

Оригиналан научни рад

UDC 551.4: 628.5

МАРКО В. МИЛОШЕВИЋ*
 МИРОСЛАВ МАРКИЋЕВИЋ**

ГЕОМОРФОЛОШКИ ПРОЦЕСИ И ОБЛИЦИ У ФУНКЦИЈИ ДЕТЕРМИНИСАЊА ОПТИМАЛНЕ МИКРОЛОКАЦИЈЕ ДЕПОНИЈЕ

Извод: Рад се бави детерминисањем локација депонија у функцији геоморфолошких процеса и облика којима је придат примарни значај. Објашњен је утицај флувијалних и крашких форми, које заузимају највеће пространство у нашој земљи. Одређеним облицима (алувијалним равнинама и крашким пољима) приписан је елиминаторни значај, јер се одликују високом дисперзивношћу. На крају рада објашњене су економске последице лоцирања депонија на одређеним облицима и дата матрица повољности.

Кључне речи: депоније, геоморфолошки процеси и облици, дисперзивност, економске последице, матрица повољности.

Abstract: The work deals with determination of location of landfills according to geomorphological processes and forms which have basic and primary importance. The influence of fluvial and karst forms which occupy the greatest areas in the country was explained. The certain forms (flood plains and polje) was ascribed the eliminatory importance because they have the great dispersity. At the end of the work the economic consequences of locating of landfills on the certain forms and matrix of suitability are explained.

Key words: landfills, geomorphological processes and forms, dispersity, economic consequences, matrix of suitability.

Увод

Живети у складу са природом био је основни идеал стоика. Природу су посматрали као једну целину, механизам састављен од великог броја делова који су међусобно повезани, условљени, а човек један од њих. Стога су сматрали да би човек требао да се прилагођава и покорава законима те целине како би уопште опстао. Бројни су примери цивилизација из прошлости које су непоштовање овог принципа "платиле" нестанком са Земље (Сумерска, Вавилонска, итд.).

Са данашњег цивилизацијског становишта животна средина има четири основне вредности: еколошку, економску, естетску и културолошку. *Еколошка вредност* животне средине огледа се у очуваности иницијалног специјског (идиеколошког) и еколошког (синеколошког – пејсажног) биодиверзитета, односно у томе што омогућава и даје основу за даљи развој природних појава и процеса који су иманентни иницијалном (природном) ландшафту. *Естетска вредност* створена је радом природе, а људи је мењају и допуњују сопственим творевинама како би је

* Марко В. Милошевић, истраживач-приправник, Географски институт "Јован Цвијић" САНУ.

** Мирослав Маркићевић, дипломирани географ.

креирали по сопственом укусу. *Економску*, јер њеним искоришћавањем стечена материјална добра се могу претворити у новчану вредност. *Културолошка вредност* подразумева развој еколошке свести становништва као коректива потенцијалне детериорантне акције у простору. Како је човек у прошлости пре свега у интересу ове треће компоненте занемаривао животну средину, данас смо принуђени да при било којој интервенцији човека сагледамо потенцијални степен девастације животне средине. При том економска добит ће бити у границама не нарушавања животне средине. Због тога је нужно да интродуковање било које делатности или објекта у иницијални пејсаж буде саображено парадигми *одрживог развоја*.

Када се донесе одлука о депоновању као начину за управљање комуналним отпадом, наредни корак у планирању представља избор оптималне локације која мора да задовољи неколико захтева, који се могу подвести под један, а то је избегавање нестабилности и угрожавања природне равнотеже терена (смањење ентропије система окружење – депонија).

Изабрана локација депоније треба да буде у функцији повећања квалитета животне средине тако да при лоцирању депонија у простору, главни услов који би локација морала да задовољава јесте *што мања зона утицаја депоније*. При анализи потенцијалних локација као елиминаторни фактор би могла да послужи *површина зоне утицаја*

Дисперзивност средине као скуп елиминаторних фактора при избору локације депоније

Интродуковање депоније у природни пејсаж који се налази у стању статичне или динамичке хомеостазе доводи до стања ентропије (тежње система ка неуређености новог природно-антропогеног система), која значи:

- Потенцијално изазивање клизишних процеса;
- Потенцијално загађење подземних и површинских вода;
- Загађење ваздуха и промена микро- и мезоклиме;
- Девастација педолошког покривача;
- Нарушавања биодиверзитета;
- Естетска детериорација геохоре.

Квазистатичност система значи да је новонастали систем предео-депонија померен у правцу новог равнотежног стања услед превршења граничних оптерећења. Смисао рада није сагледавање утицаја депоније на животну средину, већ у томе да се природни процеси који су иманентни природном пределу (ерозија одређеног интензитета, клизишни процеси, итд.) сада више не одигравају у природном пејсажу него у измењеном пределу, типа природни предео + депонија. Такав систем се одликује високим степеном дисперзивности.

Дисперзивност средине представља квазистатичност топографске површине условљене генетским процесима геоморфолошких облика, који су у функцији екстремних климатских и хидролошких режима.

Све ово наводи на нужност сагледавања материјално-енергетског биланса иницијалног предела у коме се планира депонија како би се ови негативни утицаји депоније минимизирали, тј. избегли бројни могући хазардни исходи. Анализирање генетских типова и облика рељефа са њиховим иманентним својствима (способност да очувају своју масу и енергију, период релаксације, брзина прилагођавања, итд.) представља један од начина за оцену повољности конкретне локације за депоновање.

На овим природним последицама прича о негативном утицају депоније се не исцрпљује, већ они ланчано изазивају читав низ социоекономских промена:

- Исељавање становништва са простора који је чак и значајно већи од саме гравитационе зоне депоније;
- Промена намене пољопривредног земљишта, што је најчешће изразито неекономично;
- Негативне економске последице које настају услед престанка депоновања на одређеном простору, након потенцијалних хазарда (активирања клизишта, поплаве, и др.)

Морфохидролошке карактеристике карста – За познавање десперзности кречњачких терена најбитније је познавање морфохидролошких карактеристика, тачније у ком се стадијуму морфохидролошке еволуције налази. Хидрологија ових терена се знатно разликује од хидрологије других терена тиме што нема површинског отицања, већ вода директно понире дуж бројних пукотина испуцалих кречњачких маса, које су међусобно испреплетане и чине *јединствен колекторски систем*. У кречњачким теренима, стога, долази великих одступања топографског од идролошког развоја. Хидролошка развоја зависе од хидрогеолошког изолатора, а не од самог рељефа терена (топографске површине). У карсту стога зона утицаја може бити знатно већа него што одаје утисак топографске површине. Тако, на пример, са изградњом акумулација у Никшићком пољу долази до промена у издашности неких врела у Рисанском заливу, а изградњом акумулације на Требишњици долази до измене издашности врела у околини Дубровника, што је на удаљености од око 20 km (Љешевић М., 1998) следе долине реке Ваља Фундате у сливу Пека.

Поплаве – Поплаве као хидролошка појава представљају изливање великих вода из речног корита (Гавриловић Љ., 1981). Међутим треба разликовати поплавна подручја која могу бити плављена у дужем али и у краћем временском периоду, као и подручја која не могу бити угрожена ни у дужем временском периоду. За границу између поплавних и поплавама не угрожених подручјима узима се *хиљадугодишња* обезбеђеност терена од поплава (Бурсаћ М., 1996). Притом река прави одређене директне и индиректне материјалне штете. Зоне које су карактеристична као поплавна подручја су инундационе и алувијалне равни (које су генетски везане за поплаве), крашка поља (нпр. Цетињско поље). Према вероватноћи појаве поплава могућа је временска класификација (Бурсаћ М., 1996), и то на:

- Једногодишњу обезбеђеност од поплава
- Једанестогодишњу обезбеђеност од поплава
- Тридесеттругодишњу обезбеђеност од плављења
- Стогодишњу обезбеђеност од плављења
- Хиљадугодишњу обезбеђеност од плављења

Из предходно изложеног за лоцирање депоније су прихватљиви терени који имају хиљадугодишњу обезбеђеност од поплава.

Површина поплавног подручја условљена је како морфологијом терена тако и самом реком тачније њеним протицајем.

У Србији је поплавама потенцијално угрожено 10 968 km², што чини 12,4% територије. Највеће поплавне површине су у сливовима Дунава, Саве, Тисе, В. Мораве. Поплавне површине су ограничене на долињски појас врло различите ширине. На рекама у Војводини ширина поплавног подручја се креће од 7-20 km, у сливу Колубаре 3,2 km, Мораве (низводно од Ресаве) 10 km, у сливу З. Мораве 2,5-4 km. Док на рекама Источне Србије ширина се креће од 1-4 km.

Клизишта – су један вид денудацијоних процеса који су карактеристични за растресити материјал са нагибом падине већим од 5° (Лазаревић Р., 2000). Представљају померање маса стена или тла дуж падине. Јављају се у седиментним (неоген, ројнац-дијабаска серија) али и у кори распадања магматских и метаморфних

стена. Димензије клизишта су детерминисане дубином клизне равни (хидрогеолошки изолатор). У седиментним стенама она је представљена седиментима смањених инфилтрационих способности (глине, лапорци, палеотопографска површина) док код магматски и метаморфних контакт коре распадања и матичне стене (плитка клизишта). Морфолошки гледано најчешће зоне појаве клизишта су стране речних долина и крашких поља. Стога падине које карактеришу клизишта, било активна или потенцијална, валоризују се као дисперзивна средина (механичка, хемијска, биолошка) што може бити елиминаторно при одређивању локације депоније (пример Рековачке депоније, која се налази на потенцијалном хомогено-стратигеном типу клизишта.)

Микроклиматске карактеристике су производ утицаја рељефа на локалну климу и на неке метеоролошке елементе. Ефекат утицаја рељефа на климу огледа се у каналсању и преливању ваздушних струја који знатно утичу на дисперзију дима и мириса депоније. Тиме рељеф као модификатор може и *индиректно* да утиче на дисперзивност средине. Речне долине утичу на скретање смера ветра као и повећање његове брзине. Док крашка поља због своје затворености често доводе до ујезеравања ваздуха што за последицу има појаву *температурне инверзије*. Тиме је вертикални транспорт ваздушних маса ометен, што доводи до задржавања полутанатана на дну поља. Позитивне и негативне структуре стога стварају комплексне путање ваздушних струја, где облици рељефа не утичу само на физичку брзину и правац ваздушних кретања, него и на целокупну микроклиму.

Евалуација генетских типова рељефа у функцији избора локације

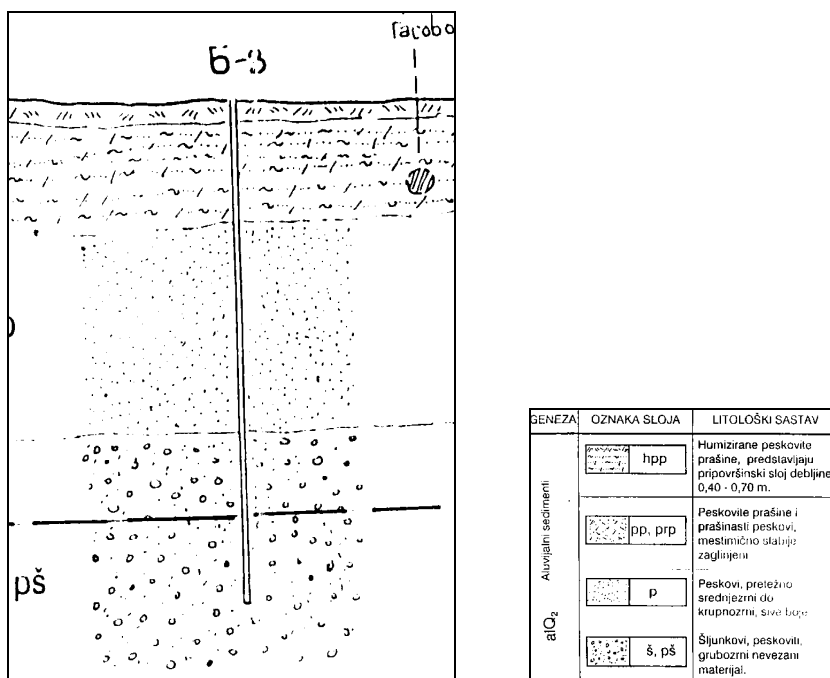
Алувијалне равни представљају наносне равнице око речних корита, односно уравњено дно широких речних долина изграђено од речних наноса (*фација поводња*). Изграђују се при високим водостајима и поплавама, када реке плаве велике површине долинског дна. Оне су облици чије се настајање везује за касне стадијуме усаглашавања уздужног речног профила, када престаје да делује вертикална ерозија, а бочном ерозијом и денудацијом се померају долинске стране и долази до акумулације наноса. Алувијалне равни који плаве и најмање велике воде назива се инундациона раван.

Ширина алувијалне равни сразмерна је величини речног тока. Алувијална раван Дунава код Земуна 17 km, а Саве код Београда 3-7 km (Д. Петровић, П. Манојловић, 1997).

Алувијалне равни представљају „омиљене” локације за депоновање отпада на нашим просторима. Задовољен захтев транспортне доступности, који производи мале трошкове који претходе одлагању комуналног отпада на тим локацијама, често је довољан да планере определе за интрдуковање депоније.

Са становишта дисперзивности средине, која је предмет овог рада, алувијалне равни, међутим, представљају *изразито неповољне локације за депоновање отпада*. Физичка односно *механичка дисперзивност средине* подразумева (у овом случају) угроженост депоније поплавним и подземним водама. Обзиром да им је релативна висина свега неколико метара није задовољен услов нити краткорочне обезбеђености од поплава. Дубина подземних вода у алувијалним равнима је, у просеку, 2-6 m и оне се додатно издижу у време поводња, што омогућује плављење локације депоније и подземним водама. Међусобни однос "река-издан" је реверзибилан. У периоду високог водостаја реке, врши се прехрањивање издани, док у периоду малих вода, подземна вода дренира ка реци. Како су алувијалне равни обично изграђене од муља, песка и шљунка, који имају далеко виши коефицијент филтрације од 0,00001 cm/s, проблем физичке дисперзивности се синергизује са проблемима хемијске и биолошке

дисперзивности, будући да је процеђивањем течне фазе из санитарних поља извесна хемијска контаминација подлоге и ширење заразних микроорганизама (*Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Shigella zonei*, *Echerichia coli* и др.). Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија комуналног отпада у члану 11, ставу 3. (Службени гласник РС, 54/1992) у том смислу одређује да се депонија не може лоцирати на теренима на којима је подземна вода на дубини од 2 m или мањој од површине тла депоније и теренима са већом пропустљивошћу од 0,00001 cm/s. Сам правилник није доследан, јер се ставом 4. истог члана утврђује обавеза заштите подземних вода слојем глине минималне моћности 0,5 m или пластичном фолијом, ако се депонија лоцира на терену пропустљивости веће од 0,00001 cm/s. Хидрогеолози сматрају да су граничне вредности: високих подземних вода 0,2 m, коефицијента филтрације max. 0,00001 cm/s и дебљине слоја глине од 0,5 m – исувише ниске, да би се спречили потенцијални хазардни исходи. Све ово се додатно компликује планерским ставом да су за депонију погодне чак и оне локације које имају свега 25-огодишњу обезбеђеност од поплава (Ракијаш М., 1998) и, не мање важног чињеницом, да се из пољопривредне намене искључују алувијална земљишта високе плодности, која су најчешће интензивно обрађена.



Ск. 1. Геолошки профил алувијалне равни Западне Мораве код Мојсиње (извор: Пројектна документација за депонију Мојсиње)

Као пример лоцирања депоније у алувијалној равни узећемо будућу депонију код Чачка на локацији Мојсиње – Гај, у атарима села Мојсиње и Доња Горевница, на левој регулисаној обали Западне Мораве, на надморској висини 220-222 m. Представља виши део алувијалне равни. Велике воде на овом потезу су:

$$\max Q_{0,2\%}=1450 \text{ m}^3/\text{s}, \quad \max Q_{1\%}=1035 \text{ m}^3/\text{s}, \quad \max Q_{2\%}=862 \text{ m}^3/\text{s}$$

што говори о великој вероватноћи плављења локације депоније у току њене експлоатације, нарочито ако се узме у обзир да је последња велика поплава на овим просторима била 1965. године, а планирани период експлоатације депоније је 35 година. Геолошки састав околине терена је од алувијалних и алувијално-пролувијалних седимената реке Западне Мораве и њене леве притоке Бање, која представља бујичарски ток. Укупна дебљина алувијалних седимената износи 12-15 m. Литолошки профил је представљен алевритима и алевритским песковима у повлати, односно песковима и шљунковима различите гранулације у подинским слојевима. Повлатни слој хумизираних песковитих прашина је дебљине 0,4 – 1,7 m и због присуства органских материја представља у геотехничком смислу неповолну средину. Испод њега се налази слој песковитих прашина и прашинастих пескова, слабије заглињености и кохерентности, која би се могла повећати након контролисаног збијања. Испод овога је слој пескова и на крају слој шљунковитих пескова дебљине више од 10 m у којој је формирана издан са слободном водом, коефицијента филтрације реда величине 10^{-4} до 10^{-2} cm/s, што према Правилнику о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја, што дисквалификује ову локацију за намену депоновања.

Долинске стране су саставни делови речних долина које су нагнуте од вододелнице ка речном кориту. Производ су флувио-денудацијоних процеса, при чему морфологија страна указује који је од ова два процеса доминантнији. У колико је то флувијална ерозија, као последица флукуације доње ерозивне базе, за последицу ће имати снажну вертикалну ерозију, а долинске стране конвексан облик. Даљом морфолошком еволуцијом и дејством осталих геодинамичких процеса (водна ерозија, клизишта, падински процеси) долинске стране задобијају конкаван облик. Сви ови процеси, као генетски фактори долинских страна дају јој обележје изразито дисперзивне средине. Ако се томе још дода да је дисперзија усмерена ка речном току тиме зона утицаја постаје знатно већа.

Пример лоцирања депоније на долинској страни сагледаћемо на примеру Рековачке депоније. Депонија је смештена на десној долинској страни Ломничког потока, леве притоке Лугомира, у атару села Ломница. Налази се на удаљености од 3 км од Рековца. Геолошку подлогу чине неогени седименти, са нагибом топографске површине од 15° - 20° . Долинска страна на којој је лоцирана депонија благо ка долинском дну прелази у алувијалну равну, која у овом случају представља "тампон зону" између неогене падине и речног тока. Ово је битно из разлога што матица реке не може да подсеца падину и тиме је дестабилизује. Али и поред тога на падини нису елиминисана сва потенцијална клизишта. Наиме, непосредно испод саме депоније се налази периодичан извор, који несумњиво указује на постојање хидрогеолошког изолатора, који је настао у зони коре распадања (секундарне глине). Површински део неогених седимената је изложен дневним и сезонским субаерским процесима (температура, падавине), при чему долази до физичке промене стања минерала, као и хемијских процеса (хидролиза, хидратација) који условљавају стварање секундарних минерала глина а тиме и флукуацију филтрационих својства. Овиме би се и хемијска ерозија могла придодати групи генетских фактора долинских страна. Док сама депонија представља "еколошку бомбу", која би већ наредним плувиометријским експлоатацијом могла бити активирана, а тиме угрожен велики број сеоских насеља као и сам град Јагодина.

Поред клизишта, као ограничавајући фактор на овој падини, се може узети и минерални састав неогених седимената. У неогену поред песка и лапорца значајно учешће заузимају глине и то пре свега глинене минерале монтморилонит. Основна карактеристика овог минерала је *експанзивност*, тј. минерал који има проширену кристалну решетку што се одражава на висок степен хидратације, пластичности и

бубрења, а по дехидратацији следи контракција и формирање полигоналних пукотина. Полигоналне пукотине, настале за време летњих суша, после пљусковитих киша представљају пукотинске колекторње који спроводе воду и испод нивоа глина, чиме је функција хидроизолатора изгубљена. Овим би се члан 4. правилника о критеријумима за одређивање локације и уређење депоније комуналног отпада (Службени гласник РС, 54/1992), који се односи на прописани слој глине од 0.5 m ради заштите подземних вода, морао ревидирати.

Нагиб долинских страна је углавном дисконтинуалан, односно представљен одређеним заравнима које се називају *речне терасе*. Као фосилни флувијални облик представљају остатке некадашњег долинског дна које је настало у фази доминантне бочне ерозије. Ова зараван је нагиба до 5° (Ritter D., Koche C., Miller J., 1995) која је нагнута ка дну долине и ка речном току. Генетски се разликују два типа речних тераса из чега произилазе и њихова различита инжењерско геолошка својства.

Ерозивне речне терасе су настале дејством бочне ерозије директно у стеновиту основу у коју је усечена и речна долина. Та стеновата маса је најчешће представљена компактним стеновитим масама (кречњаци, магматске и метаморфне стене) али и растреситим неогеним седиментима. На долинској страни изнад речне терасе се и даље одвијају падински процеси при чему сада раван терасе представља *доњу ерозивну базу*. То за последицу има стварање пролувијално-делувијалних застора на контакту падине и речне терасе псефитско-псамитског састава. Значај застора се огледа као потенцијалном извору прекривног стерилног материјала за санитарна поља, при чему оптимална удаљеност од потенцијалне локације додатно валоризује овај облик. Уколико је тераса изграђена у компактној стеновитој маси, тако да је и хемијска дисперзивност елиминисана, онда овај облик визуелно делимично изолован представља најоптималнију локацију за лоцирање санитарне депоније.

Акумулативне речне терасе настају усецањем речног тока у сопствени материјал¹, изазваног саглашавањем уздужног речног профила и климатским флукуацијама. Углавном се јављају у доњим токовима река као најнижа речна тераса, кварталне старости. Како су изграђене у акумулативном материјалу, то указује на њену хидрогеолошку дисперзивност, тачније да је представљају колектори интергрануларне порозности који је у функцији *спроводника подземних вода*. Међутим као олакшавајућа околност се узима гранулометријска стратификација која је инверсна у односу на алувијалне седimente, што омогућује да хидрогеолошки колектори не буду у хидрауличкој вези са речним током. Како су речне терасе фосилни облици то говори и о високом степену стабилности у погледу геодинамичких сила, обзиром да су генетски процеси завршени. Лоцирање депоније на оваквим теренима захтева одређене техничке интервенције које за циљ би имале анулирање јединог вида дисперзности (хемијска дисперзност). Најчешћи начин је коришћење специјалних фолија² којима се изолују зидови депонијских басена

¹ Јелена Марковић-Марјановић анализирајући трагове леденог доба у речним долинама, утврдила је геолошку структуру акумулативних речних тераса. Притом је издвојила два седиментациона циклуса у оквиру којих имамо сукцесивно смењивање слојева различитог гранулометријског састава. Најпре у подини су шљункови и пескови, који су некад конгломератисани, а преко њих лежи копнени лес, затим слој terra-rosse, па поново шљунак. Видети Јелена Марковић-Марјановић (1959): **Трагови леденог доба у речним долинама Србије**. V конгрес географа Југославије, Цетиње.

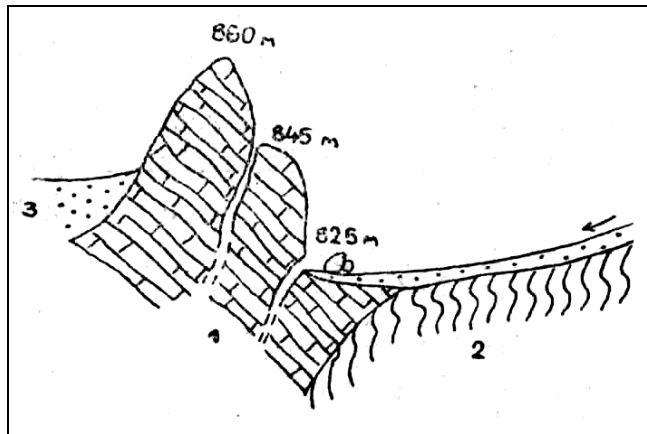
² Данас се користе разни вештачки, геосинтетички материјали (геомембране, геотекстили) који веома успешно спречавају дифузију загађујућих материјала, и тиме депонију чине индиферентном за околни простор. Основне карактеристике тих материјала су: непропусност, заштита од механичких оштећења, дренарање, сепарација, ојачање, контрола ерозије. Ови високо квалитетни материјали су произведени од полипропилена и полиетилена, што их додатно чини и хемијски инертним. Структура тих материјала је следећа: *геомембране*-служе за заштиту тла и подземних вода од загађења подземним водама из депоније;

(санитарна поља), при чему је зона утицаја сведена на минимум, а материјални трошкови у старту већи али после одређеног периода експлоатације мањи.

Крашка поља као најмаркантнији крашки облик рељефа, представљају оазу привредно вредних површина који су главни носиоци економског развоја ових простора. Стога је аграризација површина приоритетна тако да је сваки вид детериорантних активности елиминисан, пре свега економским али и еколошким принципом. Еколошки услови такође не дозвољавају лоцирање депонија због дисперзивности средине, која поред самог поља обухвата и хидролошки слив низводно од поља. Хидролошки режим поља зависи од морфолошко-хидролошке еволуције као и биланса извора и понора поља. 1986 године Цетињско поље је задесила катастрофална поплава, као и сам град Цетиње. Како поље припада групи сувих крашких поља, било је за очекивати потпуно одсуство поплава. Међутим анализом биланса извора и понора, утврђено је да је тада протицај износио $60 \text{ m}^3/\text{s}$ а укупан капацитет понора $27\text{-}30 \text{ m}^3/\text{s}$ (Мијатовић Б., 2002). Овакве чињенице наводе на закључак да режим плављења поља није условљен нивоом издани (хидролошке зоне) већ билансом извора и понора који се налазе на дну поља (Лазаревић Р., 2000) Таква сува крашка поља могла би се детерминисати као *повремено плављена поља*. Резидијалне глине, алувијалног наноса и пролувијално-делувијални застори на ободу поља, као средина са аквиферима интергрануларне порозности, доприносе да се механичка дисперзивност синергизује са хемијском. Стога се и крашка поља могу валоризовати као дисперзивна и пољопривредно приоритетна подручја која без компромисно искључују могућност лоцирања депоније у пољу.

Суве слепе долине представљају фосилни флувио-крашки облик рељефа, настале као последица сукцесивног спуштања крашке издани. У даљој морфолошкој еволуцији оне су изложене процесу хемијске ерозије и разарања. Ови процеси је не чине дисперзном, али поједини облици да. Па тако најпре треба поћи од издуха, понора и пећина који иако су изван влажне хидрографске зоне (крашке издани) налазе се у јединственом хидрогеолошком колекторском систему. Оно што пројектант превиди приликом сагледавања услова за лоцирање јесте рекогносцирање етапа хидрографско-морфолошке еволуције краса датог терена. Техничке интервенције у циљу спречавања дисперзије заснива се углавном на пломбирању активних понора што је апсолутно неприхватљиво. Као што се види са скице 2., фосилни понори који се налазе изнад активних, такође имају трансмисивну функцију иако су из предходне еволутивне фазе. Најбољи пример за лоцирање депонија у сувим слепим долинама је флотацијско језеро у слепој долини Ваља Фундате, које је после пробијања пломбе 1974 године (Лазаревић Р., 1998) засуло алувијум Пека. Приликом привођења намени за потребе РТ Мајданпек, у пећини Ваља Фундата (влажна хидрографска зона) постављена је пломба. Проблем је настао када је канал Ваља Фундате био затрпан до висине пломбе, што је изазвало продор јаловине изнад пломбе и то продором у Каљаву пећину (сува хидрографска зона). Притом је дошло до до избијање јаловине у ток Великог Пека и то кроз фосилне изворе узводно и изнад саме пећине Ваља Фундате. Тиме су спелеолошко-хидрографски хоризонти (Пауцоњева, Каљаву пећина) поново стављена у хидрографску трансмисивну функцију. Утврђивањем и санирањем свих рецентних и фосилних облика у слепој долини могла би се таква локација привесати намени, при чему би морфолошка изолованост омогућила визуелно веома добро изоловану локацију без значајнијег естетског нарушавања предела.

геотекстили-служе за заштиту геомембране од механичких оштећења, *геомрежа*-дренажни систем за прикупљање и одвођење вода. Видети Драгослав Ракић; Јелена Драгаш (2002): **Примена геосинтетичких материјала при складиштењу комуналног отпада**. Инжењерски ризик и hazard у урбаном систему Београда, УИБ. Београд

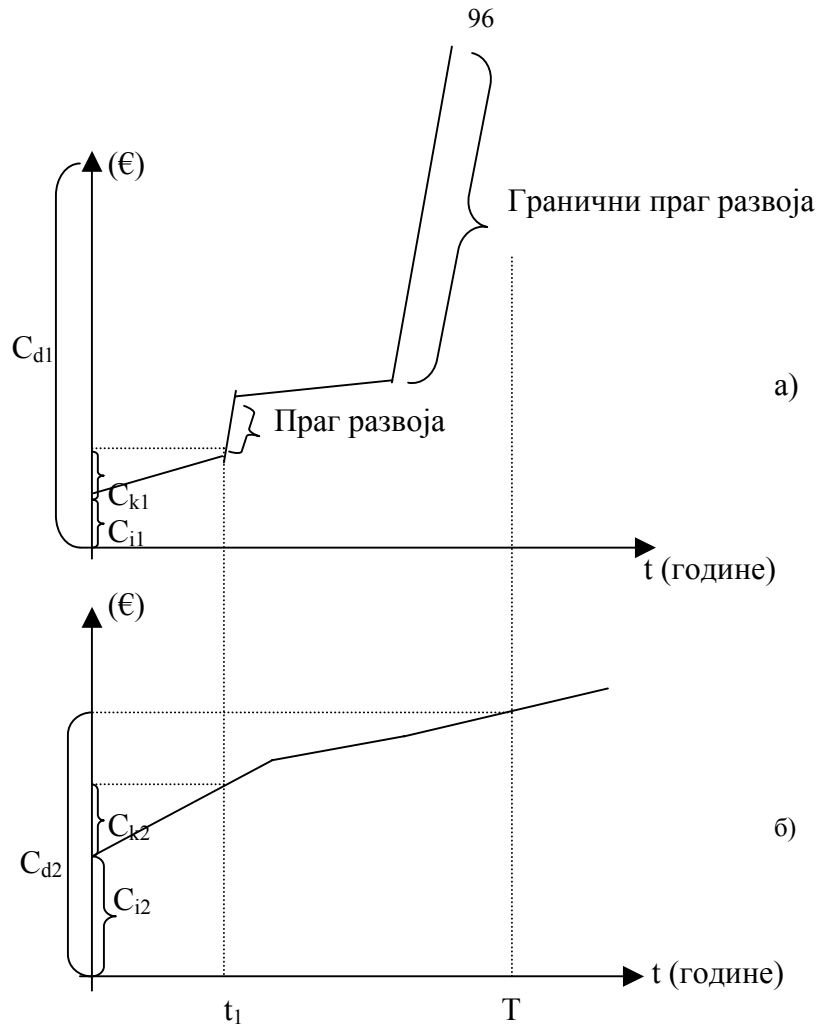


Ск. 2. Слепа долина (Петровић Д., 1965)

Економске импликације избора дате локације за депонију

На графикону 1(а, б) дат је компаративни приказ економских импликација избора локације у функцији генетских типова и облика рељефа. Графикон **а** приказује краткорочне и дугорочне трошкове који се јављају у функционисању депонија у алувијалним равнима или крашким пољима, док графикон **б** представља трошкове експлоатације депоније на ерозивној речној тераси или у сувој речној долини.

Почетни трошкови припреме локације за депонију су знатно нижи у алувијалној равни, него на ерозивној речној тераси ($C_{i1} < C_{i2}$), а исто је и са трошковима иницијалног инфраструктурног опремања, односно изградње прилазних саобраћајница и других неопходних објеката ($C_{k1} < C_{k2}$). Нижи иницијални трошкови су разлог зашто се власти опредељују за локације депонија на оваквим локацијама, оправдавајући то чињеницом да услед недостатка финансијских средстава за решавање еколошких проблема, акутан проблем (какав је збрињавање све већих количина комуналног отпада) захтева промјтно и јевтино решење. Ако се даље овај проблем сагледава у светлу теорије прагова развоја, може се запазити (график **а**) да већ при самом почетку експлатације долази до значајних негативних ефеката, јер долази до „сукоба интереса” различитих делатности за одређеним простором. Алувијалне равни, које обично представљају подручја интензивне пољопривредне производње (Мојсиње – интензивно повртарство), се искључују из пољопривредне производње, услед чега наступају значајни економски губици (што за собом носи и друге негативне последице). Идући велики скок на првом графикону предствља *гранични праг развоја* – догађај који условљава такву еколошку штету и економски губитак какав се не може превазићи. Код депонија које се налазе у алувијалним равнима (нпр. код Мојсиња је вероватноћа катастрофалних поплава 2%) или у крашким пољима која су у прелазној хидрографској зони може доћи до плављења локалитета, чиме се депоновање на том месту мора прекинути.



Скица 3. Генетски типови рељефа у функцији прага развоја локације депоније

$$C_{i1} < C_{i2}$$

Где су: C_{i1} и C_{i2} – иницијални трошкови лоцирања депоније

$$C_{k1} < C_{k2}$$

Где су: C_{k1} и C_{k2} – краткорочни трошкови експлоатације депоније

$$C_{d1} \gg \gg C_{d2}$$

Где су: C_{d1} и C_{d2} – укупни трошкови експлоатације депоније

На графиконима **а** и **б** (ск. 3) дат је компаративни приказ економских импликација избора локације у функцији генетских типова и облика рељефа. Графикон **а** приказује краткорочне и дугорочне трошкове који се јављају у функционисању депонија у алувијалним равнинама или крашким пољима, док графикон **б** представља трошкове експлоатације депоније на ерозивној речној тераси или у сувој речној долини.

Почетни трошкови припреме локације за депонију су знатно нижи у алувијалној равни, него на ерозивној речној тераси ($C_{i1} < C_{i2}$), а исто је и са трошковима иницијалног инфраструктурног опремања, односно изградње прилазних саобраћајница и других неопходних објеката ($C_{k1} < C_{k2}$). Нижи иницијални трошкови су разлог зашто се власти опредељују за локације депонија на оваквим локацијама, оправдавајући то чињеницом да услед недостатка финансијских средстава за решавање еколошких проблема, акутан проблем (какав је збрињавање све већих количина комуналног отпада) захтева промптно и јевтино решење. Ако се даље овај проблем сагледава у светлу теорије прагова развоја, може се запазити (график **а**) да већ при самом почетку експлатације долази до значајних негативних ефеката, јер долази до „сукоба интереса” различитих делатности за одређеним простором. Алувијалне равни, које обично представљају подручја интензивне пољопривредне производње (Мојсиње – интензивно повртарство), се искључују из пољопривредне производње, услед чега наступају значајни економски губици (што за собом носи и друге негативне последице). Идући велики скок на првом графикону представља *гранични праг развоја* – догађај који условљава такву еколошку штету и економски губитак какав се не може превазићи. Код депонија које се налазе у алувијалним равнима (нпр. код Мојсиња је вероватноћа катастрофалних поплава 2%) или у крашким пољима која су у прелазној хидрографској зони може доћи до плављења локалитета, чиме се депоновање на том месту мора прекинути.

Графикон **б**, на коме су приказани трошкови експлоатације депоније на ерозивној речној тераси или у слепој речној долини, показује да су почетни трошкови већи, због инфраструктурног опремања ових локалитета и привођења намени, али у даљем току експлоатације крива трошкова стагнира (због текућег одржавања, куповања нових фолија, затварања санитарних поља, итд.). Укупни трошкови експлоатације депоније на овим локалитетима вишеструко су нижи од лоцирања депонија на локалитетима са графикона **а**.

Смисао анализе прагова развоја заснован је на приписивању примарности (и елиминаторности) геоморфолошким процесима и облицима у процесу одабира локације за депонију, што се на горњим графицима одражава преко *граничног прага развоја*.

Матрица повољности

У матрици повољности дато је неколико група критеријума повољности, који проистичу из особина различитих генетских типова рељефа:

- Економски – су сагледавани као краткорочни трошкови, који обухватају трошкове привођења локације намени и краткорочне трошкове експлоатације депоније, за шта су врло повољне локације алувијалне равни и крашка поља;
- Технички (геоморфолошки) – обухватају стабилност новонасталог система предео-депонија (обезбеђеност од поплава, обезбеђеност од истицања филтрата из санитарних поља, неизазивање клизишних процеса...), по чему су најповољније локације ерозивне речне терасе и суве слепе долине;
- Саобраћајни – обухватају могућност опремања локације депоније саобраћајном инфраструктуром и тесно су везани са групом економских критеријума повољности;
- Естетски – показују колики је визуелни домет естетског нарушавања предела. Са овог становишта као најповољније локације узети су они облици који имају карактер изолованих депресија (увале и суве слепе долине код крашких облика, односно речне терасе код флувијалних облика);

- Еколошки – депоновање *per se* нигде нема повољан утицај на животну средину, али је овде узето да су најповољније оне локације са најмањом зоном утицаја, односно облици који се карактеришу најмањом дисперзивношћу (физичком, хемијском и биолошком).

Табела 1. Матрица повољности локације у зависности од генетског типа рељефа.

генетски типови	облици	критеријуми повољности					комплексна оцена повољности
		економски	технички	саобраћајни	естетски	еколошки	
флувијални	алувијална равна		■		■	■	■
	долинске стране	■	■	■	■	■	■
	речне терасе	■		■	■	■	■
	ерозивне	■		■	■	■	■
крашки	крашка поља		■	■	■	■	■
	увале	■	■	■		■	■
	суве слепе долине	■	■	■		■	■

Објашњење:

- Врло повољна локација
- Повољна локација
- Условно повољна локација
- Неповољна локација
- Изузетно неповољна локација (елиминаторне локације)

Узимањем у обзир свих ових критеријума повољности добијене су комплексне оцене повољности лоцирања депонија на доминантним флувијалним и крашким облицима рељефа, где су:

- **Повољне локације за депоновање** на ерозивним речним терасама;
- **Условно повољне локације за депоновање** на акумулативним речним терасама у сувим слепим долинама и у увалама;
- **Неповољне локације за депоновање** на долинским странама;
- **Узразито неповољне (елиминаторне) локације за депоновање** у алувијалним равнинама и крашким пољима.

Из матрице повољности се види да економски критеријуми и комплексна оцена повољности, нарочито код алувијалних равни и крашких поља, стоје у обрнутом односу, што се објашњава тиме да су узети само краткорочни трошкови привођења локације намени и инфраструктурног опремања, а то је најчешће довољно да доносиоце одлука о овим питањима у нашим условима определи за избор баш тих локација. Геоморфолошки процеси и облици (који су предмет овог рада) се тако узимају само као екстерни фактори који се не узимају у обзир при доношењу одлуке о избору локације за депоновање. Међутим, у складу са премисама парадигме одрживог развоја, потребно је узети у обзир све ове факторе (критеријуме повољности), тј. *извршити интернализацију еколошких трошкова*, што је на овом месту постигнуто

анализирањем економских импликација избора локације у светлу теорије прагова развоја и увођењем граничног прага развоја. На тај начин су заправо *поистовећене комплексна оцена повољности и економска оцена*, јер она сагледава рентабилност избора дате локације за цео период експлоатације.

ЛИТЕРАТУРА

- Hanink D. (1997): **Principles and applications of economic geography**, John Wiley & sons, New York.
- Hunt, D., Johnson, C. (1995): **Environmental management systems**, McGraw-Hill Book Company, London
- Ritter, D., Koche, C., Miller, J. (1995) **Process geomorphology**, Auckland.
- Ryding, S.O. (1992): **Environmental management handbook**, Lewis Publishers, Amsterdam, Oyford, Boca Raton.
- Бурсаћ М. (1996): **Географске основе вредновања простора за потребе планирања насеља**. Посебна издања географског института "Јован Цвијић" САНУ, 49. Београд.
- Гавриловић, Јб. (1981): **Поплаве у Србији у XX веку**, Посебна издања СГД-а, Београд.
- Лазаревић, Р. (1998): **Крас Дубашнице, Горњана и Мајданпека**, СГД, Београд.
- Лазаревић, Р. (2000): **Геоморфологија**, Желнид, Београд.
- Љешевић, М. (2002): **Животна средина, теорија и методологија истраживања**, Географски факултет, Београд.
- Мандић, М., Трипковић, М. (1998): **Проблематика лоцирања депонија комуналног смећа у доњем току Дунава**, Инж. геологија и хидрогеологија. Књ. 4, 13 конгрес геолога Југославије, Будва, стр. 605-611.
- Марковић-Марјановић, Ј. (1959): **Трагови леденог доба у речним долинама у Србији**, V конгрес географа Југославије, Цетиње.
- Мијатовић, Б. (2002): **Развој Катунске нахије у функцији одрживе животне средине**, Зборник радова Одбора за крас и спелеологију, САНУ, Београд.
- Петровић, Д., Манојловић, П. (1997): **Геоморфологија**, Географски факултет, Београд.
- Правилник о критеријумима за одређивање локације и уређење депонија отпадних материја**, "Службени гласник РС", број 54, 1992.
- Пројектна документација за депонију у Мојсињу**.
- Радуловић, Ј. и сарадници (1997): **Концепт одрживог развоја**, Савезно министарство за развој, науку и животну средину, Београд.
- Ракијаш, М. (1998): **Улога хидрогеолошких истраживања у избору локације, пројектовању, изградњи и експлоатацији санитарних депонија**. Инж. геологија и хидрогеологија. Књ. 4, 13 конгрес геолога Југославије, Будва, стр. 439-444.
- Ракић, Д., Драгаш, Ј. (2002): **Примена геосинтетичких материјала при складиштењу комуналног отпада**, Инжењерски ризик и хазард у урбаном систему Београда, УИБ, Београд.

MARKO V. MILOŠEVIĆ
MIROSLAV MARKIĆEVIĆ

Summary

GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES AND FORMS IN THE FUNCTION OF OPTIMAL LANDFILL MICROLOCATION DETERMINATION

Geomorphologic forms and processes have primary and eliminatory significance in the process of determining the proper locations for trash disposal. Those forms are results of long-term morphogenetic processes and they implicate the dependence between the landfill and a landscape where it is situated. Determining proper location for landfill is crucial because it becomes a factor of permanent alternation of the landscape. The basic task that a possible location should satisfy is as least as possible impact zone. Concerning this request, the best locations are those on fossil geomorphologic forms that are out of active geomorphologic processes (erosive fluvial terraces and blind karst valleys). The selection of location for landfills has its economic consequences that are determined in the light of theory of development thresholds and cost-benefit analysis. The work contains comparative threshold graph with short- and long-term economic effects (costs) of locating a landfill on flood plain and an erosive terrace. There's also given a matrix of suitability that explains economical, social, ecological, technical and esthetical factors relevant for selecting the adequate location for landfills.