

# Eksploatacija i upotreba ciglarske gline u Republici Hrvatskoj

---

**Kovačević, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:342471>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-31**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij rudarstva

EKSPLOATACIJA I UPOTREBA CIGLARSKE GLINE U REPUBLICI  
HRVATSKOJ

Diplomski rad

Ivan Kovačević

R 98

Zagreb, 2015.

## EKSPLOATACIJA I UPOTREBA CIGLARSKE GLINE U REPUBLICI HRVATSKOJ

IVAN KOVAČEVIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za rudarstvo i geotehniku  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

### SAŽETAK

U Republici Hrvatskoj eksploatirano je i korišteno nekoliko vrsta glina: bentonitna, vatrostalna, keramička i ciglarska. Trenutno se eksploatira isključivo ciglarska glina za proizvodnju ciglarskih proizvoda, dok je eksploatacija ostalih vrsta glina obustavljena. Radom se prikazuje vrsta glina, njihove značajke i uporaba. Posebno su prikazana eksploatacijska polja i eksploatacijske rezerve ciglarske gline u Republici Hrvatskoj, te uvjeti kvalitete ciglarske gline za proizvodnju ciglarskih proizvoda.

Ključne riječi: eksploatacijsko polje, ciglarska glina, kvaliteta ciglarske gline

Završni rad sadrži: 51 stranica, 16 slika, 6 tablica, 20 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Završni rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Dr.sc. Darko Vrkljan, redoviti profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr.sc. Darko Vrkljan, redoviti profesor RGNF

Dr.sc. Ivo Galić, docent RGNF

Dr.sc. Trpimir Kujundžić, izvanredni profesor RGNF

Datum obrane: 11. Prosinca 2015.

EXPLOITATION AND USING OF  
BRICK CLAY IN THE REPUBLIC OF CROATIA  
IVAN KOVAČEVIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of Mining Engineering and Geotechnics  
Pierottijeva 6, Zagreb

ABSTRACT

In Republic of Croatia several types of clay, bentonite, refractory, ceramic and brick clays were exploited and used. They are currently exploited only for the production of brick clay for brick products, while the exploitation of other types of clay is suspended. Thesis shows the type of clay, their features and usage. Exploitation fields and exploitation reserves of brick clay in Croatia are presented, and so is the quality requirements for the production of brick products.

Keywords: exploitation field, brick clay, quality of brick clay

Thesis contains: 51 pages, 16 pictures, 6 tables, 20 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Darko Vrkljan, Full Professor RGNF

Reviewers: PhD Darko Vrkljan, Full Professor RGNF  
PhD Ivo Galić, Assistant Professor RGNF  
PhD Trpimir Kujundžić, Associate Professor RGNF

Date of defense: 11. December 2015.

# Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. NASTANAK GLINA .....	2
3. VRSTE GLINA.....	3
3.1 Kaolin.....	4
3.2 Bentonit.....	5
3.3 Fulerova zemlja.....	6
3.4 Paligorskit-Sepiolit .....	7
3.5 Vatrostalne gline .....	7
4. UPOTREBA GLINA .....	8
5. LEŽIŠTA GLINA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	10
5.1 Ležišta bentonitnih glina.....	10
5.2 Ležišta ciglarske gline.....	11
5.3 Ležišta keramičke gline .....	11
5.4 Ležišta vatrostalne gline .....	12
6. EKSPLOATACIJSKA POLJA I EKSPLOATACIJSKE REZERVE CIGLARSKE GLINE U RH .....	14
6.1 Pregled eksploatacijskih polja i eksploatacijskih rezervi ciglarske gline po županijama	16
6.1.1 Zagrebačka županija.....	20
6.1.2 Grad Zagreb.....	21
6.1.3 Varaždinska županija .....	22
6.1.4 Međimurska županija .....	22
6.1.5 Koprivničko-križevačka županija .....	22
6.1.6 Bjelovarsko-bilogorska županija.....	23
6.1.7 Virovitičko-podravska županija .....	24
6.1.8 Vukovarsko-srijemska županija .....	25
6.1.9 Osječko-baranjska županija.....	26
6.1.10 Karlovačka županija.....	26

6.1.11 Krapinsko -zagorska županija .....	27
6.1.12 Sisačko-moslavačka županija .....	27
7. EKSPLOATACIJA CIGLARSKIH GLINA .....	28
7.1 Ciklički bageri.....	28
7.2 Bageri vedričari.....	29
7.3. Zaštita okoliša pri eksploataciji gline .....	30
8. UVJETI KVALITETE CIGLARSKE GLINE .....	33
8.1 Zakonska regulativa .....	33
8.2 Istraživanje ciglarskih glina .....	34
8.3 Kakvoća ciglarske gline.....	35
8.4 Primjer utvrđivanja kakvoće gline na ležištu „Vale-Novaki“.....	38
9. TEHNOLOŠKI PROCES OBRADJE CIGLARSKE GLINE I DOBIVANJE KONAČNOG PROIZVODA.....	42
9.1 Tehnološki proces obrade ciglarske gline na primjeru eksploatacijskog polja Dren .....	45
9.2 Tehnološki proces obrade ciglarske gline na primjeru eksploatacijskog polja Brkovec .....	46
9.3. Primjeri ciglarskih proizvoda.....	47
10. ZAKLJUČAK .....	50
11. LITERATURA.....	51

## Popis slika

Slika 2-1. Shema stijenskog kružnog toka (Grgić et al., 2007)

Slika 3-1. Ležište kaolina Cornwall, Velika Britanija (Durn 2013)

Slika 5-1. Ležišta i pojave bentonitnih i ciglarskih glina (Marković 2002)

Slika 6-1. Usporedba otkopanih i eksploatacijskih rezervi

Slika 6-2. Prikaz eksploatacijskih polja ciglarske gline u Zagrebačkoj županiji ( HGI 2009)

Slika 6-3. Satelitski prikaz eksploatacijskih polja Grada Zagreba: Grmošnica, Novačica, Soblinec

Slika 6-4. Prikaz izgleda ležišta „Gušćerovac“

Slika 6-5. Prikaz izgleda ležišta „Ribnjak“

Slika 6-6. Prikaz stanja eksploatacijskog polja „Garešnica“

Slika 6-7. Prikaz stanja eksploatacijskih polja „Sladojevci“ i „Bilo“

Slika 6-8. Prikaz zemljopisnog položaja eksploatacijskih polja

Slika 6-9. Prikaz načina eksploatacije na eksploatacijskom polju „Rečica“

Slika 6-10. Prikaz stanja eksploatacijskog polja „Đurđevićev brijeg

Slika 6-11. Prikaz stanja eksploatacijskih polja „Donja Čemernica“ i „Brkovec“

Slika 7-1. Bager vedričar

Slika 9-1. Tehnološka shema proizvodnje ciglarskih proizvoda

## Popis tablica

Tablica 6-1. Eksploatacijska polja ciglarske gline RH ( HGI 2007, 2009, 2010, 2013, 2014)

Tablica 6-2. Eksploatacijske rezerve i eksploatirane količine ciglarske gline u RH (Ministarstvo Gospodarstva)

Tablica 6-3. Prikaz eksploatacijskih i otkopanih rezervi po županijama (Ministarstvo gospodarstva)

Tablica 7-1. Prikaz emisija onečišćujućih tvari u pogonu „Dilj“, eksploatacijsko polje „Dren“

Tablica 8-1. Maksimalne udaljenosti istražnih radova za ciglarsku glinu

Tablica 8-2. Prikaz rezultata ispitivanja po vrstama glina

Tablica 9-1. Prikaz karakteristika ciglarskih proizvoda

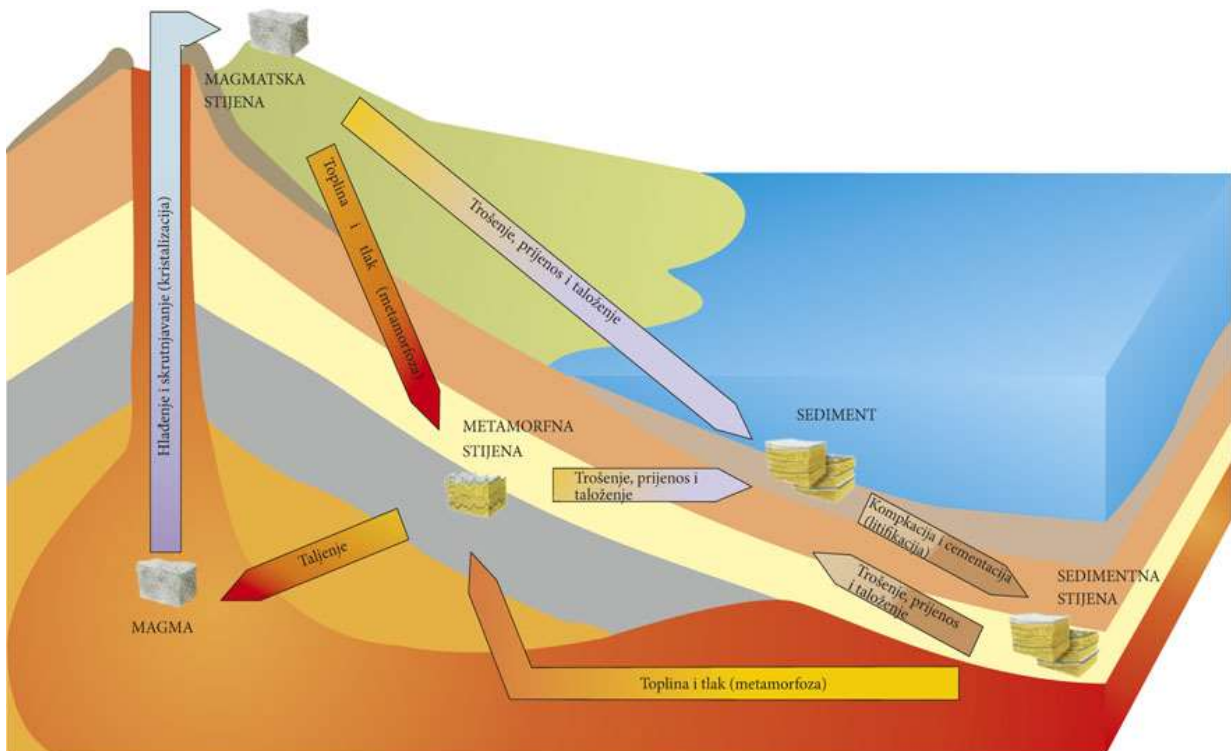


## 1. UVOD

Pojam glina najčešće se može definirati na više načina. Najčešće ga tumačimo kao: - skupinu minerala fine granulacije, - glina kao stijena, - te pojam gline koji označava sitne čestice. Glina je opći pojam koji uključuje mnoge kombinacije jednog ili više minerala gline s tragovima metalnih oksida i organskih tvari. To su prije svega hidratizirani silikati aluminijski, odnosno minerali glina koji osiguravaju viskozno-plastične osobine materijala (Kogel 2006). U većini slučajeva u mineralima glina zastupljeni su drugi elementi s manjim postotkom u sadržaju kao što su magnezij, željezo, alkalni i zemnoalkalni metali. Među alkalne i zemno alkalne metale spadaju: litij, natrij, kalij, rubidij, cezij, francij, berilij, magnezij, kalcij, stroncij, barij i radij. Glinu je teško definirati jer se najčešće sastoji od kombinacija različitih minerala čije granulacije uglavnom nisu iste. Stoga definicija gline mora biti jednostavna. Glina je fini, zrnati, prirodni i zemljani materijal. Mnoge definicije određuju glinu kao materijal koji u prisutnosti vode postaje plastičan, no postoji iznimka u vidu halozita (Zlatunić 2006). Najčešći način svrstavanja nekog materijala pod pojam glina je veličina čestica. Često dolazi do nesuglasica kada je u pitanju točan iznos veličine, te može biti 2  $\mu\text{m}$  ili 4  $\mu\text{m}$ . Glina nastaje u prirodi tijekom jako dugog vremenskog perioda i to polaganim kemijskim trošenjem stijena pri niskim koncentracijama ugljične kiseline i drugih razrijeđenih otapala. Osim otapanjem gline također mogu nastati prilikom hidrotermalnih aktivnosti. Glina je osnovni materijal pomoću kojeg se dobiva kompozitno pečeni proizvodi. Kroz povijest civilizacije glina je korištena od samih početaka. Najprije kao vezivo i materijal za izradu posuđa, a prvi mortovi su dobiveni miješanjem gline s vodom čemu su kasnije pridodani slama, drvo i sl. čime se povećavala otpornost i izdržljivost proizvoda. U naše suvremeno vrijeme glina najveći značaj ima kao kompozitni pečeni materijal kojim se dobivaju građevni elementi cigla i crijep. Poznato nam je da mineralne sirovine omogućuju civilizacijski napredak, te samim time njihovo racionalno iskorištavanje je od ključne važnosti za budućnost. Pojam održivog razvoja na primjeru gline kao mineralne sirovine u današnje vrijeme uvelike se primjenjuje. U ovom radu opisana je glina kao mineralna sirovina, njena eksploatacija i uvjeti kvalitete za izradu ciglarskih proizvoda.

## 2. NASTANAK GLINA

Zemlja je sastavljena od tri glavna sloja i nekoliko podslojeva. Prvi sloj odnosno vanjski sloj nalazi se na dubini od 10-70 km, te je sastavljen od dva podsloja. Prvi podsloj sastoji se uglavnom od stijena gdje prevladavaju metali silicija i aluminijska dok drugi podsloj se uglavnom sastoji od ruda magnezija. Nadalje drugi sloj Zemljine kore koji je ujedno i srednji sloj sastoji se uglavnom od tekućeg oksida željeza i kroma. Treći sloj, središnji dio Zemlje je jezgra koja se sastoji od mješavine željeza i nikla. Kroz geološka razdoblja zemlja je u neprestanom postupku promjena kroz koje nastaju različiti minerali i to trošenjem navedenih slojeva kao što je prikazano na slici 2-1. Nastanak gline usko je povezan s trošenjem Zemljine kore koja kroz razne procese pretvorbe postaje određenim djelom glina. Glina je mineraloški sediment koji je u prošlosti nastao trošenjem magmatskih ili silikatnih stijena. Trošenje se događa prilikom raznih utjecaja koje možemo svrstati u jednu od nekoliko skupina: - mehaničko, -kemijsko, -organsko. Mehaničko trošenje uzrokuju razne atmosferske promjene u obliku padalina, mraza, vjetrova, dok kemijska djelovanja izazivaju vanjski utjecaji primjerice ugljični monoksid koji uz pomoć padalina izaziva kemijsku reakciju sa stijenama, te na kraju uzrokuje njihovo trošenje. Organsko trošenje izazvano je utjecajem raznih mikroorganizama i bakterija koje svojim djelovanjem izazivaju trošenje stijena. Prilikom svih načina trošenja pod određenim uvjetima rezultat može biti glina. Prema postanku gline možemo podijeliti na primarne i sekundarne. Podjela je izvršena na osnovu mjesta pronalaska sirovine ovisno je li došlo do naknadnog transporta nakon samog trošenja. Primarne gline nalazimo na samom mjestu trošenja ili nedaleko od mjesta postanka. Sekundarne gline su transportirane na određenu udaljenost, te razlikujemo nekoliko tipova takvih gline ovisno o vrsti transporta: riječnog, glacijalnog, potočnog, jezerskog, spiljskog, eolskog i morskog podrijetla. Gline možemo definirati prema postanku, kao sekundarne minerale nastale trošenjem ili hidrotermalnom izmjenom primarnih (uglavnom silikatnih) minerala. Osnovni mineralni sastojci gline spadaju u skupinu filosilikata, a osim njih gline sadrže i niz drugih primjesa (Zlatunić 2006).



Slika 2-1. Shema stijenskog kružnog toka (Grgić et al. 2007)

### 3. VRSTE GLINA

Glina je osnovna sirovina kojom se dobivaju pečeni glineni kompozitni materijali. Kao netopljivi hidroaluminosilikat ima svojstvo miješanja s vodom pri čemu se može oblikovati, što je naznaka svojstva plastičnosti, te se skuplja pri sušenju, tj. stvrdnjuje. Od drugih fino zrnatih tala, izdvojena je prema razlikama u veličini čestica i mineraloškom sastavu. Mulj je fino zrnato tlo i ne uključuje minerale gline, te uglavnom ima veće čestice nego glina, no postoje i preklapanja u veličini čestica i kod gline i kod mulja, kao i neka zajednička fizikalna svojstva, te ih možemo naći u zajedničkim ležištima. Ležišta mogu biti formirana na mjestu kao ostale naslage u tlu, ali guste naslage obično nastaju kao posljedica sekundarnog procesa taloženja nakon što su rastrošena i transportirana iz prvobitne lokacije. Ležišta su obično povezana s taložnim okolišima poput velikih jezera i morskih bazena. Glina spada u klastične sedimentne stijene, a prema podjeli po veličini sastojaka spada u pelite ili sitnozrnaste čiji su sastojci veličine manje od 0,063 mm. Peliti sadrže najveći udio klasta dimenzija praha odnosno silta (0,063 mm – 0,004 mm) i gline (< 0,004 mm). Mineralni sastav siltnih čestica je

sličan sastavu pijeska. Najčešće su to kvarc, feldspati i odlomci stijena, a uz to su prisutni minerali glina. Ima više tipova pelitnih stijena, i to s obzirom na udio praha i gline, kao i stupanj litifikacije. Nevezani peliti su prah ili silt, mulj i glina, a vezani peliti su prahovnjak ili siltit, muljnjak i glinjak. Prahovnjaci (siltiti) su litificirane sedimentne pelitne stijene koje sadrže više od 2/3 čestica dimenzija praha i manje od 1/3 čestica dimenzija gline. Muljnjaci (madstoni) su litificirane sedimentne pelitne stijene koje sadrže između 1/3 i 2/3 siltozne i glinovite komponente, odnosno približno podjednake količine siltnog i glinovitog detritusa. Glinjaci sadrže više od 2/3 čestica dimenzija gline i manje od 1/3 čestica dimenzija praha (Vrkljan 2001). Prema mineraloškom sastavu glina se dijeli na:

- Kaolin
- Bentonit
- Fulerova zemlja
- Paligorskit-sepiolit
- Vatrostalne gline

### 3.1 Kaolin

Stijene bogate mineralom kaolinitom poznate su kao kaolin ili bijela glina. Osim kaolinita u mineralnom sastavu kaolina još sudjeluju u manjoj mjeri i drugi minerali iz kaolinske podgrupe: dikit, nakrit i haloazit. Kaolinit je mineral gline, dio skupine industrijskih minerala kemijskog sastava  $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ . Također kaolin se sastoji od različitih omjera kaolinita, ilitnog tinjca i kvarca s prisutvom male količine organske tvari i nekih drugih minerala kao što je primjerice smektit. Kaolin je tržišno cijenjena glina jer povećava vrijednost keramičkih proizvoda kao i samu kvalitetu, te lakoću izrade. Kaolin se koristi u keramici, medicini, presvučenim papirima, kao dodatak hrani, u zubnoj pasti, kao svjetlosno difuzijski materijal u bijelim žaruljama, te u kozmetici (Kogel 2006). To je obično glavna komponenta u porculanu. Slika 3-1. prikazuje jedno od najvećih ležišta kaolina u svijetu koje se nalazi u Velikoj Britaniji. Glavne nečistoće koje utječu na vrijednost kaolinitnog ležišta su:

- Fe-oksidi i hidroksidi koji utječu na boju produkata žarenja
- smektiti
- kvarc i feldspati koji štete jer izazivaju abrazije na strojevima



Slika 3-1. Ležište kaolina Cornwall, Velika Britanija (Durn 2013)

U 2012. godini cijena kaolina na tržištu, ovisno o namjeni i čistoći, varirala je od 95 do 270 dolara po toni ([www.indmin.com](http://www.indmin.com)). Najznačajniji proizvođač kaolina u svijetu su SAD, a iza njih po važnosti slijede Njemačka, Kina, Brazil i Velika Britanija.

### **3.2 Bentonit**

Pojam bentonit prvi put je uveo Knight 1893., nakon što je originalno ovu glinu nazvao taylorit prema rudniku koji se nalazio na Taylor ranču u državi Wyoming. Naziv bentonit dobio je po utvrđi Fort Benton u saveznoj državi Wyoming, gdje je prvi puta i nađen. Bentonit ima mastan opip, bijele je do blijedo zelene boje, a ukoliko je dugo površinski izložen može biti žute, crvene i smeđe boje. Bentonit je alumosilikatna glina sastavljena od koloidalnih i plastičnih gлина, pretežno od minerala montmorilonita. Osim montmorilonita u bentonitu nalazimo i feldspate, biotit, kaolinit, ilit, piroksen, cirkon i kristalni kvarc. Nastaje in

situ alteracijom piroklastičnih stijena, najčešće vitroklastičnih tufova ili kristalo-klastično-vitroklastičnih lapilnih tufova. Transformacija iz vulkanskog pepela u bentonit moguća je pretežito u vodi (morskoj vodi; vjerojatno u alkalijским jezerima; moguća i u svježoj vodi). Zbog toga možemo reći da je bentonit nastao hidrotermalnim procesom. Većina bentonitnih ležišta je nastala alteracijom vulkanskog materijala u meteoritskoj vodi zagrijanoj na temperaturi 40-70 °C. Kako je to prilično niska temperatura, reakcija je egzotermalna, a čestice piroklasta su potpuno izmijenjene (Kogel 2006). Najznačajniji proizvođač bentonita su SAD, a slijedi je Kina. U kolovozu 2011. godine cijena bentonita na tržištu, ovisno o namjeni i čistoći varirala je od 34 (bentonit za isplaku) do 115 US dolara (bentonit za ljevački pijesak) po toni (www.indmin.com).

### **3.3 Fulerova zemlja**

Fulerova zemlja je opći naziv za svestranu industrijsku upotrebu smektita i paligorskita uz veliku adsorptivnu površinu. Osnovna prednost i sposobnost ove vrste gline je da obezboji ulja ili neke druge tekućine bez kemijske obrade. Uporaba ove gline datira još iz biblijskih vremena, kao i iz srednjeg vijeka kada je korištena za čišćenje sirove vune. Izraz Fulerova zemlja koristi se za širok raspon glina koje nemaju specifičan sastav, tržište i mineralošku konotaciju. Fulerova zemlja se najčešće sastoji od raznih varijacija glinenih minerala, te od hidroksida, hidroksida aluminijskih silikata (glineni minerali) različitog sastava. Uobičajeni sastojci su montmorilonit, kaolinit i atapulginit. Male količine drugih minerala mogu biti prisutne u Fullerovoj zemlji uključujući i kalcit, dolomit i kvarc. U nekim mjestima Fullerova zemlja odnosi se na kalcijev bentonit, koji je izmijenjeni vulkanski pepeo sastavljen uglavnom od montmorilonita. SAD je najveći proizvođač s gotovo 70% svjetskog udjela, slijedi ga Japan i Meksiko. U SAD-u Fulerova zemlja obično potiče iz ostatka vulkanskog pepela kredne starosti. Brda, stijene i padine koje sadrže Fullerovu zemlju mogu biti nestabilna, jer ovaj materijal može biti tiksotropičan kada je zasićen od obilnih kiša (Kogel 2006).

### **3.4 Paligorskit-Sepiolit**

Paligorskit i sepiolit kao skupine minerala glina nastali su u tri okruženja različitih karaktera: -epikontinentalnim i unutarnjim jezerima i morima, -u otvorenim oceanima, -u karbonatnim tlima. Najčešće su to hidratizirani silikati magnezija, željeza i aluminijska. Dominantni minerali glina koji su prisutni u ležištima paligorskita-sepiolita su, uz navedene minerale, Mg smektit (saponit i stivensit). Paligorskit i sepiolit su minerali glina koji imaju svestranu industrijsku primjenu (Durn 2013).

### **3.5 Vatrostalne gline**

Prirodne stijene i gline služile su kao vatrostalni materijali od samih početaka civilizacije. Razvojem stupnja tehnike i tehnologije iskazuje se potreba za novim boljim materijalima posebice nakon industrijske revolucije. Ovaj ključni prijelaz stvara potrebu za novim vatrostalnim materijalima ponajprije u izradi čelika čiji zahtjevi za proizvodnjom naglo rastu. Vatrostalne sirovine mogu biti prirodne i sintetičke i služe za izradu vatrostalnih proizvoda. Osnovna sirovina je vatrostalna glina čija je točka taljenja iznad 1580 °C. Vatrostalne gline koriste se uglavnom pri izradi briketa, blokova različitih oblika, cigle, lijevanih materijala. Osnovni vatrostalni materijal je šamotno brašno koje se dobiva pečenjem vatrostalne gline na visokoj temperaturi i mljevenjem pečenih komada. Često se proizvodi mljevenjem otpadnog vatrostalnog keramičkog materijala. Šamotne opeke i ostali oblikovani šamotni proizvodi proizvode se od plastične vatrostalne gline i dodatka šamotnog brašna. Ograničenja sirove vatrostalne gline uglavnom pronalazimo u obliku nečistoća i sadržaja alkalija. Glavni mineral u vatrostalnim glinama često varira, a najčešće je to kaolinit (Kogel 2006).

## 4. UPOTREBA GLINA

Gline su izuzetan materijal čija je primjena u industriji višestruka. Također, gline već stoljećima pronalaze svoju primjenu u graditeljstvu, i to ne samo kao materijal za gradnju, već i kao sama podloga za početak građenja. U pojedinim slučajevima gline mogu izazivati probleme pri gradnji u vidu klizišta i nestabilnosti izgrađenih objekata. Primjena gline ponajprije ovisi o samoj vrsti gline i njenim svojstvima (Šebečić 2003).

**Kaolin** se najviše koristi u industriji papira koja troši 60% ukupne svjetske proizvodnje. Kaolin koji se koristi u industriji papira mora zadovoljiti granulometrijski sastav, sadržaj štetnih primjesa, PH vrijednost. Keramička industrija koristi kaolin kao osnovni i nezamjenjivi materijal za pojedine keramičke proizvode. Zahtjevi za kvalitetu kaolina kreću se u dosta širokom rasponu ovisno da li se primjenjuje za grubu ili finu keramiku. Industrija keramičkih pločica postavlja više zahtjeva za kvalitet kaolina: zahtjeva bjelinu kaolina na visokoj temperaturi, njegovu plastičnost, pogodno ponašanje pri pečenju, pogodne geološke osobine. Za kaolin koji se koristi za glazure, veoma je važna bjelina i čistoća kao i veličina čestica. Kaolin također može poslužiti kao značajan dodatak betonu, odnosno cementu, ali sa malom termičkom obradom kao meta-kaolin. U industriji gume kaolin se koristi kao punilo gumenim proizvodima, dajući im važne karakteristike - čvrstinu, otpornost na abraziju i slično. Kaolin se u industriji gume upotrebljava dosta često u odnosu na druga punila zbog relativno niskih nabavnih cijena. U kemijskoj industriji zbog svoje inertnosti, vrlo fine granulacije čestica, kao i drugih osobina koristi se za proizvodnju raznih insekticida, kao i raznih drugih preparata. Značajne količine kaolina koriste se i u proizvodnji plastičnih masa u kojima se kaolin koristi kao punilo, a na isti način i u proizvodnji tekstila. Primjenu nalazi kao nosilac za uljne, vodene i tempera boje.

**Bentonit** primjenu nalazi u nekoliko različitih industrija kao što su rudarstvo i geologija. Njegova osnovna namjena je spravljanje koloidnog rastvora koji se dodaje isplaci prilikom istražnog bušenja koja sprječava miješanje i međusobnu reakciju isplake i stijena kroz koje se buši. Istovremeno, zahvaljujući bubrenju, on učvršćuje zidove bušotine i sprječava njeno zarušavanje. Nadalje, koristi se u geotehnici i građevinarstvu kao materijal koji u kontaktu s betonom bubri i stvara vodonepropusnu barijeru. Ovo svojstvo se koristi pri izgradnji



podzemnih prostorija, kanalizacije, rezervoara za vodu, skladišta nuklearnog i drugog otpada, itd. Bentonit svoju primjenu nalazi i u vinarstvu gdje služi kao korektor koji se dodaje za upijanje viška proteina koji izazivaju mrlje i nečistoće u bijelom vinu. Maketarstvo se zasniva na upotrebi bentonitne gline koja je osnovni materijal zbog svoje plastičnosti i mogućnosti oblikovanja. Zahvaljujući apsorbirajućim kapacitetima bentonit se u medicini koristi kao detoksikator, za vanjsku ali i za unutarnju upotrebu. Istovremeno bentonit služi kao sastojak velikog broja krema za lice i kožu, ali se i samostalno primjenjuje kod ekcema i različitih vrsta osipa. Pomiješan s vodom bentonit stvara koloidni rastvor koji kada se proguta ponaša se u organizmu kao prirodni laksativ, ne probavlja se nego upija u sebe sve organske i neorganske nečistoće, teške metale i slobodne radikale izbacujući ih iz tijela (u Balkanskim ratovima početkom 20-tog stoljeća služio je kao efikasno sredstvo za borbu protiv kolere). Kao dodatak koristi se za proizvodnju hrane za kućne ljubimce.

**Fulerova zemlja** svoju primjenu nalazi u mnogim industrijama, a razlog tomu je njeno prirodno upijajuće svojstvo. U medicini se koristi kao lijek za razna vrsta trovanja. Fulerova zemlja najviše se koristi u kozmetici i to u izradi različitih maski za lice. Pomoću Fulerove zemlje moguće je dobro očistiti mramor i vratiti mu sjaj pa se tako koristi za čišćenje Taj Mahala u Agri.

**Paligorskit i sepiolit**, također zbog svojeg adsorptivnog svojstva, nalaze primjenu kao čistači za uklanjanje nepoželjnih masnoća, kemikalija, ulja, vode. Koriste se i pri preradi nafte a svoju svrhu nalaze i u filterima za cigarete.

**Vatrostalne gline** koriste se kao zaštita od visokih temperatura u procesima proizvodnje ili prerade različitih materijala. Vatrostalna se glina uglavnom koristi u metalurgiji za proizvodnju vatrostalnog materijala koji služi za oblogu peći za dobijanje vapna, stakla, keramičkih proizvoda, čelika, cementa i dr.

Vatrostalne gline se koriste prema točki taljenja (Krolo 1999) :

- Običan vatrostalni materijal - točka topljenja do 1580 °C
- Visoko vatrostalan materijal - točka topljenja od 1770 °C -2000 °C
- Specijalni vatrostalni materijal - točka topljenja iznad 2000 °C

## 5. LEŽIŠTA GLINA U REPUBLICI HRVATSKOJ

U Hrvatskoj ima mnogo nalazišta gline koja se uglavnom primjenjuje za proizvodnju građevnih materijala i grube keramike. Sukladno Pravilniku o rezervama NN 48/92, glina spada pod nemetalne mineralne sirovine, te prema tome razlikujemo:

- bentonitne gline
- ciglarske gline
- keramičke gline
- vatrostalne gline

### 5.1 Ležišta bentonitnih glina

Bentonitne gline razvijene su u naslagama različite starosti. Pojavljuju se unutar srednjotrijaskih sedimenata kod Donjeg Pazarišta u Lici. Slijed naslaga zastupljen je vapnencima s proslojcima dok su najviše razvijeni kristalnovitrični tufovi i produkti njihove izmjene. Preslagivanjem spomenutih materijala na području Donjeg Pazarišta nastale su znatne količine gline. Pojava žutosive, sive i sivozelene gline pronađena je u selu Potočila na Dinari, 15 km SI od Knina. Istraživanja su obavljena, no eksploatacija nije zaživjela jer su količine gospodarski gledano beznačajne. U gornjojurskim taložinama nalazimo ležišta Maovice i Štikovo u Svilaji čiji je glavni mineralni sastojak montmorilonit. Bentonitna glina na ovom području vađena je u više navrata. Slojevi na ovom području dosežu debljinu i do 5.5 m dok se pružanje može pratiti i po 200 m. Bentonitne naslage donjomiocenske starosti pronalazimo u okolini Bednje i Gornje Jelenske. Gline iz ovih područja spadaju u najkvalitetnije bentonitne gline koje posjeduje Republika Hrvatska, a koristile su se najčešće u ljevarstvu. U badenskim naslagama nalazimo bentonitne gline u Banskom Brdu i Radoboju. Geneza svih spomenutih glina skoro je identična. Na slici 5-1. prikazan je zemljovid sa označenim ležištima i pojavama bentonitne gline na području Republike Hrvatske (Marković 2002).

## 5.2 Ležišta ciglarske gline

Približan broj ležišta pogodnih za ciglarske proizvode u Republici Hrvatskoj iznosi oko 300. Ciglarski proizvodi ne zahtijevaju stroge uvjete za kvalitetu ulazne mineralne sirovine, pa samim time je opravdana ova brojka. Proizvodnja ovih proizvoda svoj procvat doživljava u razdoblju nakon 1945. godine kada nastupa velika potražnja za proizvodima ovog tipa. Aktivna eksploatacijska polja na području cijele Hrvatske podijeljena su po regijama koje opskrbljuju. U Međimurju se nalazi eksploatacijsko polje Šenkovec kraj Čakovca s velikim glinokopom nadomak proizvodnog pogona. Zalihe gline su praktički neograničene, te iznose oko 1 500 000 m<sup>3</sup>. Na području Hrvatskog Zagorja najveće glinište nalazi se u Cerju Tužnom nedaleko od Varaždina. Ležište se eksploatira već od 1973. godine i koristi se za proizvodnju fasadne opeke u ciglani Cerje Tužno. Područje Kalnika i Bilogore zastupljeno je s ležištem Gušćerovac koje svojom sirovinom opskrbljuje križevačku ciglanu koja također proizvodi i crijep. Područje Zagreba opskrbljuje se s nekoliko ležišta. Primjerice ležište Grmošćica koje je opskrbljivalo ciglanu danas se nalazi doslovno u centru grada koji se godinama širi. Ciglana je zatvorena, a ista sudbina je zatekla i ležište sa skoro stogodišnjom tradicijom. Slavonija posjeduje nekolicinu ležišta ciglarske gline kao što su Dilj kod Vinkovaca, gliništa u Đakovu, te ležišta u Osijeku. U Istri se na nekoliko mjesta pronalazi glina koja se može koristiti za izradu ciglarskih proizvoda. Danas najveći dio proizvodnje ciglarskih proizvoda za Istru obavlja ciglana Podpićan čije zalihe istraženih glina se mjere u milionima tona. Današnje stanje u gospodarstvu dovelo je do lošeg stanja i u ciglarstvu. Mnoge ciglane povlačeći sa sobom i ležišta otišle su u stečaj. Na slici 5-1. prikazane su sve pojave i ležišta ciglarske gline na području Hrvatske označene s praznim kružićem (Marković 2002).

## 5.3 Ležišta keramičke gline

U Hrvatskoj su pronađena i eksploatirala se brojna ležišta glina za potrebe keramičke industrije. Najpoznatija i najvrjednija ležišta pronađena su unutar pleistocenskih naslaga u Hrvatskom Zagorju. U Hrvatskom Zagorju najznačajnija ležišta keramičke gline su Dubrava i Bedekovčina. Tehnološkim ispitivanjima utvrđene su kvalitete koje ove gline posjeduju, te se primjenjuju za izradu fine keramike, zidnih i podnih obloga, pripremu isplake i smjesa za

injektiranje. U mineralnom sastavu imaju montmorilonit i kaolinit, a kemijski sastav im je dosta ujednačen. Područje slavonskih planina posjeduje ležište na Papuku veličine približno 5 ha, a debljine slojeva oko 11 m. Mineraloški sastav varira, a pretežito nalazimo kaolinit ilit i montmorilonit. U Lici je najčešće riječ o mješovitim ležištima boksita, glinovitih boksita i boksitičnih glina, a najpoznatija su Grgin brijeg, Vrace i Rudopolje. U ležištu Bađek 10 km od Gračaca prema JZ razvijene su kaolinitne gline debljine 2-15 m. Tamnosmeđe do crvene boje, guste u mineralnom sastavu određeni su kaolinit, ilit, hematit i pirit, mogu se upotrebljavati u industriji grube keramike i ciglarstvu. Privlaka nedaleko od Nina posjeduje naslage zastupljene izmjenom glinovitih siltova. Glina je montmorilonitno-kaolinitnoilitnoga sastava (Marković 2002).

#### **5.4 Ležišta vatrostralne gline**

Hrvatska posjeduje tek nekoliko istraženih i otkopanih ležišta vatrostralne gline. Osim Grahovljana u ostalim ležištima primarna mineralna sirovina za eksploataciju nije vatrostralna glina. Grahovljani se nalaze SI od Pakraca. Građa ležišta je jednostavna, u podini se nalaze kvarcni pijesci, te na njih slijedi horizont vatrostralnih glina, a u krovini se nalaze šljunci i pijesci. Sastav glina u svim varijetetima je jednak dok su mineralno zastupljeni ilit, montmorilonit, kvarc, feldspat, tinjac. Smjesa glina iz Grahovljana koristila se u ljevaonici u Požegi (Marković 2002).



Slika 5-1. Ležišta i pojave bentonitnih i ciglarskih glina (Marković 2002)

## 6. EKSPLOATACIJSKA POLJA I EKSPLOATACIJSKE REZERVE CIGLARSKE GLINE U RH

U Republici Hrvatskoj postoji mnogo ležišta pogodnih za eksploataciju ciglarske gline. Registrirano je 233 ležišta pogodnih za eksploataciju ove sirovine (Marković 2002). Ovako velik broj ležišta leži u činjenici da su to ležišta utvrđena preliminarnim geološkim istraživanjima, mnoga od njih utvrđena samo kao pojave. Stalne ekonomske promjene, te ostale promjene koje utječu na industriju ciglarstva dovode do stalnog mijenjanja broja eksploatacijskih polja. Nažalost ovaj broj je u stalnom opadanju zbog lošeg gospodarskog stanja u građevinarstvu kao glavnom potrošaču ove sirovine. Stanje u eksploataciji ciglarske gline možemo podijeliti na dva razdoblja do 2008 i nakon toga. U tablici 6-1. dat je pregled eksploatacijskih polja i nositelja koncesije za eksploataciju u kojima se trenutno izvodi eksploatacija. Republika Hrvatska administrativno je podijeljena u 20 županija i Grad Zagreb. Danas postoje 35 odobrenih eksploatacijskih polja u 13 županija, ostatak županija u Hrvatskoj nema zabilježenu nikakvu eksploataciju u promatranom vremenskom razdoblju. Gospodarski subjekti koji eksploatiraju najveća ležišta uglavnom su velike europske kompanije poput Wienerbergera i Tondacha. Ciglarska glina zbog svoje specifičnosti predstavlja vrlo značajan mineralni resurs u Republici Hrvatskoj. Činjenica da je ciglarska glina široko rasprostranjena, te da je pristup glinokopu tehnološki relativno jednostavan, a finalni proizvod opeka i crijep čine samu okosnicu građevinskih objekata daje ovoj mineralnoj sirovini osobit značaj. Ogromni potencijal, te relativno velike rezerve svrstavaju ciglarske proizvode među najvažnije nemetalne i građevinske proizvode za domaće i strano tržište.

Tablica 6-1. Eksploatacijska polja ciglarske gline u RH (HGI 2007, 2009, 2010, 2013, 2014)

Zagrebačka županija	Izvođač	Površina (ha)
Zapadno glinište	Tempo d.d	10,35
Đurđišće	Gradip d.d	31,46
Mraclin	Ciglana Mraclin	48,55
Grad Zagreb		
Grmošnica	Ciglane Zagreb	15,85
Soblinec	Vodoprivreda d.o.o	8,1
Novačica	Termoblok d.d	88,06
Varaždinska županija		
Cerje tužno	IGM Ciglane d.o.o	54,47
Čret	IGM Ciglane d.o.o	27,14
Cukavec	Leier-Leitl d.o.o	17,04
Ludbreški vinogradi	Ciglana Kovačić d.o.o	8,84
Cukavec II	Leier-Leitl d.o.o	7,4
Lukavec	IGM Ciglane d.o.o	43,27
Međimurska županija		
Šenkovec	Eko Međimurje d.d	59,4
Koprivničko-križevačka županija		
Gušćerovac	Radnik d.d	12
Ribnjak	Bilokalnik-IGMA d.o.o	3
Bjelovarsko-bilogorska županija		
Garešnica	Finag d.d	22,55
Dominikovica	Bilodom d.o.o	3,35
Paulovac	Pavliš d.d	19,88
Virovitičko-podravska županija		
Sladojevci	Igm d.d	12,53
Bilo	Opeco d.o.o	6,6
Vukovarsko-srijemska županija		
Dren	Dilj IGM d.d	30,88
Slavonka	Dilj IGM d.d	26,37
Alvaluci	Razvitak d.d	15,98
Cerna	Kvalitet Cerna d.d	19,16
Osječko-baranjska županija		
Kukuljaš	Slavonija d.d	32,5

Ciglana Bizovac	Metalis d.o.o	10,64
Sarvaš	Opeka d.o.o	44,73
Tomašinci	Opeka d.o.o	36,83
Grabovac 1A	Tondach Hrvatska d.d	56,62
Karlovačka županija		
Rečica	Wienerberger Ilovac d.d	71,66
Krapinsko -zagorska županija		
Đurđevićev brijeg	Zieggelwerkegleinstatatten d.d.	18,25
Požeško-slavonska županija		
Graberje	ITP d.o.o	14,37
Sisačko-moslavačka županija		
Brkovec	Saša promet d.d	22,32
Donja Čemernica	Saša promet d.d	55,76
Žažina	Igm d.d	14,80

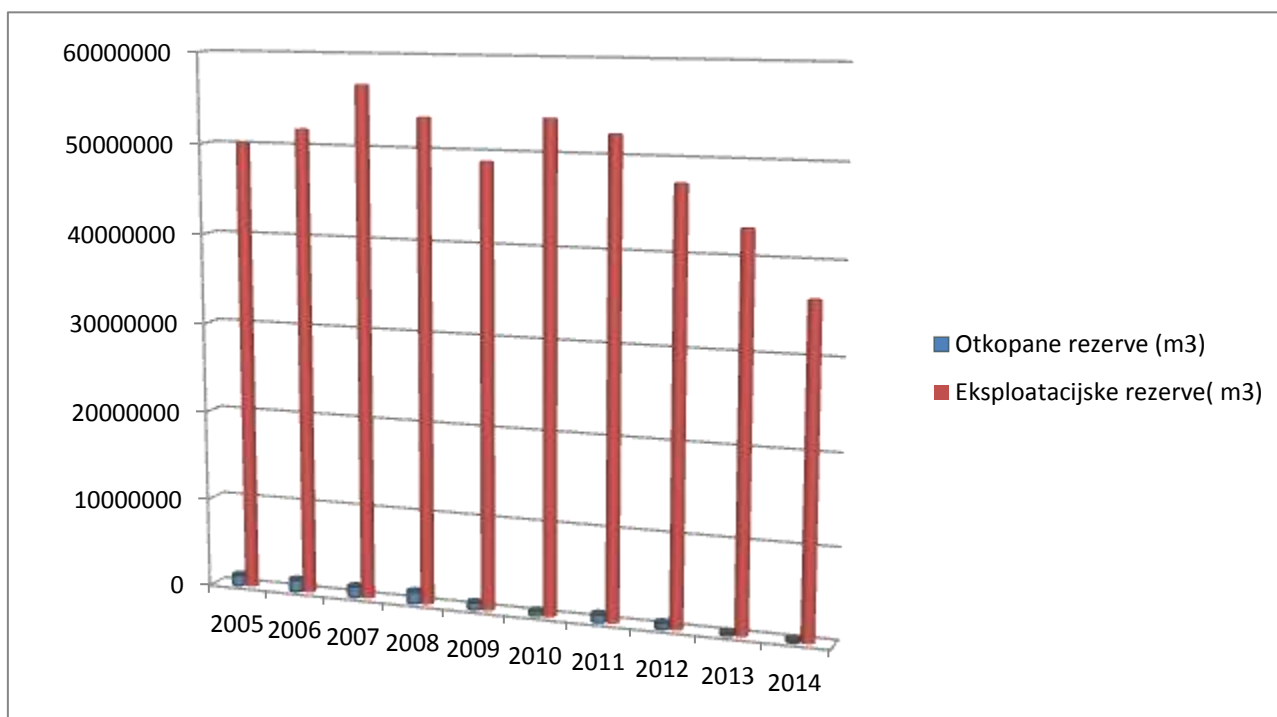
## 6.1 Pregled eksploatacijskih polja i eksploatacijskih rezervi ciglarske gline po županijama

Republika Hrvatska sastoji se od 20 županija i Grada Zagreba. Eksploatacija se trenutno obavlja u 13 županija na 35 eksploatacijska polja. U ostalim županijama nema eksploatacijskih polja ciglarske gline. U tablici 6-1. prikazana su eksploatacijska polja po županijama, te gospodarski subjekti koji trenutno vrše eksploataciju. Prikazane su i površine eksploatacijskih polja na kojima su otkopane količine ciglarske gline u stalnom padu od 2008. godine (tablica 6-2.). Potvrđene eksploatacijske rezerve su do 2012. godine bile na razini od cca 50 milijuna m<sup>3</sup>. Nakon toga došlo je do značajnijeg smanjenja potvrđenih eksploatacijskih rezervi ciglarske gline tako da su one 2014. godine iznosile cca 36 miliona m<sup>3</sup> što je vidljivo iz grafikona na slici 6-1. Prema broju aktivnih eksploatacijskih polja prvo mjesto zauzima Varaždinska županija sa šest eksploatacijskih polja, a slijedi je Osječko-baranjska s pet aktivnih eksploatacijskih polja.



Tablica 6-2. Eksploatacijske rezerve i eksploatirane količine ciglarske gline u RH (Ministarstvo Gospodarstva)

Republika Hrvatska		
Godina	Otkopane rezerve (m <sup>3</sup> )	Eksploatacijske rezerve, (m <sup>3</sup> )
2005	1 149 839,00	50 083 044,00
2006	1 276 566,00	51 778 339,00
2007	1 190 905,00	56 727 804,00
2008	1 291 354,00	53 424 528,00
2009	763 823,00	48 946 028,00
2010	520 527,00	53 698 030,00
2011	866 701,00	52 274 817,00
2012	642 489,00	47 409 878,00
2013	291 050,00	43 061 725,00
2014	276 662,00	36 069 577,00



Slika 6-1. Usporedba otkopanih i eksploatacijskih rezervi

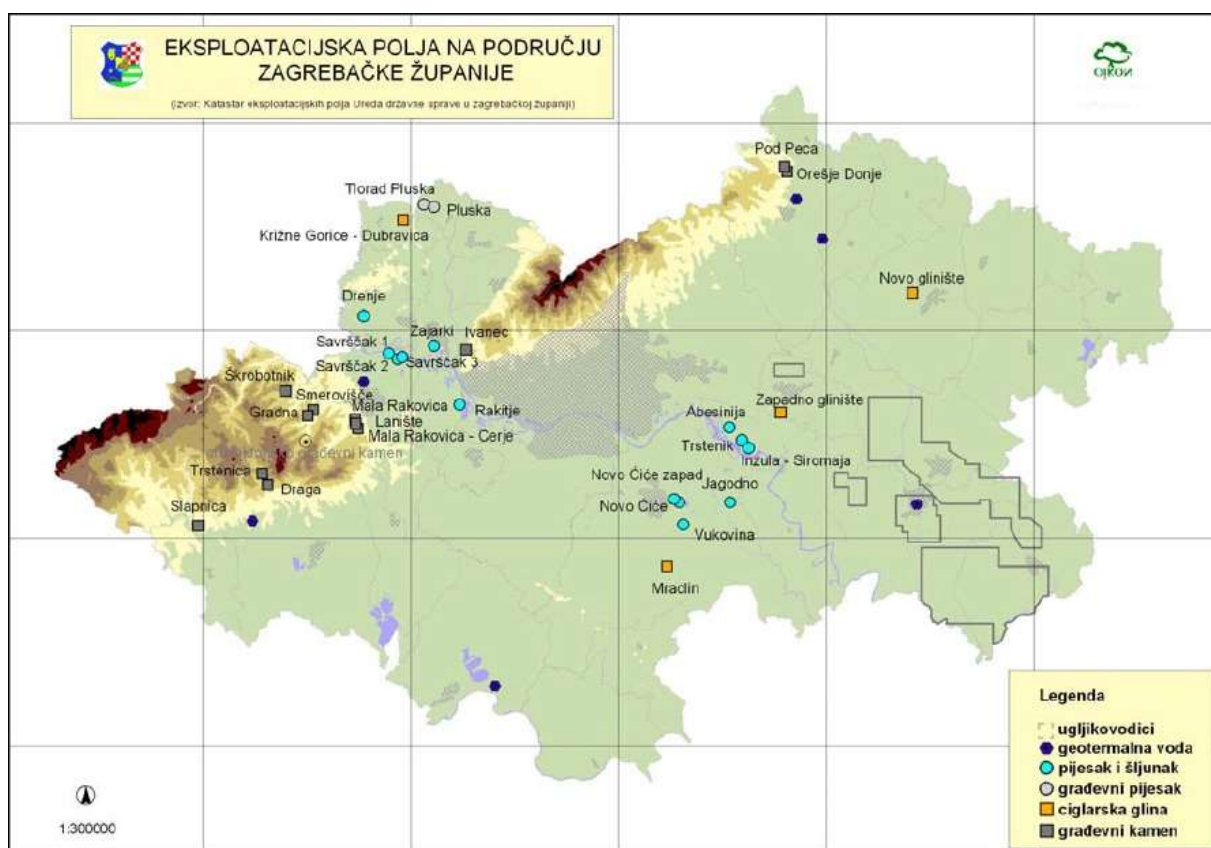
U tablici 6-3. prikazane su eksploatacijske rezerve i otkopane količine ciglarske gline u 13 županija i Gradu Zagrebu u razdoblju od 2005. do 2014. godine. U razdoblju od 2005. do 2008. otkopane rezerve bile su iznad milijun m<sup>3</sup> konstantno u blagom porastu. Nakon 2008. godine i dolaska globalne svjetske krize koja zahvaća i Republiku Hrvatsku dolazi do naglog opadanja otkopanih rezervi. Razlog se može potražiti u stagnaciji građevinarstva kao glavnom potrošaču ciglarskih proizvoda. Tablica 6-2. prikazuje godine nakon 2008 i prosječni pad otkopanih rezervi oko 250 tisuća m<sup>3</sup> godišnje. Ukoliko usporedimo današnju vrijednost otkopanih rezervi sa onom prije gospodarske krize ona iznosi šest puta manje. Eksploatacijske rezerve u promatranom periodu iznose oko 50 milijuna m<sup>3</sup>, ali dolazi do konstantnog pada u razdoblju nakon 2010 godine da bi dosegle najnižu vrijednost od 36 milijuna m<sup>3</sup> 2014 godine. Tablica 6-3. prikazuje da su najveće količine eksploatacijskih rezervi u promatranom periodu utvrđene u Vukovarsko-srijemskoj županiji. Osim ove županije velike rezerve potvrđene su i u Varaždinskoj županiji, Osječko-baranjskoj županiji, te Gradu Zagrebu. Ove četiri županije posjeduju više od 60% ukupnih potvrđenih eksploatacijskih rezervi Republike Hrvatske. Najmanje količine eksploatacijskih rezervi potvrđene su u Požeško-slavonskoj županiji čiji ukupni postotak u eksploatacijskim rezervama Republike Hrvatske iznosi 0,02%. Najveće količine otkopanih rezervi zabilježene su u Osječko-baranjskoj županiji. Nadalje slijede Vukovarsko-srijemska, Varaždinska i Karlovačka županija. Požeško-slavonska županija ima zabilježenu eksploataciju tek u dvije godine promatranog perioda. Najveća količina otkopanih rezervi u Republici Hrvatskoj zabilježena je 2008. godine dok je najveća zabilježena količina eksploatacijskih rezervi zabilježena u 2007. godini.

Tablica 6-3. Prikaz eksploatacijskih i otkopanih rezervi po županijama (Ministarstvo gospodarstva)

Županija	Rezerve	Ciglariska glina m <sup>3</sup>							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bjelovarsko-bilogorska	OTK	52 000.00	72 942.00	72 942.00	62 127.00	0	42 602.00	42 316.00	34 410.00
	EKS	1 844 000.00	3 591 124.00	4 077 592.00	4 015 465.00	0	3 915 371.00	3 873 055.00	3 898 072.00
Istarska	OTK	0	33 000.00	36 500.00	0	0	0	0	0
	EKS	678 600.00	647 300.00	1 440 777.00	1 400 777.00	1 399 877.00	1 400 777.00	0	0
Karlovačka	OTK	142 433.00	165 936.00	158 628.00	167 385.00	96 501.00	0	100 981.00	36 966.00
	EKS	2 944 130.00	3 189 423.00	3 922 819.00	3 760 456.00	3 653 923.00	4 590 811.00	4 789 394.00	4 752 798.00
Koprivničko-križevačka	OTK	69 342.00	53 837.00	51 020.00	59 481.00	50 235.00	42 373.00	36 224.00	18 657.00
	EKS	979 112.00	1 306 761.00	1 256 540.00	1 201 991.00	900 831.00	858 458.00	822 234.00	803 577.00
Krapinsko-zagorska	OTK	59 584.00	40 256.00	80 800.00	55 111.00	40 825.00	0	25 650.00	0
	EKS	2 304 888.00	2 537 987.00	2 185 203.00	2 305 245.00	1 278 625.00	1 278 625.00	1 252 975.00	1 727 752.00
Međimurska	OTK	50 535.00	53 687.00	44 694.00	50 707.00	33 780.00	27 780.00	39 056.00	45 308.00
	EKS	2 143 412.00	2 089 725.00	2 045 031.00	1 994 324.00	1 629 576.00	1 601 796.00	1 562 740.00	1 517 432.00
Osječko-baranjska	OTK	284 544.00	351 816.00	264 438.00	339 906.00	192 680.00	98 541.00	234 775.00	185 553.00
	EKS	6 270 791.00	6 181 445.00	6 883 177.00	6 550 743.00	4 797 381.00	10 339 584.00	10 339 584.00	8 934 288.00
Požeško-slavonska	OTK	0	0	0	0	0	0	0	0
	EKS	43 602.00	43 602.00	0	0	0	0	0	0
Sisačko-moslavačka	OTK	47 212.00	66 962.00	60 309.00	86 096.00	98 359.00	65 809.00	57 044.00	8 055.00
	EKS	2 262 473.00	2 197 520.00	2 139 020.00	1 724 397.00	1 626 037.00	1 561 403.00	1 504 403.00	1 496 381.00
Varaždinska	OTK	169 208.00	129 540.00	132 169.00	156 739.00	28 122.00	137 795.00	102 857.00	150 695.00
	EKS	10 091 491.00	10 024	10 116 144.00	5 005 184.00	8 943 812.00	4 797 793.00	4 778 049.00	8 986 022.00
Virovitičko-podravska	OTK	75 000.00	58 000.00	84 000.00	102 000.00	68 000.00	18 000.00	70 000.00	2 350.00
	EKS	1 922 576.00	1 887 576.00	1 774 576.00	1 732 576.00	1 665 576.00	1 614 576.00	1 628 576.00	1 727 289.00
Vukovarsko-srijemska	OTK	162 052.00	220 924.00	205 370.00	151 748.00	114 961.00	77 317.00	164 559.00	160 545.00
	EKS	9 289 279.00	9 122 811.00	8 967 863.00	14 840 737.00	14 016 115.00	13 179 627.00	12 649 419.00	4 707 741.00
Zagrebačka	OTK	37 929.00	29 666.00	70 035.00	60 054.00	40 360.00	10 310.00	13 239.00	0
	EKS	2 367 834.00	2 017 370.00	5 430 167.00	2 280 888.00	2 240 530.00	1 939 720.00	1 926 481.00	2 272 034.00
Grad Zagreb	OTK	0	0	0	0	0	0	0	0
	EKS	6 940 855.00	6 940 855.00	6 940 855.00	6 611 745.00	6 611 745.00	6 586 488.00	6 046 201.00	6 568 491.00

## 6.1.1 Zagrebačka županija

Ukupno je na prostoru Zagrebačke županije zabilježeno 15 vrsta mineralnih sirovina za koje postoji dokumentacija istraživanja ili njihovi mineraloški opisi, a smješteni su na ukupno 180 lokacija. Dio ovih lokacija su napušteni kopovi, a dio lokacije gdje su pojave utvrđene, ali nisu nikad eksploatirana. Danas se na području županije eksploatiraju svega pet vrsta čvrstih mineralnih sirovina, te nafta i plin. Čvrste mineralne sirovine koje se eksploatiraju su pijesak i šljunak, ciglarska glina, vatrostalna glina, tehničko građevni kamen i arhitektonsko-građevni kamen. Ciglarska glina eksploatira se u tri eksploatacijska polja: Zapadno Glinište, Đurište II i Mraclin (HGI 2009). Na slici 6-2. prikazane su lokacije eksploatacijskih polja na području ove županije.



Slika 6-2. Prikaz eksploatacijskih polja ciglarske gline u Zagrebačkoj županiji (HGI 2009)

### 6.1.2 Grad Zagreb

Ležišta ciglarske gline na području Grada Zagreba uglavnom se nalaze uz područje medvedničkog prirbda ili južno od linije Hrvatski Leskovac-Lomnica. Na području grada Zagreba nalazimo tri eksploatacijska polja. Glinokop Grmošnica predstavlja sirovinsku bazu za donedavno najveću ciglanu u Hrvatskoj, Ciglane Zagreb. Urbanizacijom glinokop se našao u samom središtu grada, te je daljna eksploatacija praktički nemoguća. Tvrtka je prodana koncernu Agrokor koji nije iskazao namjeru za daljne radove, kao jedino rješenje preostaje sanacija. Na satelitskoj snimci, slika 6-3., možemo vidjeti današnje stanje ovoga eksploatacijskog polja. Drugo zagrebačko eksploatacijsko polje je Novačica, čije su utvrđene rezerve 6,3 miliona m<sup>3</sup>. Tvrtka pod čijom koncesijom se donedavno nalazila Novačica, nije zatražila izdavanje koncesije nakon 2010 godine. Prikaz današnjeg stanja možemo vidjeti na satelitskoj snimci na slici 6. Glinokop Soblinec dodijeljen je 2000. godine u koncesiju obrtu Hermešec koji nakon toga nije zatražio izdavanje nove koncesijske dozvole. Glina iz ovog ležišta koristila se za potrebe sanacije odlagališta Jakuševac. Pogledom na satelitsku snimku ovog polja možemo uvidjeti da je na području glinokopa formirano jezero što je dokaz da nema nikakvih aktivnosti (HGI 2013).



Slika 6-3. Satelitski prikaz eksploatacijskih polja Grada Zagreba: Grmošnica, Novačica, Soblinec

### **6.1.3 Varaždinska županija**

Varaždinska županija posjeduje nekoliko eksploatacijskih polja Cerje Tužno, Čet, Cukavec, Ludbreški vinogradi, Cukavec II, Lukavec koja zajedno imaju površinu od 158,16 ha. Najveće eksploatacijsko polje županije je Cerje Tužno koje zauzima ukupnu površinu od 54,47 ha. Eksploatacijsko polje Cukavec II je nastavak na eksploataciju polja Cukavec, a nalazi se pod koncesijom trgovačkog društva Leier--Leitl d.o.o. Tradicija eksploatacije na polju Cukavac duga je gotovo 50 godina, no 2010. godine utvrđene su male količine rezervi koje su iznosile 414.953 m<sup>3</sup> te nositelj zahvata pronalazi novu lokaciju Cukavec II, koja je zapravo prošireno staro eksploatacijsko polje. Ludbreški Vinogradi posjeduju eksploatacijske rezerve od 422 176 m<sup>3</sup> poslije 2011. godine eksploatacija se ne vrši. Polje se prostire na području od 8,8 ha (HGI 2007).

### **6.1.4 Međimurska županija**

Eksploatacija ciglarskih glina u Međimurskoj županiji nalazi se nešto ispod prosjeka za Republiku Hrvatsku. Međimurska županija posjeduje jedno eksploatacijsko polje Šenkovec, te se nalazi pod koncesijom Eko Međimurije d.d. Šenkovec zauzima površinu od 59,4 ha, te se eksploatacija vrši već 45 godina. Procijenjene rezerve na ovom eksploatacijskom polju iznose oko 1 500 000 m<sup>3</sup>.

### **6.1.5 Koprivničko-križevačka županija**

Koprivničko-križevačka županija posjeduje dva gliništa: Gušćerovac i Ribnjak. Glinište Gušćerovec nalazi se u selu Gušćerovec, udaljenom oko 6 km od Križevaca. Ležište Gušćerovec izgrađuje siltozna glina žutosmeđe i smeđe boje, većinom homogena. Gospodarski subjekt koji vrši eksploataciju je tvrtka RADNIK d.d. iz Križevaca. Veličina eksploatacijskog polja iznosi 12 ha. Ukupne rezerve (bilančne rezerve 878 591 m<sup>3</sup>) prema podacima iz 2010. godine iznose 1 015 973 m<sup>3</sup>. Eksploatacijsko polje ležišta gline na lokaciji

Ribnjak nalazi se 20 km zapadno od Koprivnice. Eksploatacijsko polje bilo je u posjedu firme BOKALNIK-IGMA d.o.o. iz Koprivnice. Veličina eksploatacijskog polja iznosi 3 ha. Ukupne rezerve prema podacima iz 1997. godine iznose 403 500 m<sup>3</sup>, a bilančne 262 900 m<sup>3</sup>. Eksploatacija je obustavljena prije više od 10 godina, te je izvršena sanacija prirodnim putem. Prostor danas služi za ribolov i rekreaciju. Današnje stanje oba županijska gliništa prikazano je na slici 6-4. i slici 6-5.



Slika 6-4. Prikaz izgleda ležišta „Gušćerovac“



Slika 6-5. Prikaz izgleda ležišta „Ribnjak“

### **6.1.6 Bjelovarsko-bilogorska županija**

Bjelovarsko-bilogorska županija posjeduje tri eksploatacijska polja. Eksploatacijsko polje „Garešnica“ koje je ujedno i najveće eksploatacijsko polje gline koje posjeduje ova županija nalazi se u zapadnom djelu grada Garešnice. Površina eksploatacijskog polja iznosi 12,55 ha, dok je ovlaštenik za eksploataciju tvrtka Finag d.d. Potvrđene rezerve ciglarske gline 2012 iznose 4 150 534 m<sup>3</sup>. Današnje stanje eksploatacijskog polja možemo vidjeti na slici 6-6. Eksploatacijsko polje Paulovac nešto je manje sa površinom od 19,88 ha i nalazi se pod

koncesijom tvrtke Pavliš d.d. Najmanje eksploatacijsko polje ove županije je Dominikovica površine 3,55 ha i nalazi se pod koncesijom tvrtke Bilodom d.o.o.



Slika 6-6. Prikaz stanja eksploatacijskog polja „Garešnica“

### 6.1.7 Virovitičko-podravska županija

Virovitičko podravska županija posjeduje dva eksploatacijska polja Sladojevci i Bilo. Površina Sladojevca iznosi 12,56 ha, a eksploatacijske rezerve iznose 1 519 000 m<sup>3</sup>. Tvrtka koja vrši radove zove se Igm d.d. Ciglana kao i eksploatacijsko polje nalazi se uz samu magistralnu cestu nedaleko od grada Slatine. Eksploatacijsko polje Bilo površine je 6,6 ha a rezerve iznose 109 576 m<sup>3</sup>. Stanje eksploatacijskih polja prikazano je slikom 6-7.



Slika 6-7. Prikaz stanja eksploatacijskih polja „Sladojevci“ i „Bilo“



### 6.1.8 Vukovarsko-srijemska županija

Vukovarsko-srijemska županija posjeduje pet eksploatacijskih polja: Ciglane, Dren, Alvaluci, Cerna. Eksploatacijsko polje Slavonka površine je 26,37 ha, lokacija zahvata smještena je sjeveroistočno od grada Vinkovaca. Iskop ciglarske glina na površinskom kopu eksploatacijskog polja "Slavonka" vrši se dugi niz godina, s razvijenim sustavom više etaža. Rezerve koje posjeduje Slavonka iznose 2 793 640 m<sup>3</sup>. Trgovačko društvo Dilj Igm d.d vrši eksploataciju na polju Slavonka kao i na eksploatacijskom polju Dren koje je površine 30,88 ha, te posjeduje rezerve 869 591 m<sup>3</sup>. Eksploatacijsko polje Alvaluci površine je 15,98 ha i posjeduje rezerve od 593 180 m<sup>3</sup>. Eksploatacijsko polje Cerna ima rezerve od 608 899 m<sup>3</sup> na prostoru 19,16 ha. Na slici 6-8. prikazan je zemljopisni položaj eksploatacijskih polja u ovoj županiji.



Slika 6-8. Prikaz zemljopisnog položaja eksploatacijskih polja

### 6.1.9 Osječko-baranjska županija

Na području ove županije nalazi se pet eksploatacijskih polja: Kukuljaš 32,5 ha, Ciglana Bizovac 10,64 ha, Sarvaš 44,73 ha, Tomašinci 36,83 ha i Grabovac 1A 56,62 ha. Ležište Kukuljaš ima najveće eksploatacijske rezerve koje iznose 2 513 991 m<sup>3</sup> a slijede ga Grabovac 1A sa 2 173 308 m<sup>3</sup> te Tomašinci sa 1 430 401 m<sup>3</sup>. Eksploatacija ciglarske gline iz eksploatacijskog polja Tomašinci vrši se kako bi poslužila kao dodatak osnovnoj bazi koja se vadi u ležištu Sarvaš.

### 6.1.10 Karlovačka županija

Tvrtka Wienerberger Ilovac d.d već deset godina eksploatira glinu na jedinom ležištu ove županije. Naziv eksploatacijskog polja je „Rečica“, te je jedno od najvećih ciglarskih ležišta Republike Hrvatske s ukupnim dokazanim rezervama 4 500 000 m<sup>3</sup>. Eksploatacijsko polje nalazi se 8 km sjeveroistočno od grada Karlovca. Godišnja eksploatacija iznosi oko 320 000 t. Koncesionar rabeći materijal iz ovog ležišta izrađuje razne vrste cigle za nosive zidove, stropne konstrukcije te fasadne sisteme. Eksploatacija se obavlja u slojevima kao što možemo vidjeti na slici 6-9.



Slika 6-9. Prikaz načina eksploatacije na eksploatacijskom polju „Rečica“

### 6.1.11 Krapinsko -zagorska županija

Jedino eksploatacijsko polje u ovoj županij je Đurđevićev brijeg kojeg eksploatira Tondach Hrvatska d.d a površina iznosi 18,25 ha. Rezerve iznose 1 079 115 m<sup>3</sup>. Stanje eksploatacijskog polja vidljivo je na slici 6-10.



Slika 6-10. Prikaz stanja eksploatacijskog polja „Đurđevićev brijeg“

### 6.1.12 Sisačko-moslovačka županija

Eksploatacijsko polje Donja Čemernica površine 55,67 ha i eksploatacijsko polje Brkovec površine 22,32 ha koji su prikazani na slici 6-11., nalaze se u Sisačko-moslovačkoj županiji, te imaju odobrenje za eksploataciju od 2004 godine. Donja Čemernica posjeduje 246 115 m<sup>3</sup> potvrđenih rezervi, no daljnji radovi su obustavljeni. Brkovec ima potvrđene eksploatacijske rezerve u iznosu od 617 058 m<sup>3</sup> i eksploataciju vrši tvrtka Igm d.d . Tvrtka IGM Ciglana d.o.o. u svom pogonu u Petrinji proizvodi: PTH blokove, poroblokove, klimatske blokove, pregradne blokove, stropne ispune, podložne pločice za gredice i podložne pločice za nadvoj. Sisačko-moslovačka županija poseduje još jedno eksploatacijsko polje Žazina površine 14,80 ha gdje eksploataciju vrši Igm d.d.



Slika 6-11. Prikaz stanja eksploatacijskih polja „Donja Čemernica“ i „Brkovec“

## 7. EKSPLOATACIJA CIGLARSKIH GLINA

Pojam eksploatacija predstavlja vađenje mineralne sirovine, u ovom slučaju ciglarske gline, te oplemenjivanje iste. Postupak oplemenjivanja odnosi se na uklanjanje nepoželjnih primjesa iz gline. U slučaju ciglarske gline najčešće primjese koje nalazimo su  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , dolomiti, sulfati Ca i Mg, zatim željezni spojevi i alkalije. Svaka od primjesa na svoj način djeluje nepovoljno na konačni proizvod i nastojimo je odstraniti postupkom oplemenjivanja. Prisutnost vapnenca je izuzetno štetna posebice u većim mjerama jer pečenjem prelazi u CaO, te na krajnjem proizvodu izaziva destrukcije. Prisutnost željeznih spojeva utječe na temperaturu pečenja i utječe na boju proizvoda. Prisutnost topljivih soli uzrokuje cvjetanje koje je vidljivo nakon ugradnje proizvoda. Eksploatacija ciglarske gline obično se izvodi na površinskom kopu najčešće uz neposrednu blizinu oplemenjivačkog postrojenja. Pridobivena glina se transportira do hale za preradu gdje se usitnjava i prerađuje. Tako obrađena glina šalje se dalje do bazena za odležavanje gdje se taloži u slojevima različite debljine. Prilikom dobivanja gline koriste se razne vrste strojeva, bagera, buldozera, otkopnih freza i strojnih kopača. Najčešće se koriste ciklički bageri ili ukoliko to dopuštaju ležišni uvjeti bageri vedričari. Transport se vrši kamionima, transportnim trakama ili željeznicom (Krolo 1999).

### 7.1 Ciklički bageri

Bageri cikličkog načina rada najčešće se koriste u rudarstvu prilikom kopanja mekih i srednje čvrstih stijena dok se prilikom eksploatacije metalnih ruda uglavnom koriste kao pomoćni strojevi. U našem slučaju prilikom eksploatacije ciglarske gline služe prilikom utovara, doziranja, skidanja otkrivke, formiranja odlagališta, izrade nasipa, izrade odvodnih kanala. Rad ovakve vrste bagera sastoji se od ciklusa punjenja lopate, okretanja u položaj isteresanja, istresanje lopate u transportno sredstvo, te ponovno okretanje u položaj za punjenje. Ukupno vrijeme trajanja radnog ciklusa  $T_c$ , sastavljeno je od vremena kopanja,  $t_1$  okretanja bagera radi istresanja,  $t_2$ , istresanja iskopanog materijala u transportno sredstvo ili na deponiju,  $t_3$  te ponovnog okretanja radi povrata na čelo radilišta,  $t_4$ :

$$T_c = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

Eksploatacijski kapacitet cikličkih bagera računa se prema izrazu:

$$Q_{\text{ekspl.}} = Q_{\text{teh.}} \cdot k_v \cdot T \text{ [m}^3\text{/smjenu]}$$

gdje je :

$Q_{\text{teh}}$  - tehnički kapacitet cikličkog načina rada [m<sup>3</sup>/h]

$k_v$  - koeficijent vremenskog iskorištenja smjene

$T$  - vrijeme trajanja smjene [h]

Razlikujemo dvije osnovne vrste cikličkih bagera i to bageri s čvrsto priključenom lopatom i oni sa slobodno zavješenom lopatom (Kujundžić 2015).

## 7.2 Bageri vedričari

Bageri vedričari koriste se u rudarstvu prilikom radova na velikim površinskim kopovima najčešće za skidanje otkrivke i dobivanje ugljena manje do srednje čvrstoće, a na manjim kopovima za dobivanje ciglarskih glina, te šljunaka i pijesaka. Rad se obavlja pretežito u dubinskom zahvatu. Bageri vedričari obično se kreću na gusjenicama ili na željezničkom podvozju što je češći slučaj. Razlikujemo mnogo tipova bagera vedričara obzirom na veličinu, snagu i učinak, te konstrukciju nosača vedrica, kao i prijenosa odnosno punjenje iskopanog materijala u transportna sredstva. Pri dobivanju bagerom vedričarom ostvaruje se potpuna homogenizacija, odnosno miješanje iskopanog materijala po cijelom zahvatu. Upravo zbog te činjenice najčešću primjenu nalazi u eksploataciji ciglarskih glina (Kujundžić 2015). Slika 7-1. prikazuje izgled bagera vedričara.



Slika 7-1. Bager vedričar

### **7.3. Zaštita okoliša pri eksploataciji gline**

Prilikom svakog zahvata u prostoru zakon obvezuje investitora na provođenje postupka procjene utjecaja na okoliš i ekološku mrežu, te izradu studije o utjecaju na okoliš. Studije počivaju na pretpostavci da se većina potencijalnih utjecaja na okoliš planiranog zahvata može predvidjeti, pa se samim time mogu unaprijed planirati i mjere zaštite koji će neželjene posljedice svesti na najmanju moguću mjeru. Prilikom eksploatacije i obrade ciglarske gline negativan utjecaj na okoliš očituje se:

- onečišćenjem zraka i vode
- onečišćenjem tla
- narušavanjem krajobraza

Onečišćivači zraka prilikom eksploatacije gline su:

- sumporni dioksid i ostali sumporni spojevi
- dušični oksidi i ostali dušični spojevi
- hlapivi organski spojevi
- praškaste tvari

Onečišćivači zraka prilikom eksploatacije glina u najvećoj mjeri nastaju sagorjevanjem pogonskih goriva za radne strojeve. Onečišćivači također nastaju pri preradi i dobivanju ciglarskih proizvoda. Prilikom sprječavanja ovih onečišćivača najčešće se pokušava preventivno djelovati, te spriječiti sami nastanak zagađenja. Ukoliko je nastanak neophodan problemu se pristupa na način da se pokušava spriječiti transfer onečišćivača u okoliš. Glavni onečišćivači vode pri ovakvoj djelatnosti su:

- suspendirani materijali
- tvari koje negativno utječu na ravnotežu kisika
- ulja i masti
- anionski deterdženti.

Onečišćivači vode prilikom eksploatacije gline nastaju ispuštanjem ulja i masti iz strojeva koji dolaze u kontakt s vodom koja ih ispire. Razni suspendirani materijali i tvari koje negativno djeluju na ravnotežu kisika u vodi mogu nastati pri tehnološkoj obradi eksploatiranog materijala.

Uzimajući u obzir sve tvari koje u okoliš ispušta ciglarska industrija možemo zaključiti da ona nema veliki utjecaj na okoliš ukoliko se pridržava mjera zaštite okoliša. Otkopana eksploatacijska polja gline mogu se prenamijeniti za odlagališta komunalnog ili drugog otpada. Prikaz emisije plinova u okoliš prilikom proizvodnje ciglarskih proizvoda u proizvodnom pogonu „Dilj“ prikazan je u tablici 7-1.

Tablica 7-1. Prikaz emisija onečišćujućih tvari u pogonu „Dilj“, eksploatacijsko polje „Dren“

Emisije u zrak				
Prašina	Stac.iz.	Izmj vrij.	1-20 mg/m <sup>3</sup>	USKLAĐENO
	TP1L3	0,86 mg/m <sup>3</sup>		
	TP2L3	0,95 mg/m <sup>3</sup>		
SO <sub>2</sub>	Stac.iz.	Izmj vrij.	< 500 mg/m <sup>3</sup>	USKLAĐENO
	TP1L3	0		
	TP2L3	0		
NO <sub>2</sub>	Stac.iz.	Izmj vrij.	< 250 mg/m <sup>3</sup>	USKLAĐENO
	TP1L3	76 mg/m <sup>3</sup>		
	TP2L3	83 mg/m <sup>3</sup>		
Benzen	Stac.iz.	Izmj vrij.	Nije definirano	NIJE PRIMJENIVO Izmjerene vrijednosti zadovoljavaju GVE sukladno Uredbi o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 21/07, 150/08) koja za benzen iznosi 5 mg/m <sup>3</sup>
	TP1L3	0		
	TP2L3	0		
Ukupni C	Ne mjeri se		5-20 mg/m <sup>3</sup>	NIJE PRIMJENIVO
Emisije u vodu				
Suspendirana tvar	32 mg/l	50 mg/l	USKLAĐENO	
AOX	Ne mjeri se	0,1 mg/l	NIJE PRIMJENIVO	
Pb	Ne mjeri se	0,3 mg/l	NIJE PRIMJENIVO	
Zn	Ne mjeri se	2 mg/l	NIJE PRIMJENIVO	
Cd	Ne mjeri se	0,07 mg/l	NIJE PRIMJENIVO	

Tablica 7-1. prikazuje emisije onečišćujućih tvari koje se ispuštaju kroz dimnjake prilikom pečenja crijepa na pogonu „Dilj“. Onečišćujuće tvari su emisije praškaste tvari, oksida dušika, oksida ugljika, sumpora i benzena iz stacionarnih izvora. Vrijednosti emisija su vrlo male i nalaze se daleko ispod dozvoljene vrijednosti što je najbolji pokazatelj da ciglarska industrija nema prevelik utjecaj na onečišćenje okoliša.



## 8. UVJETI KVALITETE CIGLARSKE GLINE

Poboljšanje kvalitete i smanjenje količine otpada u proizvodnim pogonima, te kvalitetan proizvod cilj su određivanja uvjeta kvalitete polazne mineralne sirovine. Potrebno je primijeniti sirovinu koja svojim karakteristikama osigurava najkvalitetniji mogući konačni proizvod. Ciglarske gline za proizvodnju građevinskih proizvoda su gline nižeg kvaliteta. Sadržaj minerala glina je nizak, ali ipak dovoljan da se upotrijebi za izradu opekarskih proizvoda željenih osobina. Mineralni sastav ovakvih glina varira u okviru ležišta, od mjesta do mjesta, ovisno o sadržaju minerala gline, kvarca i karbonata i drugih pratećih komponenti. Ciglarske gline često sadrže i manje količine organskih materija. Mineralni sastav ciglarskih glina utječe na oblikovanje, sušenje, odnosno na osobine sirovog proizvoda, kao i na njegovo ponašanje tijekom pečenja, kvalitetu i boju finalnog proizvoda. Poznavanje mineralnog, granulometrijskog i kemijskog sastava neophodno je za pravilnu pripremu ciglarske gline u tehnološkom procesu proizvodnje crijepa i opeke. Uvjeti kvalitete ciglarske gline određeni su Pravilnikom o prikupljanju podataka, načinu evidentiranja i utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina, te o izradi bilance tih rezervi (NN 48/92).

### 8.1 Zakonska regulativa

Zakon o rudarstvu glavni je propis ove gospodarske djelatnosti. U proteklih dvadesetak godina ovaj zakon se višekratno mjenjao u smislu dorada, poboljšanja, ali i sustavnih promjena kojima su bitno izmjenjeni odnosi u gospodarenju mineralnim sirovinama. Gospodarenje rudnim blagom, te odvijanje rudarske djelatnosti treba biti usklađeno s propisima i iz drugih područja. Drugim zakonima određeno je izdavanje uvjeta i ograničenja u jedinstvenom postupku izdavanja koncesije za eksploataciju mineralnih sirovina, odnosno izdavanja suglasnosti za tehničku dokumentaciju. Prvenstveno se tu radi o propisima iz područja prostornog uređenja jer je preduvjet gospodarenja mineralnim sirovinama unošenje istražnih prostora i eksploatacijskih polja mineralnih sirovina u prostorno plansku dokumentaciju, odnosno prostorne planove županija, općina i gradova. Legalne eksploatacije nema bez ishodišne lokacijske dozvole, a lokacijska dozvola se ne može dobiti ukoliko u prostorno

planskoj dokumentaciji nisu predviđeni takvi zahvati u prostoru. Od presudnog značaja za odvijanje rudarske djelatnosti su: Zakon o prostornom uređenju, Zakon o građenju, Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o šumama, Zakon o vodama i Zakon o poljoprivrednom zemljištu. Prema Zakonu o rudarstvu iz 2013. godine (NN 56/13), mineralnim sirovinama smatraju se:

- I. Energetske mineralne sirovine,
- II. Mineralne sirovine za industrijsku preradu,
- III. Mineralne sirovine za proizvodnju građevnog materijala,
- IV. Arhitektonsko-građevni kamen,
- V. Mineralne sirovine kovina.

Ciglarska glina, zajedno s tehničko-građevnim kamenom i šljunkom spada u grupu mineralnih sirovina za proizvodnju građevnog materijala.

## **8.2 Istraživanje ciglarskih glina**

Prilikom istraživanja ciglarskih glina potrebno je ishoditi odobrenje za istraživanje koje će se provoditi unutar istražnog prostora. Istražni prostor određen je koordinatama vršnih točaka koje omeđuju sami istražni prostor. U odobrenju je potrebno identificirati zemljišne čestice na kojima se odobrava istražni prostor. Podaci o istražnim prostorima unose se u registar kojeg vodi ministarstvo nadležno za rudarstvo za sve vrste navedenih mineralnih sirovina. Istraživanje ciglarskih glina provodi se prema Pravilniku o prikupljanju podataka, načinu evidentiranja i utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina, te o izradi bilance tih rezervi. Prema Pravilniku, ležišta ciglarskih glina dijele se na dvije skupine i to prema obliku, veličini, složenosti građe i ujednačenosti sastava. U prvu skupinu spadaju slojevita i lećasta ležišta konstantne debljine i ujednačenog sastava, dok se u drugu skupinu uvrštavaju slojevita i lećasta ležišta promjenjive debljine i neujednačenog sastava. Utvrđene rezerve razvrstavaju se u kategorije i klase kao što je prikazano u tablici 8-1.

Tablica 8-1. Maksimalne udaljenosti istražnih radova za ciglarsku glinu

Skupina ležišta	A kategorija	B kategorija	C <sub>1</sub> kategorija
I.	60	120	240
II.	30	60	120

Kategorije utvrđenih rezervi su A, B i C<sub>1</sub>, dok su klase bilančne i izvanbilančne rezerve. U tablici 8-1. prikazane su maksimalne udaljenosti između istražnih radova ovisno o skupini ležišta i kategoriji utvrđenih rezervi ciglarske gline. Prilikom istraživanja rezervi mineralnih sirovina zakonska uredba nalaže plaćanje naknade za zauzeto zemljište. Naknada za zaposjednuto zemljište iznosi prema uredbi iz 2011. godine za prvu godinu istraživanja 600 kn/ha, za drugu godinu 800 kn/ha te 1000 kn/ha za treću godinu istraživanja

### 8.3 Kakvoća ciglarske gline

Kakvoća rezervi ciglarskih glina određuje se prema odredbama članaka 55. do 57. Pravilnika o prikupljanju podataka, načinu evidentiranja i utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina, te o izradi bilance tih rezervi, kod čega za rezerve kategorija A, B i C<sub>1</sub> treba biti udovoljeno i slijedećim uvjetima:

I. kakvoća ciglarskih glina određuje se analiziranjem pojedinačnih i kompozitnih uzoraka;

II. pojedinačni uzorci uzimaju se iz svih istražnih radova i za sve vrste glina koje se makroskopski mogu razlikovati. Najveća dužina intervala koji predstavlja pojedinačni uzorak je 3 m;

III. na pojedinačnim uzorcima ispitivanjima se utvrđuje slijedeće značajke:

- reakcija na karbonate;
- određivanje količine i makroskopska identifikacija ostatka na situ od 10000 oć/cm
- stezanje pri sušenju na 105 °C;
- proba pečenja;
- stezanje pri pečenju

IV. kompozitni uzorci pripremaju se za svakih 100 000 m<sup>3</sup> rezervi ciglarskih glina. Kompozitni uzorci predstavljaju mješavine pojedinih uzoraka, pripremaju se po vrstama glina koje su u ležištu prisutne;

V. na kompozitnim uzorcima obavljaju se slijedeća određivanja:

- mineralni sastav
- granulometrijski sastav
- ostatak na situ i njegova identifikacija
- prostorna mase
- čvrstoća na 10 m u sirovom stanju
- plastičnost
- stezanje i osjetljivost kod sušenja
- količina vode potrebne za plastičnu obradu
- probe pečenja
- temperatura klinkeriranja i sinteriranja
- stezanje kod pečenja
- upijanje vode nakon pečenja
- čvrstoća na 10 m nakon pečenja
- vodopropusnost nakon pečenja (kod gline za proizvodnju crijepa)
- otpornost na mraz (kod gline za proizvodnju fasadne cigle i crijepa)

Granulometrijski sastav ciglarskih sirovina igra značajnu ulogu u pogledu njihovog tehnološkog ponašanja. Posebno su važne najsitnije frakcije ciglarske gline. Čestice ispod 2  $\mu\text{m}$  nazivaju se glinenim frakcijama, od 2 do 20  $\mu\text{m}$  frakcijom prašine, a iznad 20  $\mu\text{m}$  je frakcija pijeska. Najsitnije frakcije su i najbogatije mineralima gline. Upravo se na kompozitnim uzorcima obavljaju određivanja mineralnog sastava potrebnog za proizvodnju opekarskih elemenata, te je potrebno postojanje pravilne raspodjele veličine čestica kako bi se spriječila pojava greške u tehnološkom procesu. Mineralni sastav ciglarskih gline utječe na oblikovanje, sušenje, odnosno na osobine sirovog proizvoda, kao i na njegovo ponašanje tijekom pečenja, kakvoću i boju finalnog proizvoda. Upravo iz tih razloga obavezno je ispitivanje mineralnog sastava. Poznavanje mineraloškog sastava ima izuzetno veliki značaj zbog činjenice da prisutnost pojedinih minerala direktno utječe na svojstva materijala i mogućnosti njegove primjene. Rendgenska analiza je skoro nezamjenljiva metoda u identifikaciji minerala i mineraloškog sastava keramičkih materijala. Osnovni minerali koji se koriste za proizvodnju opeke i crijepa su ilit, kaolinit i kvarc. Plastičnost, kao jedna od

važnijih karakteristika ciglarskih glina, direktno ovisi o udjelu glinenih i neplastičnih minerala, kao i od granulometriji materijala. Glineni minerali, s obzirom na to da posjeduju slojevitú strukturu, imaju sposobnost da vežu vodu, i upravo količina apsorbirane i međuslojne vode utječe na potrebnu plastičnost pri oblikovanju proizvoda. Prirodna ciglarska glina mora se navlažiti vodom da bi se mogla oblikovati u željene proizvode, a samim tim se i skuplja tokom sušenja, pri čemu dolazi do smanjenja obujma. Plastičnost predstavlja osobinu materijala da reagira na utjecaj vanjske sile trajnom promjenom oblika bez pojave pukotina. Karbonati, posebno finoizrnatí kalcit, smanjuju plastičnost i skupljanje pri sušenju, kao i čvrstoću suhog proizvoda, te je upravo zbog navedenih karakteristika potrebno ispitati prisutnost karbonata u ciglarskoj glini. Aditivi koji utječu na povećanje plastičnosti ciglarskih sirovina su organske materije, fosfati i soda. Izbor najboljeg aditiva za ovu svrhu podrazumijeva potrebu izvođenja proba pečenja. Čak i dodatak male količine jednog aditiva može dovesti do porasta ukupne plastičnosti. U nekim slučajevima dovoljno je samo povećati pH vrijednost ciglarske sirovine ili povećati maseni udio vode. Smanjenje zapremine uzoraka se uočava tijekom perioda konstantne brzine sušenja, kada se uklanja vlaga korištena prilikom oblikovanja materijala. Tijekom perioda opadajuće brzine sušenja uklanja se zaostala vlaga, uz blago skupljanje i formiranje pora. U ovisnosti o osobinama materijala i prirode veza između vlage i materijala, karakter krivulje u periodu opadajuće brzine sušenja je različit. Pri tome vrijedi opće pravilo: što je temperatura pečenja viša to je crijep ili opeka nepropusnija i čvršća. Proces pečenja traje više sati, a krivulja pečenja i kasnijeg hlađenja gotovog proizvoda najčešće je proizvodna tajna o kojoj ovisi kvaliteta gotovog proizvoda. Nakon dobro istraženog mineralnog i kemijskog sastava gline i pripreme sirovine za tehnološki proces, pristupa se njezinom skladištenju. Nakon toga slijedi uzimanje gline sa skladišta, oblikovanje u željeni opekarski proizvod, sušenje u suhim pećima na temperaturi od 100 °C. Nakon toga proizvodi se peku na temperaturi od 800 °C do 1200 °C. Nakon dobivanja konačnog proizvoda potrebno je pristupiti ispitivanju njegovih kvaliteta. Na gotovim opekarskim proizvodima ispituju se upijanje vode nakon pečenja, vodopropusnost nakon pečenja, otpornost na mraz, te se na taj način utvrđuje ponašanje konačnog proizvoda pri njegovoj krajnjoj primjeni. Krajnju primjenu ciglarski proizvodi nalaze u građevinarstvu. Tehnička svojstva građevnih proizvoda moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu. Tehničkim propisom o građevnim proizvodima (NN 33/10) propisuju se tehnička

svojstva i drugi zahtjevi za građevne proizvode namijenjene ugradnji u građevine za koje tehnička svojstva i drugi zahtjevi nisu propisani posebnim propisom. Građevni proizvod proizveden u proizvodnom pogonu izvan gradilišta smije se ugraditi u zidanu konstrukciju ako ispunjava propisane zahtjeve i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti. Ispitivanjima je potrebno dokazati da će građevina u kojoj je kao građevni proizvod ugrađena opeka tijekom građenja i projektiranog uporabnog vijeka ispunjavati bitne zahtjeve mehaničke otpornosti i stabilnosti, otpornost na požar, te druge bitne zahtjeve u skladu s propisima. Tehničkim propisom za zidane konstrukcije (NN 01/07) propisano je da tehnička svojstva zidnog elementa moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu zidnog elementa i moraju biti specificirana prema normama niza HRN EN 771, te normama na koje taj niz upućuje. Norme niza HRN EN 771 razlikuju više vrsta zidnih elemenata, između ostalog i opekarske zidne elemente na koje se odnosi norma HRN EN 771-1:2005 Specifikacije za zidne elemente – 1. dio: Opekarski zidni elementi (EN 771-1:2003+A1:2005).

#### **8.4 Primjer utvrđivanja kakvoće gline na ležištu „Vale-Novaki“**

Ležište „Vale-Novaki“ nalazi se na području Istre, te se više ne eksploatira. Kakvoća ciglarske gline prilikom obavljanja istraživanja izvršena je radi ocjenjivanja njene primjene u opekarskoj industriji. Obavljena su opsežna laboratorijska ispitivanja sukladno zakonu, te je ukupno ispitano 31 pojedinačni, te 3 kompozitna uzorka. Pojedinačni uzorci svih varijeteta glina za laboratorijska ispitivanja uzeti su iz istražnih raskopa, te stavljeni u plastične vrećice. Na osnovi analize utvrđeno je da ležište posjeduje tri različita tipa glina koje su svrstane u grupe. Prvu grupu čine pretežito žute gline, drugu grupu čine sive gline dok treća grupa je uglavnom sastavljena od crnih glina. Na pojedinačnim uzorcima obavljena su slijedeća određivanja:

1. Reakcija na karbonate
2. Ostatak na situ 4900 oč/cm<sup>2</sup> (g)
3. Stezanje na 105 °C (%)
4. Stezanje na 850 °C (%)
5. Stezanje na 950 °C (%)
6. Boja – izgled nakon pečenja

Iz svake grupe glina formiran je po jedan kompozitni uzorak, na način da je svaka vrsta gline zastupljena u približno proporcionalnim omjerima. Rezultati obavljenih istraživanja prikazani su u tablici 8-2. Na kompozitnim uzorcima obavljena su slijedeća ispitivanja:

1. Mineralni sastav
2. Kemijska analiza (röntgenski fluorescencijski valnodisperzivni spektrometar)
3. Röntgenska analiza (difrakcija röntgenskih zraka na praškastim uzorcima)
4. Termička analiza (diferencijalno-termička i termogravimetrijska metoda)
5. Granulometrijski sastav
6. Ostatak na situ
7. Identifikacija ostatka
8. Prostorna masa
9. Čvrstoća na lom u suhom stanju
10. Čvrstoća na lom u pečenom stanju (900 °C)
11. Plastičnost po Pfefferkornu
12. Voda potrebna za začinjavanje
13. Stezanje kod sušenja na 105 °C
14. Osjetljivost gline na sušenje – Bigot
15. Stezanje kod pečenja na 900 °C
16. Temperatura klinkeriranja
17. Temperatura sinteriranja
18. Upijanje vode nakon pečenja (900 °C)
19. Pritisna čvrstoća

Tablica 8-2. Prikaz rezultata ispitivanja po vrstama gline

SKUPNO PO VRSTAMA		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\text{sred}}$		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\text{sred}}$		$X_{\min}$	$X_{\max}$	$X_{\text{sred}}$
Reakcija na karbonate	ŽUTE GLINE	-	+	-/+	SIVE GLINE	+	jaka	+	CRNA GLINA	-	+	+/-
Ostatak na situ 4900 oč/cm <sup>2</sup> (g)		1,2	22,0	8,24		1,0	8,9	3,46		0,68	6,7	3,76
Stezanje na 105°C (%)		2,6	10,3	5,73		2,7	8,7	6,49		5,9	10,2	7,86
Stezanje na 850°C (%)		3,1	11,7	6,37		3,3	10,3	7,74		5,6	11,5	8,48
Stezanje na 950°C (%)		4,9	11,7	7,35		4,0	10,2	7,99		6,1	13,5	9,26
Boja-izgled nakon pečenja												

U tablici 8-2. prikazani su rezultati ispitivanja tri zastupljene vrste glina u ležištu. Vidljivo je da je relativno velika disperzija rezultata ispitivanja. Usporedbom pojedinačnih ispitivanja sa rezultatima dobivenim na kompozitnim uzorcima dolazimo do slijedećih zapažanja:

-rezultati ispitivanja na kompozitnim uzorcima kod žutih i crnih glina nalaze se između maksimalnih i minimalnih vrijednosti rezultata pojedinačnih analiza, ali ne predstavljaju njihovu srednju vrijednost. Također isto vrijedi za rezultate ispitivanja ostatka na situ 4900 oč/cm<sup>2</sup> kod sivih glina.

-rezultati ispitivanja kod sušenja na 105 °C na kompozitnom uzorku veći su od maksimalne vrijednosti rezultata ispitivanja pojedinačnih uzoraka.

Mišljenje o upotrebljivosti ciglarske gline dobiveno je na osnovi laboratorijskih ispitivanja kompozitnih uzoraka. Zaključak je da se radi o karbonatnim glinama na osnovi analize



rezultata ispitivanja pojedinačnih i kompozitnih uzoraka gline istraživnog područja. U dijelu istraživnog prostora pojedinačnom analizom određen je ostatak na situ  $4900 \text{ o}\check{\text{c}}/\text{cm}^2$  u količini 11,1 g na 100 g suhe tvari izrazito karbonatnog sastava, što ima štetno djelovanje pri proizvodnji opeke. Provedenim istražnim radovima nije utvrđena pojava više takovih gnijezda, ali zbog rasporeda i međusobne udaljenosti istražnih radova postoji mogućnost njihova prisustva, o čemu valja voditi računa pri eksploataciji. Štetnost sirovine s ostatkom na situ karbonatnog sastava može se neutralizirati meljavom ispod 2 mm. Obzirom da u proizvodnom programu investitora nije obuhvaćena proizvodnja opeke fasadnog programa, pojava bijelih mrlja uzrokovanih povećanim udjelom CaO u glini ne smatra se kao nedostatak. Obradom dobivenih rezultata dolazi se do zaključka da se treba razmotriti mogućnost selektivne eksploatacije uz odgovarajuću homogenizaciju sirovine. Upravo ovakav zaključak jest cilj utvrđivanja kakvoće ciglarske gline jer je ispitivanjima utvrđeno da sirovina ne odgovara traženim uvjetima, te će se oplemenjivanjem riješiti problem.

## 9. TEHNOLOŠKI PROCES OBRADE CIGLARSKE GLINE I DOBIVANJE KONAČNOG PROIZVODA

Sirovina za izradu građevinskog crijepa i opeke je ciglarska glina koja prema sastavu i svojstvima spada u manje kvalitetne gline. Sadrži znatni udio primjesa kao što su  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ , dolomiti, sulfati Ca i Mg, zatim željezni spojevi i alkalije te dr. Prisutnost  $\text{SiO}_2$  u izvjesnoj mjeri je poželjna, jer  $\text{SiO}_2$  djeluje kao sredstvo koje smanjuje skupljanje. Prilikom dobivanja gline koriste se različite vrste strojeva, bagera i buldozera te strojnih kopača i otkopnih freza dok se za transport koriste različita transportna sredstva, trake, žičare, kamioni ili željeznica. Proces od eksploatacije do dobivanja konačnog proizvoda podijeljen je u nekoliko koraka.

**Priprema gline** podrazumjeva usitnjavanje, te miješanje i homogenizaciju materijala. Priprema tzv. glinenog tijesta ili svježe glinene mase koristi strojnu preradu, koja se izvodi suhim, polusuhim ili mokrim načinom. Danas se u većini tehnologija još koristi mokri način, pri kojemu se sadržaj vode za pripremu glinenog tijesta kreće od 13 – 25%. Postupak se sastoji u doziranju gline, mljevenju te kvašenju i čišćenju od štetnih primjesa, kako bi se dobila glinena masa što homogenijeg sastava, određene vlažnosti i određene plastičnosti. Poboljšanje kakvoće može se postići i dodatnim odležavanjem glinene mase (1 - 7 dana), nakon čega se pristupa oblikovanju.

**Oblikovanje** je proces pri kojemu finalni proizvod opeka ili crijep dobiva svoj fizički oblik. U novije vrijeme taj postupak se najčešće vrši strojno pomoću dodataka kao što su: kalupi, usnici i preše i dr. Za dobivanje opeke koriste se različiti usnici i preše. Prilikom oblikovanja koje ponekad zna biti složeno ukoliko se proizvod sastoji od mnogo šupljina i žljebova ovoj fazi treba pridodati poseban značaj. Glinena masa mora biti čista od nepoželjnih primjesa, te biti što bolje homogenizirana. Prilikom oblikovanja crijepa koriste se razne vrste kalupa koje su izrađene od najsvremenijih polimera, raznih metala ili gipsa. Svaka vrsta kalupa ima svojih prednosti i nedostataka. Kalupi od gipsa su mekani, kalupi od metala su čvrsti i dugotrajni, ali se moraju podmazivati što prlja oblikovani predmet, a sredstva za podmazivanje kalupa negativno utječu na sušenje predmeta. Danas se sve više nastoji koristiti kalupe od plastičnih

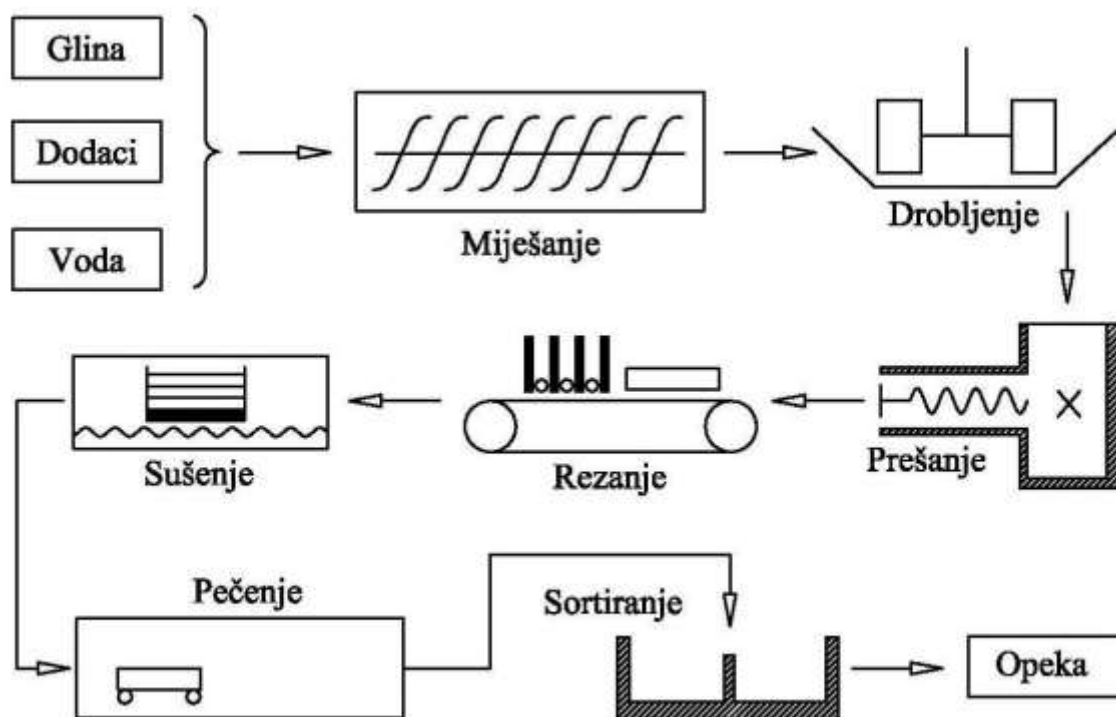
masa, koji zadovoljavaju i po svojoj trajnosti i čvrstoći, a nije ih potrebno podmazivati. Nakon dovršenog procesa oblikovanja proizvod podliježe procesu sušenja

**Sušenje** se provodi u sušionicama pri kontroliranim uvjetima brzine i vremena sušenja kako ne bi došlo do nepredviđenih deformacija na samom proizvodu. Sušenjem se uklanja preostala voda i postižu se uvjeti potrebni za pečenje. Sušenje se provodi u tri faze od koji prva faza traje od 10-20 sati i odvija se na temperaturi od 40 °C. Zagrijavanje treba izvoditi tako da brzina isparavanja vode s površine elementa ne bude veća od brzine dotoka vode iz mase elementa na površinu koji se obavlja difuzijom. Prelazak u drugu fazu sušenja zahtjeva stalnu temperaturu od 40 °C, te traje onoliko vremena koliko je potrebno da se proizvod prestane smanjivati. Trajanje ove faze gotovo uvijek je najduže, te se nakon završetka preostala voda u proizvodu kreće između 10-15 %. Prilikom treće faze sušenja temperatura iznosi 80-100 °C, te se u potpunosti rješavamo vode iz materijala. U suvremenoj ciglarskoj industriji za sušenje se koriste uglavnom tunelske sušionice. One se zagrijavaju toplinom plinova iz tunelskih peći. Proizvodi koji se suše prolaze kroz tunelske peći nalaze se na vagonima koji se pomiču određenom brzinom. U pravilu kod sušenja glinenih elemenata koristi se protustrujni tok sušenih elemenata i toplog zraka za sušenje. Na taj način sušenje počinje pod uvjetima koji onemogućuju naglo isparavanje vode s površine glinenih elemenata i nastavlja se prolazom kroz sušionicu gdje se elementi koji se suše susreću sa sve toplijim i suhim zrakom. Na izlazu iz tunela izlaze potpuno osušeni glineni elementi. Na ovaj način ostvaruju se uvjeti sušenja sa skupljanjem, ali bez deformacija. Proces sušenja obično traje 16 - 24 sata. Dimenzije tunelskih sušionica su obično preko 40 m, visina tunela oko 1.5 m, a širina oko 1.60 m. Vagoni odnosno vagoneti, koji služe za transport sušenih elemenata jednostavne su konstrukcije i izvedeni su tako da se mogu koristiti za pečenje glinenih proizvoda bez pretovara. Nakon završenog procesa sušenja, osušeni glineni elementi, opeka ili crijep uvode se u proces pečenja kojim postižu svoju konačnu kakvoću, i koji se izvodi u pećima, najčešće tunelskim.

Proces pečenja opekarskih proizvoda može se podijeliti u četiri faze, i to:

- fazu uklanjanja zaostale slobodne vode
- fazu izlaženja i uklanjanja konstitucijske vode
- fazu sinteriranja i stvaranja silikata, te
- fazu hlađenja

**Proces pečenja** kao zadnji element proizvodnog procesa izvodi se tako da se osušenim glinenim elementima, koji ne sadrže više od 3 - 5% vlage uvode u peć gdje se predgriju do oko 600-650 °C, te s tom temperaturom ulaze u zonu pečenja. Brzina pomicanja kroz peć mora biti upravo takva da se predgrijavanjem postigne ta temperatura s kojom započinje proces pečenja. Prilikom pečenja možemo razlikovati tri faze: faza u kojoj se podiže temperatura, faza konstantne temperature, te faza u kojoj temperatura opada. Nakon prolaska faze pečenja sa konstantnom temperaturom proizvodi ulaze u fazu hlađenja u kojoj se ohlade do 30 - 40 °C. Hlađenje se vrši zrakom koji se na taj način predgrijava i zagrije do oko 800 °C s kojom temperaturom ulazi u zonu pečenja. Proces hlađenja mora biti pažljivo izveden jer bi nepravilnim hlađenjem moglo doći do oštećenja pečenih proizvoda, zbog naprezanja koja se javljaju pri velikom temperaturnom gradijentu. Izlaskom pečenih proizvoda iz sustava peći, i njihovog hlađenja završava se tehnološki proces dobivanja opeke.



Slika 9-1. Tehnološka shema proizvodnje ciglarskih proizvoda

## **9.1 Tehnološki proces obrade ciglarske gline na primjeru eksploatacijskog polja Dren**

Ciglanica se sastoji od dvije proizvodne linije. Proizvode se tri osnovna modela crijepa i specijalni crjepovi. Na jednoj liniji se proizvode različiti tipovi crijepa, a na drugoj se rade specijalni crjepovi, fazonski elementi i sljemenjaci. Kakvoća sirovine i gotovih proizvoda se prati po planu kontrole kakvoće u tvorničkom laboratoriju, a atestiranje i usklađenost sa važećim normama se obavlja u IGH Zagreb, dok se usklađenost s EN normama provjerava u akreditiranom laboratoriju EMI iz Budimpešte. Eksploatacija gline se vrši, po planu eksploatacije i rudarskom projektu, na gliništu Dren koje se nalazi na zapadnom dijelu Vinkovaca uz obilaznicu. Glina se dovozi na deponiju odakle se dozira u primarnu preradu gdje se glina miješa, dodatno vlaži i pročišćava, a zatim usitnjava na setu finih mlinova do maksimalne veličine čestica 0,8 mm. Nakon tih postupaka prerađena i pročišćena glina pogodne vlažnosti se sprema u skladišta za odležavanje u kojima se stajanjem u zaštićenom od isušivanja prostoru (skladištu), dodatno vrši ujednačavanje vlage. Iz ovog skladišta se glina nakon homogenizacije u homogenizatoru, vakum strojem predoblikuje u pogodne forme (plastice) za prešanje, te hidrauličnim revolver prešama formira u različite tipove crijepa. Ovako oblikovani crjepovi od sirove gline vlažnosti 17-19% se suše u sušarama tunelskog ili komornog tipa koje koriste otpadnu toplinu sa peći za pečenje koje se lože na prirodni plin. Sušenje se odvija po definiranim programima i procedurama koje su definirane Planom kakvoće proizvoda u okviru sustava upravljanja kakvoćom. Nakon sušenja suhi crjepovi se slažu u odgovarajuće šamotne kasete ili vežu u pakete, u zavisnosti od tipa i nivoa tehnologije. Kasete ili paketi su složeni na vagone tunelskih pećina kojima prolaze kroz tunelsku peć koje se lože na prirodni plin kao energent. Crijep se peče na temperaturi oko 1000 °C sa definiranim parametrima vođeni i održavani kompjuterskim softverom. Nakon pečenja proizvodi odnosno crijep se skida s vagona i vrši se klasiranje gotovog crijepa. Crijep zahtijevanih karakteristika se pakira u manje pakete, slaže na palete, folira i silikonizira. Sve faze proizvodnje crijepa su visoko automatizirane i uloga izvršitelja je isključivo kontrola rada uređaja i njihove ispravnosti. Ovako zapakiran crijep s pripadajućom deklaracijom se odvozi na skladište gdje se skladišti prema planu skladištenja i otpreme.

## 9.2 Tehnološki proces obrade ciglarske gline na primjeru eksploatacijskog polja Brkovec

Prilikom dobivanja ciglarskih proizvoda tvrtka Igm d.o.o do sada je koristila samo glinu kao sirovinu. Preuzimanjem ove tvrtke od strane Wienerberger preuzeti su i njihovi standardi koji u cilju ostvarivanja što bolje kakvoće proizvoda dodaju tri komponente u proizvod: glinu, piljevinu i pjesak. Proizvodni pogon radi dobivanja ovakve mješavine sastavljen je od dva sandučasta dodavača piljevine, -transportne trake, -kružnog sita, mlin piljevine sa ventilatorom, ciklonom, trakom otpada i kontejnerom otpada. Piljevina u prvom sandučastom dodavaču piljevine se transportira trakama do kružnog sita, sitnija piljevina prolazi kroz sita i transportira se dalje u drugi sandučasti dodavač piljevine, te se dodavačem dozira na traku pripreme (miješa se na traci s glinom i pijeskom). Neprosijana piljevina (piljevina koja nije prošla kroz sito) dodaje se u mlin koji je melje. Krupne čestice piljevine koje se nisu mogle samljeti odlaze u kontejner otpada, dok se samljevene čestice piljevine vraćaju na traku na ponovno prosijavanje. Svrha ovog pogona je kvalitetna priprema mješavine za dobivanje što kvalitetnijeg proizvoda. To podrazumijeva dobru homogenizaciju i dobro miješanje komponenti mješavine. Idealan volumni sastav mješavine 65 % glina, 20% piljevina i 15% pijesak. Odležana glina, sa otvorenog deponija se sa utovarivačima puni u sandučasti dodavač gline sa pokretnim podom. U drugi sandučasti dodavač se dodaje pijesak. Pošto dodavači imaju varijatore za podešavanja brzine doziranja, te kontrolu prisutnosti materijala, moguće je dobiti željenu mješavinu. U treći sandučasti dodavač se dodaje trakom prosijana piljevina koja je prošla kroz liniju pripreme piljevine. Na dodavačima gline i pijeska se usitnjavaju glina i pijesak koja zatim pada na prvu transportnu traku na kojoj se miješaju sve komponente mješavine (glina, piljevina i pijesak). Na ovoj traci je instaliran uređaj za vlaženje vodom kojim se ovisno o potrebi proizvodnje strojem dozira voda u sirovinu s ciljem podešavanja vlažnosti sirovine. Mješavina se sipa u koš „Filter mlina“ (Laker „FR“) dodatnim trakama. Funkcija ovog uređaja je ukloniti sve vrste nečistoća, kao što su kamenje, korijenje, metalni i nemetalni materijali iz gline. Uz to pomoću dva kontra rotirajuća rupičasta valjka provodi se homogeniziranje mješavine i formiraju pelete pogodne za daljnju preradu. Rupe na valjcima su gusto pozicionirane da se dobije što veći kapacitet. Sljedeća faza je dovođenje peleta u koš „Grubog mlina“. Ovaj stroj pomoću dva kontra rotirajuća valjka različite brzine vrtnje dodatno

melje mješavinu stvarajući ljuske. Razmak između valjaka se podešava na razmak od oko 3 milimetara. Kada dođe do povećane istrošenosti u sredini valjaka, a što se kontrolira vizualno, potrebno ih je istokariti. Nakon tehnološke jedinice „Grubi mlin“ prerađena mješavina se trakama transportira do skladišta sirovine unutar proizvodne hale gdje se ostavlja da odleži. Posljednja traka ima mogućnost horizontalnog i vertikalnog pomaka i na taj način se mogu razdvojiti gline različite kvalitete. Nadalje slijedi uobičajeni proces koji se sastoji od oblikovanja, sušenja i pečenja.

### 9.3. Primjeri ciglarskih proizvoda

Proizvodi i njihove karakteristike uzeti su iz kataloga Wienerberger Hrvatska d.d., i prikazani u tablici 9-1. Kao što vidimo u ponudi se nalazi opeka za nosivi, pregradni i zvučni zid. Također možemo i pronaći stropne gredice za nadvoje. Nadalje su prikazani i nekoliko primjera crijepa kao konačnog proizvoda od gline. Crijep je uzet iz kataloga Tondach Hrvatska d.d

Tablica 9-1. Prikaz karakteristika ciglarskih proizvoda



Tlačna čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )	10
Dimenzije (cm)	38*25*24,9
Masa (kg/kom)	17,8
Potrošnja opeke (kom/m <sup>2</sup> )	16
Upotreba	nosivi zid



Tlačna čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )	10
Dimenzije (cm)	30*25*23,8
Masa (kg/kom)	12,1
Potrošnja opeke (kom/m <sup>2</sup> )	16



Tlačna čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )	10
Dimenzije (cm)	12*50*24,9
Masa (kg/kom)	10
Potrošnja opeke (kom/m <sup>2</sup> )	8
Upotreba	pregradni zid



Tlačna čvrstoća (N/mm <sup>2</sup> )	10
Dimenzije (cm)	25*37,5*23,8
Masa (kg/kom)	13,3
Potrošnja cigle (kom/m <sup>2</sup> )	10,7
Upotreba	zvučna izolacija



Dimenzije (cm)	10*8,5
Masa (kg/kom)	18
Duljina (m)	0,75-3,25
Upotreba	Nadvoj



Ukupna širina (cm)	29,2
•Ukupna dužina (cm)	48,6
•Težina/kom (kg)	4,35
•Utrošak kom/m <sup>2</sup>	9,5





Ukupna širina (cm)	29,3
•Ukupna dužina (cm)	48,5
•Težina/kom (kg)	3,95
•Utrošak kom/m <sup>2</sup>	10,6



Ukupna širina (cm)	17,5
•Ukupna dužina (cm)	35
•Težina/kom (kg)	4,7

## 10. ZAKLJUČAK

Eksploatacija ciglarskih glina gledano kroz povijest oduvijek je imala veliki značaj. Ukoliko se osvrnemo oko sebe velika većina građevina sadrži elemente koji su izrađeni od ciglarske gline. Dolaskom novijih vremena pojavljuju se novi materijali kojima karakteristike i lakoća izrade, te pristupačna cijena ostvaruju prednost nad proizvodima od ciglarske gline. Republika Hrvatska posjeduje značajne eksploatacijske rezerve ciglarske gline što je prikazano u radu. Promatrano razdoblje u kojem rad prati eksploataciju glina na području Republike Hrvatske pokazuje da se eksploatacija iz godine u godinu smanjuje. Razlog tomu možemo potražiti u ekonomskoj krizi koja je zahvatila cijeli svijet pa samim time eksploataciju i preradu gline. Rješenje se može potražiti u modernizaciji proizvodnje i tehnologiji eksploatacije. Potencijal ove vrste proizvoda je velik ukoliko znamo da čine glavnu okosnicu građevinarstva. Pristup i otvaranje ležišta gline su prilično jednostavni i relativno zahtijevaju niska ulaganja. Današnjim stupnjem tehnike i tehnologije eksploatacija ovakve vrste mineralne sirovine nema velikih štetnih utjecaja na okoliš dok konačni proizvod relativno lako pronalazi put do krajnjeg kupca. U budućnosti je cilj pokrenuti proizvodnju dovoljnu za vlastite potrebe te dio usmjeriti prema izvozu u čemu Republika Hrvatska ima veliki potencijal.

## 11. LITERATURA

Durn,G., 2013 Ležišta industrijskih minerala 2014, skripta, Zagreb

GRGIĆ, J., et al. 2007. Svijet minerala, katalog izložbe, Pomorski povijesni muzej Hrvatskog primorja, Rijeka - Pula.

HGI 2007, Resursne osnove mineralnih sirovina na području Međimurske županije, Hrvatski Geološki institut

HGI 2009, Studija inventarizacije područja eksploatacije mineralnih sirovina na području Zagrebačke županije, Hrvatski Geološki institut

HGI 2010, Studija potencijala i osnove gospodarenja mineralnim sirovinama na području Varaždinske županije, Hrvatski Geološki institut

HGI 2013, Rudarsko-geološka studija Grada Zagreba, Hrvatski Geološki institut

HGI 2014, Rudarsko-geološka studija Koprivničko-križevačke županije, Hrvatski Geološki institut

Industrial Minerals: Global non-metallic minerals news, URL: [www.indmin.com](http://www.indmin.com)

Kogel, J., 2006. Industrial Minerals & Rocks, Commodities, Markets, and Uses, Colorado: Society for mining, Metallurgy and Exploration

KROLO, P. 1999. Tehnologija veziva i kompozitnih materijala, skripta, Split: Kemijsko-tehnološki fakultet, str. 126 -143.

Kujundžić,T., 2015. Rudarski i geotehnički strojevi, skripta, Zagreb

Marković, S., 2002. Hrvatske mineralne sirovine, Zagreb

NN 01/07, 2007. Tehnički propis za zidane konstrukcije, Zagreb: Narodne Novine

NN 158/09, 2009. Uredba o novčanoj naknadi za istraživanje mineralnih sirovina, Zagreb: Narodne novine

NN 33/10, 2010. Tehnički propis o građevnim proizvodima, Zagreb: Narodne Novine

NN 48/92, 1992. Pravilnik o prikupljanju podataka, načinu evidentiranja i utvrđivanja rezervi mineralnih sirovina te o izradi bilance tih rezervi, Zagreb: Narodne novine

Šebečić, B., O poduzetništvu na glavnim gliništima i ciglanama središnje Hrvatske krajem 19. I početkom 20. Stoljeća, RGN Zbornik Vol.15

TEŽAK, D., 2011. Proizvodnja, kvaliteta i ispitivanje opekarske gline, seminarski rad, Varaždin: Geotehnički fakultet, str. 8-11.

VRKLJAN, M. 2001. Mineralogija i petrologija, udžbenik, Zagreb: Rudarsko geološko naftni fakultet, str. 23; 24.

ZLATUNIĆ, R., 2006. Nastanak gline, tehnologija i mineralogija keramike: *Histria archaeologica*, 36/2006, str. 61-114