3. konferenca z mednarodno udeležbo
Konferenca VIVUS – s področja kmetijstva, naravovarstva, hortikulture in floristike ter živilstva in prehrane
»Prenos inovacij, znanja in izkušenj v vsakdanjo rabo«
14. in 15. november 2014, Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija

*3rd Conference with International Participation*
*Conference VIVUS – on Agriculture, Environmentalism, Horticulture and Floristics, Food Production and Processing and Nutrition*
*»Transmission of Innovations, Knowledge and Practical Experience into Everyday Practice«*
*14th and 15th November 2014, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia*

# Ekoremediacijski postopki kot metode reševanja nastalih ekoloških problemov

**Davorin Žnidarič**
mag. org.. Slovenija, davorinznidaric@gmail.com

## Izvleček

Ekoremediacije ali krajše ERM, so postopki, ki na naraven (s pomočjo uporabe rastlin in dreves, ter okolju, naravi in ljudem prijazen) način lahko obnovijo degradirana območja. Revitalizirajo okolja obremenjena z različnimi polutanti, ki se nahajajo v njem kot posledica neustreznih tehnoloških procesov v industriji, zaradi naravnih nesreč in pomanjkanja okoljske zavesti. Zajemajo različno paleto dejavnosti, ki povzemajo samočistilne sposobnosti narave, ki v okolju potekajo že tisočletja. Danes so uporabljene na sodoben, času in prostoru primeren način. Primerni so povsod tam, kjer obstajajo občutljivi habitati za živalski in rastlinski svet, oziroma v okoljih, kjer želimo ponovno vzpostaviti naravne procese. Sami postopki so časovno omejeni, saj ne dajejo trenutnih rezultatov, vendar so okolju prijazni in ne povzročajo dodatnih posegov vanj. Rastlinske čistilne naprave za prečiščevanje komunalnih odpadnih voda ter postopki, kot so rizofiltracija, fitostabilizacija, fitoekstrakcija za zmanjševanje in odpravljanje obremenitev v zemljinah, omejevanju prašenja, erozij itd., so samo nekatere izmed njih, ki jih tudi v Sloveniji v zadnjem času s pridom uporabljamo.

**Ključne besede**: ekoremediacija, naravni procesi, polutanti, rastlinske čistilne naprave, komunalne odpadne vode, težke kovine

# Ecoremediation procedures as a method of resolving the ecological problems

## Abstract

Ecoremediation or abbreviated ERM are procedures wich are on natural way (it means on the way which is friendly to the nature, with plants and trees, environment and humans) restore degraded areas. There are included various kinds of degradation which can derive due to dispersion of pollutants because of inadequate technological processes in industry, natural disastres etc. Ecoremediations include diferent range of activities which reflect the self purification ability of nature, which have been ongoing for millennia. These self-purification abilities of the nature are used in a way appropriate to the modern time and contemporary environment. They are suitable everywhere, where there are sensitive habitats for wildlife, or in environments where we want to restore natural processes. The procedures are limited by time. As their results can not be reached immediately but they need certain time. However, they are environmentally friendly and do not cause additional environmental interventions. Some of the most outstanding examples of ecoremediations are wetlands for purification

of waste water as well as procedures like risofiltration, phytostabilization, phytoextraction, reduction or elimination of soil pollution, limitation of dusting and erosion etc.

**Key words**: ecoremediation, natural proceses, polutants, plant cleaning devices, municipal wastewater, heavy metals

## 1 Uvod

Industrijska okolja, kot so Zasavje, Mežiška dolina, Celjska kotlina, so zaradi proizvodnih procesov in neustreznih sistemov prečiščevanja izpustov iz povečini industrijskih objektov v različnih agregatnih stanjih, obremenjena z različnimi snovmi, ki vanje ne sodijo. Vzroki zato so različni, od ohlapne zakonodaje do pomanjkljive ekološke zavesti in naravnih danosti. Prašni delci, kot nosilci različnih obremenil, največkrat kovin, so v okolju zaradi dolgoletnega nalaganja povzročili posledice, ki so vidne ne samo v naravi, temveč tudi na ljudeh in ostalih živih organizmih.
Zdravstvene posledice nas silijo v takojšnje ukrepanje, saj so raziskave stanj v obremenjenih področjih nedvoumno pokazale, da je obremenjeno-kontaminirano okolje, eden izmed poglavitnih vzrokov, težav prebivalcev na omenjenih območjih (Vudrag, 2008). V današnjem času, ko se je ekološka zavest povečala in na vsakem koraku obstajajo informacije, znanja in na žalost tudi vidne posledice negativnih vplivov na okolje, naravo in ljudi, je prišel skrajni čas za sanacijo nastalih razmer. Raziskovalci odkrivajo postopke, ki bi na trajen način omejili ali popolnoma odstranili posledice obremenjevanj. Ekoremediacije – v nadaljevanju ERM ali naravni procesi ponovnega oživljanja območij so postopki, ki to omogočajo na okolju in naravi prijazen način.

## 2 Pomen ERM metod

ERM metode niso iznajdba sodobnega časa. Vlogo različnih rastlin in dreves pri čiščenju komunalnih odpadnih voda in zemljin, so poznali že v antiki. Pomen meandrov, naravnih mokrišč, dreves in njihovih koreninskih sistemov za preprečevanje plazov ali preprečevanje prašenja kot naravno pomoč in zaščito pri omejevanju vpliva naraslih voda in poplavah so uporabljali že naši predniki. Zgledovali so se po procesih, ki so v naravi potekali v različnih časovnih obdobjih, jih upoštevali, ter si tako prihranili marsikatero nevšečnost. Danes, skozi negativne primere iz preteklosti spoznavamo, da so posegi človeka v naravo in naravne procese, povzročili katastrofalne posledice na vseh segmentih, naravi, okolju in živih organizmih. Regulacije vodotokov, melioracije kmetijskih površin, kamnolomi, rudarjenje, so samo nekateri vzroki, zaradi katerih so se spremenili rastlinski in živalski ekosistemi. Z ERM postopki in metodami, ki temeljijo na uporabi različnih rastlinskih vrst, lahko obremenjevanja odpravimo ali v najslabšem primeru omejimo razširjanje kontaminiranih snovi v okolico. Katere so te metode, bo opisano v nadaljevanju.

## 3 Uporaba remediacijskih postopkov

**Fitoremediacija** je eden izmed načinov sanacije okolja z uporabo rastlin, ki odpravljajo ali omejujejo obremenjevanje okolja. Za postopke so uporabljene tako imenovane hiperakumulacijske rastline, katerih vloga je opisana v naslednjem poglavju.

**Hiperakumulacija** - akumulacija
Rastline s to sposobnostjo, pospešeno privzemajo težke kovine iz tal v korenine in jih transportirajo v nadzemne dele, kjer se kovine koncentrirajo v poganjkih. Koncentracije kovin v rastlinah navadno nekajkrat presegajo koncentracije kovin v tleh. Nekateri hiperakumulatorji so sposobni absorbirati zelo velike količine kovin, celo od 50 do 100 krat višjo količino, (občasno pa še precej več), kot jo lahko dosežemo z običajnimi rastlinami. Nekatere rastline, kot je npr. kitajska praprot - *Pteris vittata* so sposobne akumulirati 0,5% arzena, nekatere vrste alpskih rastlin do 1,5% kadmija pri isti količini suhe

snovi, nekatere druge rastline lahko akumulirajo večje količine bakra ali cinka. Grobeljnik – *Alyssum lesbiacum*, akumulira nikelj, Rani mošnjak iz rodu *Thlaspi*, lahko akumulira do 40 kg cinka na hektar letno (Dolinšek, 2008).

**Postopki remediacije**

Glede na način sanacije z drevesnimi in rastlinskimi vrstami v praksi najpogosteje uporabljamo spodaj opisana postopka in sicer:

**Fitoekstrakcija**

Fitoekstrakcija je proces črpanja kovinskih obremenjevalcev iz zemlje preko korenin rastline in njihovo akumuliranje v nadzemne dele rastline. Poznane hiperakumulatorske rastline uporabljene za ta proces so gozdni mošnjak - *Thaspi caerulescens* in Hallerjev penušnjek - *Cardaminopsis halleri*, ki lahko akumulirata cink in kadmij ter grobeljnik - *Alyssum lesbiacum*, ki lahko akumulira nikelj, Rani mošnjak - *Thlaspi praecox* pa akumulira velike količine kadmija. (Korže, Vrhovšek, 2008).

**Fitostabilizacija**

S to metodo iz obremenjenih območij ne odstranimo obremenil npr. težkih kovin, ampak z rastlinami – koreninski sistemi, kovinam samo preprečimo nadaljnje širjenje. Rastline omejujejo in zadržujejo razširjanje obremenjevanja v globlje plasti tal, podtalnico oziroma zrak. Trave iz rodu bilnic natančneje rdeča bilnica –*Festuca rubra* , ovčja bilnica – *Festuca ovina L* in šopulje – *Agrostis,* pasja trava – *Dactylis glomerata* ter nekatere vrste topolov - *Populus* spp. in vrb – *Salix capre,* omejujejo pronicanje nitratov in fosfatov globlje v tla in so za ta postopek (fitostabilizacija) najbolj primerne (Korže, 2008). Koreninski sistem absorbira in veže obremenila. Le - ta se zadržijo na delcih prsti in celičnih stenah z mnogo lignina. Rastline obremenil ne vežejo v nadzemnih delih, zato le ti niso strupeni za živali in človeka. Včasih je primerna predhodna priprava tal z apnenjem, dodajanjem določenih gnojil, ki obremenila bodisi aktivirajo ali pa fiksirajo v tleh. Metoda je hitra in poceni, vendar le začasna, saj ne odpravlja osnovnega problema (trajnega odpravljanja obremenil v tleh).

## 4 Izbira najustreznejših postopkov sanacije obremenjenih področij ERM

Različne študije obremenjenih območij Zasavja, Mežiške doline in Celjske kotline (Vudrag, 2008, Ribarič, 2004) so pokazale, da so predeli v okolici industrijskih območij obremenjeni s težkimi kovinami, kot posledice neustreznih čistilnih naprav-filtrirnih sistemov. Postopki, ki se bodo uporabili v praksi za reševanje okoljskih težav, so odvisni od nekaterih dejavnikov, kot so:

- **vrsta obremenila**
- **agregatno stanje obremenila**
- **koncentracija-količina**
- **lokacija-namen prostora**
- **stanje tal**
- **potreben čas trajanja sanacije**
- **stroški postopkov**

**Vrsta obremenila**

Monitoring oziroma spremljanje stanja, nam poda natančno vrsto obremenila. To je najpomembnejši podatek, ki bistveno vpliva na način, izvedbo in stroške povezane s sanacijo obremenjenega področja. Če so obremenila v tleh opredeljena kot nevarna, lahko z veliko gotovostjo pričakujemo, da bodo takšna tudi kot odpadki po akumulaciji v rastlinah in drevesih, samo količina bo razpršena v večjem

številu akumulacijskih organizmov. Cena odstranjevanja takšnih odpadkov je nekajkrat večja, kot je to v primeru nenevarnih ali organskih snovi. Nanaša se predvsem na stroške nastale zaradi fizikalne, kemijske, toplotne, biološke obdelave ali katerekoli druge ustrezne metode ravnanja z nevarnimi odpadki (SURS, 2014).

**Agregatno stanje obremenila**

Glede na agregatno stanje v katerem se nahajajo polutanti, lahko izbiramo metode akumulacije, oziroma čiščenja. Odpadne vode, med katere sodijo tudi komunalne, lahko prečiščujemo z rastlinskimi čistilnimi napravami ali krajše RČN. Uspešno prečiščevanje odpadnih voda dosežemo z časovno določenim tokom obremenjene vode skozi različne substrate – peski, ter nasaditvijo ustreznih rastlin na koreninah katerih bakterije opravljajo funkcijo pretvorbe polutantov. Rezultati končnih analiz po čiščenju kažejo, da s takšnim načinom čiščenja lahko izločimo do 85% obremenitev iz obremenjene odpadne vode. Njihova prednost (RČN) pred drugimi mehanskimi in kemijskimi postopki čiščenja obremenjenih voda je ta, da RČN pri svojem delovanju ne potrebujejo mehanskih delov, ne električne energije, so okolju prijazne in zanj ne predstavljajo motečih elementov. Hkrati sta njihova gradnja in razširitev enostavna, če se za to pojavijo potrebe (Žnidarič, 2011).

Kadar se polutanti nahajajo v trdnem agregatnem stanju, postopki čiščenja prav tako vsebujejo rastline in drevesa, razlika je le v velikosti saniranih območij in načinu odstranjevanja kontaminiranih snovi .

**Količina**

Analiza zemljin, kot predpogoj za ugotavljanje obremenitev, nam omogoča izbiro ustreznih rastlin in dreves, ki v postopkih akumulacije maksimalno akumulirajo polutante v koreninske ali nadzemne dele. Ni pomembna samo sestava, ampak tudi razmerje obremenil in njihova količina. V primeru akumulacije težkih kovin v zemljinah, nam različni odstotki posameznih kovin v tleh, dajejo na izbiro različne kombinacije rastlin in dreves.

**Lokacija-namen prostora**

Na območjih, kjer je obremenjenost tal s težkimi kovinami velika, bi bilo smiselno uporabiti predvsem dva postopka:

- fitoekstrakcijo in
- fitostabilizacijo.

Fitoekstrakcijo bi uporabili na področjih, kjer predvidevamo nadaljnjo rabo površin v kmetijstvu in prehrani, torej v vaških in obrobnih naseljih okrog mest, kjer prevladuje pridelava poljščin, oziroma vrtičkarstvo.
Fitostabilizacijo pa bi uporabili tam, kjer ni kmetijskih zemljišč, oziroma tam, kjer bi omejili nadaljnje širjenje kontaminiranosti v globlje predele zemljin, kar bi lahko vplivalo na obremenjevanje podtalnice.

**Čas trajanja postopkov**

Čas trajanja postopkov je odvisen od površine, kontaminacije, oziroma njene lokacije ter seveda pomembnosti lokacije v smislu njihove uporabnosti. V primeru prej omenjenih pridelovalnih površin je vsekakor potrebno hitro in učinkovito ukrepanje, ki lahko zajema tudi kombinacijo sanacijskih postopkov, kot so menjava zemljin z neobremenjenimi ter omejevanje razširjanja. Prav tako je potrebna posebna obravnava na javnih površinah, kot so igrišča in zelenice v urbanih območjih (obremenjenih s prašnimi delci), kjer se zadržujejo otroci in mladina. Sanacije Mežiške doline zaradi obremenjevanja s svincem lahko predstavlja vzorčni primer sanacije nastalih ekoloških problemov, ob predpostavki, da se začeti postopki kontinuirano nadaljujejo ne glede na trenutno finančno stanje.

**Stroški postopkov**

Stroški postopkov so odvisni od časa trajanja, izbire in vrste oziroma klasifikacije odpadkov. Če je potrebna zamenjava zemljin, ki predstavljajo nevarnost obstoja za živa bitja zaradi vnešenih nevarnih snovi v okolje, lahko stroški sanacije narastejo na nekaj milijonov evrov. Največji strošek takrat predstavljajo načini odstranjevanja odpadkov, odvoz, skladiščenje, oziroma predelava zemljin z nevarnimi snovmi, saj stanejo stroški predelave zemljin (v tujini), nekaj tisoč evrov na enoto-tono nevarnega odpadka.

## 5 Sajenje rastlin in dreves primernih za odstranjevanje težkih kovin v zemlji in vodi

Rastline, ki jih uporabljamo za remediacijske postopke, se izbirajo glede na strukturo tal in obremenitve v zemljinah. Najpogosteje so v uporabi vrbe in topoli, zaradi hitre rasti, dobri akumulatorji so trave in rastline iz rodu družine križnic *Brassicaceae* (Korže, Vrhovšek, 2008).
Za proces organske fitotransformacije se uporabljajo rastline, ki so odporne, hitro rastoče, nezahtevne za vzdrževanje, imajo velik transpiracijski poteg in lahko transformirajo strupene snovi v manj strupene. V veliki večini primerov so zelo primerne rastline z globokimi koreninami.
Na posameznih območjih je zelo primeren način sejanja travnih vrst, skupaj z raznimi vrstami dreves. S tem je omogočeno čiščenje tako globljih delov tal (globoke korenine dreves), kot tudi plitvejših delov (zelo fine travnate koreninice).
Travnate koreninice so predvsem uporabne za čiščenje benzena[1], toluena[2], etilbenzena[3] ksilenov[4]ali policikličnih aromatskih ogljikovodikov (Korže, 2007).
Izbira primernih rastlin pa ni omejena zgolj na sposobnosti odstranjevanja posameznih strupenih snovi. Metuljnice, na primer, so lahko zelo koristne tam, kjer je naravna koncentracija dušika v tleh premajhna, saj lahko dušik preko bakterij v njihovih koreninah črpajo neposredno iz atmosfere.
Različne trave se uporabljajo za fitostabilizacije, kjer pomagajo stabilizirati obremenjenost v zelo kontaminirani zemlji, da se prepreči razširjanje v podtalnico ali v okolico. Pomembno je, da rastline slabo transportirajo kovine v poganjke, ki bi jih lahko zaužili ljudje ali živali. Rastline se izberejo po kriterijih: šopasta razrast korenin, občutljivost korenin na kovine ter njihovo zadrževanje v koreninah (Korže, 2008). Raziskovalci so odkrili mnogo vrst rastlin, ki so primerne za tovrstne postopke čiščenja prsti in vode. Nekatere so omenjene v Tabeli 1.

### 5.1 Hiperakumulacijske rastline in akumulirane vrednosti v miligramih na gram suhe mase rastlin

Tabela 1: Kovine v zemljinah ter primerne rastline za njihovo akumulacijo

| Element | Število poznanih hiperakumulatorjev | | mg/g |
|---|---|---|---|

[1] *benzen je aromatska spojina, iz katrana, črnega premoga in nekaterih bencinskih frakcij*
[2] *toluen je brezbarvna vnetljiva tekočina z vonjem po benzenu, je pomembna sestavina premogovega katrana*
[3] *etilbenzen je organska kemijska spojina, uporablja se v industriji barv*
[4] *ksilen je nevarno organsko topilo,uporablja se v petrokemiji in gradbeništvu, spada med nevarne snovi za ljudi in okolje*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ni | 300 | *Berkheya coddii* | 17,0 |
| Co | 26 | *Haumaniastrum robertii* | 10,2 |
| Cu | 24 | *Haumaniastrum katangense* | 0,83 |
| Se | 19 | *Astragalus pattersoni* | 6,00 |
| Zn | 16 | *Thlaspi calaminare* | 10,0 |
| Mn | 11 | *Macadamia neurophylla* | 55,0 |
| Ta | 1 | *Iberis intermedia* | 0,30 |
| Cd | 1 | *Thlaspi caerulescens* | 3,00 |

Vir: CECRA; Avgust, 2010.

V Tabeli 1, so navedene nekatere hiperakumulacijske rastline in vrednosti, ki jih akumulirajo v mg/g suhe snovi. Vendar je potrebno poudariti, da za različne koncentracije posameznih obremenjevalcev v zemlji ne moremo uporabiti samo ene in iste rastline. Pri različnih koncentracijah istega polutanta, moramo izbrati tisto, ki je zanjo najprimernejša.

## 6 Odstranjevanje rastlin in dreves po akumulaciji

Najpogosteje se pri odstranjevanju rastlin uporabljata procesa kompostiranja in sežiganja. Pri prvem procesu je potrebno uporabiti pomožni kompost, s pomočjo katerega količine strupenih snovi, ki se nahajajo v biomasi hiperakumulatorjev, le razredčimo na dovoljeno raven. Pri tem kršimo osnovno načelo čiščenja, ker na koncu osnovna količina onesnažil še vedno ostaja enaka, poveča se le količina obremenjenega, a razredčenega materiala. Metoda v osnovi ni sprejemljiva kot primer trajnega reševanja problematike odstranjevanja težkih kovin. Navaja se le kot možnost zmanjševanja koncentriranih snovi. V primerih, ko vsebnosti onesnažil niso velike, lahko kompostiranje pomeni precejšnje razredčenje z dodajanjem neonesnaženih snovi in kompost pridobi uporabno vrednost pod posebnimi pogoji ali pa celo za pridelovalne namene, odvisno za kakšne vrste onesnažil je bilo kompostiranje namenjeno. Pri sežigu se pojavi problem shranjevanja pepela, saj je v njem še vedno nekaj strupenih snovi, vendar v povišanih koncentracijah. Formulacija je tudi s strani ARSO[5] še nedodelana, saj se s problemom odstranjevanja podobnih odpadkov za sedaj še ne ukvarjajo (ARSO, 2014).
Samo odstranjevanje rastlin mora potekati na način, ki dodatno ne obremenjuje okolja in predstavlja dokončno rešitev problema za proces odstranjevanja težkih kovin iz zemlje. Pri postopkih odstranjevanja rastlin in dreves ni kakšnih večjih razlik, razen v načinu spravila. Rastline lahko odstranimo s košnjo ali sečnjo. Odvoz bi moral biti glede na naravo odpadkov v zaprtem sistemu zabojnikov. Najprimernejši način odstranjevanja bi bil sežig v pečeh, vendar moramo paziti, da glede na vsebnost kovine v rastlinah s sežigom ne povzročamo dodatnega obremenjevanja okolja.
Predhodno bi bilo potrebno rastline in les posušiti, lahko na naraven način, pri čemer bi slednjega lahko uporabili kot dodaten energent, vendar se tu lahko pojavi problem dodatne disperzije onesnažil v atmosfero. Zato je potrebna analiza obstoječih tehnoloških procesov in vgradnja primernih čistilnih naprav ter filtrov.
Opraviti bi bilo potrebno tudi dodatne analize vplivov na okolje, pri čemer bi lahko uporabili domače inštitucije in podjetja.

## 7 Povzetek

Naravni procesi saniranja degradiranih območij, kamor sodijo tudi ERM metode, so pomemben dejavnik ohranjanja narave in okolja, vendar so časovno in finančno omejene. Pri njihovi realizaciji v praksi je potrebna politična volja za reševanje nastalih okoljskih problemov na državni ravni,

[5] *ARSO je kratica za Agencijo Republike Slovenije za Okolje*

predvsem tistih območij, ki so imela zaradi industrije v preteklosti velik pomen za državo. Posledice rudarjenja in kemijske industrije v Zasavju, Mežiški dolini, industrije v Celjski kotlini, ter področja železarske dejavnosti ter intenzivne kmetijske proizvodnje tudi drugod po Sloveniji, so potrebne celovite obravnave. Najprej monitoring za ugotavljanje trenutnih razmer v času in prostoru, nato izbira in realizacija optimalnih postopkov reševanja v praksi ter sanacija negativnih ekoloških razmer. S tem bomo zmanjšali posledice na žive organizme, omogočili ponovno revitalizacijo degradiranih področij in s tem nastanek zdravega okolja za naslednje rodove. Procesi torej obstajajo, vendar trenutna ekonomska situacija v državi in še vedno neustrezna politika države do okolja in narave ter na drugi strani obremenjevanje okolja, ne daje prevelikega upanja v hitre in ustrezne rešitve.

**Literatura in viri:**

1. Dolinšek, Ambrožič, J; Rastline in zastrupljanje okolja onesnažene s težkimi kovinami, Proteus, Prirodoslovno društvo Slovenije, str.94, Ljubljana (2008).
2. Korže, A, Vrhovšek,D; Ekoremediacije - Znanstvena monografija, UM Filozofska fakulteta Maribor, Mednarodni center za ekoremediacije in Limnos d.o.o.; str.128, Maribor (2007).
3. Korže, A, Vrhovšek,D; Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov, UM Filozofska fakulteta Maribor, Mednarodni center za ekoremediacije in Limnos d.o.o.; str.219, Maribor (2008).
4. Ribarič-Lasnik, C, Obremenjenost okolja in naravni viri, kot dejavnik razvoja v Zasavski regiji-modelni pristop, Končno poročilo, ERICo Velenje, str. 140, Velenje (2001).
5. Ribarič-Lasnik, C, Pokorny, B, Pačnik, L, Problem težkih kovin v Zgornji Mežiški dolini, Zbornik referatov, ERICo Velenje, str. 134, Velenje, (1999).
6. Vudrag, M, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana, Elaborat - Zdravje za Zasavje, str. 48, Ljubljana, (2008).
7. Juričič, M, Perharič, L, Zupan, M, Zavod za zdravstveno varstvo Ljubljana, Izpostavljenost prebivalcev Zasavja težkim kovinam Okoljskim onesnažilom- težkim kovinam v tleh in živilih rastlinskega izvora, str. 47, Ljubljana, (2013).
8. Žnidarič,D, Reševanje problematike težkih kovin v zemlji s postopki remediacije, Zbornik konference, Mednarodna konferenca FOV – Kongresni center Bernardin, Portorož,, Založba Moderna Organizacija, str. 287, Kranj (2009).
9. Žnidarič,D, Čiščenje komunalnih odpadnih voda na odročnih ruralnih področjih Zasavja , Magistrsko delo, UM Fakulteta za organizacijske vede Kranj, str. 75, Kranj ( 2011).
10. Žnidarič, D, Zdravo okolje, kot prioriteta za uravnotežen trajnostni razvoj v Sloveniji in svetu, Zbornik konference, Mednarodna konferenca FOV – Kongresni center Bernardin, Portorož, Založba Moderna Organizacija, str. 190, Kranj (2012).

**E-viri:**

1. http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/
2. http://www.stat.si/novica_prikazi.
3. http://www.ocistimo.si/Divja-odlagalisca-in-register-divjih-odlagalisc.aspx.
4. http.//www.cecra.ih.ns.ac.yu