

# УТИЦАЈ РУДАРСТВА НА ОКРУЖЕЊЕ И РЕВИТАЛИЗАЦИЈА ДЕГРАДИРАНОГ ПРОСТОРА

## ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE MINING ACTIVITY AND REVITALISATION OF DEGRADED SPACE

### Резиме

Рад обрађује различите аспекте утицаја експлоатације минералних сировина у рударским басенима на окружење, као што су: заузимање пољопривредног (и шумског) земљишта, измештање насеља, водотокова, саобраћајница и других инфраструктурних система, снижавање нивоа подземних вода и др. Рад указује на могућу примену нових технологија у експлоатацији минералних сировина као и на одређене економске (екстерне) ефекте. Рад се посебно бави питањима техничке и биолошке рекултивације оштећеног земљишта.

**Кључне речи:** рударски басен, површинска експлоатација животна средина, просторно планирање, рекултивација, екстерни ефекти.

### Abstract

This paper analyses various aspects of environmental impact of the mineral resources' exploitation in the mining basins, which can be listed as: agricultural (and forest) land intake, relocation of the settlements, water course rearrangement, repositioning of roads and other infrastructure systems, decrease in level of ground water, etc. The paper points to the possible application of new technologies in mineral resources exploitation as well as to certain economic (external) effects. A special attention in this paper is made to the issues of technical and biological recultivation of damaged soil.

**Key words:** mining basin, surface exploitation, environment, spatial planning, recultivation, external effects.

### Увод

Утицај рударства на окружење вишеструко се повећао након увођења технологије површинске експлоатације минералних сировина. Технологија површинске експлоатације обухвата откопавање, транспорт и депоновање огромне масе јаловине /или откритке/ и минералне сировине (угља и других сировина) из лежишта. Раскривка се одлаже на спољна или унутрашња одлагалишта.

Приликом отварања површинског копа, јаловина се одлаже на спољно одлагалиште, које служи за одлагање све док се у самом копу или суседним коповима не ослободи простор за формирање унутрашњег одлагалишта. Размак између фронта напредовања копа и ножице етажне унутрашњег одлагалишта зависи од дубине слоја који се откопава, од геомеханичких услова одлагалишта и од начина напредовања површинског копа. Наиме, најмањи размак се формира код паралелног напредовања копа, а знатно већи код радијалног. Овај размак је од изузетне важности, пошто он у највећој мери утиче на укупну површину земљишта које је у датом тренутку ангажовано /заузето/ за потребе рударства, наравно, под претпоставком да се обавља ефикасна рекултивација завршних контура депонија раскривке.

Једна од карактеристика у експлоатацији великих рударских басена је оријентација на велике површинске копове, са одговарајућим великим производним капацитетима. Развој копова планира се зависно од потрошње, уз настојање да се обезбеди планска оптимална и

\*др Ненад Спасић, д.и.арх., др Божидар Стојановић, д.и.т., др Марија Николић, д.и.агр., Институт за архитектуру и урбанизам Србије, Бул. Краља Александра 73/II, тел.011/3370 091.

континуална експлоатација лежишта. Тиме се постиже смањење маса депонованих у спољна одлагалишта /користе се откопани простори у суседним коповима/, као и рационалније коришћење рударске механизације и смањење броја радне снаге по јединици производа.

Постоје бројна ограничења која често онемогућавају континуални развој површинских копова, као на пример: геолошки раседи, прекид рудоносног слоја услед ерозије, високи екстерни трошкови експлоатације /висока насељеност, вредни производни, саобраћајни и друге објекти који се морају изместити/, споменици културе, административне границе и сл. У том случају границе откопних поља често су диктиране утицајем поменутих ограничења.

Раскривка се транспортује железницом, камионима, трачним транспортерима /гуменим тракама/ или мостовима за директни транспорт и одлагање. Камioni се користе обично код дубоких копова са стрмим радним косинама, а железница за транспорт на веће дистанце. Унутар самих копова, у последње време, се највише користе транспортне траке чије се димензије и брзина транспорта стално повећавају.

## УТИЦАЈ РУДАРСТВА НА ОКРУЖЕЊЕ

Најзначајнији конфликт рударства са окружењем односи се на заузимање пољопривредног и шумског земљишта у процесу површинске експлоатације. Заузимање земљишта може бити трајно или привремено, док траје експлоатација, под условом да се рекултивацијом спроведе његово враћање првобитној намени.

Приликом заузимања земљишта за потребе површинске експлоатације долази до конфликта две значајне активности које у већини земаља имају подједнак третман: производња минералних сировина и производња хране. Прекопавање великих површина земљишта има за последицу не само деградацију хумуса и поремећај геолошке структуре земљишта, већ и оштећење "биогеноценолошког покривача", односно деградацију животињског света и вегетације, како оне коју је створила природа, тако и оне коју је створио човек. Дакле, долази до поремећаја екосистема на релативно великом простору. Са поремећајем структуре земљишта, почев од површинског слоја па до оних дубинских, долази до деградације и биљних и животињских заједница које на њему имају станишта.

Приликом отварања површинског копа, приступа се снижавању нивоа подземних вода у непосредној околини копа, чиме се постиже спречавање дотока подземних вода у радну средину копа. Ниво подземних вода се снижава преко "филтерских бунара", чија дубина може износити и преко 500 m, и подводних пумпи. Филтерски бунари се постављају на одређеном растојању и око њих се

под утицајем снижавања подземних вода ствара пространо подручје, које има облик огромног левка. Подручје простирања утицаја снижавања подземних вода зависи од више чинилаца, као на пример: од броја, положаја и величине /дубине/ површинских копова, затим од геолошког састава тла, од хидролошког режима подручја пре снижавања подземних вода и др. Неповољни ефекти снижавања нивоа подземних вода у околини површинских копова могу се сврстати у две групе: а) исушивање земљишта, што може утицати на приносе у пољопривреди, нарочито у сушним периодима, и на повлачење воде из природних извора и бунара који служе за снабдевање водом становништва и привреде; и б) слегање терена због повлачења подземних вода, што може изазвати појаву пукотина у тлу и оштећење на саобраћајницама и грађевинским објектима.

Површински копови у Србији за сада не досежу веће дубине, па је и утицај снижавања нивоа подземних вода сразмерно мањи него код великих копова у Средњој Европи. Веће дубине копова у Колубарском басену биће постигнуте у новим коповима у централном делу Басена (Поља "Ф", "Г", "Е"). Површинска експлоатација, поред наведених, има и друге облике неповољног деловања на природну средину као што су: деградација других минералних сировина у лежишту, и утицај буке и прашине.

Други значајан конфликт рударства са окружењем односи се на потребу измештања становништва и насеља, саобраћајница и других објеката који се налазе у експлоатационом подручју рудника.

Пресељење представља за свако домаћинство у извесном смислу стресну ситуацију. Многе анкете међу становништвом, које је морало да се пресели из свог традиционалног места боравка, показују да највећи број домаћинстава нерадо прихвата промену места боравка, а одлуку о пресељењу схвата као принуду. Пресељење насеља, поред промена физичког оквира живљења становништва, изазива најчешће и промену друштвеног и културолошког амбијента, веома често и промену занимања, начина живота и социо-економског статуса. Притом се проблем пресељења насеља и становништва из зоне рударских радова на нове локације не може посматрати изоловано од других промена које се дешавају на том простору. Неадекватно решавање проблема пресељења може имати неповољне економске, социоекономске, просторне, политичке и друге последице.

За потребе развоја површинских копова неопходно је, поред насеља, изместити саобраћајнице,

водотокове, индустријске, пољопривредне и друге објекте који се налазе у правцу напредовања копова.

Измештање корита постојећих водотокова решава се у склопу плана /пројекта/ заштите површинског копа од површинских и подземних вода. Како је измештање водотока доста скуп подухват, он се изводи у најнужнијем обиму који обезбеђује заштиту копа од продора површинских вода.

Саобраћајни систем у великим рударским басенима изложен је, такође, променама услед ширења површинских копова. Треба имати у виду да се у лигнитским басенима одвија истовремено јавни и интерни саобраћај, који у принципу функционишу независно. Наиме, интерни саобраћај служи за транспорт раскривке, угља, репроматеријала, опреме и радне снаге. Саобраћај у коповима је флексибилан и прилагођава се развоју копа(ова). Интерни саобраћај који се одвија између копова и термоелектрана, односно погона за прераду и оплемењивање угља, као и саобраћај између других производних погона у басену, има трајнији карактер и обавља се железницом и путним саобраћајницама, а ређе /на краћим дистанцама/ транспортним тракама. Јавни саобраћај се одвија железницом, магистралним и локалним путним саобраћајницама.

Посебну категорију објеката који долазе у конфликт са рударством у зонама површинске експлоатације чине споменици културе и археолошка налазишта. Рударска предузећа су обавезна /у свим земљама/ да споменике културе који се налазе у зони рударских радова преместе на одговарајућу локацију утврђену просторним планом или другим одговарајућим планом.

## РАЗВОЈ НОВИХ ТЕХНОЛОГИЈА ЗА ИСКОРИШЋАВАЊЕ УГЉА И ЊИХОВ МОГУЋИ ДОПРИНОС СМАЊЕЊУ ДЕГРАДАЦИЈЕ СРЕДИНЕ

Код стручњака из области рударства доста је раширено уверење да ће површинска експлоатација бити прихватљив метод за експлоатацију погодних лежишта угља још за дужи временски период. Постоји, разумљиво, велики рад на усавршавању ове методе, који је усмерен углавном у два правца: а/ на укупну концентрацију производње у оквиру површинских копова шиновских размера; и, у вези с тим б/ на даље унапређење технологије откопавања. Концентрацијом производње постиже се потпуније и ефикасније искоришћавање лежишта, затим експлоатација теже доступних резерви угља, рационалније коришћење заузетог земљишта, односно већа производња угља уз заузимање релативно мањих површина земљишта, мања специфична улагања, мањи трошкови производње, боља организација обнављања оштећеног земљишта и сл. Развој технологије усмерен је према бољем коришћењу техничких средстава, (по времену и капацитету), унапређењу организације производног процеса, као и прилагођавању технологије експлоатације угља потребама обнављања оштећеног земљишта и уређењу и коришћењу простора по завршетку рударских радова. Према томе, може се закључити да ће технологија површинске експлоатације имати и у будућности приближно исти неповољни утицај на природну и створену средину. Ефекти тог утицаја ће бити мањи због унапређења технологије, али ће зато стални раст производње угља у већини земаља, а и у нашој, имати за последицу веће укупно оптрећење средине. Реално је очекивати да ће спознаја о дугорочном значају заштите и унапређења квалитета животне средине, као и побољшане економске претпоставке у будућности, омогућити ефикасније неутралисање штета које настају као последица површинске експлоатације угља.

Сагоревање угља у термоелектранама, поред тога што оптерећује средину у значајној мери, спада и у релативно нерационалан поступак из аспекта укупног искоришћавања топлоте садржане у угљу. Због тога се сматра да је повољнија перспектива у искоришћавању угља кроз његову индустријску прераду. Међутим, већи део произведених количина, нарочито нискокалоричних угљева, користиће се још доста времена за производњу најтраженијег облика енергије - електричне енергије, све док се не обезбеди нека друга врста енергије за ову сврху.

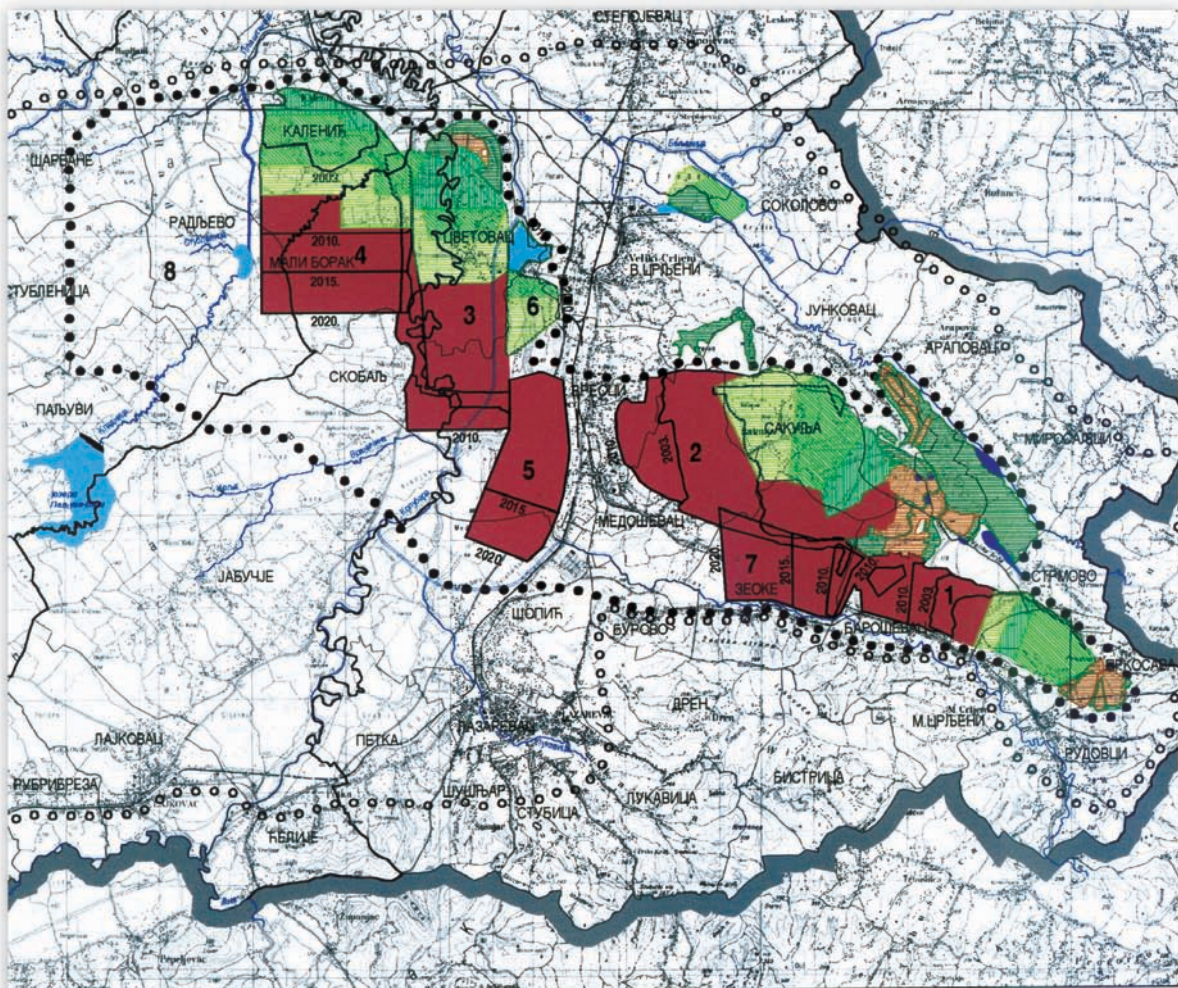
Неповољне утицаје термоелектрана на околину могуће је елиминисати применом већ данас развијених технолошких решења од којих су познатија: пречишћавање димних гасова и сагоревање у флуидизованом слоју. Пречишћавање димних гасова је данас у примени у многим земљама света, где угљеви који се сагоревају у ТЕ садрже више од 1% сумпора. Основно ограничење за примену ове методе су високи трошкови.

Сагоревање у флуидизованом слоју је поступак који омогућује везивање 70-90% укупног сумпора у самом ложишту чиме се смањује емисија CO<sub>2</sub> преко димњака. Додавањем кречњака сумпор се везује у калцијумсулфат и магнезијумсулфат. Овим поступком се смањује и емисија азотних и других оксида. Поред смањења штетних гасова, овом методом се постиже искоришћавање топлотне моћи угља и до 50%. Постоји мишљење да је ово једина технологија која може ефикасно у значајној мери смањити штетан утицај термоенергетских објеката на животну средину. Многе земље, па и наша, раде на усавршавању ове технологије. Међутим, ова технологија је још у развоју, када је у питању њена комерцијална примена.

Најпознатији облици конверзије / прераде, трансформације / угља, према којима су усмерени многи развојно-истраживачки пројекти јесу: гасификација и ликвификација, тј. претварање угља у гасовита и течна горива. Мада су први погони за гасификацију истражени двадесетих година прошлог века, а први погони за ликвификацију уочи Другог светског рата, ове технологије се још сматрају економски неодговарајућим. Највећа настојања око развијања ових технологија чине се у САД, затим у Немачкој, В. Британији, Француској, Русији и Јапану. Постоји више технолошких решења, нарочито за поступак гасификације.

Неки од ових поступака за производњу тзв. "градског гаса" су доживели индустријску примену, али због великих инвестиционих трошкова, и трошкова производње, као и из других разлога, нису доживели већи развој, већ напротив гашење. Данашња истраживања су усмерена ка изналажењу економичног поступка за производњу супститута природног гаса тзв. СНГ.





### ЛЕГЕНДА:

ГРАНИЦА ПОДРУЧЈА ПРОСТОРНОГ ПЛАНА

ГРАНИЦА ОПШТИНЕ

ГРАНИЦА КАТАСТАРСКЕ ОПШТИНЕ

ГЕОЛОШКА КОНТУРА "ПРОДУКТИВНОГ" ДЕЛА ЛИГНИТСКОГ БАСЕНА

ОРИЕНТАЦИОНА ГРАНИЦА ЕКСПЛОАТАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА

ПОВРШИНЕ ЗАУЗЕТЕ РУДАРСТВОМ

### РЕКУЛТИВИСАНЕ ПОВРШИНЕ:

ШУМСКА РЕКУЛТИВАЦИЈА ДО 2003. ГОДИНЕ

ПОЉОПРИВРЕДНА РЕКУЛТИВАЦИЈА ДО 2003. ГОДИНЕ

РЕКУЛТИВИСАНЕ ПОВРШИНЕ ДО 2010. ГОДИНЕ

РЕКУЛТИВИСАНЕ ПОВРШИНЕ ДО 2015. ГОДИНЕ

РЕКУЛТИВИСАНЕ ПОВРШИНЕ ДО 2020. ГОДИНЕ

### ПОВРШИНСКИ КОПОВИ:

1 ПОЉЕ "Б"

2 ПОЉЕ "Д"

3 "ТАМНАВА - ИСТОЧНО ПОЉЕ"

4 "ТАМНАВА - ЗАПАДНО ПОЉЕ"

5 "ТАМНАВА ЈУЖНО ПОЉЕ"

6 ПОЉЕ "В.ЦРЉЕНИ"

7 ПОЉЕ "Е"

8 ПОЉЕ "РАЂЕВО"

ЈЕЗЕРО/БАРА

ВОДОТОК

ИЗМЕСТЕНИ ВОДОТОК

### План рекултивације Колубарског лигнитског басена

извор: Просторни план подручја експлоатације Колубарског лигнитског басена (Предлог плана), ИАУС, Београд, 2003.

### Plan for Reclamation of Kolubara Lignite Basin

Source: Spatial Plan for the Area of Exploitation of Kolubara Lignite Basin (Proposal of the Plan), IAUS, Beograd, 2003

Спорецифичним обликом директне конверзије угља у лежишту може се сматрати поступак “подземне гасификације”, као и поступак “екстракције ин ситу”. Овим поступцима, уколико се освоје, било би могуће експлоатисати и лежишта недоступна за класичне методе.

Поред синтетичког гаса и синтетичког горива, технологије за индустријску прераду угља оријентисане су и према другим производима из угља: водонику, амонијаку и азотним ђубривима, метанолу, сумпору и сумпорној киселини, катрану, угљендиоксиду и др.

Гледано у целини развој нових технологија за искоришћавање угља има три основна задатка:

- потпуније искоришћавање лежишта угља, уз повећање ефикасности експлоатације;
- боље искоришћавање топлотне вредности угља и конверзија угља у квалитетнија горива која имају веће могућности примене: и
- неутралисање штетних утицаја погона за искоришћавање угља на животну средину.

Који су стварни домети поменутих технологија тешко је у овом тренутку рећи, поготово је тешко дати универзалан одговор, али се могу извести неки начелни закључци:

- мада већина нових технологија има изграђене експерименталне погоне, њихова економска оправданост може се очекивати тек пред крај ове деценије а за неке, можда, и касније /конверзија угља “ин ситу”/;
- основна карактеристика развоја експлоатације угља у великим басенима је концентрација производње и формирање великих производних система који омогућавају примену усавршенијих технологија и ефикаснију контролу нежељених утицаја на околину; и
- даље усавршавање класичних као и развој нових технологија за искоришћавање угља је у знаку настојања да се неутралише нежељени утицај на средину; искуства показују да је у принципу могуће елиминисати готово све неповољне утицаје експлоатације и прераде угља на средину али уз веће трошкове, те се треба суочити са истином да је заштита сразмерна трошковима који се могу поднети у друштву; стога се настоји да се неповољни утицаји ублаже до /еколошки и економски/ прихватљивих, односно прописаних граница.

Потребно је на крају још констатовати да се поменуте нове технологије развијају готово искључиво у високоразвијеним земљама. Истраживања која се предузимају у нас имају за циљ стварање технолошких, кадровских и организационих предуслова за евентуално прихватање тих технологија, њихово даље развијање и прилагођавање нашим условима. Ефикасност примене нових технологија у нас зависиће добрим делом и од постигнутог ритма сопственог технолошког развоја као и од смањења технолошке зависности земље.

## ЕКОНОМСКИ ЕФЕКТИ ОБИМНЕ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ МИНЕРАЛНИХ СИРОВИНА

Уобичајена процена економске оправданости нових инвестиционих пројеката, када је реч о великим рударским системима, може имати значаја ако се односи на појединачне пројекте и ако укључује ограничену скалу мерљивих директних трошкова, уз поједностављењу конвенцију о вредности природног ресурса и цене финалног продукта. Ситуација је много сложенија ако се посматра читав производни систем, и ако постоји намера да се обухвате сви директни и индиректни трошкови односно позитивни и негативни ефекти обимне експлоатације минералних сировина гледано на дужи рок. Процена утицаја ових сложених привредних система на животну средину, не може се такође поједноставити. Неопходна су, заправо, обимна еколошка истраживања синхронизована са истраживањима економских, социјалних, просторних и техничко-технолошких аспеката развоја ових система.

Капиталне инвестиције прате изградњу рударских, енергетских и индустријских објеката, а ефекти тих инвестиција манифестују се у пуној мери тек по пуштању објеката у функцију. Директни ефекти инвестирања у експлоатацију и искоришћавање природних ресурса манифестују се у почетку на релативно малом простору, док се (позитивни) екстерни ефекти манифестују на знатно ширем простору кроз потрошњу. Инвестиције саме по себи не производе "негативне" екстерне ефекте, већ се они појављују индиректно, као последица примене непримерених технологија, недовољних улагања у њихово побољшање, односно непостојања адекватне дугорочне развојне политике. Део негативних екстерних ефеката испољава се у релативно кратком року (загађење средине), док се други (већи) део испољава на дужи рок (деградација природних ресурса и њихова неутрализација, ефекти пресељења становништва, социоекономске трансформације, еколошке промене и др.).

Укупни трошкови површинске експлоатације могу се поделити на три групе: инвестициони, производни и општи. У неким темљама однос ових трошкова је 60 : 30 : 10. Ови последњи, "општи" трошкови односе се на откуп непокретности и пресељење насеља инфраструктурних и других грађевинских објеката, рекултивацију оштећеног земљишта, плаћање закупа за земљиште и сл. У нас су ти трошкови знатно мањи, из два разлога: а) не покривају се све штете настале услед експлоатације, нити се предуз-

имају опсежне мере на рекултивацији оштећеног земљишта, и б) накнаде за поједине непокретности (земљиште) не исплаћују се према тржишној вредности. Трошкови (интензивне) рекултивације оштећеног земљишта у неким угљеним басенима САД и Канаде (Монтана, Wyoming, Алберта) износе између 7 000 и 20 000 УС долара по хектару. Процене трошкова будуће биолошке рекултивације у Колубарском басену одговарају приближно овом доњем износу. Ако бисмо овај износ превели на јединицу производње угља, видели бисмо да би његово учешће у цени угља било симболично, у сваком случају испод једног процента. То показује да висина трошкова не може бити реално ограничење за спровођење успешне рекултивације земљишта и обнављање пејзажа.

Дакле, део екстерних трошкова у рударским басенима може се срчунати и укључити у цену производње угља, чиме ти трошкови губе "екстерни" карактер и постају "интерни". Прави екстерни трошкови су они за које је тешко или немогуће установити одговарајући монетарни израз. Ту спада, свакако, деградација природних ресурса, односно деградација средине.

Уместо тога, сматра се прихватљивим концепт "амбијенталног капацитета" или "граничног степена оптрећења средине", заснованог на прихватљивим стандардима који подразумевају граничну дозу штетних имисија, па према томе и одговарајуће трошкове њихове контроле. Познато је да трошкови одсумпоравања угља код неких погона у свету учествују са 15-20% у укупним трошковима производње.

Стандарди квалитета средине зависе од економских, социјалних, културолошких, традиционалних и политичких обележја одређене средине или земље и рефлектују често плебисцитарно расположење друштвене њаједнице. У земљама са традиционално високом еколошком свешћу и снажним еколошким покретима, стандарди квалитета средине су, по правилу, виши, прописи ригорознији, а институционална контрола организованија. Стандарди квалитета средине нису нужно у корелацији са укупним друштвеним стандардом одређене земље, али се не сме заборавити да они имају и своју економску димензију.

Концепт квалитета средине у свом најопштијем контексту обухвата и проблематику квалитета живљења. Овако постављен концепт квалитета средине обухвата, дакле, поред пожељних (или



могућих) еколошких стандарда и амбијенталног квалитета средине, још и одређени социјални стандард, као и одговарајући ниво друштвеног благостања. Друштвено благостање и социјални стандард рефлектују достигнути ниво развоја друштва и његове репродуктивне способности, као и ниво материјалног положаја друштва али и појединаца, расположивост и доступност урбаних сервиса итд.

Институционални и методолошки оквир за опсежна и сложена истраживања дугорочних економских ефеката, као и могућих еколошких, социјалних и других последица обимне експлоатације минералних сировина, може у нашим условима да обезбеди делатност планирања и уређења простора.

Усаглашавање (релативизација, изједначавање) бројних развојних конфликта није, такође, могуће без институције планирања. Прво, у оквиру процеса планирања могуће је на свеобухватан начин изучити карактер, значај, узроке и последице појединих конфликта, облике, време и подручје њиховог манифестовања, интензитет конфликтности, као и могућности (средства) за њихово неутралисање. Друго, процес планирања (нарочито просторног) окупља бројне друштвене субјекте, носиоце развоја и кориснике простора и омогућује им у процесу припремања планских аката исказивање и конфронтацију појединачних интереса и њихово приближавање на основу утврђених широких друштвених приоритета, система показатеља, стандарда и критеријума произашлих из студијско-аналитичког рада и алтернативних сценарија за будућност, са спецификацијом могућих ефеката појединих алтернатива.

## ПРИНЦИПИ РЕКУЛТИВАЦИЈЕ ДЕГРАДИРАНИХ ПОВРШИНА

Спровођење ревитализације или обнављања простора деградираним развојем површинске експлоатације, основна је претпоставка ОДРЖИВОГ коришћења ресурса у великим рударским басенима. Најзначајнија и најделикатнија фаза у обнављању је рекултивација оштећеног земљишта.

Под појмом рекултивације земљишта у већини земаља подразумева се сложен поступак са применом рударских, инжењерских, мелиоративних, агротехничких, хидротехничких и других мера усмерених ка обнављању репродуктивне способности оштећеног земљишта и стварању организованих "културних" предела који одговарају разноврсним потребама савременог човека. Овај поступак се дели на две фазе: техничку или рударску, и биолошку рекултивацију.

Метод рекултивације зависи од неколико фактора, од којих су најзначајнији: сврха рекултивације, тј. планирана будућа намена земљишта; стање рударских радова (завршени, у току, тек предстоје); расположива техничка средства и методе и др.

Рекултивација може бити усмерена на следеће облике коришћења земљишта у будућности: пољопривредну производњу (ратарске културе, воћарство, виноградарство и сл.), шумарство, спорт и рекреацију, изградњу саобраћајница,

**Примери ревитализације деградираних простора у свету**







**World Examples of Degraded Area Revitalization**

привредних и других објеката (уколико геомеханички и други услови слеганга тла то дозвољавају) и друге намене. Заостале депресије од површинских копова након уређења могу се користити за различите намене: у водопривредне сврхе /као басени за бистрење и таложење вода из суседних копова, затим за заштиту од високих вода и чување резерви воде за пољопривреду, енергетско-индустријски комплекс и за друге сврхе/, за рибњаке и фарме барских птица, за спорт, рекреацију и туризам, затим за научна истраживања екосистема и др. Могуће су, наравно, и многе друге корисне намене.



Метод примењене /техничке и биолошке/ рекултивације у доброј мери зависи од стања рударских радова. Подручја где су раније завршени рударски радови без планског одлагања раскривке, представљају аморфну средину где је најпре потребно извршити морфолошку култивацију терена

према потребама будуће намене. Након тога се примењују одговарајуће био- и агротехничке мере. Подручје где се врши активна експлоатација лежишта према раније урађеним рударским пројектима захтева да се рекултивација прилагоди постојећим условима експлоатације. Трећа ситуација, где се рударски радови тек предвиђају, нуди реално најбоље услове за успешну и ефикасну рекултивацију. У овом случају могуће је захтеве рекултивације и будуће намене земљишта уградити у рударске пројекте и концепт ископа односно транспорта и одлагања раскривке.

У свету се примењује моћна и разноврсна техника у површинској експлоатацији. Последњих година су развијене и многе техничке методе и средства за потребе обнављања земљишта оштећеног рударским радовима. Ту се пре свега ради о посебној ситној механизацији, транспортним средствима, хидрауличким, агротехничким, биотехничким и другим методама.

Основни циљ рекултивације везује се за обнављање репродуктивног потенцијала оштећене природе, обнављање поремећеног екосистема, враћање оштећених површина корисној намени и др. У вези с тим непосредни задаци рекултивације су: ефикасно смањивање површина заузетих за потребе рударства у што краћем временском периоду; враћање пољопривреди највећег дела оштећених површина; пошумљавање оног дела земљишта које није погодно за пољопривреду; испуњавање водом и уређење за потребе водопривреде, рибарства, рекреације и сл. оних депресија преосталих од копова које нису више потребне за рударство; смањење удела земљишта са већим нагибом одговарајућим обликовањем депонија раскривке; обнављање и по могућству повећање амбијенталних /пејзажних/ вредности предела у односу на стање пре рударских радова; проширење природних резервата /где за то има услова/ и преношење аутохтоних биотопа из суседних подручја ради обнављања екосистема; заштита и обнављање културног наслеђа и др.

Техничка или рударска рекултивација обухвата: скидање површинског /хумусног/ слоја земљишта у потребној дебљини /0,5-2,0 м/, његов транспорт до специјалног одлагалишта и чување до тренутка употребе; одлагање раскривке на унутрашње или спољно одлагалиште; грубо равнање депонија раскривке према планираној конфигурацији терена; фино равнање хоризонталних и нагнутих површина; наношење завршног /културног/ слоја у сувом или мокрој стању и његово фино равнање.

Поменути активности одвијају се у складу са пројектом /техничке/ рекултивације који се ради у склопу рударског пројекта или накнадно (код копова који су раније пројектовани). Ова фаза

рекултивације захтева и знатна средства с обзиром на транспорт огромних количина земљаних маса. Идеална ситуација би била када би се интереси рекултивације поклопили са производним концептом откопа, транспорта и одлагања раскривке чиме би трошкови техничке рекултивације ушли највећим делом у редовне трошкове експлоатације лежишта.

Биолошка рекултивација обухвата скуп биотехничких, агротехничких, мелиоративних и других мера којима је циљ да се изврши обнова плодности код оштећеног земљишта, поремећеног екосистема и пејзажних вредности предела. Истраживања која се предузимају на терену и у лабораторијама, као и концепт рекултивације зависе од будуће намене земљишта, климатских, педолошких и других услова у басену.

Биолошка рекултивација оштећеног земљишта може бити оријентисана на стварање вештачких шумских заједница, пољопривредних култура, декоративних заједница у близини насеља или рекреативних центара, специфичних заједница биотопа на копну и у води у оквиру вредних предеоних целина. Независно од будуће намене, рекултивацијом мора да се формира плодно земљиште и отпоран биљни покривач који по репродуктивним способностима неће заостајати за аутохтоним земљиштем и биљним врстама у непосредном окружењу.

Посебан облик биолошке рекултивације везан је за формирање декоративних заједница у насељима /уколико су изграђена на депонији/ и њиховој непосредној околини и рекреационим центрима, затим за уређење природних резервата и ревитализацију вештачких мочвара и језера. Кад је реч о декоративним заједницама, принципи рекултивације су исти као код шумарске рекултивације, с тим што се већи значај даје избору декоративних дрвенастих врста као и пејзажној обради простора. Приликом уређивања земљишта које треба да се укључи у природни резерват, посебна пажња поклања се избору аутохтоних врста флоре и фауне типичне за шире подручје. Формирање и ревитализација вештачких акумулација је посебан проблем који се решава на два начина: саморевитализацијом или вештачким увођењем биотопа флоре и фауне. Врста флоре и фауне у вештачкој акумулацији зависи од будуће намене акумулације. У сваком случају, ретко се среће издвојен само један облик биолошке рекултивације. Најчешће се врши комбинавање пољопривредне, шумске, декоративне и "водене" рекултивације на једном ширем потезу, чиме се тежи приближавању структури коришћења површина пре рударских радова, као и универзалном повећању укупних пејзажних /амбијенталних/ вредности читавог подручја рекултивације.



## ЗАКЉУЧАК

Заузимање великих површина земљишта, деградација екосистема и пресељење становништва, тј. промене у мрежи насеља су, свакако, најзначајније структуре промене које у великим рударским басенима изазива експлоатација минералних сировина. Овоме треба додати и релативно висок степен загађења средине/ ваздуха, воде, тла и живог света/ од штетних емисија из индустријског комплекса. Релативно висок ниво капиталних улагања у рударство и његова концентрација на релативно уском простору доводе, такође, до неких нежељених последица, као што су: једнострана структура привредног развоја, неравномеран развој територије гледано у ширим размерама, као и тенденција концентрације активности, становништва и инвестиционе изградње на релативно малом простору. Заузимање пољопривредног земљишта као и обимно пресељење претежно сеоских насеља из тоне рударских радова, утичу на интензивирање социо - економских трансформација у басену /урбанизације, даггаризације/ као и на промену у размештају и функцијама насељских центара. Једна од најзначајнијих карактеристика наведених процеса и промена је њихова временска али и просторна динамика која прати динамику напредовања фронта површинских копова.

Обнављање и ревитализација простора представља последњу, веома значајну фазу у оквиру циклуса активности који обухвата: информатику, истраживање, планирање, програмирање, уређивање и обнављање простора. Велики обим, интензитет и подручје простирања деградације простора изискују одговарајуће планске активности на његовом обнављању. Уређивање простора у великим рударским басенима је у знаку обнављања деградираних површина /земљишта/. Обнављање земљишта оштећеног површинском експлоатацијом може се поделити у три фазе, на техничку или рударску припрему земљишта /морфолошку култивацију/, биолошку рекултивацију /обнављање плодности/ и уређивање земљишта /изградњу саобраћајница, водопривредно уређење, уређење појединих локација/. Данас се у свету постижу значајни резултати на обнављању оштећеног земљишта. Обновљени предели достижу понекад већу амбијенталну вредност у односу на стање пре оштећења. У вези са могућностима обнављања земљишта треба, међутим, имати извесну резерву, с обзиром на обим деградације еколошког система, промену у режиму вода и геолошком саставу земљишта.

Уређивање и обнављање простора у великим рударским басенима је динамичан процес, који се одвија по динамици коју диктира развој површинске експлоатације и других производних процеса у басену. Уређивање и обнављање простора врши се на основу одговарајућих просторних и урбанистичких планова, односно одговарајућих развојних средњорочних и краткорочних планова и програма и инвестиционе документације. Процес уређивања и обнављања простора мора да прати одговарајућа информациона основа као и институционална организација.

## Литература:

Николић М. (2003.), Коришћење и рекултивација пољопривредног земљишта у Колубарском лигнитском басену, прилог за Просторни план, ИАУС, Београд.

Николић М. (2003.), Коришћење и рекултивација пољопривредног земљишта у Костолачко-ковинском лигнитском басену, прилог за Просторни план, ИАУС, Београд.

Спасић Н. (1988.), Монографија: "Планирање развоја, обнављање и уређење простора у великим лигнитским басенима", Издање ИАУС, Београд.

Спасић Н. (1994.), Приступ планирању и уређењу простора у зонама обимне експлоатације минералних сировина, поглавље у монографији: "Развој уређење и ревитализација подручја експлоатације косовско-метохијских лигнита", ИАУС, Београд.

Спасић Н., Пејовић Н. (1994.), Обнављање (рекултивација и ревитализација) оштећеног земљишта, поглавље у монографији: "Развој уређење и ревитализација подручја експлоатације косовско-метохијских лигнита", ИАУС, Београд.

Спасић Н. (1995.), Приступ релативизацији развојних, просторних, еколошких, социјалних и других конфликта у зонама великих структуралних промена, поглавље у монографији: "Просторно планирање, регионални развој и заштита животне средине", ИАУС, Београд.

Спасић Н. (1995.), Велики рударски производни систем у планирању и уређењу простора - институционална и нормативна решења у развијеним земљама, поглавље у монографији: "Просторно планирање, регионални развој и заштита животне средине", ИАУС, Београд.

Спасић Н. (1996.), Велики производни системи, регионални развој и заштита средине, поглавље у монографији: "Просторно планирање, регионални развој и заштита животне средине II", посебна издања ИАУС/28/96, Београд.

Спасић Н. (1997.), Ревитализација и уређење подручја обимне експлоатације минералних сировина, поглавље у монографији: "Просторно планирање, регионални развој и заштита животне средине III", посебна издања ИАУС/30/96-97, Београд.

Spasić N. (1997.), Planning of Sustainable Development of Large Lignite Basins, časopis "Spatium", pregledni članak br. 2/97, Beograd.

Стојановић Б., Маричић Т. (2004.), Стратегије заштите животне средине и просторно планирање, Тематски зборник "Стратешки оквир за одрживи развој Србије", стр. 155-169, ИАУС, Београд.

Стојановић Б.: (2003.), Савремени приступ заштити животне средине у просторном планирању развоја рударско-енергетског комплекса у региону Београда, Зборник радова "Београд и његов регион", Географски факултет, Београд.

"Студијска основа Просторног плана подручја експлоатације Косовско-метохијског лигнитског басена" (1998.-1999.), Београд. Корисници: Електропривреда Србије, Влада Републике Србије, ЕПС-а општине обухваћене планом. Примена: Просторни план, развојни планови, пројекти ревитализације и др.

"Студијска основа Просторног плана подручја експлоатације Колубарског лигнитског басена" (1999/2000.), Београд. Корисници: Електропривреда Србије, Републике Србије, општине Лазаревац, Уб, Лајковац и Обреновац. Примена: Просторни план, развојни планови ЕПС-а, програми ревитализације и др.

"Студијска основа Просторног плана Костолачко - ковинског лигнитског басена (2000/2002.), Београд. Корисници: Електропривреда Србије, Влада Републике Србије, општине Пожаревац, В. Градиште и Ковин.

"Студија услова пресељења насеља Вреоци" (2005.), Београд. Корисник: Електропривреда Србије. Примена: ЈП "Рударски басен Колубара".