

## Poškodbe v krajini – primer sanacije kamnolomov v Sloveniji

### *Landscape Wounds - Case Study of Quarry Rehabilitation in Slovenia*

Grega E. VOGLAR<sup>1\*</sup>

#### **Izvleček:**

Voglar, G. E.: Poškodbe v krajini – koncept sanacije kamnolomov v Sloveniji; *Gozdarski vestnik*, 78/2020, št. 3. V slovenščini z izvlečkom v angleščini, cit. lit. 15. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Ljudje smo zaradi vse opaznejših posegov v prostor bolj kot doslej občutljivi za razvrstitev videza okolja – poškodb v krajini. Razvrstitev videza je vedno povezano z drugimi vrstami razvrstitev, kot so razvrstitev tal, gozda, rastlinstva, reliefa ipd. Zato je razumljiv negativen odnos ljudi do opaznih posegov v prostor (površinskih kopov), ki s seboj prinašajo tudi negativne vplive. Med take posege vsekakor sodijo tudi kamnolomi za pridobivanje različnih mineralnih surovin. Posebno izstopajoče razvrstitev videza so opuščeni in delujoči nesanirani kamnolomi, kakršnih je v Sloveniji veliko. Kot rešitev za zunanji videz te nepovratne spremembe reliefa zaradi izkoriščanja/eksploatacije mineralnih surovin – tehničnega kamna dolomita predstavljamo vzorčni primer postopka tehnične in biološke sanacije etaž/brežin kamnoloma Soteska, ki leži na Dolenjskem. Investitor z upoštevanjem zahtev slovenske zakonodaje postopoma sanira kamnolom in v sprejemljivih mejah sprotno preprečuje negativen vpliv na okolje. Namen strokovnega članka je poudariti, da lahko tudi po končanem izkoriščanju mineralnih surovin s pravilno načrtovano sanacijo degradiranega prostora že v nekaj letih uspešno blažimo poškodbe v krajini, ki jih predstavljajo kamnolomi.

**Glavne besede:** kamnolom, sanacija, degradirana območja, poškodbe v krajini, gozd

#### **Abstract:**

Voglar, G. E.: *Landscape Wounds – Proposal for Quarry Rehabilitation in Slovenia*. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 78/2020, vol 3. In Slovenian, abstract in English, lit. quot. 15. Translated by Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Due to the ever more noticeable spatial interventions, people are more sensible to the degradation of the environment appearance – landscape wounds. Degradation of the appearance is always linked to other kinds of degradation, e.g. soil, forest, vegetation, relief, etc. degradation. Therefore, the people's negative attitude towards the noticeable spatial interventions (open pits) causing negative impacts. Such interventions certainly comprise quarries for gaining diverse mineral raw materials. Above all, abandoned and non-rehabilitated quarries, numerous in Slovenia, represent a striking degradation of appearance. As a solution for the appearance of this unalterable relief change due to the exploitation of mineral raw materials – technical stone dolomite we present a case study of the procedure of technical and biological rehabilitation of stories/slopes of the Soteska Quarry, located in Dolenjska. Complying with the requirements of the Slovenian legislation, the investor gradually rehabilitates the quarry and, within acceptable limits, regularly prevents the negative impact on the environment. The aim of this professional article is to highlight, that, after the finished exploitation of mineral raw materials, through a correctly planned rehabilitation of the degraded space we can successfully lessen the landscape wounds caused by quarries within some years.

**Key words:** quarry, rehabilitation, degraded area, landscape wounds, forest

## 1 UVOD

Zaradi razvoja gospodarstva in s tem razvoja poselitve ter infrastrukture so vedno večji posegi v okolje, povečuje se raba nekaterih naravnih virov. Vse to povzroča spremembe v naravni in kulturni krajini, rezultat česar je razvrstitev okolja in izguba prostorskih značilnosti.

Ljudje smo zaradi vse opaznejših posegov v prostor bolj kot doslej občutljivi za razvrstitev

videz okolja, kar je vedno povezano z drugimi vrstami razvrstitev, kot so razvrstitev tal, gozda, rastlinstva, reliefa ipd. Zato je razumljiv negativen odnos ljudi do vidnih posegov v prostor (površinskih kopov), ki s seboj prinašajo tudi negativne vplive. Med take posege vsekakor sodijo tudi kamnolomi. Posebno izstopajoče razvrstitev videza so opuščeni in delujoči nesanirani kamnolomi. Mnogi brez sprotne sanacije ne sledijo

<sup>1</sup> Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo. Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija.

\* dopisni avtor: grega.voglar@gozdis.si

novejšim postopkom pridobivanja mineralnih surovin in tako še povečujejo ekološko in vidno razvrednotenje prostora (Majcen-Kričaj, 2001).

Plut (1998) je degradacijo okolja definiral tako: »Degradacija okolja oziroma okoljska degradacija je preobrazba okolja s porušenim naravnim ravnovesjem zaradi prekomernega obremenjevanja ali/ in zmanjševanja samočistilne sposobnosti okolja (pokrajine) in njegovih sestavin.« Osnovni predmet proučevanja degradacije geografskega okolja obsega zlasti: a) izčrpavanje naravnih virov (obnovljivih, neobnovljivih, zmanjševanje odprtega prostora), b) antropogene spremembe biogeokemičnega kroženja elementov (ogljika, kisika, dušika, fosforja) in vode ter nastanek novih ciklov umetnih snovi. ter c) onesnaženost okolja (naravne sestavine zrak, voda, prst ...) in prostorske enote. »Zmanjševanje pokrajinske in biotske raznolikosti sta skupna kazalca različnih oblik degradacije geografskega okolja in prevlade antropocentrične etike v odnosu do narave« (Plut 1998). Marušič (1999a) poimenuje površinske kope »rano« v reliefu, tj. vidno opazna motnja, ki je ne glede na koristnost in gospodarski pomen nezaželen objekt.

Po podatkih iz rudarske knjige (na spletu, 11. 10. 2019 - <https://ms.geo-zs.si/sl-SI/Prostor/Iskanje>) je v Sloveniji registriranih 193 površinskih kopov s potrebno dokumentacijo (pridobljena koncesija), od katerih je več kot sto kamnolomov. Po nekaterih ocenah pa je vseh površinskih kopov, delujočih, občasno delujočih, opuščanih in ilegalnih, kar od 4000 do 5000, od katerih jih je večina vidno motečih in nesaniiranih, torej brez načrtov rabe in sanacije (Hladnik, 1999).

Geološki terminološki slovar (Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, 2019) definira kamnolom kot območje, kjer se pridobiva naravni ali tehnični kamen v večjem obsegu. Za izkoriščanje določene vrste mineralne surovine na določenem prostoru je treba pridobiti rudarsko pravico za izkoriščanje, ki jo je mogoče pridobiti na podlagi izdanega rudarskega koncesijskega akta s koncesijo (Zakon o rudarstvu, 2014). Izvajanje del se lahko začne po pridobitvi dovoljenja za izvajanje del po določenih Zakona o Rudarstvu (Ur. l. RS, št. 14/14).

Šuklje Erjavec s sod. (2002) navaja, da se je na večini območij pridobivanja izkoriščanje začelo že v času, ko so bile drugačne zahteve po

izpolnjevanju okoljevarstvenih pogojev. Način izrabe je bil večinoma podrejen izkoriščanju do izčrpanja zaloga ne glede na posledice, ki jih bo raba pustila v prostoru, in brez upoštevanja možnosti za poznejšo obnovo degradiranega prostora. Zdaj so večje potrebe glede upoštevanja okoljevarstvenih standardov pri pridobivanju mineralnih surovin.

Upravljanje z mineralnimi surovinami je v pristojnosti Republike Slovenije in samoupravnih lokalnih skupnosti. Republika Slovenija ureja, načrtuje, nadzira iskanje in izkoriščanje mineralnih surovin. Lokalne skupnosti urejajo izkoriščanje mineralnih surovin v skladu s predpisi, ki urejajo prostorsko načrtovanje ter določajo območja, namenjena rudarstvu (Zakon o rudarstvu, 2014).

Po uradnih podatkih iz spletne rudarske knjige, ki se vodi kot javna knjiga in je sestavljena iz rudarskega katastra in rudarskega registra (na spletu, 14. 10. 2019: <https://ms.geo-zs.si/sl-SI/Prostor/Iskanje?prostor=&koncesionar=&obcinaID=&surovinaID=55>) v Sloveniji dolomit pridobivajo na 74 lokacijah z rudarsko pravico. Dolomit je drobljiv in njegovo odkopavanje je sorazmerno lahko, zato je veliko majhnih kamnolomov in divjih odvzemov, kjer občasno odkopavajo mineralno surovino za lokalna vzdrževalna dela. Evidentirani letni odkop te surovine je v letu 2004 znašal 7,7 milijona ton (Rokavec in sod., 2006).

Mineralne surovine so rudno bogastvo, med katere po 4. členu Zakona o Rudarstvu (Ur. l. RS, št. 14/14) sodijo tudi mineralne surovine iz kamnolomov. Kot neobnovljivi naravni viri v lasti družbe jih gospodarsko izkoriščamo posredno in neposredno. Gospodarjenje z mineralno surovino obsega vse postopke in vsa dela za optimalno izkoriščanje mineralne surovine, kar obsega podelitev rudarske pravice, izkoriščanje mineralne surovine in opustitev izkoriščanja (Zakon o rudarstvu, 2014).

Predmet članka je Kamnolom Soteska, ki je primer dobre prakse sanacije kamnoloma. Upravitelj, Gozdno gospodarstvo Novo mesto, d. d., upravlja s kamnolomom že od leta 1970, ko je bilo izdano prvo dovoljenje za izkoriščanje peska in kamna (dovoljenje za izkoriščanje: 310-1/69-2, 14. april 1970). Drugo dovoljenje je bilo izdano leta 1984 (dovoljenje za izkoriščanje:

310-02-1/84-8, 25. oktober 1984). Od leta 1994 pridobivanje mineralne surovine tehničnega kamna – dolomita poteka po Rudarskem projektu pridobivanja tehničnega gradbenega kamna dolomita. V takratnem projektu so predvideli, da bodo zaloge mineralne surovine zadoščale za dobo do okoli leta 2020. Zaradi povečanega odvzema v letih od 1996 do 2006, se je doba bistveno skrajšala, tako da je bil poleg sanacije obstoječega kamnoloma, ki še vedno traja, predviden tudi postopek potencialne širitve kamnoloma (Kamnolom Soteska, 2006).

## 2 TEHNOLOŠKI POSTOPEK PRIDOBIVANJA MINERALNIH SUROVIN

### 2.1 Posek gozda in odstranjevanje podrasti

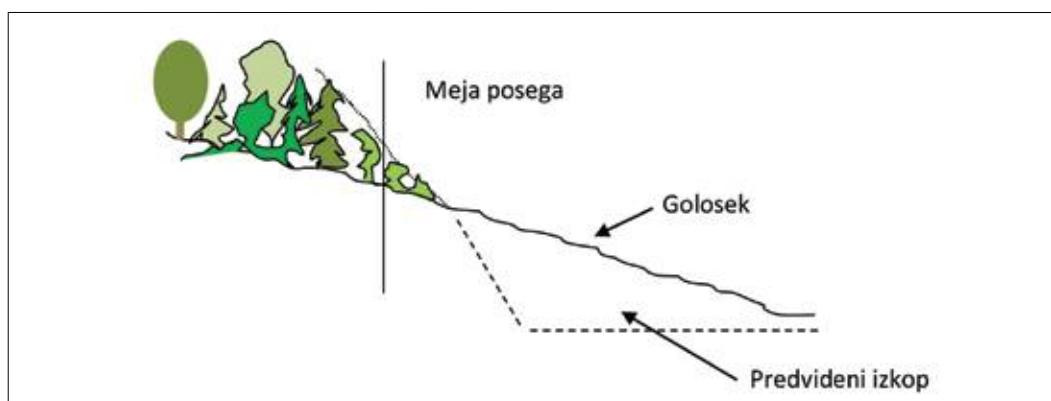
Najprej je treba urediti dostopne poti in nato posekati gozdni sestoj ter odstraniti podrast. Posek se opravi kot golosek po predhodnem dovoljenju – odločbi ustreznega upravnega organa (Območna enota Zavoda za gozdove Slovenije). Golosek se praviloma opravi na površini, ki je določena v letnem načrtu rudarskih del ter po smernicah, ki jih izda Območna enota Zavoda za gozdove Slovenije (Kamnolom Soteska, 2006). Drevesa, ki jih je po načrtu treba odstraniti, morajo skupaj označiti lastnik zemljišča in pooblaščen strokovnjak Zavoda za gozdove Slovenije. Pri posegu je treba paziti, da se zavaruje gozdni rob in da se ne poškodujejo korenine robnih dreves. Gozdni

rob je treba izdelati v ti. trikotnem profilu, kot je shematsko prikazano na Sliki 1.

Odstranjevanje humusa in površinske jalovine je naslednja stopnja priprave. V največji mogoči meri je treba odstraniti in začasno shraniti humus in površinsko jalovino, ki jo pozneje uporabimo za sanacijo izkoriščenih etaž. Zato humus in površinsko jalovino začasno shranimo ob robovih pridobivalnega prostora. Kjer pa sanacija poteka sproti, niso potrebne trajnejše deponije jalovine in humusa.

## 3 ZAKAJ SO POTREBNE SANACIJE KAMNOLOMOV?

Kamnolomi so zelo vidni v okolju. V krajinski podobi so nekakšna 'agresivna rana', ki jo je treba po končanem izkoriščanju naravnih mineralnih snovi sanirati skladno z veljavnimi smernicami ter predpisi. ZRud-1 zavezuje nosilca rudarske pravice k dokončni sanaciji okolja in odpravi posledic izkoriščanja naravnih mineralnih snovi (zapiralna dela). Postopek je določen v Zrud-1 v členih 96. do 98. Določila 98. člena Zrud-1 zavezujejo nosilca rudarske pravice opraviti dokončno sanacijo okolja in odpraviti posledice, ki so nastale pri izvajanju rudarskih del. Na območjih, kjer posledic ni mogoče v celoti sanirati/odpraviti, je treba poskrbeti za zavarovanje območja, da izključimo nevarnost za zdravje ali življenje ljudi in živali ter morebitne povzročitelje onesnaževanja okolja oziroma predvidljivo škodo na objektih in okolju. Zapiralna dela lahko izvajamo samo na podlagi potrjenega projekta za izvedbo sanacije okolja.



Slika 1: Shematski prikaz oblikovanja gozdnega roba (Kamnolom Soteska, 2006)

Degradirano območje daje razvrednoten videz, deluje neskladno z drugimi rabami v prostoru in posledično omejuje druge rabe, npr. gozdarstvo, kmetijstvo in turizem. Zato je treba ustrezno sanirati vse kamnolome, delujoče in nedelujoče. S primerno sanacijo lahko preprečimo izgubo drevesnih, rastlinskih in živalskih vrst in onesnaževaje okolice s prahom, hrupom itn.

Urejanje opuščenih kamnolomov in drugih površinskih kopov mineralnih surovin je odvisno od geološke zgradbe območja. Zato je treba sanacijo degradiranih območij prilagoditi lastnostim okolja (reliefnim značilnostim), mineralni osnovi, krajinskim značilnostim in predvsem nadaljnji rabi prostora.

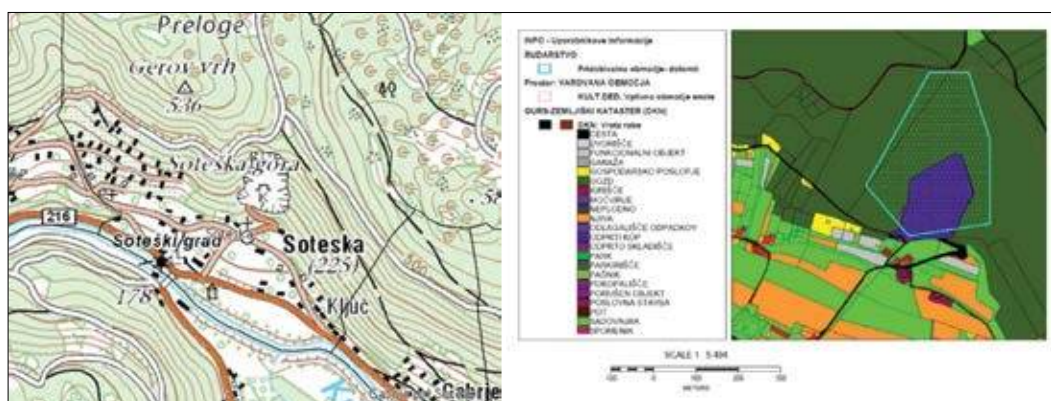
Zahteve po sprotni sanaciji kamnolomov so težko izvedljive, če kamnoloma ne izkoriščamo (eksploatiramo) po rudarskih pravilih oz. po idejnem rudarskem projektu. V načrt naj bo zajet celoten prostor, predviden za pridobivanje mineralnih surovin (beri podpoglavje 2.1 Posek gozda in čiščenje podrasti). Eksploatacija se začne na zgornji etaži s končnega roba proti začetku ter se nadaljuje z etažami navzdol. Na tak način je zgornja etaža končana prva in pripravljena za uspešno sprotno sanacijo in ozelenitev.

Z dodatnim zmanjšanjem naklonov, povečanjem hrapavosti površin, ustvarjanjem manjših usekov, zaobljanjem robov in oblikovanjem različnih nasipnih stožcev je namen ustvariti razgiban in bolj naraven videz celotne površine kamnoloma. Tako opravljeno delo omogoča tudi boljše osnovne razmere za kontrolirano rast

rastlin in dreves. Pri projektnih izvedbah, kjer police (etaže, terase) kamnolomov saniramo po rudarskih pravilih od zgoraj navzdol, je učinek sanacije viden že po nekaj letih, in to na najbolj občutljivem mestu, to je na vrhu kamnoloma. Znano je, da takšni načini sanacije terjajo večjo začetno investicijo, saj mora upravitelj odkupiti celoten prostor, prav tako je treba urediti dostopne poti pred začetkom izkoriščanja mineralnih surovin; je pa to edini način, ki omogoča ustrezno sprotno sanacijo kamnoloma in razvoj kamnoloma, ki je manj moteč v okolju.

#### 4 PREDSTAVITEV OBRAVNAVANEGA OBMOČJA – KAMNOLOM SOTESKA

Kamnolom Soteska (45°47'1,3" N; 15°1'31,99" E) se nahaja na zahodni strani vasi Soteska pod Soteško goro na relativno strmem pobočju (30° – 35°). Teren je poraščen z mešanim gozdom in grmičevjem. Od glavne regionalne ceste R2 412/1203 Straža–Žužemberk vodi do kamnoloma 700 m doga dovozna cesta, ki je primerna za tovorni promet. Na severni strani je kamnolom omejen s potjo Drenje–Veliki Lipovec. Kamnolom je v vplivnem območju pomembnejše kulturne dediščine – območje gradu Soteska, ki se v virih prvič omenja že leta 1311 (na spletu, 11. 10. 2019 - <http://www.slovenia-heritage.net/soteska/>).



Slika 2: Lokacija kamnoloma Soteska (vir: Geopedija, 2019, in ArcGIS, 2008)

#### 4.1 Stanje in potencialna širitev

Kamnolom se razteza v šestih etažah, od katerih so v celoti izdelane le vrhnje. Osnovni plato je na višinski koti okoli 260 m, vrh kamnoloma pa na okoli 410 m. Vrhnja etaža na višinski koti okoli 380–390 m je delno že sanirana.

V preteklosti so kamnolom Soteska razvijali in širili od spodaj navzgor. Tako je bila onemogočena sprotna sanacija in ozelenitev vsake že izrabljene

etaže. To je razumljivo, ker je kamnolom nastal iz prej obstoječega majhnega kamnoloma na dokaj omejenem prostoru (Kamnolom Soteska, 2006).

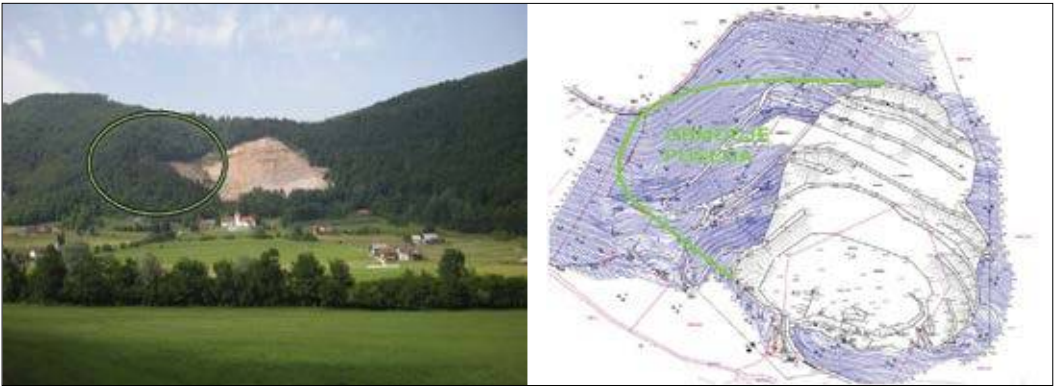
Predvidena širitev kamnoloma je na zahodno stran oziroma severozahodno na parcelo, št. 828/183, k. o., Gorenje Polje. Kot prikazuje Slika 5, bi širitev izvedli tako, da bi projektirane etaže podaljšali na zahodno stran (Kamnolom Soteska, 2006).



Slika 3: Ortofotoposnetek kamnoloma Soteska (M: 1 : 1800) (vir: RKG GERK, 2019)



Slika 4: Kamnolom Soteska leta 2008 (fotografija: Marko Majhen)



Slika 5: Kamnolom Soteska in prikazano območje širitve (fotografija: Marko Majhen in Kamnolom Soteska, 2006)

#### 4.2 Infrastruktura kamnoloma Soteska

Kamnolom ima vse potrebne infrastrukturne objekte, in sicer (Kamnolom Soteska, 2006):

- a) dovozno pot,
- b) vodovodni priključek na vodovodno omrežje vasi Soteska,
- c) kanalizacijo – fekalne odplake so speljane v troprekatno greznico na praznjenje, meteorne vode se stekajo preko usedalnika v naravni sprejemnik (recipient),
- d) elektriko,
- e) telefon.

#### 4.3 Geološki podatki

Po podatkih iz gradiva Kamnolom Soteska (2006) širšo okolico kamnoloma gradijo triasni, jurski, kredni, pliocenski in kvartarni sedimenti. Trias pripada siv drobnozrnat, zelo zdrobljen noriški dolomit, ki gradi območje kamnoloma. Jurske plasti v spodnjem delu gradi siv drobnozrnat oolitni apnenec z megalodonti, v zgornjem delu pa je svetlo siv plastoviti apnenec. Plasti so severovzhodno od kamnoloma. Na omenjenem območju kredne plasti v spodnjem delu gradi siv do rjavkast plastovit apnenec s polami temno sivega apnenca. Plasti so bogate s fosilnimi ostanki. V zgornjem delu krednih plasti pa je svetlosiv skoraj bel jedrnat apnenec z vložki sivoga peščenega dolomita. Ta serija je na jugozahodni strani kamnoloma. Zaradi močne tektonske porušenosti je plastovitost dolomita v kamnolomu samo nakazana. Vpadni kot plasti generalne smeri je proti severozahodu

okrog  $40^\circ$ . V spodnjem delu kamnoloma je vidna prelomnica v smeri vzhod – zahod z vpadnim kotom okoli  $20^\circ$  proti severu. V tistem delu je dolomit po razpokah rdeče rjavo obarvan z oksidi železa. Na severozahodnem delu kamnoloma je staro melišče. Krovna plast je debela do 0,5 m in jo sestavlja dolomit, pomešan s humusom. Na dolomitu so se na strminah blagih nagibih razvila srednje globoka rjava pokarbonatna tla, na grebenih in strmih pobočjih pa plitve do srednje globoke rendzine; to so skeletna in humozna tla (Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Novo mesto, 2012). Pri geološkem kartiranju je za odprto čelo kamnoloma ugotovljeno, da je dolomit povsod zdrobljen. V njem ni opaziti nobenih kavern in zaglinenih partij. Po velikosti, vrsti in značilnostih nastanka je ležišče uvrščeno v prvo podskupino prve skupine karbonatnih kamnin.

#### 4.4 Hidrološke in inženirsko-geološke značilnosti

Na širšem območju kamnoloma ni površinskih tekočih voda. Od reke Krke je kamnolom oddaljen več kot 500 m in je 75 m nad nivojem reke Krke. Površinske vode pronicajo v razpokan dolomit, medtem ko odvečne vode odteka po pobočju in preko dveh usedalnikov v odtočne jarke. Brežine etaž so obstojne pri naklonih okoli  $60^\circ$ – $65^\circ$ , naklon kopa kot celote pa mora biti manj kot  $50^\circ$  (Kamnolom Soteska, 2006).

## 5 NAČRT SANACIJE

Sanacijo sestavlja tehnična (oblikovanje reliefa) in biološka sanacija (rekultivacija). V okviru tehnične se predvideva oblikovanje brežin/etaž tako, da se čim bolj prilagajajo okoliškemu terenu ter da je zagotovljena stabilnost etaž in kamnoloma kot celote. Tehnična sanacija obsega še izvedbo predvidenih trajnih ukrepov za varstvo ljudi in živali.

V okviru rekultivacije je predvidena zadrževanje etažnih ravnin in zasaditev z domorodnimi drevesnimi in grmovnimi vrstami. Pričakovati je, da bo po 5–10 letih vegetacija delno zakrila etažne brežine. Popolno zakritje kamnoloma je po navadi odvisno od različnih razmer (podnebnih, pedoloških, sadilnega materiala itn.).

Sanacija brežin naj poteka od zgoraj navzdol, praktično po celotnem obodu kamnoloma. Sanacijo osnovnega platoja bi opravili po končanem izkoriščanju mineralnih surovin.

### 5.1 Tehnična sanacija

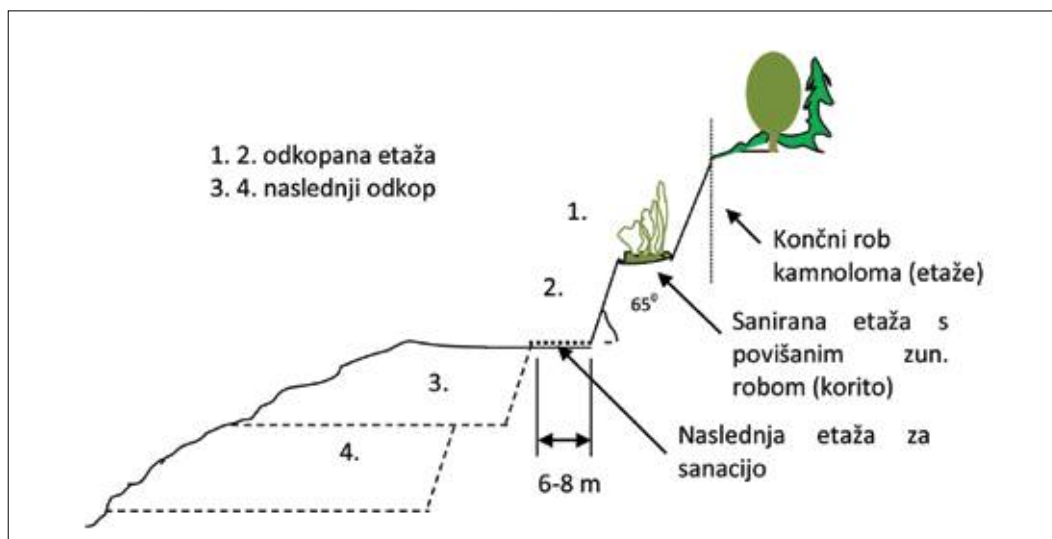
Pri urejanju reliefa je najpomembnejša stabilnost novih geomorfni oblik, ki ne smejo erodirati zaradi površinske erozije, preprečiti pa je treba tudi morebitno drsenje pobočij. Novo nastale oblike morajo ustrezati tudi v pogledu vidne ustreznosti. Videti morajo biti kar najbolj naravne, kot da bi nastale spontano. Pred zasaditvijo je treba upoštevati

obliko terase in korita s povišanim zunanjim robom, ki preprečuje plazenje zemljine (RG ING, 2001).

V okviru pridobivanja materiala po etažah končne brežine oblikujemo tako, da je končni naklon brežine okoli  $60^\circ$  ali manj. Priporočljivo je, da je širina končne etažne ravnine 6–8 m oziroma najmanj 5 m. Končni naklon brežine kamnoloma kot celote je manjši kot  $50^\circ$ , kar daje kamnolomu zadostno stabilnost in omogoča lažjo rekultivacijo. Ob napredovanju na nižjo etažo ostanek zgornje etaže ozelenimo.

### 5.2 Biološka sanacija

Biološko sanacijo delimo na sanacijo etaž in sanacijo zaključne osnovne etažne ravnine (osnovni plato). Dela se začnejo s pripravo tal za ozelenitev, sledi zasaditev pionirske podrasti domorodnih grmovnic in dreves, ki so pogoste v okoliških gozdnih sestojih. Poznavanje sukcesijske dinamike na sosednjih območjih koristi pri načrtovanju rekultivacijskih ukrepov, predvsem pri izbiri setvenega in sadilnega materiala. Kot navajajo Dobrilovič in sod. (2007), je znanje o rastlinah in njihovih rastiščnih razmerah pomembno za kakovostno krajinsko oblikovanje; kaže se v ustrezni izbiri rastlinskih vrst za posamezne oblikovne rešitve. Pomembno je, da pri sanaciji osnovne etaže upoštevamo, da lahko na tem prostoru v prihodnje poteka tudi katera druga dejavnost.



Slika 6: Tehnična sanacija kamnoloma Soteska (Kamnolom Soteska, 2006)

### 5.2.1 Biološka sanacija etažnih ravnin (terase)

Police najprej prekrijemo z s prvobitno kamnolomsko jalovino (40 cm) in humusnim nasutjem – rodovitna zemlja (do 15 cm). Pozneje jo intenzivno zasadimo z drevesnimi in grmovnimi vrstami, kot je to shematsko prikazano na slikah 8, 9, 10 in 12. Drevesa je treba saditi proti pazduhi terase, grmovnice pa bolj proti njenemu robu, kjer so razmere slabše, a vendar bodo tod lažje semenile oziroma osvajale neporaščene brežine. V pazduhi pod brežino in na robu nad njo zasadimo tudi plezalke, ki bodo po načrtu delno prerasle brežino in jo tako zakrile. V brežini je smiselno uporabiti tudi žepe za sajenje zelnatih rastlin ali manjših grmovnic.

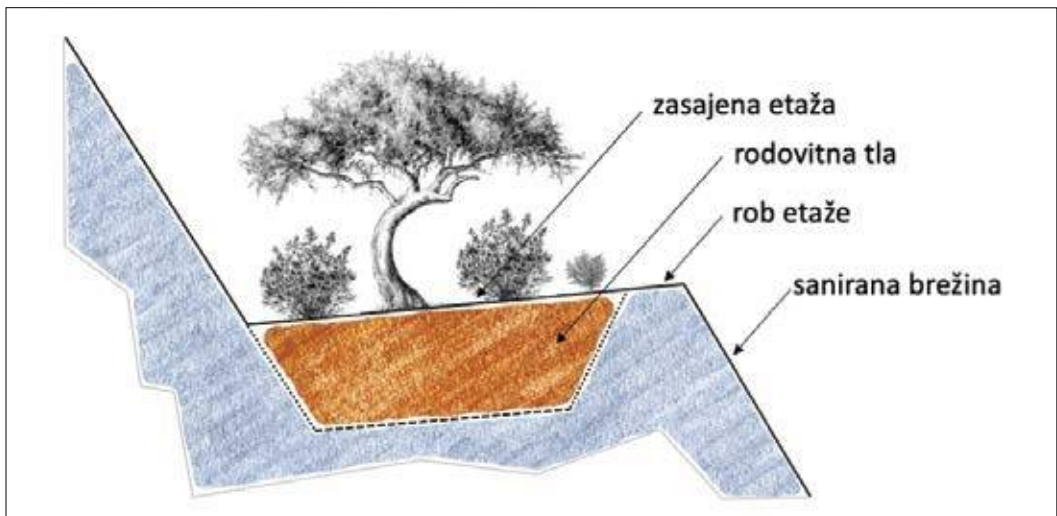


Slika 7: Priprava rastnih jeder na policah (vir: Horvat in sod., 2005)

Pri biološki sanaciji je treba upoštevati zakonitosti uporabe domorodnih vrst (večja naravna pestrost) ter tako zagotoviti optimalno izrabo rastiščnih danosti in stabilnost sestoja. V praksi listavce zaščitimo s tulci ali mrežami (do višine 120 cm), iglavce pa s premazom vršičkov. Sadike v sadilne jame sadimo jeseni, ker je v tem času razvoj korenin najhitrejši. Velikost jam naj bo skladna z velikostjo korenin. Pri nekajletnih sadikah dreves je velikost jame 80 x 80 x 60 cm, pri grmovnicah pa je velikost 50 x 50 x 30 cm. Navajamo načrt biološke sanacije kamnoloma Soteska, ki je povzeta po dokumentu Kamnolom Soteska (2006).

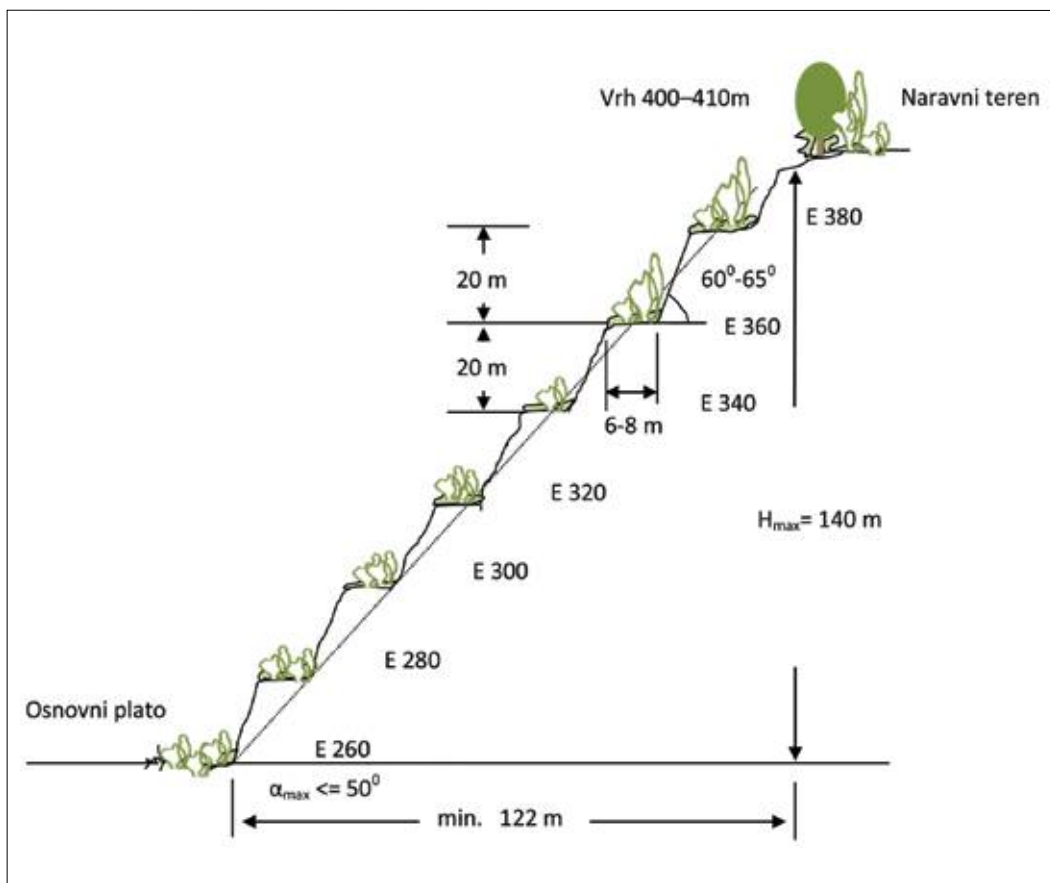
V primeru kamnoloma Soteska je priporočljiva uporaba naslednjih drevesnih in grmovnih vrst:

- a) drevesa: rdeči bor (*Pinus sylvestris*), graden (*Quercus petraea*), beli gaber (*Carpinus betulus*), beli javor (*Acer pseudoplatanus*), navadna bukev (*Fagus sylvatica*), navadna smreka (*Picea abies*), trepetlika (*Populus tremula*), divja češnja (*Prunus avium*), vrba (*Salix*),
- b) grmovnice: leska (*Corylus avellana*), dren (*Cornus*), navadna trdoleska (*Euonymus europaeus*), rušje (*Pinus mugo*)
- c) pionirska podrast: količina 20 - 30g/m<sup>2</sup>, ovčja bilnica (*Festuca ovina*), trpežna ljulka (*Lolium perenne*), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*), oves (*Avena sativa*), ječmen (*Hordeum vulgare*), hmeljna meteljka (*Medicago lupulina*), navadni bršljan (*Hedera helix*).

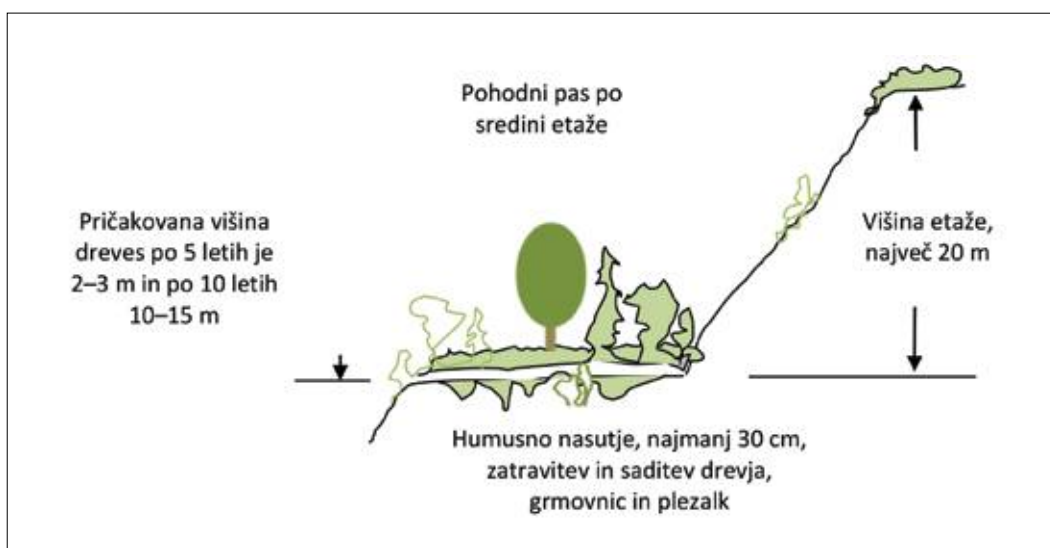


Slika 8: Značilen prerez police (vir: G. E. Voglar)





Slika 9: Prerez preko etaž saniranega kamnoloma (Kamnolom Soteska, 2006)



Slika 10: Prerez sanirane etaže kamnoloma Soteska (Kamnolom Soteska, 2006)

Pri zasaditvi na prvi in drugi polici, ki sta potekali pred dobrim desetletjem (Slika 11), so uporabili sadilni vzorec enakokrakega trikotnika z gostoto saditve približno 4000 sadik na hektar. Investitor sanacije (Gozdno gospodarstvo Novo mesto, d. d.) je sadil v tri vrste: na robu police je sadil grmovnice (leska, šipek, navadna trdoleska na razdalji 1,2 m; višine 30–60 cm), v drugo vrsto je sadil srednje velika drevesa (gaber in jerebika na razdalji 5,5 m; višine 60–100 cm), v zadnjo vrsto, najbližjo steni, pa je sadil najvišja drevesa (črna jelša, beli javor in rdeči bor -na razdalji 5,5 m; višine 80–100 cm).

### 5.2.2 Biološka sanacija etažnih ravnin (terase)

Osnovna etažna ravnina – osnovni plato bo po načrtu investitorja nastajal sproti. Z napredovanjem poglobitve bo sanacija končnega platoja potekala tako, da bodo na poravnana tla nasuli kamnolomsko jalovino in zemljino v debelini

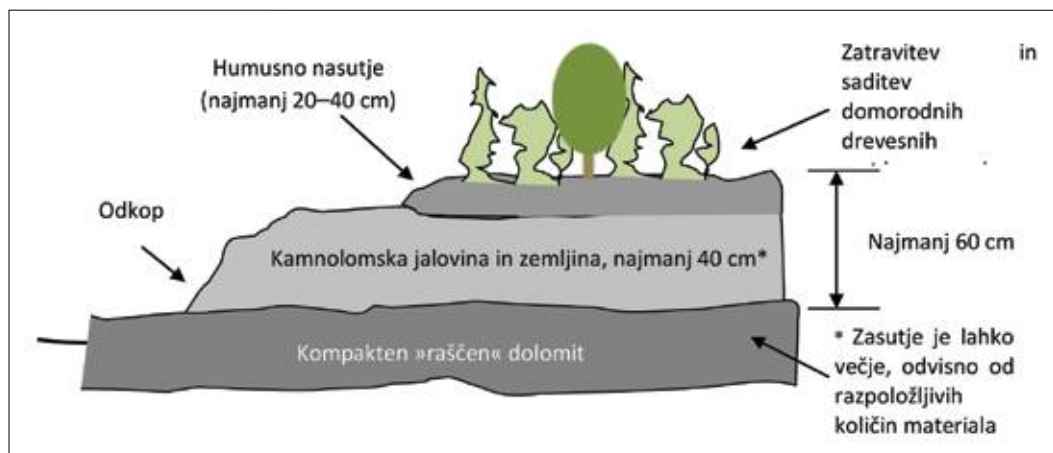
najmanj 30–60 cm. Pozneje bodo na pripravljeno površino nasuli še humus v debelini 20–40 cm in jo zatravili ter posadili posamične drevesne kulture, opisane na strani 11. Nasutje kamnolomske jalovine in umetno pripravljene zemljine je lahko tudi v večji debelini, kar je v prvi vrsti odvisno od razpoložljivih količin materiala za zasutje. Na Sliki 12 sta shematsko prikazana priprava tal in biološka obnova končnega platoja.

Pri izboru primerne rasti je treba upoštevati naslednja določila:

- varovanje tal – rastline naj bi bile bujne rasti in imele vlaknate korenine, ki preprečujejo nastanek golih tal (podvržene eroziji),
- hitra rast (takojšnja kontrola erozije),
- enostavnost sajenja,
- prilagodljivost na slabšo kakovost tal (slabo gnojena, kamnita, kislila ali karbonatna matična podlaga ali tla s slabo prevodnostjo),



Slika 11: Kamnolom Soteska pred biološko sanacijo zgornjih dveh etaž (leta 2008) in po opravljeni v letih 2017 in 2020 (fotografije: Marko Majhen)



Slika 12: Shematsko prikazana priprava tal in potencialna biološka obnova končnega platoja kamnoloma Soteska (Kamnolom Soteska, 2006).

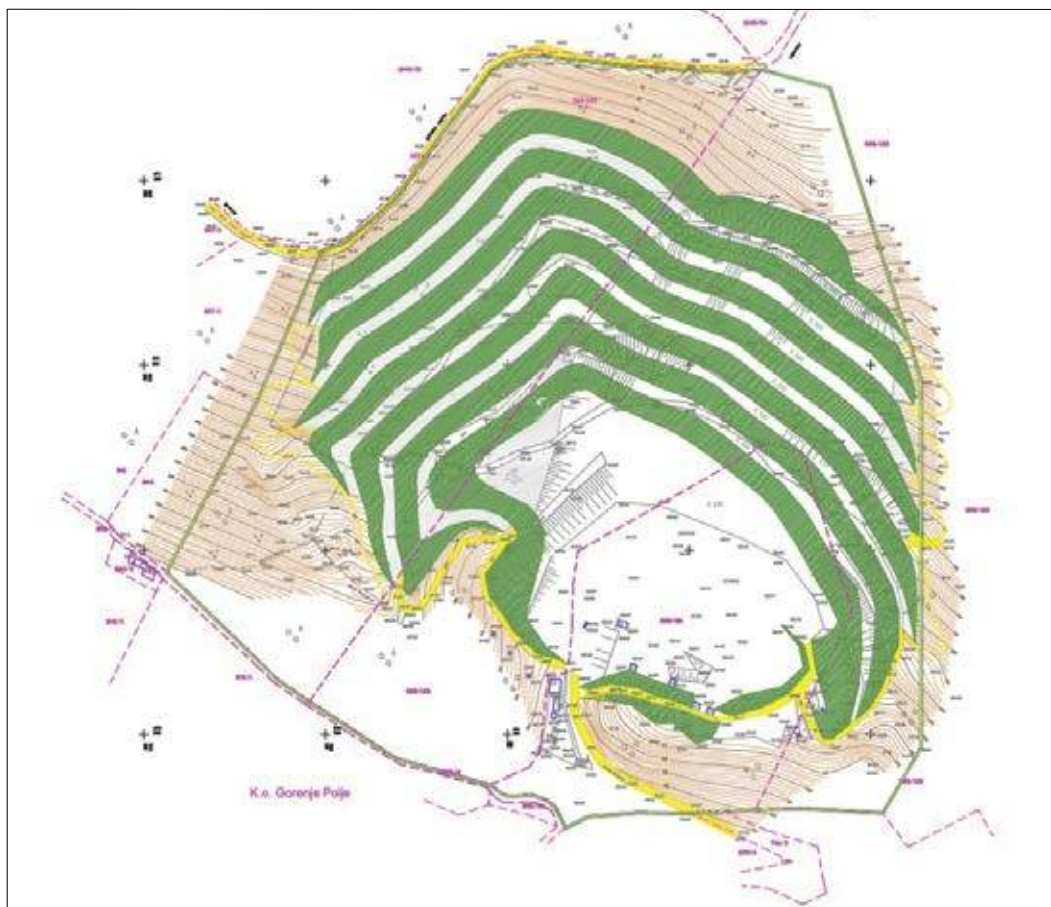
- e) prilagojenost na lokalno območje (mikroklima, konkurenčnost z neželenimi invazivnimi rastlinami),
- f) ponovna obrast v letih po sejanju/sajenju,
- g) komercialna dostopnost semen oz. sadik,
- h) nezahtevno vzdrževanje – malo ali nič namakanja, gnojenja (po prvem letu ali pozneje),
- i) ekonomska upravičenost (cena semen, sajenja, vzdrževanje in obnovitve naj bi bila čim manjša),
- j) majhna nevarnost za požare,
- k) odpornost proti suši (preživljanje sušnih obdobij brez namakanja).

Pomembno določilo je tudi pestrost izbora rastlinskih vrst, ki pomeni prednost pri sanaciji degradiranih območij:

- a) boljša prilagoditev danim podnebnim in talnim parametrom,

- b) gozdno-rastlinski sestoj/nasad je stabilnejši do najrazličnejših zunanjih vplivov,
- c) hitrejša prilagoditev tudi za živalske vrste,
- d) pospešena sukcesija in razvoj nasada/gozdno-rastlinskega sestoja,
- e) vzdrževanje nasada/gozdno-rastlinskega sestoja je enostavnejše in zato cenejše, kadar gostota drevesnih vrst ni velika.

Sanacija je proces, s katerim zmanjšujemo ali odpravljamo vplive izkoriščanja mineralnih surovin. Cilj je vzpostavitev nove, kakovostne krajine, ki pa nujno ne pomeni vzpostavitve prejšnjega stanja. Pri kamnolomih vrnitev reliefa v prejšnjo obliko največkrat ni mogoča, saj so po navadi takšni posegi finančno preveč zahtevni ali pa tehnično neizvedljivi. Prav razpoložljiva sredstva so mnogokrat odločilni dejavnik pri odpravljanju poškodb v krajini.



Slika 13: Shematski prikaz končne sanacije (Kamnolom Soteska, 2006)

Z vprašanjem, ali so sanacije površinskih kopov vedno potrebne, se je ukvarjal Marušič (1999b). Meni, da ni splošnega pravila, ampak da moramo vsak površinski kop obravnavati kot poseben primer in da je sanacija odvisna od vrste okoliščin, ne zgolj od oblike, ki je ostala po odkopu. Sanacija je odvisna od morebitnih interesov za rabo prostora, od nevarnosti, da bi se v opuščeni kopu sprožili nezaželeni procesi, naravni ali antropogeni, od ekoloških razmer (nesanirani kamnolomi, kot ekosistem novi družbi), od njegove vidne izpostavljenosti in navsezadnje tudi od sprejemljivosti posameznih oblik sanacije za lokalno prebivalstvo.

Sanacijski ukrepi so še vedno redki, predvsem so predmet posebnih projektnih rešitev, izdelanih naknadno in neodvisno od posega, ki je povzročil razvrednotenje. Z ustrežno načrtovano sanacijo lahko izboljšamo kakovost okolja, da vzpostavimo nove rabe, kot so turizem, rekreacija, ali pa obnovimo stare.

Predlagana sanacija kamnoloma Soteska po načrtih Kamnoloma Soteska (2006) obsega tehnične in biološke posege za izboljšanje razmer. Kot tehnični poseg lahko omenimo oblikovanje reliefa, čemur je po razgrnitvi zemljine/tal po policah kamnoloma sledilo sajenje pionirske podrasti, grmovnic in dreves. Sajeno vegetacijo je investitor (Gozdno gospodarstvo Novo mesto, d. d.) uskladi z domorodnim rastjem in jo prilagodili podnebnim razmeram ter tlem v lokalnem okolju. Pri izbiri rastlin so upoštevali zakonitosti lokalnega gozdnega sestoja ter pestrost rastlinskih vrst, upoštevajoč tiste, ki se bodo v danem okolju najbolje razvijale in tako povečale možnost za uspeh. Za ozelenitev so po saditvenem vzorcu enakokrakega trikotnika uporabili naslednje grmovnice: lesko (*Corylus avellana*), dren (*Cornus*) navadno trdolesko (*Euonymus europaeus*) ter rušje (*Pinus mugo*). Drevesa ki so jih predvideli pri sanaciji, so bila naslednja: rdeči bor (*Pinus sylvestris*), graden (*Quercus petraea*),



Slika 14: Kamnolom Soteska po opravljeni biološki sanaciji zgornjih dveh etaž marca 2020 (foto: M. Majhen)

beli gaber (*Carpinus betulus*), beli javor (*Acer pseudoplatanus*), navadna bukev (*Fagus sylvatica*), navadna smreka (*Picea abies*), trepetlika (*Populus tremula*), divja češnja (*Prunus avium*) in vrba (*Salix*). Pri sajenju so uporabili srednje velike sadike, ki so priporočljive za sanacijske nasade/ gozdno-rastlinske sestoje. Za hitrejšo ozelenitev kamnoloma in preprečitev erozije, kar je eden od pglavitnih ciljev sanacije, so sejali naslednje pionirsko podrastje: ovčjo bilnico (*Festuca ovina*), trpežno ljulko (*Lolium perenne*), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*), oves (*Avena sativa*), ječmen (*Hordeum vulgare*), navadni bršljan (*Hedera helix*) in hmeljno meteljko (*Medicago lupulina*).

Poudariti je treba, da je proces rekultivacije relativno počasen proces in rezultati biološke obnove/sancije so vidni šele čez nekaj let. Rezultate sanacije je zato treba spremljati in poskrbeti za morebitne dodatne aktivnosti. V petih letih je realno pričakovati, da bodo zasajena drevesa dosegla višino 2–3 m ter tako zakrila najmanj šestino višine etaže. Po desetih letih pa je pričakovano kritje do tretjine celotne višine etaže. Ker z leti nastaja oksidacija stene kamnoloma, le-ta dobi nekoliko sivkasto barvo (Slika 14), zato ni več videti barve svežega loma.

Zaradi počasne rekultivacije je v prihodnje smiselno vztrajati na načinu pridobivanja, ki omogoča sprotno sanacijo. Kot je navedeno, sprotna sanacija daje možnost spremljanja rezultatov. Pri tem izvajalci in investitorji tudi pridobijo izkušnje, ki nudijo znanje za popravek določenih manj uspešnih posegov. Tudi stroškovno je to najprimernejši/vzdržen način, saj so stroški sanacije razporejeni na praktično ves čas izkoriščanja mineralnih snovi.

## 6 ZAHVALA

Avtor se zahvaljuje za finančno podporo Agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (temeljno financiranje raziskav, št. P4-0107). Zahvaljuje se tudi g. Andreju Mirtiču, ki je omogočil vpogled v idejni rudarski projekt kamnoloma tehničnega kamna – dolomita Soteska, Kseniji Avsec za karte ArcGIS, Marko Majhnu za fotografije kamnoloma Soteska in recenzentki za konstruktivne predloge in popravke.

## 7 VIRI

- Dobrilovič, M., Kučan, A. and Kravanja, N., 2007. Visual characteristics as a key factor in species selection in vegetation planes design. *Acta agriculturae Slovenica*, 89, pp.137–145.
- Geopedija. 2019. <http://www.geopedija.si/>. (10. 10. 2019).
- Gazvoda, D., 2008: Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo.
- Hladnik, J., 1999: Prostorsko načrtovanje površinskih rudnikov. V: Zbornik predavanj. Sanacija površinskih odkopov. 22. Junij 1999, Gornje Ložine pri Kočevju. Ljubljana, ZTI, str. 5–15.
- Horvat, A., Maričić, V., Papež, J., 2005: Rekultivacija kamnoloma kalcita. *UJMA*, 19, str. 196–200.
- Kamnolom Soteska. 2006. Idejni rudarski projekt – kamnolom Soteska, Gozdno gospodarstvo Novo mesto, d. d., str. 47. (neobjavljeno).
- Kravanja, N., 2008: Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo.
- Majcen-Kričaj, H., 2001. Vidni vpliv kamnolomov in možnosti za njegovo zmanjševanje, Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 87 str.
- Marušič, I., 1999a. Krajinska sanacija površinskih kopov. V: Zbornik predavanj. Sanacija površinskih odkopov. 22. Junij 1999, Gornje Ložine pri Kočevju. Ljubljana, ZTI, str. 24–26.
- Marušič, I., 1999b. Okoljevarstvene presoje v okviru prostorkega načrtovanja na ravni občine. Študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehnična fakulteta, Od. za krajinsko arhitekturo: 1.zv.
- Rokavec, D., Hribernik, K., Senegačnik, A. 2006: Proizvodnja gradbenih materialov v Sloveniji in podatkovna baza o kamnolomih z rudarsko pravico. Zbornik referatov, Str. 1085–1088.
- RG ING Velenje. 2001. Rudarski projekt za izkoriščanje in izvajanje del pri izkoriščanju v kamnolomu Gajšek. RP 29/01-01 RG. RG. (neobjavljeno).
- RKG GERK. 2019. <http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp/>. (10. 10. 2019).
- Šuklje Erjavec, I., Vodnik, M., Šolar, S., 2002. Slovenski prostor SI 2020. Mineralne surovine in prostorski razvoj Slovenije-zasnova. Urbanistični inštitut RS, Ljubljana, str. 5. [http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/prostor/pdf/prostor\\_slo2020/4\\_5\\_dokument.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/prostor/pdf/prostor_slo2020/4_5_dokument.pdf). (10.10.2019).
- Zakon o rudarstvu. 2014. Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo.