

METODE**METODOLOGIJA OCENJEVANJA POKRAJINSKEGA VPLIVA NEUREJENIH ODLAGALIŠČ ODPADKOV NA KAKOVOST PODTALNICE V PRODNIH SEDIMENTIH**

AVTOR

Simon Kušar

Naziv: univerzitetni diplomirani geograf, asistent

Naslov: Vegova ulica 13, SI – 1251 Moravče, Slovenija

E-pošta: simon.kusar@siol.net

Telefon: 01 723 12 81

Faks: –

UDK: 628.46(497.4 Ljubljansko polje)

COBISS: 1.02

IZVLEČEK

Metodologija ocenjevanja pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice v prodnih sedimentih

Neurejena odlagališča odpadkov predstavljajo tveganje za onesnaženje geografskega okolja. Onesnaženje podtalnice se ocenjuje kot eden njihovih glavnih možnih negativnih vplivov. Z metodologijo ocenjevanja pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice se skuša ta vpliv natančneje definirati in predstaviti v obliki primerni za izdelavo GIS-a. Ocena je rezultat kvalitativnega vrednotenja lastnosti odlagališča in samočistilnih sposobnosti podtalnice. Končni rezultat je primerno izhodišče za določitev prednostnega vrstnega reda sanacije odlagališč. Metodologija je bila preizkušena pri geografski obravnavi neurejenih odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju.

KLJUČNE BESEDE

metodologija, varstvo okolja, odpadki, odlagališča odpadkov, podtalnica, Ljubljansko polje, Slovenija

ABSTRACT

The methodology of the impact assessment of improperly managed waste dumps on the groundwater of intergranular sediments

Improperly managed waste dumps represent a constant threat for the pollution of geographical environment. The pollution of groundwater is estimated to be their main negative influence. The impact assessment of waste dumps on the underground water quality is trying to define that influence and to introduce results with numerical codes which can be used for creating GIS. The assessment is a result of qualitative evaluation of waste-dump sites characteristics and the neutralizing capacities of the underground water. The final result is an important criteria for the creation of the priority list for their sanitation. The methodology was used in the geographical assessment of improperly managed waste dumps on Ljubljansko polje.

KEY WORDS

methodology, environmental protection, wastes, waste dumps, underground water, Ljubljansko polje, Slovenia

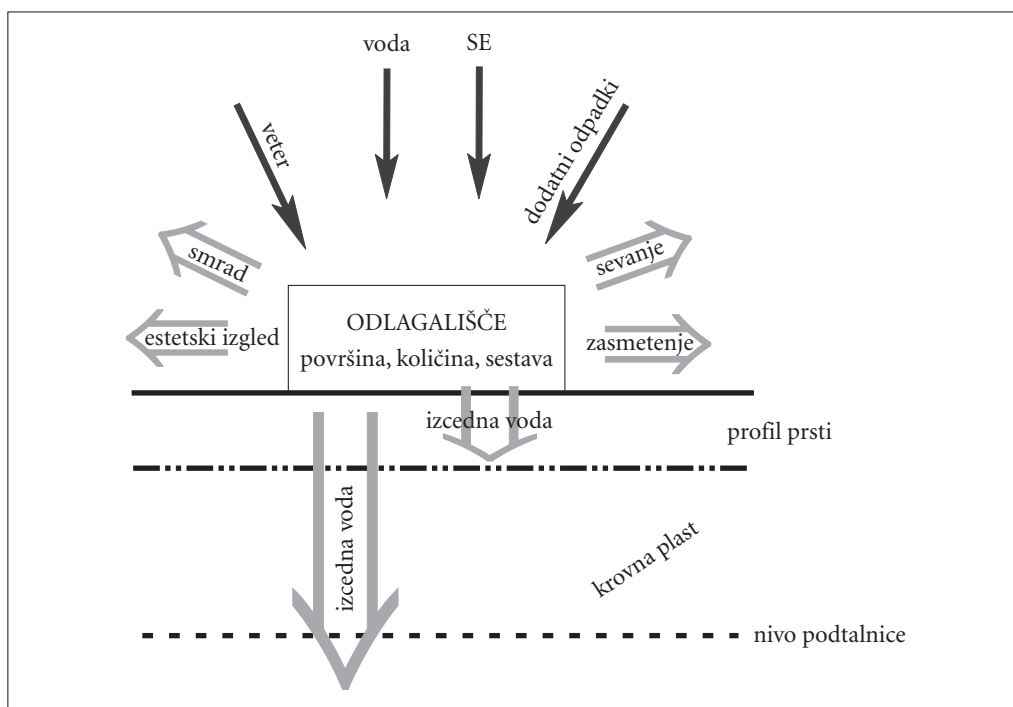
Uredništvo je prispevek prejelo 22. decembra 2000.

1. Uvod

Sodobno potrošniško civilizacijo označuje vedno večja poraba naravnih virov. Stranski produkt procesov proizvodnje in potrošnje so odpadki, ki se kopičijo v pokrajini. Posledice kopičenja odpadkov so vsestranske in se kažejo v različni stopnji onesnaženosti posameznih pokrajinskih elementov (relief, prst, voda, vegetacija) in celotne pokrajine, vplivajo pa tudi na človekovo počutje in zdravje ter kazijo estetski izgled pokrajine (Plut 1989, 42). Posebno tveganje za okolje predstavljajo neurejena odlagališča odpadkov (Kušar 2000, 3). Ta pokrajinski element je vzbudil pozornost tudi geografov (Plut 1989, 42).

Geograf se pri svojem delu ne ustavlja pri lokaciji odlagališča, njegovih dimenzijah in lastnostih, ampak skuša ugotoviti, kakšen pokrajinski vpliv ima na druge pokrajinske elemente. Namen ugotavljanja pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč je izdelati bazo ovrednotenih podatkov o odlagališčih in pokrajinskih elementih, ki služijo kot podpora pri izdelavi vrstnega reda sanacije in sanacijskih ukrepov.

Obstajajo različni geografski pristopi ugotavljanja tveganja onesnaženja pokrajinskih elementov, predvsem podtalnice, kar se ocenjuje kot eden glavnih možnih vplivov neurejenih odlagališč odpadkov (Šebenik 1994, 94). Na terenu je mogoče določiti prvo oceno vpliva odlagališča na geografsko okolje. Pokrajinskoekološki pristop izpostavlja najbolj ranljive pokrajinskoekološke enote, kjer mora biti sanacija odlagališč prednostna. S pomočjo tega pristopa je Šebenik določil prednostni seznam pokrajinskoekoloških enot in varovanih območij za sanacijo neurejenih odlagališč glede na tveganje za onesnaženje podzemne vode v občini Kamnik (Šebenik 1994). Funkcijski regionalnogeografski metodološki pristop poudarja pomen regionalnega tveganja onesnaženja podtalnice ob upoštevanju celovitosti geografskega okolja. Poseben primer vrednotenja zasutih odlagališč je ETI-model (emisijsko-transmisijski in imisijski model). Pri modelu se ocenjuje vnos odpadkov, potencialne možnosti za prenos škodljivih substanc ter sedanjo in prihodnjo rabo tal. Na osnovi teh ocen se oblikuje enotna stopnja ogroženosti človeka. Model izvira iz Nemčije (Hu-



Slika 1: Odlagališče odpadkov kot prostorski sistem (Kušar 2000, 10).

pert-Nieder 1992). Glavna pomanjkljivost modela je preveliko poudarjanje človeka in njegovih dejavnosti ter premajhen pomen bližine vode kot prenašalke onesnaženja.

Metodologija ocenjevanja pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice temelji na sistemskem pristopu obravnave neurejenih odlagališč odpadkov. Iznosi iz odlagališča odpadkov kot prostorskega sistema (sevanje, smrad, estetski izgled, zasmetenje, izcedne vode) vplivajo na druge pokrajinske sisteme v obliki njihovega onesnaževanja. Izcedne vode so najpomembnejši iznos iz sistema (Kušar 2000).

Kakovost izcedne vode iz odlagališča je odvisna od njegovih lastnosti. Ko izcedna voda doseže podtalnico, jo onesnaži (Kušar 2000, 12). Podtalnica je glede na svoje fizičnogeografske lastnosti pokrajinsko različno občutljiva. Pokrajinska občutljivost predstavlja njene samočistilne in regeneracijske sposobnosti (Brnot 1998). Z njimi nevtalizira negativne vplive izcednih voda (Kušar 2000, 12).

Metodologija ocenjevanja pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice je fizičnogeografski pristop preučevanja degradacije okolja. Prek kazalcev so prikazane samočistilne sposobnosti okolja podtalnice in antropogene obremenitve v obliki neurejenih odlagališč odpadkov (Kušar 2000). Na osnovi kvalitativnega vrednotenja kvantitativnih kazalcev, ugotovljenih pri sistematičnem kartiranju neurejenih odlagališč in s pomočjo kartografskega materiala ter njihovo uvrstitvijo v razrede se skuša predstaviti pokrajinski vpliv, ki ga odlagališča predstavljajo za poslabšanje kakovosti podtalnice akumulirane v prodnih sedimentih. Vsak kazalec je opredeljen s štirimi, izjemoma petimi razredi. Uvrstitev v določeni razred prispeva enako število točk. Vsota vseh točk, pridobljenih pri lastnostih odlagališča in samočistilnih sposobnostih okolja podtalnice, predstavlja oceno pokrajinskega vpliva odlagališča na kakovost podtalnice. Višja ko je končna vsota, večji je pokrajinski vpliv odlagališča odpadkov in večje je tveganje za onesnaženje podtalnice (Kušar 2000).

2. Lastnosti odlagališča

Klasifikacija temelji na vrednotenju lastnosti odlagališča, ki se odražajo na kakovosti izcedne vode. Ta onesnaži podtalnico. Različen tip materiala, površina odlagališča, količina odpadkov in trajanje odlaganja pomenijo različen pokrajinski vpliv (Hlavinkova in Fischer 1999, 39).

2.1. Površina odlagališča

Hlavinkova in Fischer sta uporabila 5 razredov površine odlagališč (Hlavinkova in Fischer 1999), ki za slovenske razmere niso primerni, saj Šebenik ugotavlja, da je v Sloveniji veliko majhnih odlagališč odpadkov (Šebenik 1994, 52). Z naraščanjem površine odlagališča se ocenjuje večji pokrajinski vpliv na kakovost podtalnice (Kušar 2000, 13). Razredi:

- 1. razred: do 15 m²,
- 2. razred: od 15 do 50 m²,
- 3. razred: od 50 do 200 m²,
- 4. razred: več kot 200 m².

2.2. Količina odpadkov

Z večanjem količine (volumna) odpadkov se povečuje verjetnost večjega pokrajinskega vpliva na kakovost podtalnice (Šebenik 1994, 96). Povprečno odlagališče v Sloveniji ima 47 m³. Skoraj vsa odlagališča so manjša od 1000 m³, veliko jih je celo manjših od 10 m³ (Šebenik 1994, 50 in 51). Razredi (Šebenik in Šimec 1993, 160):

- 1. razred: odlagališča manjša od 10 m³,
- 2. razred: odlagališča velikosti od 10 do 100 m³,

- 3. razred: odlagališča velikosti nad 100 m³,
- 4. razred: največja odlagališča z nad 1000 m³.

2.3. Tip materiala

Kakovost izcedne vode je odvisna od tipa materiala, ki je odložen (Šebenik 1994, 96), saj vsebujejo različni odpadki različne škodljive substance.

Vpliv gradbenih odpadkov na okolje več avtorjev ocenjuje kot zanemarljiv (Šebenik in Šimec 1993, 160; Hlavinkova in Fischer 1999, 40), vendar samo v primeru, ko odpadki ne vsebujejo snovi, ki bi lahko kemično onesnažile okolje.

Organske sestavine pod vplivom aerobnih in anaerobnih razmer razpadejo predvsem na sulfate, karbonate, nitrate in fosfate. Izcedna voda služi kot njihov prenašalec. Večina snovi se na svoji poti zadrži v prsti, kjer jih mikroorganizmi in bakterije razgradijo. Elementi se vrnejo v snovni krogotok, kar pomeni manjšo verjetnost, da bodo organske snovi onesnažile podtalnico (McGauhey 1971, 228). Organsko onesnažene izcedne vode se čistijo tudi ob prehodu skozi vodonosnik (Šebenik 1994, 96). Razlike v sposobnosti razgradnje in v zgradbi organskih spojin so pomembne z vidika izpiranja organskih snovi v podtalnico (McGauhey 1971, 228), vendar predstavljajo organske snovi na odlagališčih manjši problem obremenjevanja podtalnih vod kot njihova uporaba v kmetijstvu. To pa ne pomeni, da njihov vpliv lokalno ni pomemben (Europe's 1998, 187).

Običajni gospodinjski odpadki navadno vsebujejo tudi nevarne kemične snovi, na primer motorna olja, pralna sredstva in razpršilce (Šebenik in Šimec 1993, 160; Šebenik 1994, 10), zato morajo pri sanaciji odlagališča vplivati na prednost pri odpravi potencialnega onesnaženja podtalnice.

Nenadzorovano odlaganje nevarnih odpadkov lahko privede do onesnaženja podtalnice s kemičnimi snovmi (Europe's 1998, 232). Kemično onesnažene izcedne vode se ob prehodu skozi sloj prsti ter vrhnji del vodonosnika praktično ne čistijo. Kemično onesnaženje torej večinoma ostane (Šebenik 1994, 96). Najbolj nevarno kemično onesnaženje predstavljajo mobilni klorirani hidrokarbonati, naftni derivati in težke kovine (Europe's 1998, 235), ki so zaradi svoje toksičnosti še posebej nevarne (Nebel in Wright 1998, 348, 349). Na zasutih odlagališčih se sproščene emisije ogljikovega dioksida ob prisotnosti vode spremenijo v kislino, ki raztaplja vodonosnik. Pri tem se sproščajo minerali, ki dodatno onesnažijo podzemno vodo (Kupchella in Hyland 1993, 482).

Končno vrednotenje pokrajinskega vpliva odlagališča odpadkov na onesnaženje podtalnico je po razredih naslednje (Kušar 2000, 15):

- 1. razred: gradbeni odpadki in odkopan (zemeljski) material,
- 2. razred: nenevarni komunalni odpadki (plastika, papir, steklo, kosovni odpadki),
- 3. razred: kmetijski odpadki (mrhovina, silaža, hrana, gnoj, tropine, ...),
- 4. razred: nevarni odpadki, ki povzročijo kemično onesnaženje podtalnice: industrijski odpadki in nevarni odpadki iz gospodinjstev (na primer zdravila, pesticidi, organska topila, mineralna olja, fenolne snovi, PCB).

Le redko so odloženi odpadki homogeni. Večinoma gre za mešanico odpadkov, za katere se ocenjuje različen pokrajinski vpliv. Pri skupnem vrednotenju pokrajinskega vpliva se mora upoštevati **tip materiala z večjim potencialnim tveganjem za podtalnico** (Hlavinkova in Fischer 1999, 40). V Pravilniku o ravnanju z odpadki je določeno, da se za nevarne odpadke štejejo tudi odpadki, ki so z nevarnimi pomešani ali njihova vsebina ni znana (Medmrežje).

2.4. Trajanje odlaganja

Z daljšim trajanjem odlaganja so odpadki bolj prepereni, zato se lahko spirajo strupene substance. Trajanje odlaganja je le težko oceniti. Pomagati si je potrebno s spraševanjem ljudi, ki odlagališče uporabljajo, vendar se je treba do odgovorov kritično distancirati. Zaradi močne subjektivnosti pri pri-

dobivanju podatkov in zaradi drugačnega načina zajemanja podatkov je kazalec pri določanju pokrajinskega vpliva odlagališč na podtalnico kljub svoji pomembnosti zanemarjen.

2.5. Količina padavin

Onesnaževanje podtalnice z izcednimi vodami iz odlagališč odpadkov se pojavlja epizodno ob večjem izpiranju odpadkov. Ker je za zahodno in osrednjo Slovenijo značilna visoka letna količina padavin, ki povečuje izpiranje odpadkov, še posebej ob intenzivnejših padavinah (Šebenik 1994, 96), je količina padavin smiselno uporabiti kot kazalec za možno obremenjevanje podtalnice. Pri uporabi metodologije na manjših, padavinsko homogenih območjih se vrednotenje količine padavin lahko zanemari, ker ne vpliva na diferenciacijo odlagališč odpadkov.

3. Pokrajinska občutljivost podtalnice

Proti človekovim negativnim vplivom in posegom se okolje brani s nevtralizacijskimi in regeneracijskimi sposobnostmi. Nevtralizacijske oziroma samočistilne sposobnosti okolja s podtalnico so odvisne od šestih fizičnogeografskih kazalcev: dinamične izdatnosti podtalnice, debeline vodonosnih sedimentov, globine podtalnice, smeri in hitrosti toka podtalnice, prepustnosti krovne plasti vodonosnika in površinskega pokrova. Glede na medsebojno vrednotenje kazalcev lahko ocenimo, kako visoke so samočistilne sposobnosti določenega vodonosnika (Brnot 1998, 66). Posledice ogrožanja podtalnice se pomembno zmanjšajo po zaslugi samočistilnih sposobnosti okolja podtalnice, ki pa niso neomejene (Brečko 1996, 207).

Z vidika samočiščenja izcednih voda iz odlagališč odpadkov lahko dinamično izdatnost podtalnice zanemarimo, saj je izdatnost statična oziroma enaka za vodonosnik kot celoto. Z vnosom onesnažene vode se onesnaženje razredči, vendar so posledice onesnaženja že prisotne. Najpomembnejši kazalci samočiščenja izcednih voda za ocenjevanje pokrajinskega vpliva odlagališč na kakovost podtalnice so: globina do podtalnice, prepustnost površinskega pokrova, prepustnost krovne plasti in smer toka (Kušar 2000, 17).

3.1. Globina podtalnice

Globina do gladine podtalnice je pomembna za nevtralizacijske sposobnosti okolja, ker se onesnaženost prenikajoče površinske vode na poti skozi debelo krovno plast, ki jo sestavlja suhi del sedimentov nad vodonosnikom, zmanjša in manj vpliva na kakovost podtalnice kakor pri plitvi gladini oziroma tanki krovni plasti (Brečko 1998, 106).

Višina gladine podtalnice se za nekaj metrov spreminja. Manjše samočistilne sposobnosti so ob visokem nivoju, zato je smiselno uporabiti kot kazalec samočistilnih sposobnosti podtalnice najvišje vrednosti gladine podtalnice (Kušar 2000, 17). Samočistilne sposobnosti okolja se ob antropogenih posegih v krovno plast vodonosnika zmanjšajo. Z odstranitvijo proda v gramoznicah je odstranjena zaščitna plast oziroma nekakšen naravni filter (Jakič 1995, 14). V tem primeru sodi odlagališče odpadkov v višji razred kot odlagališča v njegovi okolici.

Razredi:

- 1. razred: nad 20 m,
- 2. razred: od 8 do 20 m,
- 3. razred: od 5 do 7 m,
- 4. razred: od 2 do 4 m,
- 5. razred: pod 2 m, poplavno območje (visoka gladina reke, visoka gladina podtalnice), bregovi reke (Kušar 2000, 18).

3.2. Prepustnost krovne plasti vodonosnika

Krovna plast je suhi del sedimentov nad vodonosnikom, ki s svojo debelino in prepustnostjo vpliva na infiltracijo vode s površja in na izpostavljenost podtalnice površinskemu onesnaževanju. Ker je debelina krovne plasti sedimentov že upoštevana pri globini podtalnice, je s tem kazalcem upoštevana prepustnost (Brečko 1998, 30).

Razredi (Študija ranljivosti okolja 1996, 24):

- 1. razred: vodonosnik prekriva slabo prepustna krovna plast,
- 2. razred: sklenjene slabo prepustne plasti so nad prepustnimi sedimenti ali med njimi,
- 3. razred: vodonosnik prekriva prepustna krovna plast z vmesnimi nesklenjenimi slabo prepustnimi plastmi,
- 4. razred: vodonosnik prekriva prepustna krovna plast.

3.3. Prepustnost površinskega pokrova

Prst predstavlja tanek zaščitni sloj nad krovno in vodonosno plastjo. Izpostavljenost podtalnice onesnaževanju okolja je manjša pri debelejši in/ali manj prepustni prsti (Brečko 1998, 31). Prepustnost prsti je večinoma odvisna od litološke podlage (Brečko 1998, 108). Hitrost gibanja gravitacijske vode je odvisna od teksture prsti. V težjih prsteh se giblje počasneje in v lažjih hitreje (Lovrenčak 1994, 36). Večja debelina prsti in njena manjša prepustnost ugodno vplivata na samočiščenje izcednih voda zaradi temeljitejših bioloških procesov, ki nevtralizirajo škodljive snovi. Hkrati izcedna voda kasneje doseže podtalnico, ali se celo zadrži v prsti (Šebenik 1994, 96).

Razredi (Študija ranljivosti okolja 1996, 24):

- 1. razred: neprepustna do slabo prepustna prst,
- 2. razred: slabše prepustna plitva do globoka prst,
- 3. razred: prepustna srednjegloboka do globoka prst,
- 4. razred: prepustna plitva prst.

3.4. Smer toka podtalnice

Smer toka podtalnice je pomembna za varovanje črpališč vode. Smer toka je težko natančno določiti. Če podtalnica teče v smeri proti črpališču vode, obstaja večja verjetnost onesnaženja vira pitne vode.

Črpališča podtalnice obkrožajo vodovarstveni pasovi, ki naj bi z omejevanjem rabe prostora omogočali varovanje kakovosti podtalnice. Obseg varstvenih pasov je določen na podlagi smeri in hitrosti toka podtalnice iz okolice (vplivnega območja) do črpališč (Brečko 1996, 209–210). Če se varstveni pasovi upoštevajo pri izdelavi vrstnega reda sanacije kot v primeru Ljubljanskega polja, se ta parameter lahko izpusti.

4. Ocena pokrajinskega vpliva odlagališča odpadkov na kakovost podtalnice

Vsako posamezno odlagališče se uvrsti v ustrezen razred pri vseh kazalcih. Vrednosti oziroma ocenjene kazalcev obremenjevanja odlagališč in samočistilnih sposobnosti okolja se označijo na popisnem listu in/ali zberejo v preglednici. Končno vrednotenje poteka s pomočjo seštevanja točk, ki so enake dobljenim vrednostim razredov. Višja ko je vrednost ocene, višja je ocena pokrajinskega vpliva odlagališča na kakovost podtalnice. Ocene se statistično razdelijo na 5 opisnih skupin (neznat, majhen, srednji, visok, zelo visok pokrajinski vpliv).

Preglednica 1: Elementi za ocenjevanje pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice uporabljeni pri raziskavi na Ljubljanskem polju.

lastnosti odlagališča	pokrajinska občutljivost podtalnice
površina odlagališča: do 15 m ² 15 do 50 m ² 50 do 200 m ² več kot 200 m ²	globina podtalnice: nad 20 m 8 do 20 m 5 do 7 m 2 do 4 m pod 2 m, poplavno območje, bregovi reke
količina odpadkov: 1. manj kot 10 m ³ 2. 10 do 100 m ³ 3. nad 100 m ³ 4. nad 1000 m ³	prepustnost krovne plasti vodonosnika: slabo prepustna krovna plast slabo prepustna nad ali med prepustnimi plastmi prepustna plast z vmesnimi slabo prepustnimi plastmi prepustna krovna plast
tip materiala: gradbeni odpadki in odkopan material nenevarni komunalni odpadki organski odpadki industrijski odpadki in nevarni odpadki	prepustnost površinskega pokrova: neprepustna do slabo prepustna prst slabše prepustna plitva do globoka prst prepustna srednjegloboka do globoka prst prepustna plitva prst
vsota la	vsota pop

5. Primer: odlagališče številka 9 na TTN 1 : 5000 Lj-S-33, bližnje naselje: Savlje

Ugotovljene lastnosti odlagališča na terenu (Kušar 2000, 45 in 46):

- površina odlagališča: 120 m²,
- količina odpadkov: 30 m³,
- sestava odpadkov: komunalni 10 %, kosovni 20 %, kmetijski 30 %, gradbeni 30 %, izkopi, jalovina 10 %.

Ugotovljene samočistilne lastnosti podtalnice s pomočjo kartografskega materiala:

- globina podtalnice (visok nivo): 27 m,
- prepustnost krovne plasti vodonosnika: prepustna krovna plast,
- prepustnost površinskega pokrova: prepustna plitva prst.

S pomočjo teh podatkov je bil izpolnjen list »Vrednotenje odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju z vidika podtalnice in določevanje vrstnega reda sanacije«. Obkroži se razrede, ki ustrezajo zgoraj opisanim parametrom.

Za izbrano odlagališče so bili obkroženi naslednji razredi:

- površina odlagališča: 3,
- količina odpadkov: 2,
- tip materiala: 3,
- globina podtalnice: 1,
- prepustnost krovne plasti vodonosnika: 4,
- prepustnost površinskega pokrova: 4.

Število točk je enako kot obkroženi razred. Ocena pokrajinskega vpliva odlagališča na kakovost podtalnice je vsota točk pri lastnostih odlagališča in pokrajinski občutljivosti podtalnice:

- vsota (lastnosti odlagališča): 8,
- vsota (pokrajinska občutljivost podtalnice): 9,

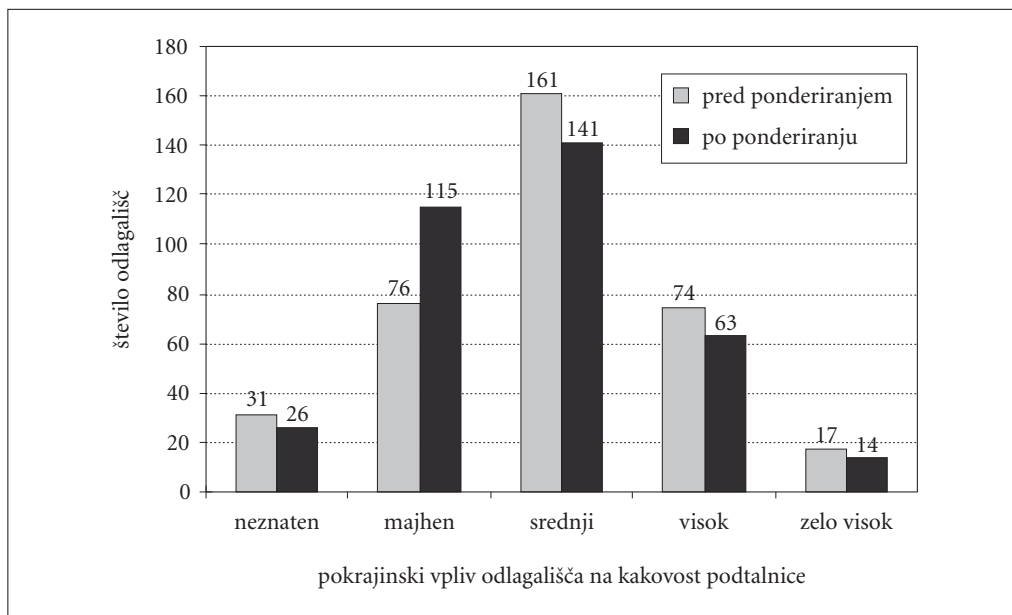
ocena pokrajinskega vpliva odlagališča na kakovost podtalnice = skupna vsota (vsota la + vsota pop) = 17 (srednji pokrajinski vpliv). Višja ko je ocena, večje je tveganje, da izcedne vode vplivajo na kakovost podtalnice.

6. Ponderiranje

S ponderiranjem se poveča pomen posameznega kazalca, saj naj bi zaradi svoje pomembnosti zavezal večji delež pri končni oceni.

Iz literature je mogoče ugotoviti, da sta najpomembnejša kazalca pri vrednotenju vplivov med odlagališči odpadkov in podtalnico **tip odloženega materiala** in **globina podtalnice**. Dimenzije odlagališča so sicer pomembne, vendar je za kakovost izcedne vode odločilnejši tip odpadkov, ker se voda ob prehodu skozi odložene smeti navzame škodljivih substanc in te onesažijo podtalnico. Z večanjem globine podtalnice je možnost onesaženja podtalnice s škodljivimi snovmi manjša. Obema kazalcema je bil pripisan ponder 2 (Kušar 2000, 48).

Ponderiranje je bilo uporabljeno pri geografski analizi vidnih neurejenih odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju. Težišče razporeditve odlagališč se je po ponderiranju premaknilo v levo, v smer manjšega pokrajinskega vpliva odlagališč na kakovost podtalnice. Najbolj se je povečalo število odlagališč v razredu z majhnim pokrajinskim vplivom, zmanjšalo pa se je število odlagališč z visokim ali zelo visokim pokrajinskim vplivom. Ker na Ljubljanskem polju prevladujejo odloženi gradbeni odpadki in odkopan material (62.000 ton ali 75 %), je kljub visoki heterogenosti odpadkov na odla-



Slika 2: Spremembe ocen pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju pred in po ponderiranju tipa materiala in globine podtalnice.

gališčih (na 256 ali 71,3 % odlagališčih je heterogena sestava odpadkov) tveganje za podtalnico manjše (Kušar 2000). K spremembi težišča razporeditve podatkov vplivajo tudi poudarjene dobre samočistilne sposobnosti podtalnice, saj ima le-ta na Ljubljanskem polju v primerjavi z drugimi v Sloveniji razmeroma veliko globino (Brečko 1996, str. 206).

Rezultati ponderiranja bolj ustrezajo teoretičnim izhodiščem in praktičnim razmeram na Ljubljanskem polju, zato predlagamo, da se pri delu uporabljajo ponderirane vrednosti tipa odloženega materiala in globine podtalnice.

7. Ocene pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju

V marcu leta 2000 je bilo na Ljubljanskem polju popisanih 359 vidnih neurejenih odlagališč z več kot 1 m³ odpadkov. Na terenu je bil za vsako odlagališče izpolnjen popisni list. S podatki zbranimi s popisnimi listi ter kartografskimi podatki o lastnostih vodonosnika in globini podtalnice je bil izpeljan postopek ocenjevanja pokrajinskega vpliva odlagališč na kakovost podtalnice.

Neurejena odlagališča odpadkov z visokim pokrajinskim vplivom na kakovost podtalnice prevladujejo na aluvialni ravnici reke Save. Tako so ocenjena manjša neurejena odlagališča, na katerih so odloženi nevarni in kosovni odpadki ter velika odlagališča, kjer prevladujejo inertni gradbeni odpadki in izkopan material, a so na njih večje količine nevarnih in kosovnih odpadkov. Podtalnica ima tu skromne samočistilne sposobnosti. Neznaten in majhen pokrajinski vpliv se ocenjuje za neurejena odlagališča odpadkov južno od reke Ljubljanice ter za večino odlagališč na osrednjem delu Ljubljanskega polja. Posamezna neurejena odlagališča zaradi svojih lastnosti kljub večjim samočistilnim sposobnostim podtalnice izstopajo z večjim pokrajinskim vplivom na kakovost podtalnice (Kušar 2000).

8. Sklep

Ocenjevanje pokrajinskega vpliva neurejenih odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice postavlja v ospredje natančnejše preučevanje medsebojnega součinkovanja med zelo dinamičnim antropogenim pokrajinskim elementom in pomembnim vodnim virom, ki se uporablja za oskrbo prebivalstva s pitno vodo in gospodarstva s tehnološko vodo. Metodologija se je na primeru Ljubljanskega polja izkazala za primerno, saj je bilo mogoče brez večjih težav prenesti podatke iz popisnega lista neurejenih odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju in kartografskega materiala na list izdelan za ta postopek (Kušar 2000, 58).

Težave pri izpeljavi ocenjevanja pokrajinskega vpliva odlagališč se lahko pojavijo v primeru pomanjkljivih informacij o lastnostih podtalnice in vodonosnika, saj so v postopku potrebni natančnejši podatki o pedoloških, geoloških in hidrogeoloških razmerah na vodonosniku. Manjši problem predstavljajo lastnosti odlagališča, saj je metodologija zajemanja tovrstnih podatkov znana in preizkušena.

Metodologija ocenjevanja pokrajinskega vpliva odlagališč odpadkov na kakovost podtalnice ima veliko aplikativno vrednost. Ocene so osnova za določitev prednostne sanacije neurejenih odlagališč odpadkov. Njihova odprava je v Nacionalnem programu varstva okolja (NPVO) omenjena kar na dveh mestih: pri skrbi za boljše stanje vodnega okolja (»sanacija starih bremen, ki ogrožajo vodno oklje« – NPVO 1998, 36) in pri odpadkih (»postopna odprava starih bremen« – NPVO 1998, 40). Pri določevanju prednostne sanacije se lahko kombinirajo z drugimi kriteriji, na primer z vodovarstvenimi območji, bližino poselitve, rekreacijskimi območji in podobno.

Metodologija je bila v praksi uporabljena le na Ljubljanskem polju, vendar je zaradi svoje zasnovanosti ustreza za geografsko analizo neurejenih odlagališč odpadkov na fluvioglacialnih ravninah

s podobnimi fizičnogeografskimi lastnostmi v Sloveniji. Predlagamo nadaljevanje razvijanja metodologije v smeri njene razširitve, da bo ustrezna tudi za druge pokrajinske tipe v Sloveniji, zlasti za kraški svet, saj ga označuje velika vodnoekološka ranljivost.

9. Viri in literatura

- Baraga, I. 1998: Značilnosti prsti in rastlinstva Ljubljanskega polja. Diplomski naloga, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Brečko, V. 1996: Podtalnica Ljubljanskega polja – najpomembnejši vodni vir za oskrbo Ljubljane. Geografski vestnik 68. Ljubljana.
- Brečko, V. 1998: Vpliv pokrajinske ekoloških dejavnikov na vodno oskrbo Ljubljane. Magistrsko delo, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Brnot, M. 1998: Pokrajinska občutljivost območij podtalnice v Sloveniji. Diplomski naloga, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Europe's Environment, 1998. The Second Assessment. Copenhagen.
- Hlavinkova, P., Fischer, W. 1999: Identification and evaluation of the former waste dumps in the Brno – East region. Brno.
- Huppert-Nieder, H.-P. 1992: Altlastenmanagement, Ein Modell zur Erfassung, Erstbewertung und Einstufung altlastverdaechtiger Flaechen. Saarbrücken.
- Jakič, M., 1995: Okoljevarstvena problematika sedanjih gramoznic na Ljubljanskem polju. Diplomski naloga, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kupchela, C. E., Hyland, M. C. 1993: Environmental Science, Living Within the System of Nature. New York.
- Kušar, S. 2000: Geografske značilnosti odlagališč odpadkov na Ljubljanskem polju. Diplomski naloga, Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Lovrenčak, F. 1994: Pedogeografija. Ljubljana.
- McGauhey, P. H. 1971: Manmade contamination hazards to ground water. Man's impact on environment. New York.
- Nacionalni program varstva okolja, 1998. Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana.
- Nebel, B. J., Wright, R. T. 1998: Environmental Science, The Way the World Works. New Jersey.
- Plut, D. 1989: Odlagališča trdnih in tekočih odpadkov – nov antropogen element v pokrajini. Geografski obzornik 36, 3–4. Ljubljana.
- Medmrežje: <http://www.sigov.si/mop/vsebina/zakoni/okolje/varstvo/odpadki/rav-odpa.htm> (15. 02. 2000).
- Šebenik, I., Šimec, R. 1993: Divja odlagališča v osrednjem delu občine Celje – značilnosti, prednostna lista sanacije in način sanacije. Savinjska, možnosti regionalnega in prostorskega razvoja. Celje.
- Šebenik, I. 1994: Pokrajinske značilnosti manjših neurejenih odlagališč odpadkov v Sloveniji. Geografica Slovenica 26, 1. Ljubljana.
- Študija ranljivosti okolja, 1996. Delovno gradivo, Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

10. Summary: The methodology of the impact assessment of improperly managed waste dumps on the groundwater of intergranular sediments

(translated by the author, lectured by Zorka Jakoš)

Highly entropic processes of production and consumption lead toward increased quantities of waste. Improper waste disposal affects different landscape elements and human activities. Underground water pollution is assessed as their most important negative side effect.

The impact assessment of improperly managed waste dumps on the underground water quality is trying to define potential hazards for the pollution of groundwater in intergranular deposits for individual

waste site. It is the result of qualitative evaluation of waste-dump sites characteristics and the neutralising capacities of the underground water. Every parameter is classified into 4–5 classes. With the increasing class there is an increasing probability of negative influences on the quality of the underground water. The final result is the sum of all classes. If the sum is high, the impact assessment of improperly managed waste dumps on the quality of the underground water is high. Those waste dumps should have the priority in their sanitation.

The most important parameters which show the characteristics of waste dumps are:

- waste dump's surface (less than 15 m², 15–50 m², 50–200 m², more than 200 m²),
- quantity of waste (less than 10 m³, 10–100 m³, over 100 m³, over 1000 m³), classes for waste dump's surface and the quantity of waste are based on the known parameters for small waste dumps in Slovenia,
- sort of a material (construction material, household waste, farm waste, industrial and other hazardous waste),
- length of dumping (objective problems with gathering information are expected, not used in this research),
- precipitation quantity (not used in areas with homogeneous rain quantities).

The most important parameters which show the neutralising capacities of the underground water are:

- groundwater level (the highest water level should be used),
- permeability of the covering layer,
- permeability of the soil layer,
- direction of groundwater flow.

All classes are defined according to local conditions or The Study of Vulnerability (Institute of Geography of University of Ljubljana, Slovenia).

According to the literature the sort of material and the groundwater level should be pondered with ponder 2. Those results are more appropriate to the actual situation on Ljubljansko polje.

There are 359 improperly managed dumps with at least one m³ of waste on Ljubljansko polje. The impact assessment of improperly managed waste dumps on the underground water quality was created for each individual site. Dumps on the river Sava plain have the highest assessment values. There are the biggest dumps and a lot of dumps with disposed hazardous material. The groundwater has small neutralising capacities. Dumps on the central part of Ljubljansko polje for which good neutralising capacities are estimated have lower impact assessment values. But few landfills with some hazardous material have higher values.

Some problems in the assessment connected to pedological, geological and hydrogeological characteristics of the landscape can occur. However, the applicative value of the impact assessment of improperly managed waste dumps on the underground water quality is considerably high, because it can be used in defining the priority list of waste dumps sanitation on their own or combined with other criterias such as water-protecting areas, recreation areas, etc. The methodology should be tested on some other areas with groundwater. It should be developed for other landscape types too, especially for the Carst area which is known for its water vulnerability.

