

## RUDARENJE U URBANIM SREDINAMA - RUDARSKE ŠTETE I UZROCI NASTANKA

### MINING IN URBAN AREAS – MINING DAMAGES AND CAUSES

Hilmija Skorupan d.i.a, viši asistent  
Univerzitet Džemal Bijedić, Mostar

Maja Roso Popovac PhD d.i.a., docent  
Univerzitet Džemal Bijedić, Mostar

Valerija Kopilaš d.i.a.  
IGH d.o.o. , Mostar

#### REZIME

*Energetska kriza osamdesetih godina prošlog vijeka dovela je do naglog poskupljenja nafte i naftnih derivata te se iz strateških razloga moralo pristupiti otvaranju novih rudnika uglja. (Mostar-Cim). Na tim područjima je do tada već počela masovna bespravna izgradnja individualnih objekata na površini. Sa zahtjevom Rudnika za otvaranje novih jama pristupilo se rješavanju ove problematike koja se pokazala kao veoma složena. Zbog obaveza prema Evropskoj uniji zadatak Bosne i Hercegovine je otvaranje novih rudnika, izgradnja termoelektrana i elektrana, kao i drugih izvora energije.*

*Uži oblik istraživanja ovog rada su rudarske štete, uzroci njihovog nastanka, načini sanacije i mogućnosti nove izgradnje prema Lehmannovoj teoriji korita slijeganja i njenoj provjeri kroz fotografije rudarskih šteta iz Ruhrskaa oblasti.*

**Ključne riječi:** rudarenje, rudarske štete, Lehmannova teorija

#### SUMMARY

*Energetic crisis in seventies (XX century), brought us to enormous price incensement of oil and its products - alternative strategy was to open new cod minds (Mostar- Cim).*

*Surface of that urban area, until that moment, was already full of illegitimate structures. As mind administration demanded on opening new coal pits, it was necessary to start with investigation on this topic, in order to find the solution for this complex problem. Obligations towards European Union appoints Bosnia and Herzegovina towards opening of new minds, thermal and power plants as well as of other energy resources.*

*The focus of this investigation was to determine mining damages, causes of it's origins, measures for its recovery and possibilities for construction of new structures by Lehman's theory of basin settlement and it's authentication through photographs of mining damages in Ruhr area.*

**Keywords:** mining, mining damages, Lehmann theory

#### 1. PROBLEMATIKA GRADOVA IZNAD PODZEMNIH KOPOVA

Danas se zbog nedostatka jasnih i egzaktnih podataka u ovoj oblasti na područjima koja su ugrožena ili će biti ugrožena eksploatacionim radovima zaustavljaju izdavanja odobrenja za građenje do donošenja odgovarajućih urbanističko-tehničkih dokumentacija. Kako se ta dokumentacija godinama čeka i ne donosi se, to dovodi do bespravne izgradnje pojedinačnih

objekata pa i čitavih naselja. Takvu izgradnju u našoj zemlji niko ne zaustavlja i ona postaje sve masovnija i masovnija a kulminacija je dostigla poslije zadnjeg rata. Većina objekata je priključena na komunalnu infrastrukturu: struju, vodu i telefon, a u zadnje vrijeme se radi i kanalizacija. Tako nastala naselja zahtjevaju da se legaliziraju.

Istraživanjem ove problematike moglo bi se spriječiti da do ovakvih pojava ne dolazi. Odgovor bi se sastojalo u primjeni koegzistencije rudarenja i građenja za sve buduće rudnike i gradove koji su ovisni jedni o drugim, a riješenje kako i gdje graditi i kako vršiti eksploataciju te šta će biti sa tim prostorima po završetku eksploatacije.

Rezultati ovakve koegzistencije rudarenja i građenja bi bili:

- Planska izgradnja naselja sa tačno definisanim prostorima za izgradnju, prostorima za izgradnju pod posebnim uslovima, prostorima na kojima nema izgradnje i specijalnim i zaštićenim prostorima;
- Mogućnost izrade primjenjive planske dokumentacije kako Prostornog plana Općine, Urbanističkog plana grada, ili planova nižeg reda kao što su Regulatorni planovi i Urbanistički projekti ;
- Odabir pogodne arhitekture i konstrukcije kao i materijala za izgradnju objekata i određivanje urbanističko-tehničkih uvjeta buduće izgradnje;
- Odabir pogodne fleksibilne infrastrukture i plansko provođenje-realizovanje;
- Planski razmještaj površinskih objekata rudnika, sa eventualnom nekom drugom namjenom po završetku eksploatacije po uzoru na Emscher park (Njemačka);
- Plansko rudarenje pod zemljom, sa potpunim zamuljivanjem i minimalnim štetama na površini;
- Plansko rješavanje transporta i saobraćaja, kao i odlagališta ruda i jalovine;
- Mogućnost planskog rekultivisanja terena po završetku eksploatacije;
- Minimalni troškovi šteta i načini njihovih sanacija-nadoknada.

Bez dobre analize rudarskih šteta i primjene koegzistencije rudarenja i građenja za planirane rudnike zadržao bi se kaos kao kod postojećih rudnika:

- Masovna bespravna izgradnja;
- Nemoćnost korištenja planske dokumentacije;
- Uništavanje čitavog prostora sa aspekta planske izgradnje;
- Velike štete na objektima (direktna opasnost po stanovnike).
- Ili bi se reklo nema naselja neka se rudari ili nema rudarenja neka se gradi naselje.

## **2. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA UTJECAJA RUDARENJA NA MOGUĆNOSTI GRAĐENJA NA PROSTORIMA (POVRŠINAMA) IZNAD RUDOKOPA**

**U pogledu podizanja objekata na površini rudarstvo polazi sa principijelnog stanovišta, da je svako građenje moguće ako se primjene odgovarajuće mjere, da bi se spriječilo ili smanjilo oštećenje usljed rudarske eksploatacije.** Preduslov za to je realna prognoza deformacija na površini od buduće podzemne eksploatacije. Prvom fazom u proučavanju te problematike smatra se primjena nivelacije za praćenje vertikalnih promjena na površini i razvoj teorije o rušnim uglovima, što je počelo oko 1860.godine. Početkom ovog stoljeća već postoji veliki broj opservacijskih linija i upoznat je značaj horizontalnih kretanja.

Za drugu fazu karakteristična je pojava teorije korita ulijeganja (K. Lehmann, 1919.) na temelju koje se razvilo prognoziiranje deformacija.

Rad na smanjivanju i sprječavanju šteta postaje sve značajniji. Na osnovu prognoze budućih deformacija prvenstvena zaštita novogradnji se sastoji u pojačanju temelja i dilatiranju zgrada. U posebnim slučajevima može se vršiti i rektifikacija većih nagiba. Troškovi za preventivnu zaštitu kreću se obično između 2 i 5% od troškova građenja

## 2.1. Primjena teorije korita slijeganja (K. Lehmann) na temelju koje se razvilo prognoziranje deformacija i analiza slika rudarskih šteta

Osnovni zadatak nauke o proučavanju deformacija površine i stijenskog masiva predstavlja razvijanje metoda za:

- a) Računsko prognoziranje kretanja stijenskog gorja i tla iznad otkopnih polja,
- b) Utvrđivanje onih sila, pri kretanju stijenskog masiva ili tla, koje se prenose na građevinske rudarske i druge objekte,
- c) Smanjenje rudarskih šteta pomoću dirigovanog upravljanja otkopavanjem i obezbjeđenja građevinskih i drugih objekata.

Iz samog opisa zadatka proizlazi da ova proučavanja pripadaju geotehničkim naukama, a obuhvata i rudarsku i građevinsku tehniku, mehaniku stijena i mehaniku tla, površinsku i podzemnu geodeziju, geologiju i hidrologiju i druga područja tehničkih nauka.

Otkopavanje ležišta podzemnim načinom izaziva slijeganje površine terena koji se manifestuje pojavom korita slijeganja. Jedna od osnovnih poteškoća koja se javlja u proučavanju procesa formiranja korita slijeganja jeste problem empirijskim putem odrediti konstante ili funkcije koje karakterišu sredinu od kojih zavisi tok navedenog procesa.

Svaka pojava kretanja naslaga u zemljinoj kori, koja je nastala usljed rudarskih radova predstavlja individualnu neponovljivu činjenicu. Podaci koji se dobiju o toj pojavi ograničavaju se na one koji proizlaze iz mjerenja o kretanju površine terena. Veoma je teško izvršiti mjerenja unutar naslaga, da bi se odredili karakteristični parametri, a u odnosu na broj mjerenja koja se mogu izvršiti na površini, to je sasvim neznatno. Podaci o mjerenjima kako na površini tako i pod zemljom, su često rezultat posljedica nedovoljno poznatih uzroka. Prema tome, raspolaže se samo sa pasivnim informacijama - ne sa fizikalnim eksperimentom koji se može dovoljno puta ponoviti i u kojem vladaju vještački stvoreni uslovi koji omogućavaju da se ispitaju uticaji pojedinih faktora na tok procesa. Naime, fizikalni eksperimenti omogućavaju mnogo brže i temeljitije upoznavanje pojava nego što to može pasivno promatranje. Ali, pošto su fizikalni eksperimenti o premještanju zemljine kore u prirodi nemogući, pribjegava se često vršenju fizikalnih laboratorijskih ispitivanja na modelima. Takva se ispitivanja vrše npr. sa pijeskom čije karakteristike dosta dobro odgovaraju postavkama za stohastičku sredinu. To međutim važi za one naslage koje su se usljed rudarske eksploatacije zdrobile. Za područje naslaga koje se nisu zdrobile, bolje odgovara model sa elastičnom sredinom.

Na bazi geodetskih opažanja o deformacijama površine izgrađene su deduktivne teorije. Autori tih teorija dali su matematičke obrasce, koji se u praksi lako mogu primjeniti. Sve savremene teorije o uticaju podzemne eksploatacije na površinu mogu se podijeliti u tri grupe:

- 1) Teorije koje se zasnivaju na određenim geometrijskim postavkama o rasčlanjenju uticaja otkopavanja elementarnog volumena na površinu.
- 2) Teorije koje se oslanjaju na teorije elastičnosti i plastičnosti tj. zakona mehanike homogenih sredina.
- 3) Teorije koje tretiraju naslage kao stohastičku sredinu tj. takvu koja podliježe određenim zakonima teorije vjerovatnoće.

Treba naglasiti da nijedna teorija nije uspjela da riješi svu problematiku uticaja jamske eksploatacije na površinu. Međutim pomoću ovih teorija može se u granicama dozvoljenih grešaka projektovati podzemna eksploatacija zaštitnih stubova i predvidjeti njene posljedice na površinskim pa i podzemnim objektima. Često puta je na konkretni slučaj dovoljno primjeniti samo jednu teoriju, međutim kod vrlo osjetljivih objekata (npr. Željezare, elektrane vodotokovi i sl.) proračune treba izvršiti pomoću većeg broja teorija, pa i računati sa najnepovoljnijim rezultatima.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Otkopavanje ugljenih slojeva u zaštitnim stubovima (studija) I deo Teoretske osnove i praktična iskustva, Rudarski institut Beograd 1978.

## 2.2. Lemannova teorija korita slijeganja

Sve starije teorije karakteriše svojstvo, da danas imaju samo još istorijski značaj i da se odnose na odgovarajuće uzano područje koje su obradile na osnovu proučavanja lokalnih pojava. **Međutim, teorija korita koju je obradio Lehmann ima univerzalniji značaj i do danas nije osporena njena vrijednost, pa je radi toga ovdje prikazujemo.**

Lehmannova teorija korita slijeganja sa Kratzsh-ovim grafičkim prilogom kao dopunom se dokazuje u potpunosti kroz fotografije rudarskih šteta u Ruhrskoj oblasti u Njemačkoj, tako da za svaki objekat izgrađen na terenu možemo sa velikom sigurnošću reći gdje se nalazi u odnosu na rudarske radove i stanje u rudniku. Na osnovu ovako dobijenih rezultata možemo planirati šta će se dešavati u novim rudnicima i novim naseljima. Za dobrobit i rudnika i grada poželjna je uspostava koegzistencije rudarenja pod zemljom i izgradnje na terenu. Na taj način rudnik bi eksploatisao maksimalno sa minimalnim štetama na površini, zapošljavao bi novu radnu snagu, doprinosa bi bržem razvoju naselja iznad i energetske učinkovitosti zemlje prema evropskoj energetske zajednici. Sa druge strane na prostore iznad rudnika nesmetano bi se širio grad a prema usvojenoj planskoj dokumentaciji.

Da bi se na osnovu geodetskih mjerenja utvrdile sve deformacije koje nastaju kao posljedica podzemne eksploatacije polažu se opservacijske linije iznad još netaknutog eksploatacionog polja i vrše početna opažanja. Kad je otkopavanje određene površine završeno i teren se potpuno umirio, vrši se ponovno mjerenje ranijih tačaka i na osnovu toga ustanovljenja vrsta i vrijednost pojedinih deformacija:

- a) Teren iznad rudarskih radova se sliježe (tone) zbog pucanja međujamskih ili međukomornih stubova i nemogućnosti zamuljivanja, zbog nezamuljenosti ili loše zamuljenosti već eksploatiranih prostora u rudniku. Kako su objekti na terenu to i oni tonu skupa sa terenom i manjim oštećenjima. Strada najčešće komunalna infrastruktura i na njoj su najveći troškovi sanacije. Na mjestima gdje dolazi do naglog sloma međukomornih ili međujamskih stubova na površini se pojavljuju manji krateri koji se zasipaju u Njemačkoj najčešće betonom.
- b) Teren iznad granice rudarskih radova se konveksno savija i sabija a samim tim i objekti izgrađeni u ovoj zoni su napregnuti na pritisak koji ih drobi. Objekti su više oštećeni i najčešće se ruše pa ponovo grade. Grade se objekti manje i sažete osnove, manje spratnosti i uz primjenu konstrukcija otpornih na rudarske radove. Sa prostorno-planerskog i arhitektonskog stanovišta na ovakvom prostoru bi trebalo izbjegavati svaku gradnju a prostoru dati namjenu zelenih i rekreativnih površina. Infrastrukturu treba takođe rekonstruisati i najčešće se radi površinskim cjevovodima.
- c) Teren između granice rudarskih radova i granice uticaja rudarskih radova se nagnje a samim tim i objekti na njemu. Sanacija objekata se vrši ispravljanjem ili rušenjem i ponovnim zidanjem. Ispravlja se značajniji ili vrijedni kulturno-istorijski objekti. Objekat se opkopa i opasa armirano-betonkim prstenom a onda ispravlja hidrauličnim dizalicama. Ova je metoda skupa i zato se manji objekti rađe ruše pa ponovo zidaju. Treba izbjegavati gradnju i u ovoj zoni a ako se već gradi objekte treba postavljati po liniji glavnog pada terena sa manjim i sažetim osnovama, manje visine, većim diletacijama i temeljenjem na AB pločama. Infrastruktura mora biti fleksibilno riješena zbog mogućnosti pucanja.
- d) Teren iznad granice uticaja rudarskih radova se lomi i savija konkavno a izgrađeni objekti su napregnuti na razvlačenje i savijanje. Objekti pucaju i stvaraju pukotinu kao dilataciju i po toj ih dilataciji treba razdvojiti i sanirati ili pak dolazi do oštećenja čitavog objekta kada se procjenjuje da li ga rušiti ili temeljno sanirati. Ova zona je takođe nepovoljna za bilo kakvu gradnju i trebalo bi je takođe planirati za zelene i rekreativne površine. Ako se mora graditi onda bi se trebali primjeniti isti uslovi kao u prethodnoj zoni. Infrastruktura takođe strada i treba se sanirati.



