

REVITALIZACIJA KAMENOLOMA »SREDNJI LIPOVAC«

Jakov PRANJIĆ i Josip MESEC

Geotehnički fakultet u Varaždinu, Hinkovićeve 7, 42000 Varaždin, Hrvatska

Ključne riječi: Kamenolom, Vapnenac, Revitalizacija, Autohtone vrste, Pionirske vrste, Sadnja, Pedogeneza.

Analizirana je mogućnost provođenja revitalizacije devastiranog prostora uz specifičnosti hidroloških, geoloških, klimatskih i pedoloških čimbenika. Razmatran je način izrade platforme sanacije s autohtonim i alohtonim biljem. Tehnika pripreme i sadnje, te opća dispozicija zelenila prilagođena je uvjetima i stanju kamenoloma po završetku eksploatacije.

Key-words: Quarry, Limestone, Revitalization, Autochthonous plants, Pioneering plants, Planting, Pedogenesis.

The paper analyses possibilities of revitalization of ruined areas having specific hydrologic, geologic, climatic and soil factors. A plan for sanation with autochthonous and allochthonous plants is described. Preparatory and planting techniques and general distribution of plants correspond to the conditions and state of the quarry after closure.

Uvod

Revitalizacija je postupak vraćanja prvotne živosti devastiranog prostora rudarskim i drugim aktivnostima. Revitalizaciju sačinjavaju skupne aktivnosti biološke i tehničke sanacije a proizlazi iz zakonske obveze kojom se predviđa ozelenjavanje i uređenje okoliša nakon prestanka eksploatacije, i potrebe da se zemljište oplemeni za nove funkcije. Revitalizacija predstavlja važnu komponentu u zaštiti okoline i izvodi se s ciljem da se devastirano zemljište vrati u prvotnu ili drugu namjenu i da se kosine osiguraju i spriječi klizanje ili obrušavanje stijenskih masa.

Srednji Lipovac gravitira Novoj Kapeli od koje je udaljen cca 6 km. »Posred sela između dvoreda kuća teče duboki potok. Krečane su im ispred dvorišta, usječene u visoku potočnu obalu, kamenom su ozidane. Oronule su i uralle u korov. Napuštene su. Očito se krečarsko vrijeme izmjenilo. Krečari su izgleda nestali.« (Pokrivka, 1991). Šire područje ležišta pripada prigrorskoj zoni Slavonske Posavine.

Industrijsko iskorištavanje vapnenca u ležištu »Srednji Lipovac« počelo je 1960. godine. Kamen se dobiva etažno, masovnim miniranjem. Dio odminirane mase koji se zadrži na radnim površinama buldožerom se gura niz kosine na osnovni plato. Prema projektu godišnja proizvodnja je 10 000 m³ odminirane mase, a prema utvrđenom volumenu eksploataibilne mase 197 500 m³ vrijeme trajanja eksploatacije biti će približno 20 godina. Od ukupne proizvodnje 75% vapnenca otpada na proizvodnju ukrasnih-plemenitih žbuka. Ostatak je sirovina za kalcitizaciju kiselih tala (Meseć i Pranjić, 1990).

Hidrografija

Na širem području kamenoloma nema površinskih tokova. Na strmom i vapnenačkom terenu obraslost je neznatna. Za vrijeme kišnih perioda stijenska masa saturirana je vodom. Dio padalina na površini ispari, a dio se sporo drenira u niže dijelove. Za vrijeme jačih padalina voda nosi usitnjeni vapnenac

i tvori eroziona udubljenja. Eroziono djelovanje vodenih tokova formiralo je rebrast brežuljkast reljef visine od 200 do 400 m (Tomašić i Tišljjar, 1989).

Geološke značajke

Ležište vapnenca »Srednji Lipovac« izgrađuju sedimenti tortona. Zastupljeni su različiti varijeteti vapnenca. Pretežno su to bijeli do svjetlo-žučkasti ili svjetlo-smeđasti homogeni i vrlo porozni vapnenci. Vapnenci su makroskopski slični pisačkoj kredi (kalkareniti) ili šupljikavim krupnozrnastim vapnencima, sastavljenim pretežno od loše sortiranog kršja skeleta i ljuštura organizama (Tomašić i Tišljjar, 1989).

Klima

Područje kamenoloma sa širom okolicom ima pogodne temperaturne i padalinske prilike. Srednja godišnja temperatura nizinskog prostora iznosi +10°C. Srednje mjesečne temperature od ožujka do studenog pogoduju čitavom vegetacijskom razdoblju, što je povoljan preduvjet za agrarnu djelatnost. Godišnje temperaturne amplitude su znatne (22–23°C). Mrazovi se redovno javljaju u razdoblju od rujna do svibnja. Godišnja količina padalina je 850 mm s kontinentalnim režimom, što znači da više padalina ima u toploj (IV–IX mjesec) nego u hladnoj (X–III mjesec) polovici godine. Glavni maksimum je u jesen a sporedni u proljeće i početkom ljeta. Između njih su dva minimuma; glavni zimi, a sporedni ljeti. Masivi Psunja i Požeške gore zaštita su pred prodorom hladnih zračnih masa sa sjevera. Dolinom Save omogućeno je strujanje vjetrova sa zapada i jugozapada, naročito u toploj polovici godine. Uzimajući u obzir izložene prirodne čimbenike može se zaključiti da se šire područje ležišta odlikuje povoljnim klimatskim uvjetima. (Tomašić i Tišljjar, 1989).

Odlike terena

Dodirna zona nizine s prigorjem u kojoj se nalazi kamenolom predstavlja iskrčenu zonu u kojoj prevla-

davaju manji šumarci, pomješani s travnatim površinama. Prevladavaju podzolasta tla, uglavnom siromašna hranjivim česticama jer zbog vlažnosti i nagiba terena dolazi do izluživanja i ispiranja hranjivih čestica. Za vlažnog razdoblja tla su raskvašena pa zemlja »nabubri« u obliku malih krtičnjaka, a za vrijeme sušnih razdoblja tla se stežu i pucaju pa u njima nastaju pukotine. Takva tla se teško obrađuju, pa su najčešće pod travnjacima i šumom. Na mnogo mjesta tla imaju skeletnu strukturu a uništavanjem biljnog pokrova i izmjenom prirodne ravnoteže lako se spiraju. Na ocjeditim površinama, osobito na višoj naplavnoj ravnici, prevladava zajednica hrasta kitnjaka i običnog graba (*Querceto-Caprinetum Croatiaicum*), te udio hrasta medunca i cera (*Querceto-confertae cerris*). Tu su još prisutne i šume hrasta lužnjaka (*Querceto genistetum elatae*) u kojima pored žutilovke (*Genista elata*) ima jasena, brijesta, niskog rašča i grmlja te otporne travne zajednice (Bognar i dr. 1975).

Na samoj lokaciji kamenoloma, humusnog pokrivača uglavnom neće biti. Veći dio terena izgrađen je od vapnenaca. Trošenjem (rastvaranjem) vapnenca nastaju komponente potrebne zemljištu, ali pedogeneza na taj način dugo traje (stotinama godina) te se ne može očekivati popravljavanje tla prirodnim putem. Osim toga, vapnenac je siromašan ili čak i bez elemenata potrebnim biljkama kao što su: Si, Fe, Al, K i Na. Stoga se plodna zemlja i minerali moraju unijeti na takvu podlogu (Duplančić i Šotara, 1983). Tijekom eksploatacije ispitivani su kemijski sastav, mehanička svojstva i mineraloško-petrografski sastav vapnenca.

Rezultati ispitivanja nalaze se u tablicama 1 i 2.

Mogućnost provođenja sanacije

Tehnička sanacija će se uglavnom sastojati od osiguranja kosina od eventualnog odronjavanja i bujičnih tokova te otklanjanju opasnosti od pada ljudi i životinja niz kosine. Na sjeverozapadnoj i sjevernoj strani kopa predviđeno je ostavljanje berme minimalne širine 5 m. Budući da su kosine etaža na toj strani u vapnencu visine do 15 m i nagiba do 70° te uz minimalnu širinu berme od 5 m, preporuča se sadnja grmolikog bilja i jedan red stabala.

Provođenje biološke sanacije užeg područja je ograničeno iz više razloga. Kao prvo, bezvodnost terena, a drugo, stjenovita podloga bez neophodnih minerala za razvoj vegetacije. Površine koje se predviđa ozeleniti po završetku eksploatacije treba rastresti (razrahliti). Jedan od načina je miniranjem najmanje do 1,0 m dubine, a zatim usitnjavanjem materijala. Na pripremljenu podlogu unose se sastojci za biljke. Drugi način je izrada jama na mjestima gdje se predviđa sadnja. Drugi način je racionalniji, bolje je zaštićeno plodno tlo u jamama, pa se taj način i usvaja kao osnovni (Duplančić i Šotara, 1983). U podnožičnim dijelovima etaža treba urediti odvodne kanale da bi se spriječilo ispiranje humusa donesenog za uzgoj bilja.

Način izrade platforme

Da bi se izbjeglo izvođenje velikih radova u fazi sanacije, sanacijske etaže će imati oblik završnih

Tablica 1 – Rezultati ispitivanja kemijskog sastava vapnenca (Tomašić i Tišljaj, 1989)

Table 1 – Results of examination of chemical composition of limestone (Tomašić i Tišljaj, 1989)

	I%	II%	III%	IV%	V%
Gubitak žarenjem Loss by heating	42,18	41,67	43,32	–	42,62
SiO ₂	2,03	3,97	0,30	0,30	2,36
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	0,68	0,85	0,29	0,29	2,64
CaO	54,36	52,59	54,98	–	52,79
MgO	0,42	0,47	0,69	0,69	0,46
CaCO ₃	96,76	93,61	97,86	96,70	96,76
TiO ₂	–	0,09	0,06	–	0,08
SO ₃	–	0,07	0,07	–	tragovi scarce
K ₂ O	–	–	–	–	0,07
Na ₂ O	–	–	–	–	0,08
Cl	–	–	–	–	tragovi scarce

I – Institut »Duro Đaković« – Slavonski Brod

II – Građevinski institut – Zagreb, – mekani uzorak (*soft sample*)

III – Građevinski institut – Zagreb, – tvrdi uzorak (*hard sample*)

VI – Poljoprivredni institut – Osijek

V – »KHD« Klockner – Humboldt – Deutz, Njemačka

Tablica 2 – Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih svojstava vapnenca (Tomašić i Tišljaj, 1989)

Table 2 – Results of examination of physical and mechanical characteristics of limestone (Tomašić i Tišljaj, 1989)

Tlačna čvrstoća u suhom stanju (HRN B.B8.012)	– min. (minimum)	56 MPa
	– maks. (maximum)	70 MPa
Dry compression strength	– sred. (average)	60 MPa
Habanje struganjem po Bohme-u (HRN B.B8.018)		206 cm ³ /50 cm ²
Bohme rubbing resistance		
Upijanje vode (HRN B.B8.010)		16,09 mas %
Water absorption		
Prostorna masa (HRN B.B8.032)		1827 kg/m ³
Volume mass		
Gustoća (HRN B.B8.032)		2699 kg/m ³
Density		
Poroznost (HRN B.B8.032)		32,17 vol %
Porosity		

Ispitivano u Građevinskom institutu u Zagrebu.

Tested at Civil Engineering Institute in Zagreb.

kosina etaža i kopa. Visinska razlika među terasama je do 15 m. S obzirom na svojstva stijenske mase neće biti opasnosti od obrušavanja. Širina bermi će biti minimalno 5 m. Završni nagib pojedinačnih etaža je 70°, a najveći završni nagib kopa u sjeverozapadnom dijelu je 51°. Na slici 1 data je situacija kamenoloma po završetku eksploatacije (Mesec i Pranjić, 1990). Terasa treba urediti tako da su u padu do 4% prema kanalima za odvodnju površinske vode. Kanali će se izraditi u podnožičnom dijelu 2. 3. i 4. etaže. Pad tih kanala treba biti 2% prema sabirnom kanalu koji će se iskopati u podnožju prve etaže uz zapadnu stranu kopa i spojiti s taložnim bazenom.

Razrahljene jame treba obogatiti humusom i gnojivom u količini potrebnoj za određenu sadnicu. Na pripremljenu podlogu potrebno je 2–3 kg treseta, 0,15–0,20 m³ plodne zemlje i mineralnog gnojiva 0:16:24 (N:P:K) od 0,20 do 0,25 kg. Kosina na istočnoj strani je u laporu pod nagibom 32°. Može

gorski javor, vrste glogova, borovice, svibove, hudike te bekovine, koje bi u budućnosti po svojim etažnim strukturama stvorile uvjete za ponovni povratak autohtonih biljaka.

Breza (*Betula verucossa*) iz porodice *Betulaceae* najraširenija je vrsta Eurosibirske – Sjeverno Američke regije. Nalazi se u svim klimatskim zonama, vrlo je prilagodena svim štetnim biotskim i abiotskim čimbenicima. Ima vrlo razvijen korijenov sustav (vrsta čupavog korijena), što je vrlo važno zbog erodiranog terena. Austrijski crni bor (*Pinus Nigra* var. *austriaca*) naročito je podesan za takvu vrstu terena, jer je otporan na sušu, žegu, vjetrove i dim. Korijenov sustav mu je vrlo razvijen, ima jaku žilu srčanicu te postrano korijenje koje naprosto lomi skeletoidne čestice. Odlikuje se gustom masom dugoljastih iglica tamnozeleno boje koje prilikom otpadanja tvore pokrivač pogodan za upijanje vode. Iz porodice *Aceracea* osim domaćeg klena (*Acer Campestre*) potrebno bi bilo uvesti i gorski javor (*Acer Pseudoplatanus*) koji sa svojom obilnom lisnom masom vrlo brzo stvara humusni pokrivač.

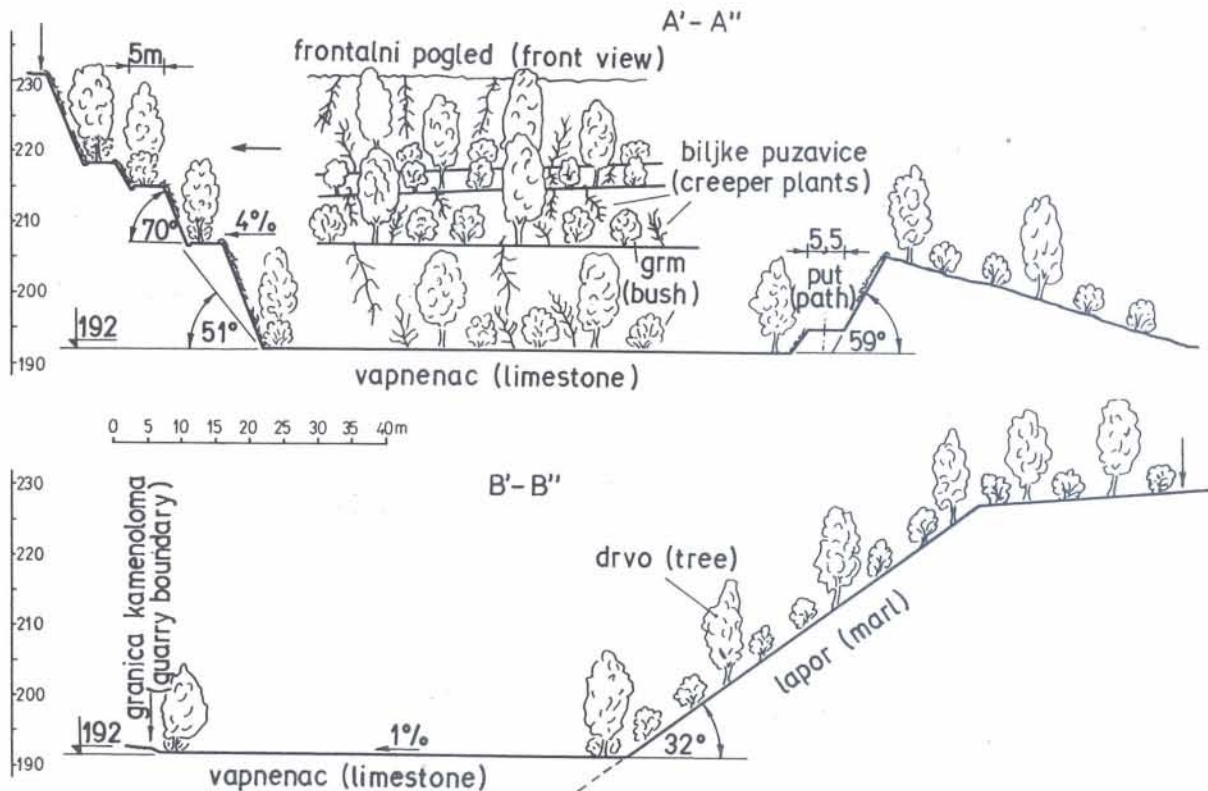
Na kosine preporučljivo je saditi vrste glogova (*Crataegus* sp., *Cotoneaster* sp.), tamarike (*Tamarix* sp.), borovice i to *Juniperus comunis* i *Juniperus horizontalis* koje ne traže naročita staništa, vrlo dobro se ukorijenjuju i time sprečavaju erodiranje te zadržavaju otpalo lišće stablašica tvoreći humusni sloj i na padinama gdje se kasnije lako interpoliraju i autohtone, ranije navedene vrste. Od vrsta koje se nalaze kao podrast, pogotovo na ravnim dijelovima (bermama), vrlo dobro se uklapaju svibovi (*Cornus alba*, *Cornus stolonifera*). Zbog dekorativ-

nosti i estetskog ugođaja mogu se saditi i bekovine (*Viburnum lantana* i *Viburnum opulus*) te rododendroni (*Rhodo Dendron canadense* i *Rhodo nudiflorum*), (Šilić, 1983).

Tehnika pripreme i sadnje

Prilikom podizanja sastojine, bit će potrebna kombinirana tehnika sadnje u prugama (kanalima) i pojedinačna ručnim načinom. Bit sadnje u šumskim sastojinama je formirati sastojinu od najranije mladosti do kulminacije debljinskog i visinskog prirasta. U normalnim pedološkim uvjetima poželjno je da se biljke sade grupično, jer će unutar grupica doći do izražaja pozitivno nasljedno svojstvo, jača konkurencija u rizosferi i prostoru i time do izdvajanja dominantnih odnosno »plus« stabala, a samim tim i do normalnog presjeka po dobnim razredima. Na tako devastiranom području najpovoljnija je pojedinačna varijanta. Kod pojedinačnog iskopa jama miniranjem potrebno je izraditi dublji i širi iskop te dovesti humusni materijal. Za stablašice bi se, ovisno o dijelu terena, miniranjem iskopale jame dubine do 1,0 m, dok je za grmoliko bilje dovoljna dubina do 0,8 m. Biljke zasađene u tako pripremljene jame zaštićene su od negativnog utjecaja spiranja vodom i osiromašenja humusnog tla.

Kod četinjača postiže se daleko veći postotak primanja jer postoji kontejnerski način uzgoja bilja u rasadnicima i lako se prenosi u pripremljene jame. Za sadnju su najpogodnije sadnice starosti 3–4 godine, koje su školovane na otpornost od utjecaja sunca. Kod listaća je orezivanjem podzemnog i nad-



Sl. 2 Presjeci kamenoloma s budućom vegetacijom
Fig. 2 Cross-sections of the quarry with vegetation in future

zemnog dijela potrebno uskladiti takav režim koji bi omogućio pravilni ciklus fotosinteze, disimilacije i transpiracije. Razmak između sadnica kod stablašica bi trebao biti 3 m, imajući na umu tri varijante sadnje: trokutasti, kvadratični i peterokutni kako bi svaka biljka dobila svoj početni životni prostor. Za listače najpogodnije starosno vrijeme sadnje je kad se nalaze u fazi koljika debljine 2–3 cm. U pogledu vremena sadnje daleko je bolja jesenska sadnja, jer u vrijeme mirovanja vegetacije i prilikom većih padalina, dovezena humusna zemlja lakše se privine oko korijenovih dlačica pa u proljeće biljka odmah počinje crpiti hranjiva i započeti razvoj. Kod grmolikog bilja razmak sadnje mora biti što manji (cca 1,0 m) kako bi se što prije zatvorio sklop nad podlogom i samim tim spriječilo zagrijavanje terena i omogućilo preživljavanje biljaka (Pranjić i dr. 1990)

Opća dispozicija zelenila i zaštite

Sve etažne površine (berme) širine 5 m dobijaju po jedan red visokih stabala i određeni raster grmolikih stabljika, što je vidljivo na slici 2. Na kosinama predviđena je zaštita biljnim pokrovom kojeg će formirati biljne vrste spuštašica i penjačica (povijuša) a dijelom i sjena stablašica i grmolikih stabljika. Po kosinama kopa u laporovitoj podlozi zasadit će se više redova stablašica u kombinaciji s grmolikim stabljikama. Po osnovnom platou (+192 m), zasadit će se jedan red stabala samo uz rub, dok će središnji dio platoa ostati slobodan, tj. upotrebljiv za površine namijenjene odmoru i rekreaciji.

Dinamički plan sanacije kamenoloma

U revitalizaciji kamenoloma »Srednji Lipovac« prioritet treba staviti na obnavljanje prirodne sastojine što će se u budućnosti i moći ostvariti. Pod tim se podrazumijeva uvođenje pionirskih vrsta biljaka kako bi se stvorio pokrov koji bi omogućio takav pedološki profil koji bi s obzirom na klimatske čimbenike vratio autohtone vrste u svoj mikroklimatski areal.

Revitalizacija područja svodi se u vremenskom okviru na podizanje takve pionirske – regularne šumske sastojine koja ne bi u šumarskom smislu predstavljala ekonomsko naročito opravdanu kategoriju ali bi u drugom smislu pridonijela ozelenjavanju prostora, sprečavanju erozije i čitavom nizu abiotskih i biotskih čimbenika te stvorila uvjete za uzgoj preborne šumske sastojine kao najstabilnije biocenoze ranije spomenutih šuma hrasta kitnjaka i običnog graba, hrasta lužnjaka, medunca i cera. Preborna

šumska sastojina je ta koja stvara normalni profil gdje u slojevima (etažama) dolazi prizemno rašće, sloj grmlja, subdominantni sloj višeg grmlja i nižih stablašica, te dominantni sloj debljinski i visinski razvijenih stablašica. Vremenski promatrano, pionirska sastojina bi se razvila za 30 do 40 godina a za potpuni povrat autohtone sastojine trebalo bi od 120 do 140 godina.

Zaključak

Koncipirano rješenje revitalizacije rudarskim radovima devastiranog prostora predviđa površine za pošumljavanje i površine namijenjene za odmor i rekreaciju. Po završetku manjeg obujma poslova na tehničkoj sanaciji, pristupit će se biološkoj, koja ima za cilj da otvori proces pedogeneze, tj. stvaranje fizičkih, kemijskih i bioloških uvjeta na devastiranom prostoru.

U pogledu dinamike veliki dio sanacije počinje u trenutku napuštanja kamenoloma, vrlo mali dio u ranijim fazama što je uvjetovano skučenim prostorom eksploatacijskog polja.

Primljeno: 16. I. 1992.

Prihvaćeno: 9. VI. 1992.

LITERATURA

Objavljeni radovi (Published papers)

Bognar, A., Crkvenčić, I., Pepeonik, Z., Ridanović, J., Roglić, J., Sić, M., Šegota, T. i Vresk, M. (1975): Geografija SR Hrvatske, Knjiga 3, Školska knjiga, str. 256, Zagreb.

Pokrivka, M. (1991): Bijeli kamen – lipovački. *Ceste i mostovi*, Vol. 37, br. 2, str. 50, Zagreb.

Šilić, Č. (1983): Atlas drveća i grmlja. Sarajevo – Beograd.

Škorić, A. (1977): Tipovi naših tala. Liber, Zagreb.

Neobjavljeni radovi (Unpublished papers)

Duplančić, I. i Šotara, I. (1983): Projekat sanacije kamenoloma »Perun« – Split, Arhiva, I. L. Lavčević, Split.

Mesec, J. i Pranjić, J. (1990): Glavni rudarski projekt eksploatacije vapnenca na kamenolomu »Srednji Lipovac«. Arhiva, Geotehnički fakultet u Varaždinu.

Mesec, J. (1990): Elaborat biološke sanacije kamenoloma tehničkog građevinskog kamena »Perun« kraj Splita. Arhiva, Geotehnički fakultet Varaždin.

Pranjić, J., Jurkin, K. i Mesec, J. (1990): Studija biološke sanacije kamenoloma vapnenca »Srednji Lipovac«. Arhiva, Geotehnički fakultet u Varaždinu.

Tomasić, I. i Tišljarić, J. (1989): Elaborat o sirovinskoj osnovi ležišta vapnenca Srednji Lipovac. Arhiva, Rudarsko-geološko-naftni fakultet u Zagrebu.

Revitalization of the Srednji Lipovac Quarry

J. Pranjić and J. Meseć

The revitalization of countrysides which have been ruined by mines and other works is important from environmental point of view. Its aims are to restore them to their original state or provide them with other functions; Slopes must be safe to avoid sliding or earthfalls.

Geografically, Srednji Lipovac belongs to Nova Kapela. Its surroundings lie in the hills of Slavenska Posavina. The limestone of Srednji Lipovac is made of tortone sediments represented by varieties of limestone. The quarry has no surface streams and little plants due to erosion. The average annual temperature in valleys is 10° Celsius, which makes them suitable for agricultural development. The climate is continental with an average annual precipitation of 850 mm. Biological revitalization is restricted due to lack of water and rocky subgrade. As a result there are no minerals needed for minimal vegetation.

In such areas trees must be planted individually. In order to do this individual holes ranging from a depth of 1.0 m for trees and 0.8 m for shrubs are to be made by blasting. Distance between them must be 3.0 m. Best time for planting of deciduous trees is when they are 2-3 cm in diameter so that use of stakes is possible. Autumn is ideal for there is no vegetation then and the applied humus will stick firmly to rhizoids when at the beginning of vegetation in springtime plants begins to suck nutrients.

Shrubs are to be planted at a distance of 1.0 m to close the system above the underground soil and prevent warming. This will save plant life. Each berm is 5.0 m wide supporting one line of high stress and defined pattern of shrubs. Berm slopes will be covered by creepers and climbers partially under shades of trees and shrubs.

In revitalization priority must be given to pioneering plants which will form the plant cover enabling a soil profile which might together with climatic conditions restore plants typical for this microclimatic area. Pioneering plants will help the surface to become green, prevent erosion and a whole series of abiotic and biotic factors and form conditions to support life of preborn element.

The preborn element forms a normal profile consisting of layers of surface plants, shrubs, subdominant layer of higher shrubs and lower trees, and the dominant layer of thick and high trees.

In terms of time, the pioneering element needs between 30 and 40 years to grow. For complete comeback of original flora between 120 and 140 years will be needed.