- **sortiranje**

Pečene pločice se prevoze do linija za sortiranje pomoću AGW (automatski navođenim vozilom) ili LGW (laserski navođenim vozilom). Pakiraju se u kutije koje se slažu na drvene palete i zamataju folijom. Svaka keramička pločica i / ili ambalaža mora prije prodaje biti označena na odgovarajući način. Po standardu SIST ISO 13006: 1999 obvezatne su sljedeće oznake:

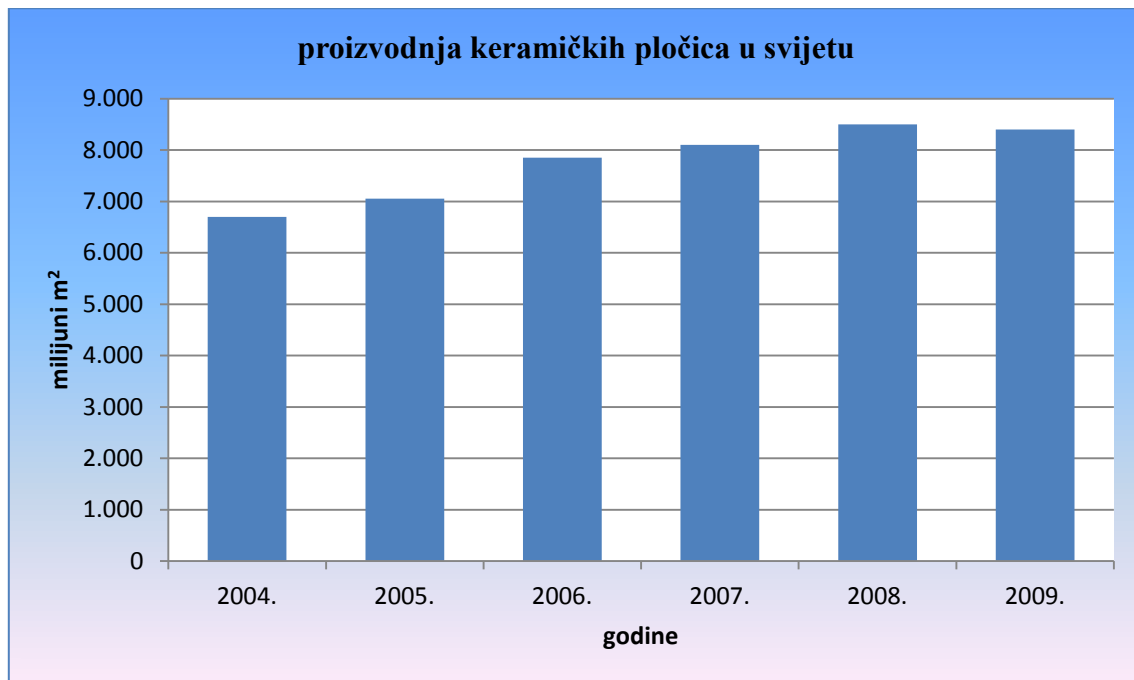
- oznaka proizvođača i / ili prodajna oznaka i država podrijetla
- oznaka kakvoće I. razreda
- tip pločice i pozivanje na službeni dodatak standardu SIST ISO 13006: 1999
- nazivna i proizvodna mjera i oznake za modularnu (M) i proizvodnu mjeru (W)
- tip površine, na primjer - glazirana (GL), ili neglazirana (UGL)[6]

- **skladištenje gotovog proizvoda**

Palete se viličarima odvoze u skladište. Spremne su za isporuku.

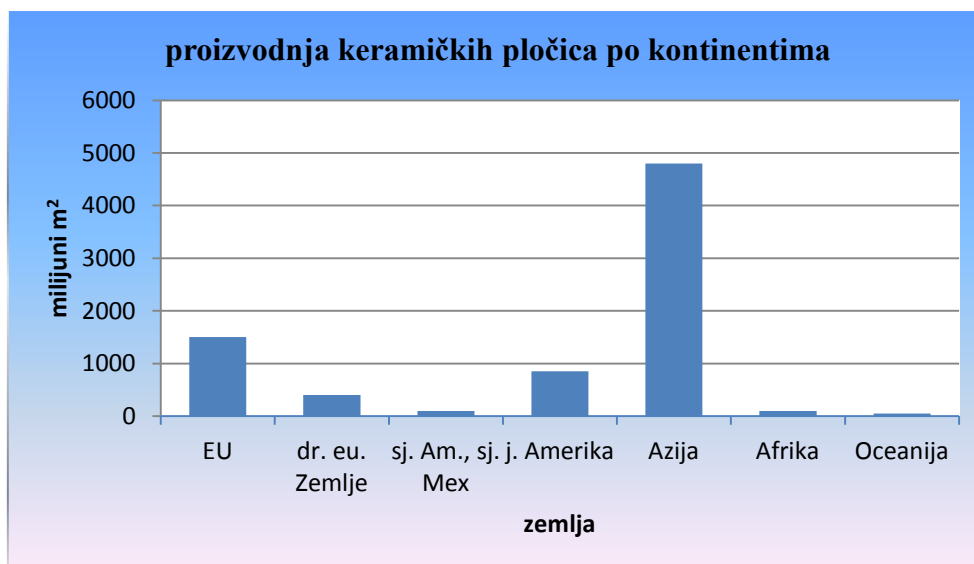
Keramičke pločice pripadaju među važne materijale koji se koriste u građevinarstvu za oblaganje podova i zidova u kupatilima i kuhinjama. Zadnjih godina važnost keramičkih pločica kao građevinskog materijala raste. Pločice su postale nezamjenjive zbog izuzetnih karakteristika tvrdoće, otpornosti i trajnosti, te iznimno sigurne higijenski za korištenje i zbog lakoće u održavanju u stambenim i poslovnim

objektima. Pločice se u novije vrijeme koriste za oblaganje podova u gotovo svim prostorijama stambenih objekata. Koriste se također za vanjska oblaganja fasada i terasa. Upravo zbog sve većeg korištenja pločica, kao građevinskog materijala, uočava se porast godišnje proizvodnje u svijetu. Proizvodnja keramičkih pločica u svijetu od 2003. do 2009. godine.[5]



*Grafikon 1: proizvodnja keramičkih pločica u svijetu od 2003. do 2009. godine.*

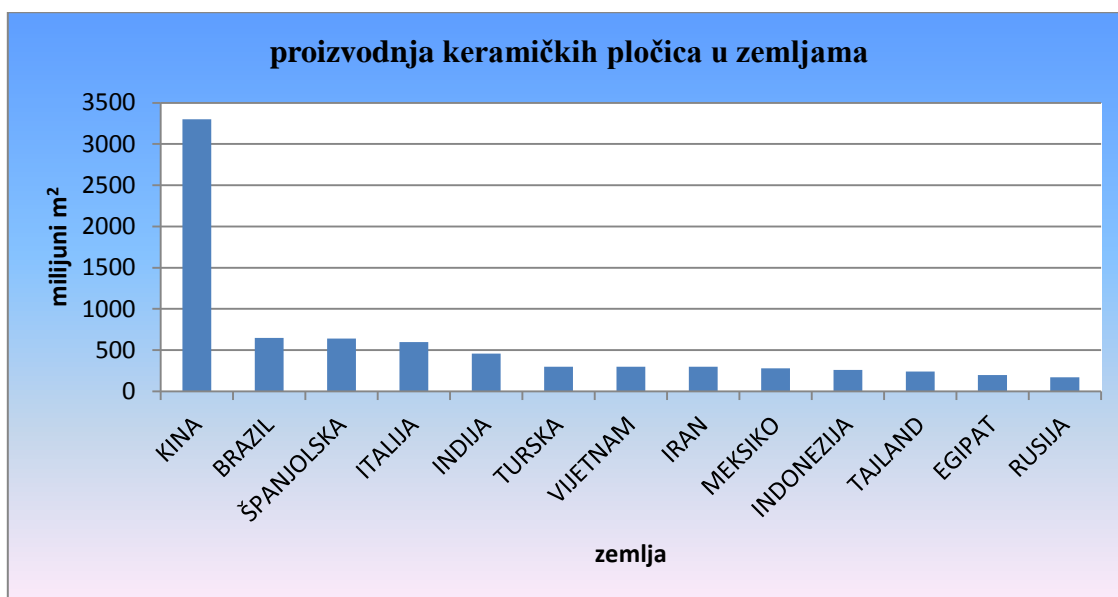
Na grafikonu se vidi da proizvodnja pločica u svijetu raste od 2003. do 2009. godine. U 2009. godini po prvi puta u povijesti proizvodnje pločica, proizvodnja je smanjena zbog recesije u odnosu na 2008. godinu. Tako proizvodnja pločica u svijetu u 2009. godini iznosi 8 515 milijuna m<sup>2</sup>, odnosno 0,1% manje od 8 520 milijuna m<sup>2</sup> proizvedenih u 2008. godini. Smanjenje proizvodnje je uzrokovano pojavom svjetske ekonomske krize i recesije u svijetu. Proizvodnja po kontinentima u svijetu u 2007. godini prikazana je na grafikonu 2.



*Grafikon 2: kretanje proizvodnje pločica po kontinentima u svijetu 2007. godine.*

Iz grafikona se vidi da najviše pločica proizvede Azija, zatim EU, južna Amerika, te ostale europske zemlje.

Na grafikonu 3 prikazana je proizvodnja u milijunima m<sup>2</sup> pločica proizvedenih u najvećim svjetskim proizvođačima keramike.



*Grafikon 3: proizvodnja keramičkih pločica u milijunima m<sup>2</sup> proizvedenih u zemljama najvećih proizvođača*



Iz priloženog grafikona možemo vidjeti da najviše pločica proizvodi Kina, a slijedi ju Brazil, Španjolska i ostale zemlje.

#### 4. VRSTE KERAMIČKIH PLOČICA

Najčešći oblici keramičkih pločica su:

- kvadrati (20x20, 30x30, 40x40, 120x60, itd.)



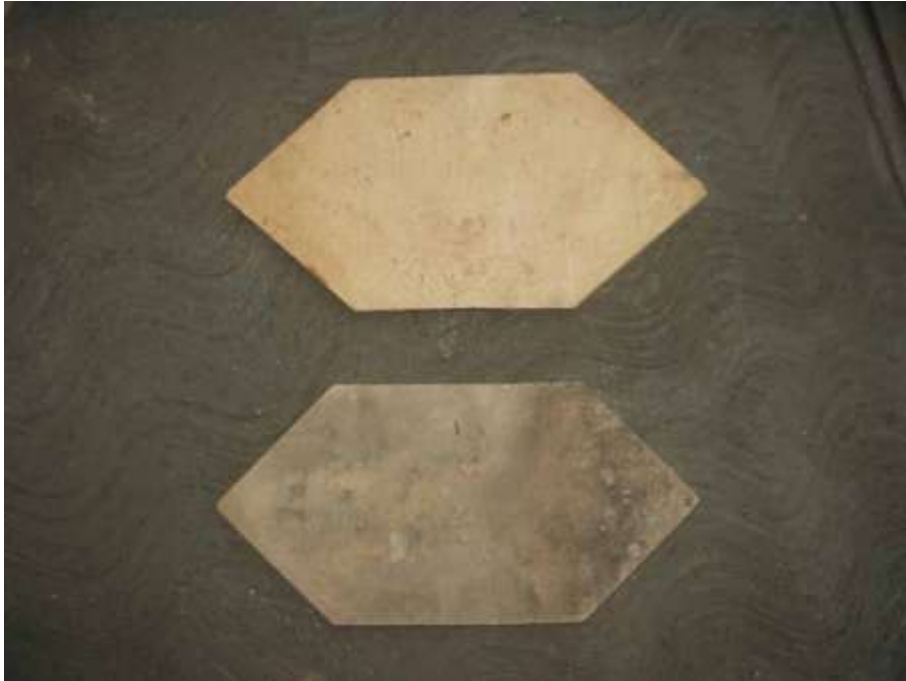
*slika 4.1. kvadratna podna pločica 30x30*

- pravokutnici (25x50, 25x60, 20x40, itd)



*slika 4.2. pravokutna zidna pločica 25x60*

- pojavljuju se i u svim ostalim oblicima, kao trokuti, krugovi, rombovi i sl. Takve pločice tvornički se vrlo rijetko proizvode jer se takve pločice na licu mjesta mogu oblikovati pomoću rezača pločica.



*slika 4.3. pločica u obliku romba*

Dimenzije variraju od svega nekoliko centimetara (mozaici) pa sve do pločica dimenzija koje se mjere u metrima. Debljina može biti od 5 mm za zidne pločice pa do preko 25 mm za neke vrste ekstrudiranih pločica.



*slika 4.4. mozaik pločica*

Osnovnu klasifikaciju pločica čine glazirane i neglazirane pločice, te prešane i ekstrudirane pločice.

Glazirane pločice imaju neprozirnu ili prozirnu glazuru koja je na tijelo nanescna postupkom pečenja čime nastaje ravna i nepropusna površina koja se može bogato ukrašavati. Neglazirane pločice nakon pečenja mogu se ostaviti neobrađene, pri čemu boju i teksturu dobivaju zahvaljujući sirovini koja je korištena za njihovu izradu, a mogu se bojiti primjenom oksida koji se disperziraju u tijelu. Prešane ili ekstrudirane su pločice od prirodne gline. Prešane pločice oblikovane su postupkom prešanja pri čemu se fino mljeveni materijal pod visokim tlakom prije pečenja oblikuje u kalupima. Ekstrudirane pločice oblikovane su postupkom ekstruzije (istiskivanja) pri čemu se sirovi materijal prije pečenja u plastičnom stanju istiskuje u dugu ploču koja se potom reže na potrebne dimenzije.

## 5. FIZIKALNO-MEHANIČKA SVOJSTVA KERAMIČKIH PLOČICA

Osim po veličini, obliku i dizajnu, pločice se razlikuju po svojim tehničkim karakteristikama koje su ujedno i osnovne smjernice za njihov odabir – bilo da se radi o oblaganju poda ili zida, vanjskoj ili unutrašnjoj upotrebi odnosno prostoru izloženom utjecaju niskim temperaturama, kemikalijama ili habanju.

Fizikalno mehanička svojstva određena su normom HRN EN 14411:2006 [7] za pojedinu grupu pločica.

- **tlačna čvrstoća**

Keramička pločica je proizvod koji prema svojim namjenskim karakteristikama treba biti otporan na lomljenje i pucanje, odnosno proizvod koji treba biti čvrst. Čvrstoća pločica se nalazi napisana na pakovanju. Prešane glazirane pločice SIST EN 14411 – dodatak K – skupina B II b imaju čvrstoću pritiska  $> 25\text{N/mm}^2$ , a prešane glazirane pločice SIST EN 14411 – dodatak I – skupina B III imaju čvrstoću pritiska  $> 20\text{N/mm}^2$ . Prema tvrdoći, keramičke pločice dijelimo na pet grupa; prva i druga grupa su takozvane meke pločice koje ne podnose velika opterećenja stoga su pogodne za oblaganje zidova. Treća grupa je nešto što bismo mogli nazvati "zlatnom sredinom", dok su četvrta i peta najskuplje, ali i najotpornije te su idealne za postavljanje na podove.

- **upijanje vode i otpornost na smrzavanje**

Upijanje vode je karakteristika koja pokazuje razinu poroznosti pločice. Veće upijanje vode označava veći porozitet i obratno, manje upijanje znači da je struktura kompaktnija. Upijanje vode prema 1a skupini iznosi 0,5%, prema 1b skupini 0,5-3%, prema 2a skupini 3-6%, 2b skupini 6-10% i 3. skupina preko 10%. Pločice s malom apsorpcijom vode (E 3%) otporne su na smrzavanje. Otpornost na smrzavanje bitna je karakteristika pločica za vanjsko oblaganje. Unutarnje se pločice mogu postaviti samo u interijere, a vanjske pločice se uz eksterijere mogu postavljati i u unutarnje prostore. Najvažnija razlika je u njihovoj otpornosti na temperaturne razlike i apsorpciju vode (unutarnje pločice više upijaju vlagu), te se u eksterijere mogu postavljati samo pločice koje zadovoljavaju osnovni zahtjev otpornosti na smrzavanje

– tzv. gres pločice. Gres pločice se uglavnom ne glaziraju, manja je varijacija boja, te su u pravilu tvrđe i otpornije, stoga su i primjerene za eksterijer.

- **Otpornost na klizanje**

Kako pločice mogu biti skliske obvezan izbor za podove su strukturirane pločice koja imaju protuklizna svojstva. Kod otpornosti keramičkih pločica na klizanje govorimo o koeficijentima trenja koji se kreću od R9 do R13. Preporuča se da pločice koje imaju koeficijent R9 postave kod stambenih objekata i škola. R10 u kupaonice, skladišta te garaže, R11 za mljekare i hladnjače, R12 za industriju, R13 područja s posebnim zahtjevima. Koeficijent trenja ( $\mu$ ) kod opasnog klizanja iznosi  $\mu \leq 0,19$ , a kod prevelikog klizanja  $0,20 \leq \mu \leq 0,39$

- **otpornost na kiseline i lužine**

Otpornost glazure na utjecaj kiselina i lužina, posebno dolazi do izražaja kod postave industrijskih podova. Kiselo otporni industrijski keramički podovi moraju se s obzirom na uvjete primjene tretirati potpuno drugačije od keramičkih podova u stambenoj izgradnji.

- **otpornost na kemikalije koje se koriste u domaćinstvu**

Otpornost glazure na kemikalije i lužine koje se koriste prilikom čišćenja u domaćinstvu, međutim čvrsta nepropusna površina pločica sprečava naseljavanje plijesni, gljivica ili mikroorganizama i može se jednostavno čistiti vodom bez dodataka kemikalija.

- **otpornost na trošenje (habanje)**

PEI - klasifikacija glaziranih podnih pločica u odnosu na njihovu otpornost prema habanju

- Kategorija 0 - sjajne pločice ove kategorije ne preporučujemo za podne obloge.
- Kategorija I - prikladno za podove, gdje se pretežno hoda mekanim potplatama ili bosih nogu, bez prisutne prljavštine (npr. Kupaonice i spavaće sobe, bez neposrednog pristupa izvana).

- Kategorija II - prikladno za podove, gdje se hoda mekanim ili normalnim potplatama, te gdje samo povremeno dođe do manje količine prljavštine, koja bi mogla oštetiti pločice (npr. Za boravak; nije prikladno za kuhinje, hodnike ili prostorije koje su češće prohodne.) Nije Prikladno za rustikalne potplate, kao što su npr. potkovane cipele.
- Kategorija III - prikladno za podove, gdje se hoda normalnom obućom i gdje je moguća manja količina prljavštine, koja može oštetiti pločice (kuhinje, hodnici, prolazi, balkoni, lože i terase). Nije prikladno za rustikalne potplate, kao što su npr. potkovane cipele.
- Kategorija IV - prikladno za podove, gdje je redovito opterećenje hodanja i gdje je prisutna prljavština, koja može oštetiti pločice; uvjeti su oštriji nego u kategoriji 3 (npr. ulazi, javne kuhinje, hoteli, izložbene i prodajne sale).
- Kategorija V - prikladno za podove sa stalnim velikim prohodnim opterećenjem i prisutnom prljavštinom, znači u najgorim mogućim uvjetima u kojima su keramičke pločice primjerene (npr. javna područja, kao što su trgovački centri, zrakoplovne i hotelske prostorije, javne pješačke staze i u industrijske svrhe).<sup>1</sup>

- **otpornost na abraziju**

Otpornost na abraziju glaziranih pločica je jedan od parametara pri donošenju odluke pri odabiru odgovarajuće pločice. Otpornost na abraziju označava otpornost pločica na mehaničko habanje i trošenje. Što je veća izloženost poda mehaničkom utjecaju i zagađenju i većem prometu, to je potrebna veća otpornost na abraziju.

Fizičko-mehanička svojstva keramičkih pločica vezana su za odabir ljepila. U unutarnjim prostorima obično vladaju ujednačeni klimatski uvjeti s malim razlikama u temperaturi. Za opterećenje u stambenim prostorima u pravilu su dovoljna obična cementna ljepila razreda C1 (npr. KERABOND). Podne površine javnih, trgovačkih i industrijskih objekata izložene su većim opterećenjima koja zahtijevaju uporabu poboljšanih cementnih ljepila razreda C2. Ukoliko obloga bude izložena velikim

---

<sup>1</sup> Ovo razvrstavanje se koristi kao okvirna smjernica i nije jamstvo za precizne proizvodne specifikacije .

mehaničkim opterećenjima, npr. u skladišnim prostorima, važno je postići potpunu zalijepljenost keramičkih pločica na podlogu, bez praznina koje bi mogle uzrokovati oštećenja završne obloge od keramičkih pločica. Ako bi obloga bila izložena kemijskim opterećenjima, moramo provjeriti smije li se upotrijebiti ljepilo na cementnoj osnovi. Ukoliko su opterećenja prevelika, morat ćemo koristiti ljepilo otporno na kiseline na osnovi reakcijskih smola. Takva ljepila su označena slovom R (npr. KERAPOXY).



## 6. TEHNOLOGIJA IZVOĐENJA POSTAVE KERAMIČKIH PLOČICA

Keramičarske pločice sastavni su dio čovjekove svakodnevnice i danas se javljaju kao najčešći korišteni proizvod za oblaganje zidova i podova. Prije početka radova potrebno je upoznati i pripremiti pribor koji se koristi u izradi keramičarskih radova.

- **Rezač pločica**

Najvažniji alat jest rezač za pločice, koji se može vidjeti na slici 2.1. Glavne karakteristike su mu preciznost, praktičnost i mala težina. Samo se rezanje vrši na način da na „licu“ (glazuri) pločice, odmjeri se potrebna širina ili dužina, uzme se u obzir širina fuge i ravnalom se zacrta. Najprije valja krajeve pločice po crti zarezati malo jače kako se oni ne bi otkrhnuli ili pločica nepravilno pukla, a onda učini rez po sredini.



*slika 6.1.: rezač pločica, rezač pločica za vodu*

- **“Gleter”**

Na pripremljenu podlogu nanosi se odgovarajuća smjesa pomoću “gletera” koji može biti ravni ili nazubljeni. Pomoću nazubljenog “gletera” nanosi se smjesa na površinu i skida se višak.



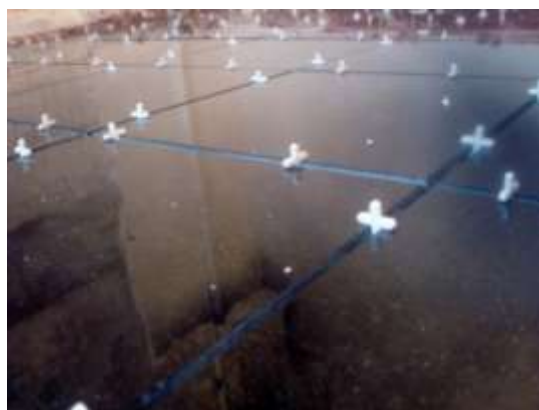
*slika 6.2.: ravni "gleter"*



*slika 6.3.: nazubljeni "gleter"*

- **Križići**

Križićima za pločice postiže se jednak razmak između pločica, odnosno smanjuje se klizanje svježe postavljanih pločica. Postoji i inovativan sustav niveliranja kod postavljanja materijala srednjih i velikih debljina 2 do 40 mm.



*slika 6.4.: križići za pločice*



*slika 6.5.: nivelatori*

- **Libela – vaservaga**

Kod postavljanja pločica potreba je vaservaga kako pojedina pločica nebi stršala iznad ostalih.



*slika 6.6.: vaservaga*

- **Gumeni čekić**

Gumeni čekić koristi se za "fino podešavanje" ležišta keramičkih pločica.



*slika 6.7.: gumeni čekić*

- **Kadica za pranje**

Kadica za pranje koristi se za čišćenje ostatka ljepila i mase za fugiranje sa zidova i podova.



*slika 6.8.: kadica za pranje*

Od ostalog pribora, još je potrebno:

- metar
- kliješta
- spužva
- kanta s vodom
- "gleter" za fugiranje



*slika 6.9.: metar, kliješta, spužva, gumeni "gleter"*

Tehnologija postave keramičkih pločica je široka i obilna tema, a u ovom radu predstaviti ću osnovne pojmove vezane za postavu keramičkih pločica .

Prvi dio posla odabir je željene vrste keramike. Drugi dio posla, odnosno sama postava, vrlo je bitna jer se keramičke pločice zbog svoje cijene i složenosti postave kao i zbog dugotrajnosti ne isplati mijenjati često.

Temeljni preduvjet za profesionalno polaganje pločica je čvrsta, čista, suha, nesmrznuta, dovoljno nosiva i ravna podloga, bez ostataka oplatnih ulja i bez pukotina. [8] Podloga treba nositi keramiku i ukoliko ona nije pripremljena svi daljnji radovi će biti uzaludni. Manje neravnine je moguće ispraviti u procesu lijepljenja, ali veće bi trebalo ispraviti prije postave. Za ravnanje zidova se koriste razne vrste žbuke ili gipsane ploče a, za pod samonivelirajuće izravnavajuće mase. Da bi kontakt ljepljiva i podloge bio bolji preporuča se nanošenje odgovarajućeg prajmera prije lijepljenja. Za različite vrste podloga i različite namjene postoje i različita ljepljiva za

postavu keramike i tih savjeta proizvođača kao i upute za pravljenje bi se trebalo strogo pridržavati. Ljepila za keramiku se dijele u nekoliko osnovnih skupina:

- Prva skupina su osnovna ljepila za keramiku namijenjena za postavu u unutrašnjosti prostora na podloge kao što su žbuka, knauf ploče, cementna glazura. Njima se mogu lijepiti klasične zidne i podne porozne pločice.
- Za vanjsku uporabu se koriste ljepila koja sadrže dodatke koji poboljšavaju njegova vezivna svojstva i u težim vremenskim uvjetima.
- Fleksibilna ljepila se koriste u slučajevima kada je jedna ili obje površine neupijajuće ili slabo upijajuća što je slučaj recimo kada se radi postava nove preko stare keramike. Koriste se za unutarnju i vanjsku uporabu, izvrsno je za postavu pločica iznad podnog grijanja.
- Ljepilo za mramorne ploče s poboljšanim vezivnim svojstvima.
- Bijeli ljepilo za postavku pločica, mozaika.
- Dvokomponentno, poboljšano ljepilo na cementnoj osnovi s brzim vezanjem i hidratacijom za polaganje pločica i proizvoda od kamena (za nanose debljine do 10 mm).

Prije postave bi trebalo napraviti plan lijepljenja gdje se određuje smjer i način polaganja keramike (dijagonalno, vodoravno ili uspravno), određuje širina fuga i početni red koji određuje cijelu postavu. Postavljanje keramičkih pločica uvijek počinje u sredini prostorije. Da bi se pronašla središnja točka, razapne se špaga između kutova prostorije. Tada između drugih kutova. Obilježi se centar na sjecištu. To je sredina prostorije. Ako je soba nepravilnog oblika, odabere se jedan zid kao osnovni zid i počne se radite od njega. Tada se treba odlučiti za poziciju prve pločice, koji će odrediti položaj svih drugih pločica u prostoriji. Zadnja pločica u svakom redu skroz naokolo morat će se rezati na veličinu. Pažljivo treba izračunati površinu koja će se popločiti, uz preporuku 10% dodatne količine keramičkih pločica. Treba izbjegavati da se pri krajevima zidova ili podova pojavljuju uski dijelovi pločica jer keramičarima otežavaju rad, povećavaju predviđeni rastur keramike i vizualno narušavaju izgled. Ukoliko je u radove uključen projektant keramičari od njega dobivaju projekt sa riješenim detaljima postave.

## **6.1. Postava keramičkih pločica**

Najčešće podloge na koje se lijepe pločice su žbuka, estrih, beton, gips, kartonske ploče, postojeća keramička obloga i iverica.

- **Polaganje keramičkih pločica na beton**

Keramičke pločice se mogu postavljati na beton minimalno tri mjeseca nakon sušenja betona. Beton prilikom sušenja gubi na volumenu, odnosno dolazi do stezanja uslijed čega nastaju naponi koji nadmašuju čvrstoću ljepila pa mogu uzrokovati pucanje pločica. Na pravilno pripremljenu podlogu se nanosi odgovarajući ljepilo nazubljenim gleterom i u njega se utiskuje pločica. Preporučljivo je da se na poleđinu pločica većih formata namaže ljepilo prije polaganja u ljepilo.

- **Polaganje keramičkih pločica na estrih**

Od cementnog estriha vrijeme sušenja iznosi minimalno 28 dana, odnosno 8 dana ukoliko se radi o brzo vezujućem estrihu. Po tehničkim pravilima normalno sušenje iznosi 10 – 15 dana po 1 cm debljine estriha. Ovisno o dobu godine i temperaturi period sušenja se smanjuje odnosno povećava.

- **Polaganje keramičkih pločica na žbuku**

Keramičke pločice se mogu polagati najranije sedam dana nakon nanošenja cementne žbuke. Kod žbuka koje sadrže gips, polaganje keramike može započeti oko 5 tjedana nakon žbukanja (ovisno o godišnjem dobu), a preostali postotak vlage smije iznositi najviše 3% (mjerjenje CM metodom).

- **Polaganje keramičkih pločica na gips-kartonske ploče ili ploče od iverice**

Za lijepljenje pločica koristi se fleksibilno ljepilo. Na podlogu se prije lijepljenja nanosi sredstvo za podloge. Za fugiranje se koristi specijalna masa za fugiranje, a dilatacijske fuge se popunjavaju odgovarajućim trajno-elastičnim kitom.

- **Postavljanje keramičkih pločica na stare keramičke obloge**

Keramičke pločice se mogu lijepiti na postojeće pločice samo ako se one dobro zalijepljene na podlogu. Staru keramičku podlogu najprije treba očistiti od masnih naslaga te maksimalno oštetiti površinu starih pločica. Nakon toga, prije lijepljenja potrebno je nanijeti sredstvo za podloge. Kada je premaz sasvim suh pločice se lijepe fleksibilnim ljepilom uz poštivanje uputa proizvođača.

Kada se dođe do kraja zida ili poda pločica se reže na potrebnu dimenziju strojem za rezanje pločica. Rezana strana uvijek bi trebala biti prekrivena bilo sa lajsnom ili sokl (podnožak) ( u slučaju podnih pločica ), bilo cijelom pločicom na susjednom zidu (u slučaju zidnih pločica). Na mjestima gdje se pojavljuju izvodi za vodu i kanalizaciju ili za struju potrebno je u pločici napraviti otvor odgovarajuće veličine.

## **6.2. Primjeri postave keramike na hotelu Bellavue, Nimfa i Koka – Vindija**

S hotelom Bellavue krenulo se u rekonstrukciju na jesen 2014. godine, što je uključilo povećanje samog postojećeg objekta; dogradnje na krovu, izgradnja wellnes zone i uređenje okoliša. Radovi na kojima sam prisustvovao uključivali su radove na unutarnjem bazenu koji je karakterističan po grijanoj morskoj vodi, te vanjskom bazenu također s morskom vodom i sunčalištu.



*slika 6.2.1.: unutarnji bazen hotela Bellavue pripremljen za izolacijske radove*



Prije početka izolacijskih radova bazen smo poravnali odgovarajućim cementnim reparaturnim mortom i izravnavajućom masom. Na slici 4.2.1. vidimo bazen koji je pripremljen za izolacijske radove. Podloga na koju stavljamo izolaciju mora biti potpuno očišćena i suha. Za izolacijske radove smo koristili ardex hidroizolacijske proizvode.<sup>2</sup> Ardex hidroizolacijski proizvodi miješaju se samo s vodom dok kod drugih materijala postoji posebna tekućina za miješanje. Najprije smo izolirali zidove bazena, a zatim pod bazena. Zidove bazena prekrili smo hidroizolacijskom masom pomoću gletera. Nakon što smo nanjeli prvu "ruku" (sloj) te kada se hidroizolacija posušila to smo još ponovili dva puta. Tada smo nanjeli hidroizolacijsku traku između spoja zida i poda bazena te pregletali hidroizolacijskom masom u 3 sloja. Potom smo krenuli izolirati pod. Pod smo izolirali u tri sloja. Kad se bazen potpuno osušio, izvođač radova potpuno je napunio bazen vodom te je voda stajala u njemu dva dana. Time se je ispitala vodopropusnost bazena. Bazen se ispraznio te se krenulo u postavu mozaika u bazenu.



*slika 6.2.2.: sadašnji izgled unutarnjeg bazena hotela Bellavue*

---

<sup>2</sup> Pri korištenju ardex hidroizolacijske mase netreba se koristiti ribice mrežica.

Rekonstrukcija na hotelu Nimfa uključila je širenje soba, zamjenu postojeće infrastrukture, te kompletno preuređenje svih zajedničkih prostorija hotela i gradnju vanjskih bazena.

Radovi na bazenu hotela Nimfa u početnoj fazi razlikuju se od radova na hotelu Bellavue u par koraka. Hidroizolacijski materijali bili su od talijanskog proizvođača MAPEI. Kod postavljanja hidroizolacije koristio se dvokomponentni materijal (prah+tekućina) Mapelastic. Prije nanošenja Mapelastica stavlja se tzv. ribic mrežica, dok kod bazena u hotelu Bellavue ona nije korištena. Ostali radovi slijede po primjeru hotela Bellavue.



*slika 6.2.4.: Postavljanje hidroizolacije na vanjskom bazenu hotela Nimfe*



*Slika 6.2.5.: postavljanje mozaika na vanjskom bazenu hotela Nimfe*

Za razliku od postave i samog fugiranja pločica kod kupaone, kuhinje, terase ili bazena, postava industrijske keramike je nešto drugačija. U industrijskoj keramici koriste se kiselo otporne pločice, debljine od 10 do 30 mm, te su mnogo čvršće od običnih pločica. Za fugiranje tih pločica koriste se kiselo otporni kitovi na bazi epoksidne smole. Razliku postave takvog poda pokazati ću na primjeru "Koke – Varaždin".

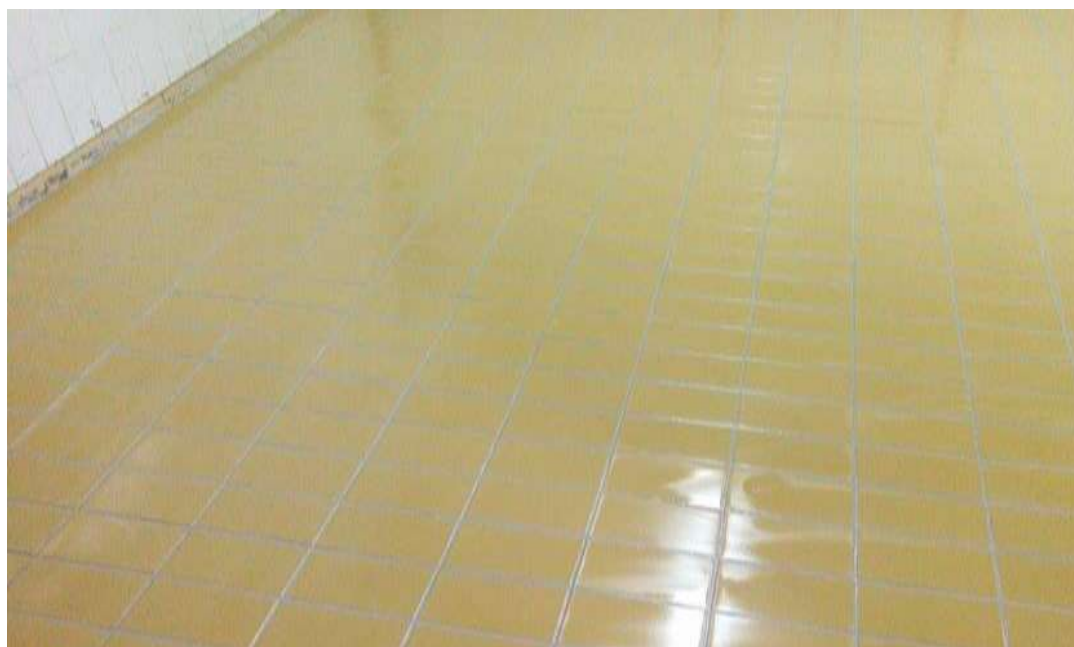
Prije početka same postave podova, oni moraju biti očišćeni te se trebaju premazati prajmerom zbog boljeg prijanjanja ljepila i betona. Potom se izmiješa ljepilo u ovom slučaju Granirapid dvokomponentno ljepilo (prah+tekućina). Naprave se "platljini" te se uzme aluminijski profil na kojem su već prethodno nacrtane dimenzije pločica i fuga. Fuge u ovom slučaju su od 0,5 – 1 cm. Na "platljine" se stavi aluminijski profil i pločice se polažu na ljepilo kojeg smo prethodno s nazubljenim gleterom nanjeli na betonsku podlogu. Po završetku postave slijedi fugiranje, a fugiranje slijedi tek nakon 48 sati.

Samo fugiranje je proces u tri koraka. Prvo se zamiješa kiselo otporni kit u ovom slučaju Habenit 63 te se s gleterom premažu pločice. Nakon nekog vremena se zafugirani pod poškropi toplom vodom te sa džogerom odstrani višak kita i zaglade fuge (tzv. zaribavanje). Opet se uzme topla voda i sa džogerom sve se opere. Kod

fugiranja treba biti jako oprezan jer ako se predugo pusti kit na pločicama ne može se skinuti, tj. može samo uz pomoć solne kiseline.



*slika 6.2.6.. postava industrijske keramike Koka – Varaždin*



*slika 6.2.7.: zafugirani industrijski pod*

Nakon postavljanja pločica, pločice se ostavljaju da se suše 2-3 dana, nakon čega slijedi fugiranje. Minimalna širina fuge je naznačena na kartonskoj ambalaži pločica. Širina fuge kreće se uglavnom od 1 mm pa sve do 10 mm, ali najčešće fuge su od 2-3 mm. Za fugiranje treba koristiti specijalne mase za fugiranje pojedinih tipova pločica i pridržavati se uputa proizvođača. Prije fugiranja potrebno je očistiti fugu od prašine i mase za lijepljenje. Fugu je potrebno u potpunosti ispuniti masom kako bi se spriječilo pucanje fuge i vlaženje pločica preko fuge. Za postizanje ujednačenih fuga, koriste se križići za tu namjenu. Pored klasičnih praškastih fugir masa u koje se pri pravljenju dodaje voda postoje i epoksoidne koje se ne razrjeđuju s vodom već se koriste izravno iz ambalaže. Takve fugir mase imaju odlične fizičko - kemijska svojstva pa se uglavnom koriste u industriji i bazenima . Keramičari ih u praksi izbjegavaju jer su teške za rad , brzo se suše , teže se apliciraju i brišu . U fugir mase se mogu dodati i šljokice u različitim bojama koje mogu doprinijeti efektnosti i izgledu. Fugirati se može kadicom za fugiranje , ali može se i i prstom. No, postoji opasnost od ozljede ako pločice imaju ošte rubove. Masi za fugiranje treba oko sat vremena da se stvrdne, a zatim se pločice obrišu te treba skinuti višak mase s vlažnom krpom, ali ne premokrom. Preporuča se izbjegavanje hodanja po podu slijedeća dva dana.

## 6. ZAKLJUČAK

Keramičke pločice predstavljaju atraktivan i skoro nezamjenjiv keramički građevinski materijal, za oblaganje unutrašnjih i vanjskih zidnih i podnih površina u stambenim, industrijskim i drugim građevinskim objektima.

Ovim završnim radom prikazana je povijest keramike, odnosno keramičkih pločica kao građevinskog materijala od svojih samih početaka pa sve do današnje uporabe.

Kao što za svake radove u građevini trebaju potrebni alati, tako i u keramičarskim radovima koristimo primjerene alate za rad; od rezača pločica, gumenog čekića pa sve do popratnog pribora kao što su metar, spužve i sl.

Sama proizvodnja keramičkih pločica složen je i dugotrajan proces za razliku od same postave keramičkih pločica. Postava pločica sastoji se od tri faze; pripremanje podloge, postava keramike i fugiranje keramike a, svaka faza karakteristična je sama po sebi, što se vidi na primjeru postave bazena i industrijskog poda.

Sam obračun keramičarskih radova ovisi o vrsti pločica, kvaliteti pločice te o samoj površini na kojoj će se ona primijeniti.

Ljepota i trajnost dobivene površine ovise o tome s koliko profesionalnosti i pažnje pristupa se polaganju pločica kao i o njihovom kasnijem održavanju.

Varaždin, rujan 2015

Miroslav Kučko

## Literatura:

[1] V. Hocenski, Novi pristup smanjenju keramičke industije na okoliš temeljen na neuronskim mrežama, disertacija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2012.

[2] Usp. A. Kovačec, Hrvatska enciklopedija, Čakovec, 2003.

[3] Usp. August Kovačec, Hrvatska enciklopedija, Čakovec, 2003.

[4] M. Mikoč, *Građevni materijali*, Osijek 2006.

[5] V. Hocenski, Novi pristup smanjenju keramičke industije na okoliš temeljen na neuronskim mrežama, disertacija, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb, 2012.

[6] <http://www.keramika-modus.hr/proizvodnja/sortiranje-i-pakiranje-keramickih-plocica-26-12> dostupno 9.8.2015.

[7] Tehnički propis o građevnim proizvodima ("Narodne novine", br. XX/10)

[8] [http://www.samoborka.hr/upload/dokumenti\\_i\\_cjenici/brosura\\_keramicki\\_radovi](http://www.samoborka.hr/upload/dokumenti_i_cjenici/brosura_keramicki_radovi) dostupno 9.8.2015.

## Popis slika:

**slika 1.: Vjestonicka Venera** Izvor:

[www.google.hr/search?q=vjestonicka+venera&espv](http://www.google.hr/search?q=vjestonicka+venera&espv) dostupno 8.8.2015.

**slika 4.1.:** kvadratna podna pločica 30x30 Izvor: <http://www.keramika-modus.hr/vrste-i-dimenzije-vp-27> dostupno 31.8.2015.

**slika 4.2.:** pravokutna zidna pločica 25x60 Izvor: <http://www.keramika-modus.hr/vrste-i-dimenzije-vp-27> 31.8.2015.

**slika 4.3.:** pločica u obliku romba Izvor: <http://www.keramika-modus.hr/vrste-i-dimenzije-vp-27> dostupno 31.8.2015.

**slika 4.4.:** mozaik pločica Izvor: <http://www.keramika-modus.hr/vrste-i-dimenzije-vp-27>

**slika 6.1.:** *rezač pločica, rezač pločica za vodu* Izvor:

[www.google.hr/search?q=rezač+pločica&espv](http://www.google.hr/search?q=rezač+pločica&espv) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.2.:** *ravni "gleter"* Izvor: [www.google.hr/search?q=gleter&espv](http://www.google.hr/search?q=gleter&espv) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.3.:** *nazubljeni "gleter"* Izvor: [www.google.hr/search?q=gleter&espv](http://www.google.hr/search?q=gleter&espv) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.4.:** *križići za pločice* Izvor: [www.google.hr/search?q=križići+za+pločice&hl](http://www.google.hr/search?q=križići+za+pločice&hl) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.5.:** *nivelatori* Izvor: [www.google.hr/search?q=nivelatori&hl](http://www.google.hr/search?q=nivelatori&hl) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.6.:** *vaservaga* Izvor: [www.google.hr/search?q=vaservaga&hl](http://www.google.hr/search?q=vaservaga&hl) dostupno 8.8.2015.

**slika 6.7.:** *gumeni čekić* Izvor: [www.google.hr/search?q=gumeni+čekić&hl](http://www.google.hr/search?q=gumeni+čekić&hl) dostupno 9.8.2015.

**slika 6.8.:** *kadica za pranje* Izvor: [www.google.hr/search?q=kadica+za+fugiranje&hl](http://www.google.hr/search?q=kadica+za+fugiranje&hl) dostupno 9.8.2015.

**slika 6.9.:** *metar, kliješta, spužva, gumeni "gleter"* Izvor:

[www.google.hr/search?q=metar+kliješta&hl](http://www.google.hr/search?q=metar+kliješta&hl) dostupno 10.8.2015.

**slika 6.2.1.:** *unutarnji bazen hotela Bellavue pripremljen za izolacijske radove*  
Izvor: privatno



**Slika 6.2.2.: sadašnji izgled unutarnjeg bazena hotela Bellavue** Izvor: privatno

**Slika 6.2.3.: postavljanje hidroizolacije na vanjskom bazenu hotela Nimfe** Izvor: privatno

**Slika 6.2.4.: postavljanje mozaika na vanjskom bazenu hotela Nimfe** Izvor: privatno

**Slika 6.2.5. postava industrijske keramike Koka – Varaždin** Izvor: privatno

**Slika 6.2.6. zafugirani industrijski pod** Izvor: privatno

## **Popis grafikona:**

**Grafikon 1:** proizvodnja keramičkih pločica u svijetu od 2003. do 2009. godine.

**Grafikon 2:** kretanje proizvodnje pločica po kontinentima u svijetu 2007. godine.

**Grafikon 3:** proizvodnja keramičkih pločica u milijunima m<sup>2</sup> proizvedenih u zemljama najvećih proizvođača

## **Popis shema:**

**Shema 1:** proces proizvodnje keramičkih pločica