

Vrednotenje slovenskih glinišč glede na njihovo perspektivnost

Evaluation of clay deposits in Slovenia referring to their prospects

Duška Rokavec

Geološki zavod Slovenije, Oddelek za mineralne surovine in geokemijo okolja, Dimičeva 14, Ljubljana, Slovenija

Vodilni avtor. E-mail: duska.rokavec@geo-zs.si

Izvleček

Raznolika geološka zgradba našega ozemlja pogojuje obstoj določenih vrst mineralnih surovin, od katerih se nekatere pojavljajo v prostoru v relativno omejenem obsegu in niso raziskane do mere, ki bi zadoščala potrebam trga. Ena od slednjih je skupina glin (pri nas so to gline opekarske in keramične kakovosti, ki so v angl. literaturi poimenovane »brick clay« in »ball clay«), ki nastopajo v mlajših stratigrafskih enotah in le redko v ekonomsko izkoristljivih količinah.

Zaradi prednostnega upoštevanja varovanja kmetijskih zemljišč in druge rabe prostora so nahajališča glin, ki se nahajajo predvsem v ravninskih predelih blizu oz. na površini (z izjemo premoških glin), pogosto trajno nedostopna za gospodarsko izkoriščanje, kar je v slovenskih razmerah pomanjkanja prostora in nezadostne preskrbe z lastnimi naravnimi viri pereča problematika. In to kljub dejstvu, da je za njihovo pridobivanje potrebna le začasna degradacija večjih površin.

Delo zaobsega kompleten pregled znanih slovenskih glinišč. Vrednotenje nahajališč glin je bilo izpeljano z znano metodo večatributnega odločanja^[1], katere rezultat je katalog glinišč, ki so razvrščena glede na njihovo perspektivnost^[2].

Ključne besede: glina, glinišče, mineralna surovina

Abstract

The occurrence of mineral resources in Slovenia is closely related to its heterogeneous geological setting. Some of them can be found only locally and are explored to a certain degree, such as a group of common clays – brick clay, ball clay, and fire-clay – which appear in younger stratigraphic units and only in a few places. Nevertheless, their concentration reaches commercial quantities.

The advantage of clay exploitation over the exploitation of other mineral resources is that it causes spatial degradation only for a limited period of time. However, clay deposits remain inaccessible for exploitation far too often, mostly due to the prevalence of agriculture, forestry and other forms of land use. For this reason, clay exploitation has been aggravated, which has led to a difficult situation in Slovenia with its characteristic lack of space and insufficient domestic supply of mineral resources.

The work is completed review of the majority of known clay deposits in Slovenia. Clay deposit evaluation has been carried out by means of a model for Multi-Attribute-Decision^[1] making method. Using this method of assessment, a catalogue of clay deposits was produced in which the deposits are arranged according to their potential^[2].

Key words: clay, clay deposit, mineral resource

Uvod

Slovenska glinišča so razvrščena v šest izvornih območij s specifično geološko zgradbo, od česar je vsaj delno odvisna mineralna sestava glin glede na izvorna območja. Opisane so skupne lastnosti, razlike in uporabnost slovenskih glin kot surovin za opekarstvo ter primerjava njihove uporabe s preteklim obdobjem. Podrobneje so prikazana aktualna območja izkoriščanja, omejitve pri izkoriščanju v varovanih območjih, proizvodnja oz. odkop glin v njih ter zaloge in viri. Surovina iz njih je podrobno preučena tako v pogledu mineralne sestave, porazdelitve zrnatosti delcev kot tudi osnovnih fizikalno-mehanskih lastnosti žgane surovine (črepinje).

Izdvojenih ter podrobno opisanih je 47 slovenskih nahajališč glin, ki so bila vključena v analizo vrednotenja nahajališč z atributi, katerim je dodeljena določena teža glede na njihov vpliv na perspektivnost lokacije z uporabo modela vrednotenja za večparametrsko odločanje. Nahajališča so ovrednotena in obravnavana na podlagi izbranih meril: geološki faktorji, kakovost surovine, oddaljenost od predelovalnih obratov, prostorske omejitve ter stopnja raziskanosti. Namen je bil določiti perspektivnost nahajališč glin na podlagi vhodnih podatkov o surovini, nahajališčih in njihovi legi v prostoru ter jih razvrstiti po perspektivnosti od najbolj perspektivnih do neperspektivnih.

Slovenska glinišča so do današnjega dne v dobršni meri raziskana. V preteklem obdobju od konca II. svet. vojne do 80. let prejšnjega stoletja so večino raziskav glin izvajali tedanji sodelavci oddelka za ekonomsko geologijo Geološkega zavoda (Štern, Iskra, Lapajne, Škerlj, Dimkovski, Krošl - Kušcer, Strgar, Ciglar in drugi), kasneje pa mlajša generacija raziskovalcev iste raziskovalne inštitucije. Od celotne skupine 110 evidentiranih in do različne mere geološko raziskanih nahajališč glin in glinastih skrilavcev, uporabnih za opekarstvo, sta dobri 2/3, to je 86 nahajališč, opekarskih in keramičnih glin. Kljub dejstvu, da je opekarska surovinska baza pri nas relativno dobro raziskana, pa obstajajo neravnotežja med zalogami in lokacijami opekarniških obratov^[3].

Po II. svetovni vojni je pri nas obratovalo še okrog 50 opekarn, večino le-teh pa so zaprli v glavnem zaradi nekonkurenčne proizvodnje, redkeje zaradi pomanjkanja primerne surovine. Tako ostaja del slovenskega prostora »nepokrit« z opekarniški izdelki (Notranjska, Bela krajina) in so nekatere regije, kjer glin sicer ne manjka, brez opekarn (npr. Gorenjska). Le v severozahodni Sloveniji (Posočje) glin praktično niso razvite in je odsotnost opekarne razumljiva. Na drugi strani pa ostaja ta mineralna surovina marsikje žal neizkoriščena. Tak primer je glinokop keramične glin v Globokem pri Brežicah, kjer ostaja krovinska rjava glina opekarske kvalitete na deponiji v velikih količinah kot jalovina, ker v bližini ni opekarne za izdelavo "navadne" opeke. Naše največje nahajališče glin je v Kosezah pri Ilirski Bistrici, kjer nastopa pliocenska homogena plastična glina v sloju maksimalne debeline 70 m.

Materiali in metode

Osnovna naloga pri postopku ocene perspektivnosti nahajališč je izbira parametrov in določitev meril, po katerih smo nahajališča ovrednotili. Postopek ocenjevanja perspektivnosti je bil izpeljan z modelom, izdelanim v ta namen, in z uporabo znane metode večparametrskega odločanja. Podrobno je opisan v doktorski disertaciji avtorice^[4]. Za izdelavo navedenega modela je bilo izbranih 12 odločitvenih atributov oz. parametrov, ki opredeljujejo nahajališča in surovino v njih, in določene so bile uteži njihovega vpliva. Izdelani model je bil z metodo večparametrskega odločanja uporabljen za oceno in razvrstitev nahajališč glin po perspektivnosti^[5]. V vzorec za analizo je bilo vključenih 47 izbranih slovenskih glinišč.

- Parametri, ki odločilno vplivajo na ekonomsko izkoriščanja oz. na perspektivnost nahajališč, so naslednji: V procesu pridobivanja so pomembne izkoristljive zaloge, debelina produktivnega sloja ter čim manjša bočna in vertikalna spremenljivost lastnosti in sestave surovine (homogenost surovine).
- V procesu predelave surovine je pomembna čim manjša prisotnost različnih vključkov ter sulfidov, ki negativno vplivajo že med žganjem surovine.

- Na ekonomiko proizvodnje in ceno izkoriščanja pomembno vpliva oddaljenost predelovalnega obrata, saj je glina masovna mineralna surovina, ki ne prenese dolgih transportnih razdalj od kraja pridobivanja do kraja predelave.
- Na izvedljivost pridobivanja vplivajo prostorske možnosti odkopavanja, ki jih omejujejo varstvo naravnih vrednot, namenska raba prostora, ki ni namenjena izkoriščanju mineralnih surovin, vodovarstvena območja in prisotnost objektov kulturne dediščine.
- Zanesljivost rezultatov terenskih raziskav in poznanje geoloških razmer v nahajališču sta odvisna od gostote raziskovalnih del.

Glede na zgoraj navedeno, je bilo ovrednotenih 47 nahajališč opekarske in keramične gline glede na:

- gostoto izvedenih raziskovalnih del,
- zaloge surovine,
- debelino produktivnega sloja,
- homogenost nahajališča,
- vsebnost sulfidov,
- vsebnost kamninskih in drugih vključkov,
- oddaljenost glinišča od predelovalnega obrata,
- morebitno prisotnost naravnih vrednot, kulturne dediščine in vodovarstvenega pasu,
- namensko rabo prostora ter
- dostopnost^[2, 4].

Izbrana merila za posamezne parametre, ki določajo perspektivnost nahajališč, so:

a) geološki dejavniki

- zaloge
 - ≤ 1 milijon m³, 1–5 milijonov m³,
 - ≥ 5 milijonov m³
- debelina produktivnega sloja (≤ 10 m, 10–20 m, ≥ 20 m)
- homogenost surovine (več različnih plasti, hitro bočno spreminjanje kvalitete ...) (homogen, nehomogen) (DA, NE)

b) kakovost surovine

- vključki (DA, NE)
- vsebnost sulfidov (manj kot 0,5 %) (DA, NE)

c) oddaljenost predelovalnih obratov

- zračna razdalja ≤ 20 km (DA, NE)

č) prostorske omejitve

- varstvo naravnih vrednot (Natura 2000, zavarovana območja, ekološko pomembna območja) (DA, NE)
- namenska raba prostora (tri različne rabe prostora: poselitveno območje, kmetijsko zemljišče, rudarski prostor) (DA, NE)
- vodovarstveno območje (DA, NE)
- kulturna dediščina (DA, NE)

d) stopnja raziskanosti

- gostota raziskovalnih del (≥ 0,25 vrtine na hektar) (DA, NE)

e) dostopnost

- dostopno pomeni, da je nahajališče še dostopno, nedostopno pomeni opuščen jamski kop ali pozidano zemljišče.

Merilo za zaloge smo razdelili na: do 1 milijon m³, od 1 do 5 milijonov m³ ter nad 5 milijonov m³.

Merilo debeline produktivnega sloja smo izbrali tako, da je skupna debelina sloja do 10 m, od 10 m do 20 m ter nad 20 m.

Za homogenost in prisotnost vključkov je merilo DA/NE.

Merilo vsebnosti sulfidov v surovini se nanaša na vsebnost manj kot 0,5 % in več kot 0,5 %.

Kot merilo za oddaljenost predelovalnih obratov je privzeta zračna razdalja 20 km, kar pomeni, da je predelovalni obrat bližje ali dlje od 20 km (razdalja je privzeta izkustveno po analogiji proizvodnje keramičnih ploščic Keramike Gorenje). Ta razdalja se sicer v praksi spreminja v odvisnosti od dodane vrednosti proizvoda.

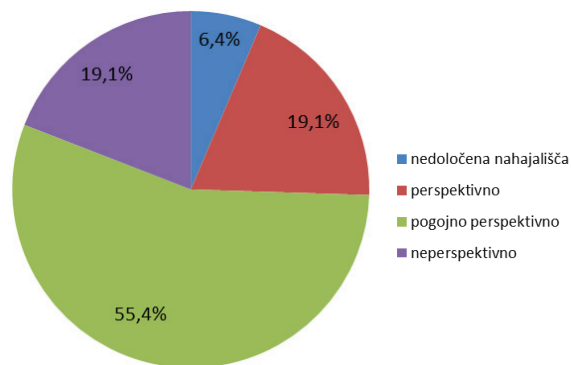
Za merilo prostorskih omejitev je upoštevana prisotnost oz. odsotnost območij varstva naravnih vrednot, namenske rabe prostora (ki je lahko stavbno zemljišče, kmetijsko oz. gozdno zemljišče ter območje izkoriščanja mineralnih surovin), vodovarstvenih območij in objektov kulturne dediščine.

Merilo stopnje raziskanosti je gostota raziskovalnih del na površini v skladu s Pravilnikom o klasifikaciji in kategorizaciji ...^[6]. Izbrana je predpisana razdalja za kategorijo zalog B, ki je 200 m. V našem primeru to pomeni vsaj 1 vrtina na 4 ha površine oz. vsaj 0,25 vrtine na hektar raziskane površine.

Rezultati

Na podlagi navedenih parametrov in meril za nje, ki določajo nahajališče in surovino v njem, so obravnavana slovenska glinišča (tabela 1) razvrščena po stopnji perspektivnosti v naslednje stopnje:

- perspektivno,
- pogojno perspektivno,
- neperspektivno.



Slika 1: Obravnavana slovenska glinišča glede na stopnjo perspektivnosti.

Tabela 1: Razvrstitev izbranih nahajališč glin po stopnji perspektivnosti

Nahajališče	Perspektivnost	Nahajališče	Perspektivnost
Boreci - Ključarovski gozd	perspektivno	Zg. Ložnica	pogojno perspektivno
Hardeška šuma	perspektivno	Dobrava	pogojno perspektivno
Ljubečna - Šmiklavž - sever II	perspektivno	Zalog	pogojno perspektivno
Ljubečna - Šmiklavž - sever I	perspektivno	Dvorska vas pri Begunjah	pogojno perspektivno
Ljubečna - Šmiklavž - jug	perspektivno	Češnjevček	pogojno perspektivno
Hom I	perspektivno	Bobovek	pogojno perspektivno
Globoko	perspektivno	Renče	pogojno perspektivno
Ilirska Bistrica	perspektivno	Obrov - Jezerina	pogojno perspektivno
Okroglica I + II + Šempas	perspektivno	Dolgi hrib + Tomaški hrib	pogojno perspektivno
Lendava - Dolga vas	pogojno perspektivno	Biljenski griči	pogojno perspektivno
Dragučova	pogojno perspektivno	Meandri Vipave	pogojno perspektivno
Košaki	pogojno perspektivno	Hrastnik - Blate	neperspektivno
Janežovci	pogojno perspektivno	Laško (Govce + Brune)	neperspektivno
Puconci	pogojno perspektivno	Trbovlje - Neža	neperspektivno
Medvedce	pogojno perspektivno	Trbovlje - Ojstro	neperspektivno
Ljutomer	pogojno perspektivno	Trbovlje - Dobrna	neperspektivno
Požeg pri Framu	pogojno perspektivno	Rače selo	neperspektivno
Bomčev breg	pogojno perspektivno	Črnuče - Podboršt	neperspektivno
Pragersko	pogojno perspektivno	Smodinovec	neperspektivno
Pragersko - Gaj	pogojno perspektivno	Vrhnika - Sinja Gorica	neperspektivno
Brezje	pogojno perspektivno	Šmatevž pri Gomilskem	nedoločeno
Lipovec - Glinsko	pogojno perspektivno	Holmec	nedoločeno
Pristava	pogojno perspektivno	Zg. Moravci	nedoločeno
Čatrova hosta	pogojno perspektivno		

Prerez skozi vzorec večine danes znanih in raziskanih slovenskih nahajališč glin (47 glinišč) pokaže, da je za nadaljnje raziskave zanimiva slaba petina nahajališč (19,1 %); za dobro polovico nahajališč obstaja možnost, da bi z dodatnimi raziskavami prišli do pozitivnih rezultatov (55,4 %); za petino nahajališč pa bi bilo kakršno koli vlaganje sredstev v raziskave neracionalno (19,1 %) (slika 1).

Diskusija

Nekatere lastnosti nahajališč niso upoštevane pri določanju perspektivnosti in vrednotenju nahajališč, saj menimo, da ne vplivajo odločilno na perspektivnost nahajališč. Zadevni dejavniki so naslednji:

- *Transportne možnosti* lahko zanemarimo zaradi kratkih razdalj v Sloveniji in dejstva, da so glinišča vezana na ravninska območja in so večinoma dostopna z obstoječo prometno infrastrukturo.

Za tri od izdvojenih nahajališč so razpoložljivi podatki preskopi za razvrstitev po perspektivnosti in so opredeljena kot »nedoločena«.

- *Izvedljivost sanacije* – vrnitve površine v prvotno stanje ali uvedba nove namembnosti. V praksi je sanacija glinokopov razmeroma enostavno izvedljiva in manj problematična v primerjavi s kamnolomi.
- *Globina podtalnice* ne vpliva bistveno na pridobivanje, ker se eksploatacija izvaja lahko nad ravnijo podtalnice ali pod njo in se pridobivanje tudi sicer prilagaja vodnemu režimu s sezonskim načinom odkopavanja.
- *Trg* – To je število uporabnikov v neposredni bližini glinišča. Izdelki iz gline z dodano vrednostjo danes prenesejo relativno dolge transportne razdalje od predelovalnega obrata do porabnika.
- *Debelina odkrivke* je praviloma le nekaj centimetrov do nekaj decimetrov in pri izkoriščanju ni ovire razen v primeru premoških glin^[7].

Iz skupine sicer odločilnih parametrov je izvzeta tudi mineralna sestava, ki opredeljuje kakovost surovine. Glina je namreč lahko uporabna v širokem razponu njene mineralne sestave, odvisno od tehnologije in uporabljene recepture ter dodatkov. Z drugimi besedami: različne vrste glin so lahko uporabne za isti namen oz.

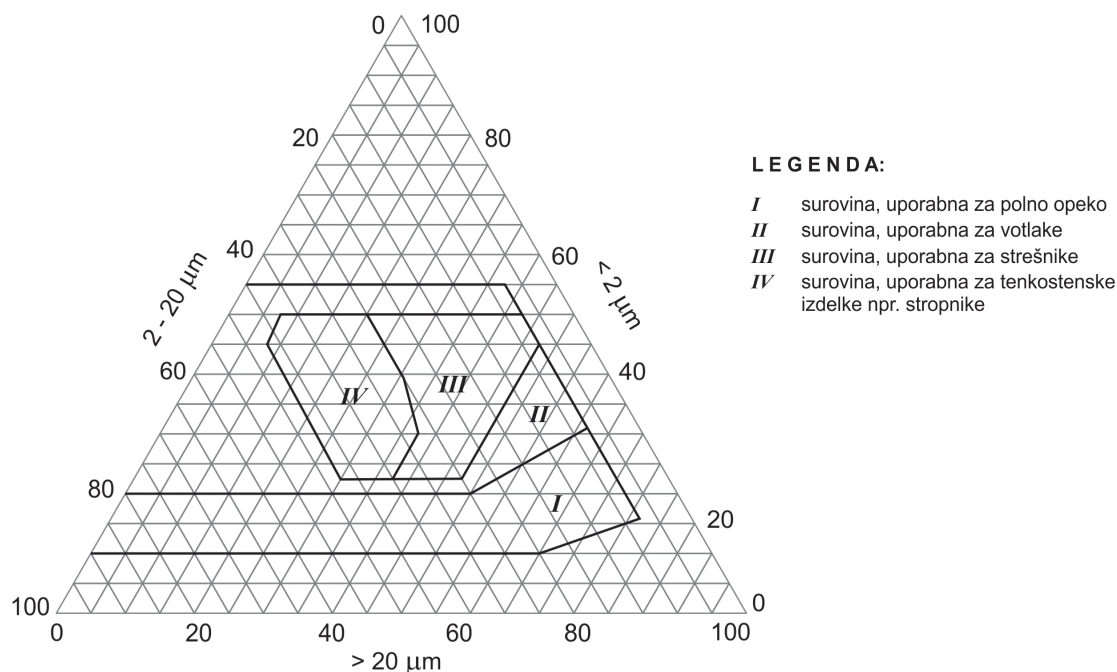
izdelek ali obratno, gline s podobno mineralno sestavo se uporabljajo za različne namene in izdelke, kot so: opeke, strešniki ter druga gradbena keramika, gospodinjska, sanitarna, okrasna keramika idr.

Čeprav gline že tisočletja uporabljamo za proizvodnjo opekarskih izdelkov, odnos med njihovimi lastnostmi in vedenjem surovine med tehnološkim procesom kot tudi lastnostmi končnega proizvoda še vedno ni dovolj dognan in raziskan^[8].

Za opredelitev uporabnosti glin so bistvenega pomena naslednje lastnosti surove gline^[9]:

- mineralna sestava,
- granulacijska sestava in
- fizikalne lastnosti (kot so: plastičnost, absorpcija vode, viskoznost in tiksotropnost suspenzije gline v vodi idr.).

Plastičnost kot najvažnejša karakteristika glin je premo sorazmerna z razmerjem med gline-nimi minerali in neplastičnimi minerali, vendar je v veliki meri odvisna tudi od disperznosti sistema. Tako je precej peščena glina z drobnimi dispergiranimi delci peska lahko bolj plastična kot malo peščena glina, v kateri je pesek v posameznih večjih^[8].



Slika 2: Winklerjev trikomponentni diagram zrnatosti^[11], ki velja že od leta 1954, prikazuje uporabnost surovine za posamezne opečne izdelke v odvisnosti od porazdelitve velikosti delcev.

Zvezo med zrnatostjo glin in uporabnostjo za opekarske izdelke ponazarja Winklerjev diagram (slika 2), iz katerega je razvidno, da so za opekarsko proizvodnjo primerne glin, ki vsebujejo masni delež najmanj 23 % in največ 50–55 % zrn manjših od 2 μm in hkrati največ 50 % zrn večjih od 20 μm . Pri takšni zrnatosti ima črepinja zaradi ustrezne količine glinenih mineralov, glincev in kremena v vhodni surovini ustrezne keramične lastnosti: majhen skrček, primerno plastičnost, majhno vodovojnost in zadostno trdnost^[10].

Omenjene lastnosti surove glin se odražajo na lastnostih žganih oblikovancev, kot so:

- skrček po sušenju in žganju,
- žarilna izguba,
- vpijanje vode (odprta, zaprta poroznost),
- barva črepinje,
- tlačna in upogibna trdnost,
- temperatura klinkerizacije in interval sintranja.

Gline, ki jih uporabljajo v opekarstvu, imajo navadno razmeroma precej primesi železovih in aluminijevih oksidov ter organske snovi, se žgejo pri nizkih temperaturah (900–1 100 °C) in dobijo po žganju rdeče-rjavo črepinjo z vodovojnostjo okoli 10–13 %.

Gline za opekarstvo so torej glinaste zemljine (gline in meljaste glin), ki niso uporabne za bolj zahtevno vrsto keramike, temveč za izdelke z nižjo dodano vrednostjo brez posebnih keramičnih lastnosti.

Pri vrednotenju nahajališč drugih vrst nekovinskih mineralnih surovin bi bilo smiselno uporabiti isto metodo večparametrskega odločanja, vendar bi bilo treba preučiti in smotrno izbrati druge odločilne parametre in merila zanje, takšne, ki ustrezajo specifični določeni mineralni surovini oz. njenemu pojavljanju v prostoru.

Sklepi

Raziskava je zajela večino v Sloveniji znanih in do določene mere raziskanih nahajališč, ki so bila ovrednotena in razvrščena po stopnji perspektivnosti. Postopek ocenjevanja perspektivnosti je bil izpeljan z modelom, izdelanim v ta namen, in z uporabo znane metode večparametrskega odločanja. Rezultat je katalog slovenskih glinišč, razvrščenih od tistih, ki so

za nadaljnje raziskave praktično nezanimiva, do perspektivnih, ki utegnejo biti v prihodnje surovinsko zaledje za nove proizvodne enote in izdelke.

Prerez skozi vzorec večine doslej znanih in raziskanih slovenskih nahajališč glin pokaže, da je za nadaljnje raziskave zanimiva petina nahajališč; dobra polovica nahajališč ima možnost, da bi z dodatnimi raziskavami pridobili pozitivne rezultate; za petino nahajališč pa bi bilo kakršno koli vlaganje sredstev v raziskave neracionalno. Ta optimizirani metodološki način raziskav izbranih nahajališč mineralnih surovin pomeni kvantitativen prispevek k pravočasni umestitvi nahajališč v prostorske načrte, kar prispeva k racionalizaciji rabe prostora in h gospodarnejšemu izkoriščanju razpoložljivih zalog mineralnih surovin.

S tem načinom vrednotenja nahajališč bomo v prihodnje lahko po analogiji z glinami določali tudi perspektivnost nahajališč drugih vrst mineralnih surovin.

Zaokrožen je pregled večine doslej znanih slovenskih nahajališč glin, ki so razvrščene po stopnji perspektivnosti, kar bo zainteresiranemu investitorju služilo kot smerokaz pri odločitvi, kje bi bilo smiselno vložiti sredstva v detajlne raziskave. Z ovrednotenjem nahajališč in njihovo uvrstitvijo po stopnji perspektivnosti so uporabniku približane razmere na področju zastopanosti in raziskanosti ter perspektivnosti nahajališč glin kot surovinske baze za preskrbo industrije gradbene keramike. Potreba po slednji se bo po večletni gospodarski recesiji in s ponovnim razmahom gradbeništva nedvomno povečala.

Viri

- [1] Bohanec, M. (2006): *Odločanje in modeli*. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov, 312 str.
- [2] Rokavec, D. (2012): *Gline v Sloveniji*, Ljubljana, 95 str.
- [3] Dimkovski, T., Rokavec, D. (2001): *Nahajališča nekovinskih mineralnih surovin v Sloveniji: površinski kopi*. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 123 str.
- [4] Rokavec, D. (2012): *Raziskovanje in izkoriščanje izbranih nekovinskih mineralnih surovin v pogojih geoloških danosti, prostora in trga*. Doktorska disertacija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovno-tehniška fakulteta, Oddelek za geologijo, 110 str.

- [5] Bohanec, M., Rajkovič, V. (1995): Večparametrski odločitveni modeli. *Organizacija*, 28, 7, str. 427–438.
- [6] *Pravilnik o klasifikaciji in kategorizaciji zalog in virov trdnih mineralnih surovin*, Ur. l. RS, št. 36/2006, Ur. l. RS, št. 61/2010-ZRud-1 (62/2010 popr.)
- [7] Peters, W. C. (1987): *Exploration and mining geology*. Canada : John Wiley & Sons, 685 str.
- [8] Ranogajec, J., Živanović, B., Kasaš, K., Vasić, R. (1998): *Opekarski proizvodi: sirovine, tehnologija, svojstva*. Beograd : IMS, 170 str.
- [9] Grimshaw, R. W. (1971): *The chemistry and physics of clays and allied ceramic materials*. London; Ernest Benn Ltd. 1024 str.
- [10] Bujak, D. (1976): *Osnovi i odabrana poglavlja tehnologije keramike*. Zagreb : Institut za tehnologiju silikata, 404 str.
- [11] Osterc, V., (1980): *Nekovinske mineralne surovine – industrijski minerali in kamnine*, Tipkopis. Predavanj, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo VTOZD Montanistika; 140 str.