

UNIVERZA V NOVI GORICI
FAKULTETA ZA ZNANOSTI O OKOLJU

**VPLIV ODLAGALIŠČA NENEVARNIH ODPADKOV
AJDOVŠČINA NA VODE**

DIPLOMSKO DELO

Rok VIDIC

Mentor: doc. dr., Barbara Čenčur Curk

Nova Gorica, 2011

IZJAVA

Izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Rezultati, ki so nastali v okviru skupnega raziskovanja z drugimi raziskovalci, ali so jih prispevali drugi raziskovalci (strokovnjaki), so eksplicitno prikazani oziroma navedeni (citirani) v diplomskem delu.

Rok Vidic

Zahvala

Zahvaljujem se svoji mentorici doc. dr. Barbari Čenčur Curk za potrpežljivost, ustrežljivost, smernice, napotke, gradivo, vzpodbude in znanje še posebej, ker mi je bilo vse to vedno na razpolago.

Za podporo in pomoč v laboratoriju se zahvaljujem tudi asistentki Andreji Šuligoj.

Hvala podjetju KSD Ajdovščina d.o.o., ki mi je posredovalo podatke in omogočilo ogled deponije ter odvzem vzorcev. Posebej se zahvaljujem g. Igorju Madonu za vse razlage in napotke.

Posebna zahvala pa gre seveda tudi mojim staršem, ki so mi omogočili študij in so me na moji študijski poti brezpogojno podpirali in niso nikdar dvomili v moj uspeh. Hvala tudi sestrama, ter dekletu, ki me je potrpežljivo spodbujala in stala ob strani, ko sem to najbolj potreboval.

Povzetek

Področje ravnanja z odpadki je še danes eno izmed najmanj urejenih področij v Sloveniji. Posledično so tudi odlagališča odpadkov pereč problem, katerega ni mogoče enostavno rešiti. Odlagališča odpadkov predstavljajo veliko tveganje za okolje, predvsem pa imajo velik vpliv na površinske in podzemne vode. Pri ureditvi odlagališča je pomembno, da je iztok v vodo čim manjši, ter da so izcedne vode pred tem primerno očiščene. Pri tem je pomemben tudi monitoring izcednih vod, ki nadzira izpuščanje vode v okolje. V diplomskem delu sem poskušal raziskati in ovrednotiti vpliv odlagališča nenevarnih odpadkov v okolici Ajdovščine na površinske in podzemne vode. V ta namen sem preučil hidrološke, geološke in hidrogeološke značilnosti ozemlja. Izbral sem si šest vzorčnih mest in nato izvedel štiri vzorčenja. V laboratoriju sem kasneje analiziral odvzeto vodo ter določil vrednosti KPK, amonija, BPK₅ in DOC. Rezultati meritev so pokazali, da odlagališče nenevarnih odpadkov nima prevelikega vpliva na okolje. Na iztoku izcednih vod v potok so vrednosti sicer nekoliko povišane, vendar ne presegajo mejnih vednosti. Izcedna voda na odlagališču je močnejše onesnažena, kar pomeni, da jo pred izpustom v okolje ustrezno očistijo.

KLJUČNE BESEDE: odlagališča odpadkov, izcedne vode, vodna bilanca, vzorčenje

Abstract

Nowadays, waste management is still one of the least regulated areas in Slovenia. Consequently, the waste landfills are also a pressing problem, which cannot be simply solved. Waste landfills represent a high risk for the environment, but they predominantly impact the surface and underground waters. When planning a landfill it is very important that the effluent into the water is as low as possible, and that the leachates are properly treated before that. Here, the monitoring of leachates is also important, because it controls the discharge of water into the environment. In my diploma paper I tried to examine and evaluate the impact that a landfill of non-hazardous waste Ajdovščina has on the surface and underground waters. For this purpose I studied hydrologic, geologic and hydro-geologic characteristics of the area. I chose six sampling sites and then executed four samplings. In the laboratory I later on analyzed the abstracted water and determined the values of COD, ammonium, BOD₅, and DOC. The results of the measurements showed that the landfill of non-hazardous waste does not have an excessive impact on the environment. Though the values at the effluent of the leachates into the brook are somewhat higher, they do not exceed the limit values. The leachate on the landfill is more polluted, what indicates that it is properly treated before being discharged into the environment.

KEY WORDS: waste landfills, leachates, hydrologic balance, sampling

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	TEORETIČNE OSNOVE	2
2.1	Ureditev odlagališča	2
2.1.1	Kaj so odlagališča.....	2
2.1.2	Zahteve glede urejenosti odlagališča.....	2
2.1.3	Izcedne vode.....	3
2.2	Parametri onesnaženosti	4
2.2.1	Vodna bilanca.....	5
3	PRAKTIČNI (EKSPERIMENTALNI) DEL	7
3.1	Geološke, pedološke in hidrološke značilnosti	7
3.2	Razvoj odlagališča	7
3.3	Odvajanje voda na odlagališču Dolga Poljana	9
3.3.1	Izcedne vode.....	9
3.3.2	Odvajanje površinskih (meteornih) voda	9
3.3.3	Zaledne vode	9
3.3.4	Sistem ravnanja z izcednimi in sorodnimi odpadnimi tehnološkimi vodami	9
3.4	Kakovost voda	10
3.5	Opis eksperimentalnega dela	12
3.5.1	Merilna mesta	12
3.5.2	Vzorčenje	16
3.5.3	Laboratorijske analize vode.....	17
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	20
4.1	Izračun vodne bilance z rezultati	20
4.2	Rezultati analiz vode	21
4.2.1	Meritve in rezultati analize odvzetih vzorcev površinskih vod.....	22
4.2.2	Rezultati analize odvzetih vzorcev vode iz vrtin	22
4.3	Rezultati meritev vsebnosti amonija in DOC na vseh merilnih mestih	23
4.4	Rezultati meritev prevodnosti, vsebnosti kisika, KPK, BPK₅, amonijevega iona in DOC na posameznem merilnem mestu	25
5	ZAKLJUČKI	35
6	VIRI	36

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1: Korekcijski faktor za množenje normirane evapotranspiracije	6
Preglednica 2: Specifične letne emisije onesnaževal z izcednimi vodami in metana v okolje '08-'10 (Madon, 2011)	11
Preglednica 3: Srednje mesečne temperature, količine padavin in potencialna ETP za leto 2010	20
Preglednica 4: Rezultati meritev za merilno mesto PU1	
Preglednica 5: Rezultati meritev za merilno mesto PU2	
Preglednica 6: Rezultati meritev za merilno mesto PO1	
Preglednica 7: Rezultati meritev za merilno mesto PO2	
Preglednica 8: Rezultati meritev za merilno mesto B1	
Preglednica 9: Rezultati meritev za merilno mesto B2	
Preglednica 10: Meritve površinskih vod – 10.5.2011	
Preglednica 11: Rezultati meritev površinskih vod – 8.6.2011	
Preglednica 12: Rezultati meritev površinskih vod – 27.6.2011	
Preglednica 13: Rezultati meritev površinskih vod – 18.7.2011	
Preglednica 14: Rezultati analize vzorcev odvzetih 8.6.2011 in 10.6.2011	
Preglednica 15: Rezultati analize vzorcev odvzetih 27.6.2011 in 30.6.2011	
Preglednica 16: Rezultati analize vzorcev odvzetih 18.7.2011 in 20.7.2011	

SEZNAM SLIK

Slika 1: Položaj kompleksa odlagališča in lokalnega CERO 3. reda Ajdovščina.....	8
Slika 2: Shematski prikaz koncepta recirkulacije v dvojni zanki, kakršen se uporablja na območju kompleksa odlagališča pri Ajdovščini (Madon, 2011)	10
Slika 3: Merilno mesto 1- Puščavec pred odlagališčem	12
Slika 4: Merilno mesto 2 – Puščavec po odlagališču.....	13
Slika 5: Merilno mesto 3 – Podovščak pred odlagališčem.....	14
Slika 6: Merilno mesto 4 - Podovščak po odlagališču	15
Slika 7: Merilni mesti 5 in 6 – vrtini B1 in B2	16
Slika 8: Prikaz količine padavin in temperature ter datumov vzorčenja	21
Slika 9: Spreminjanje koncentracij amonija skozi čas na merilnih mestih PU1, PU2, PO1, PO2, B1 in B2	23
Slika 10: Spreminjanje koncentracij DOC skozi čas na merilnih mestih PU1, PU2, PO1, PO2, B1 in B2	24
Slika 11: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu PU1	25
Slika 12: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu PU2	26
Slika 13: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu PO1	27
Slika 14: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu PO2	27
Slika 15: Spreminjanje koncentracij KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu B1	28
Slika 16: Spreminjanje koncentracij KPK in BPK ₅ skozi čas na merilnem mestu B2	29
Slika 17: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PU1	30
Slika 18: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PU2	31
Slika 19: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PO1	32
Slika 20: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PO2	32
Slika 21: Spreminjanje koncentracij amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu B1.....	33
Slika 22: Spreminjanje koncentracij amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu B2.....	34

1 UVOD

Normativna ureditev ravnanja z odpadki je bila v preteklosti eno najslabše urejenih področij varstva okolja v Sloveniji, čeprav so odpadki pomemben vir onesnaževanja in ogrožanja vseh sestavin okolja. Razlogi za to neurejenost izvirajo iz dosedanjega družbenega odnosa do odpadkov in načina ravnanja z njimi, iz pomanjkanja navpične in vodoravne upravne in strokovne usklajenosti in organiziranosti, ekonomskih ukrepov, iz geoloških in hidroloških značilnosti slovenskega prostora, značilnega vzorca poseljenosti in za slovenski prostor čedalje značilnejših pojavov učinka NIMBY (ne na mojem dvorišču) in NIMET (ne v času mojega mandata) (Viler Kovačič, 2001).

V današnjem času so odlagališča nenevarnih odpadkov pereč problem v Sloveniji. Pogosto je težava njihova lokacija, saj nobeno lokalno prebivalstvo ne želi imeti odlagališča v svoji bližini. Drugi problem pa predstavljajo emisije, ki se sproščajo v okolje. Odlagališča nenevarnih odpadkov imajo velik vpliv tudi na površinske in podzemne vode. Zato je pri ureditvi odlagališča zelo pomembno, da je iztok snovi v vodo čim manjši. Prav tako je pomemben monitoring izcednih vod s katerim lahko ugotovimo, ali odlagališče prekomerno onesnažuje površinske in podzemne vode.

Odlagališče nenevarnih odpadkov, Centra za ravnanje z odpadki (CERO), ki ga upravlja KSD Ajdovščina, leži na Ajdovskem polju, 2 km jugovzhodno od Ajdovščine in 4 km severozahodno od Vipave, pri vasi Dolga Poljana. Odlagališče leži izven naselij. Na severovzhodu je omejeno s topolovim nasadom, ki zastira pogled proti 400 metrov oddaljeni hitri cesti Nova Gorica – Ljubljana. Na ostalih straneh je omejeno z njivskimi površinami. Reka Vipava je od odlagališča oddaljena več kot 400 metrov. Najbližji zaselek, Novaki, leži na drugem bregu reke Vipave in je od odlagališča oddaljen več kot 700 metrov. Odlagališče se nahaja na flišnih plasteh, ki jih sestavljajo laporovci in peščenjaki. Odlagališče ni tesnjeno, ker leži na nepropustni glinasti preperini laporovcev. Mimo odlagališča tečeta v smeri sever – jug dva potoka. Zahodno od odlagališča teče potok Puščavec, vzhodno pa potok Podovščak. Na odlagališču sta tudi dve vrtini: v prvi se lahko vzorčuje izcedno vodo med odlagališčem in glinasto preperino, v drugi pa vodo na kontaktu glinaste preperine in matične podlage. Na odlagališču izvajajo čiščenje izcedne vode s pršenjem izcedne vode po odlagališču in s cirkulacijo skozi mineraliziran del telesa odlagališča. Očiščena voda se izteka v potok Puščavec.

Cilj diplomske naloge je preučiti in ugotoviti kakšen vpliv ima odlagališče nenevarnih odpadkov na površinske in podzemne vode. Za doseg cilja sem preučil hidrološke, geološke in hidrogeološke značilnosti terena. V ta namen sem izdelali bilanco vode na odlagališču, kjer sem upošteval vse elemente vodnega kroga na odlagališču: padavine, evapotranspiracijo, infiltracijo v odlagališčno telo, razprševanje izcednih vod in iztok v potok. V obeh potokih, ki tečeta mimo odlagališča, sem opravil meritve, ki sem jih izvajal s pomočjo terenskega (WTW) instrumenta. Meril sem temperaturo, pH, prevodnost in vsebnost kisika. Meritve površinskih vod sem opravili v štirih serijah. Odvzel pa sem tudi vzorce vode, in sicer na merilnih mestih površinskih vod in v obeh vrtinah na vrhu odlagališča. Vzorce vode sem odvzel v treh serijah. Kasneje sem v laboratoriju s hitrimi testi opravil analize vzorcev vod. Izmeril sem koncentracije KPK, BPK, amonija in DOC. Dobljene rezultate sem primerjal z obstoječimi rezultati obratovalnega monitoringa. Na podlagi bilance vode, meritev koncentracij in ocenjenih količin vode sem določil obremenitev okolja preko iztoka v potok. Hipoteza je, da odlagališče nenevarnih odpadkov CERO Ajdovščina nima velikega negativnega vpliva na vode in ne presega dopustnih mejnih vrednosti. Razlog za to je predvsem v tem, da odlagališče leži na zelo ugodni lokaciji, saj so tla naravno tesnjena in da na odlagališču izvajajo ustrezno čiščenje izcednih vod.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Ureditev odlagališča

2.1.1 Kaj so odlagališča

Odlagališča odpadkov so objekti ali več objektov za odlaganje odpadkov v tla ali na njih ali pod zemljo (Viler Kovačič, 2001). Za odlagališče se smatra tudi objekt, kjer proizvajalec odpadkov odlaga svoje odpadke na kraju njihovega nastanka, vendar se morajo odpadki tam skladiščiti več kot eno leto.

Odlagališča odpadkov razvrščamo v tri skupine glede na lastnosti odpadkov, ki se odlagajo. Vrste odlagališč so: odlagališče za nevarne odpadke, odlagališče za nenevarne odpadke in odlagališče za inertne odpadke. Odlagališče pa lahko razvrstimo tudi v več različnih skupin, če ima v svojem sklopu različna odlagalna polja. Slovenska in Evropska zakonodaja dovoljuje odlaganje odpadkov le na odlagališčih. Poleg tega je na odlagališčih dovoljeno odlagati le obdelane odpadke.

2.1.2 Zahteve glede urejenosti odlagališča

Odlagališče odpadkov mora biti oddaljeno najmanj 300 metrov od območij, namenjenih poselitvi in rekreaciji, javnih parkov, zdravilišč in okrevališč, kmetijskih površin, namenjenih poljedelstvu, ter vodotokov in drugih vodnih teles. Podtalje odlagališča mora biti geološko in hidrogeološko enotno. Geološka sestava mora zagotavljati varstvo tal ter varovati podzemne in površinske vode pred onesnaževanjem. Na odlagališču mora biti urejeno neovirano odvajanje izcedne vode. Če to ni mogoče, je potrebno zagotoviti zbiranje izcedne vode v zbiralnikih, nameščenih zunaj telesa odlagališča.

Odlagališče mora imeti urejena temeljna tla tako, da je odlagališče stabilno in omogoča izvedbo talnih tesnilnih in drenažnih slojev. Temeljna tla na odlagališču nenevarnih odpadkov morajo dobro tesniti, tako, da skupaj s sistemom odvajanja izcedne vode preprečujejo pronicanje izcedne vode v podtalje. Sistem odvajanja izcedne vode mora biti sestavljen iz drenažnega sloja in v njem položenih zbirnih cevi za odvajanje izcedne vode. Nad drenažni sloj je potrebno vgraditi zaščitni sloj, da preprečuje vdiranje odpadkov v drenažni sloj.

Prav tako so v Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS št. 61/2011) določene zahteve v zvezi s padavinsko vodo. Potrebno je zagotoviti, da zaledne vode s površin in podzemne vode iz območja odlagališča ali zunaj njega ne pridejo v stik s telesom odlagališča. Padavinsko vodo, izcedno vodo in tehnološko odpadno vodo je treba zbirati in odvajati ločeno od ostale odpadne vode, ki ostaja na območju odlagališča in ni onesnažena.

Upravitelj odlagališča nenevarnih odpadkov mora zagotavljati tudi izvajanje obratovalnega monitoringa. Opravljati mora meritve meteoroloških parametrov, emisij odlagališčnega plina, emisij snovi pri odvajanju izcedne vode in onesnažene padavinske vode s površin odlagališča, ter meritve parametrov onesnaženosti podzemne vode z nevarnimi snovmi.

Na vhodu v odlagališče mora biti nameščena tabla z imenom upravitelja odlagališča, vrste odlagališča in časa obratovanja odlagališča. Na vhodnem delu odlagališča mora biti nameščena tehnična za odpadke. Območje odlagališča mora biti ograjeno z najmanj 2 metra visoko ogrado, ki onemogoča dostop ljudem in divjadi. Odlagališče mora vsebovati dovolj

velike površine, kjer se izvaja prevzem in preverjanje oddanih odpadkov. Urejen mora biti tudi skladiščni prostor za začasno odložitev odpadkov, v primeru, da jih upravitelj odlagališča zavrne.

V Uredbi o odlaganju odpadkov pa so določene tudi prepovedi za umestitev odlagališča v prostor. Odlagališče ne sme biti na vodovarstvenem območju, varstvenem območju virov termalno mineralne vode, poplavnem območju in območju, ki ga ogrožajo plazovi, podori, posedanje ali druga gibanja zemeljskih mas. Prav tako ne sme biti odlagališče umeščeno na območje z neenotnimi geotehničnimi lastnostmi na površini in v podtalju, na zemljišču z močno razpokano kamninsko podlago, dobro vodno prepustnostjo in nedoločljivimi tokovi podzemne vode, ter na zemljišču s prosto tekočo podzemno vodo.

2.1.3 Izcedne vode

Izcedne vode so v Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS št. 61/2011) definirane kot vse tekočine, ki se izcejajo iz odloženih odpadkov ali pronicajo skozi telo odlagališča in se odvajajo ali zadržujejo znotraj telesa odlagališča. Izcedna voda je v telesu odlagališča odpadkov nastajajoča voda, ki nastane zlasti iz padavinske vode, ki prodira v telo odlagališča in se tu onesnaži zaradi izluževanja, iz onesnažene presežne vode, ki se izceja iz odpadkov z visoko vsebnostjo vode, in iz vode, ki nastaja zaradi razgrajevanja odpadkov (Viler Kovačič, 2001). Na odlagališčih nastajajo izcedne vode pod vplivom različnih hidroloških dejavnikov (obarjanje, infiltracija, kondenzacija, transpiracija). Pri tem ima pomembno vlogo odlaganje odpadkov. Izcedna voda se pojavi takrat, ko pride do nasičenja.

Kvaliteta izcedne vode je odvisna od vrste odpadkov, geoloških značilnosti tal, nagnjenosti tal in od starosti odlagališča. Velik poudarek na problemu izcednih vod je predvsem zato, ker so izcedne vode pomemben vir točkovnega onesnaženja. Izcedne vode so mešanica mnogih kemikalij, ki lahko pridejo v okolje. Takrat pride do emisijskega onesnaženja. Leto za letom so opažanja, da imajo izcedne vode iz odlagališč negativne vplive na okolje, prisilila oblasti, da so določili višje in strožje zahteve za nadzor nad onesnaževanjem. Tako so se razvile nove tehnologije ali pa izboljšale že obstoječe metode, ki so tudi finančno dostopne. Uporaba membranskih tehnologij, še posebej reverzne osmoze, predstavlja v današnjem času glavni korak v obdelovalni verigi čiščenja izcednih vod.

Neočiščene izcedne vode je potrebno odvajati v kanalizacijo ali odvažati na primerno čistilno napravo.

2.1.4 Infrastruktura za izvajanje dejavnosti ravnanja z odpadki na odlagališču Dolga Poljana

Infrastrukturo lokalnega sistema ravnanja z odpadki v sedanjí fazi razvoja sestavljajo mreža zbirnih mest za ločeno zbiranje odpadkov na terenu, kompleks lokalnega CERO in obstoječe odlagališče nenevarnih odpadkov.

Mrežo zbirnih mest za ločeno zbiranje odpadkov na terenu sestavljajo mreže ekoloških otokov (papir, steklo, embalaža), mreže odjemnih mest za mešane komunalne odpadke in kuhinjske biorazgradljive odpadke ter mreže odjemnih mest za izvedbo občasnih akcij zbiranja odpadkov (za kosovni odpad, zeleni odrez in nevarne frakcije iz gospodinjestev).

Kompleks lokalnega CERO je opremljen z relativno poceni infrastrukturo. Vključuje infrastrukturo za sprejem in manipulacijo z biorazgradljivimi odpadki (kompostarna v nastajanju) in infrastrukturo za obdelavo ločeno zbranih frakcij (LZF) pred njihovo odpremo. Obstoječa linija je trenutno locirana na prostem, sestavljajo jo šreder, granulator,

elektromagnetni izločevalci, sortirna kabina ter gumi in lamelni transporterji. Ta linija predstavlja jedro bodoče tehnološke linije za pripravo sekundarnega goriva – trdno gorivo iz odpadkov (TGO) iz mešanih LZF.

Obstoječe odlagališče nenevarnih odpadkov je sestavljeno iz platoja za izločanje koristnih frakcij iz mešanih komunalnih odpadkov, ki se nahaja med trenutno aktivnim delom odlagališča in zaključenim delom odlagališča (brežine idealne za odstranjevanje blat ČN in neuporabnih bio-stabilatov).

2.2 Parametri onesnaženosti

Na odlagališču CERO Ajdovščina sem spremljal naslednje fizikalno-kemijske parametre: pH, specifično električno prevodnost pri 25 °C, vsebnost kisika, KPK, BPK, DOC in amonij.

Specifično električno prevodnost, pH in vsebnost kisika sem meril s prenosnim inštrumentom (znamke WTW).

KPK

Določanje kemijske potrebe po kisiku (KPK) zagotovi hitro oceno celotne organske snovi v vzorcu vode (razgradljive in nerazgradljive). Količino kisika, ki je potrebna za oksidacijo organskih snovi imenujemo kemijska potreba po kisiku in jo označimo s KPK (angl. COD – Chemical Oxygen Demand). Organske nečistoče določamo tako, da jih pri določenih pogojih oksidiramo in iz porabe oksidanta sklepamo na količino organskih snovi. S kemijsko potrebo po kisiku določimo vse organske snovi, ne moremo pa ločiti med biološko razgradljivimi in biološko inertnimi. Zato je KPK dopolnilo in ne nadomestilo BPK, ki podaja množino porabljenega kisika za razgradnjo organskih snovi pri pogojih, ki so v naravi, torej za biološko razgradnjo organskih snovi. Zato je nujno simultano vrednotenje onesnaženja s KPK in BPK (Metcalf in Eddy, 2004).

BPK₅

Biokemijska poraba kisika (BPK₅) je mera za količino biokemijsko razgradljivih organskih snovi prisotnih v vodnem vzorcu in je enaka količini kisika, potrebnega za aerobno razgradnjo organskih snovi v stabilne anorganske. Za biokemijsko razgradnjo organskih snovi, ki so za heterotrofne mikroorganizme vir ogljika, ti izrabljajo v vodi raztopljen kisik. Poleg porabe kisika heterotrofnih mikroorganizmov vplivajo na izmerjene vrednosti BPK₅ tudi mnogi drugi dejavniki. Med pomembnimi so poraba kisika zaradi dihanja prisotnih alg, poraba za nitrifikacijo ter za oksidacijo amonija in drugih spojin z reduciranim dušikom (Erjavec, 2009).

DOC

Za raztopljen organski ogljik (angl. DOC – Dissolved Organic Carbon) označujemo del vsega organskega ogljika (vsi ogljikovi atomi, ki so kovalentno povezani v organske molekule) v vodi, ki teče skozi filter s premerom por 0,45 mikrona.

Amonij

Amonifikacija je sprememba dušika iz organske oblike v amonijak. V splošnem se dogaja amonifikacija, katere produkt je amonijak/amonijev ion, med razgradnjo živalskih in rastlinskih tkiv ter živalskih odpadnih snovi. Živali prejmejo proteine od rastlin in drugih živali, saj same niso sposobne (razen nekaj izjem) pretvoriti anorganski dušik v organsko obliko (Canter, 1997).

2.2.1 Vodna bilanca

Vodna bilanca je rezultat analize hidrološkega procesa kot dela hidrološkega ciklusa na določenem območju in v določenem času. Namen vodne bilance je določitev stanja vode ali načrtovanje posegov za regulacijo vodnih razmer na določenem območju. Vodna bilanca je zelo uporabna pri načrtovanju oskrbe z vodo in pri napovedih, kdaj lahko pride do pomanjkanja vode na določenem območju. Vodna bilanca je pomembna tudi za nadzor pri poplavih in onesnaženju ter pri določitvi razpoložljive vode za namakalne sisteme. Vodna bilanca na odlagališčih je pomemben parameter pri načrtovanju odlagališča in ravnanja z izcednimi vodami.

Vodna bilanca je vezana na krogotok vode v naravi in nam pove, da je količina padavin (P) enaka vsoti količine odtekle (Q), izhlapele vode (I), spremembe količine vodne zaloge (N) in biološke ter industrijske porabe (R). Tako lahko enačbo vodne bilance zapišemo v obliki (Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije, 1998):

$$P = Q + I + N + R \quad (1)$$

Ker je odzvem vode v primerjavi z velikostjo napak pri merjenju padavin majhen, ga ni potrebno upoštevati. Prav tako je sprememba vodnih zalog zanemarljiva, ko gre za povprečja v daljšem obdobju. Zato lahko enačbo vodne bilance zapišemo kot:

$$P = Q + I \quad (2)$$

To pomeni, da je količina padavin v daljšem obdobju na določenem območju enaka kar vsoti odtokov in izhlapevanja.

Formula za izračun količine izcednih vod (Osnove hidrologije, 2005):

$$IV = P - ETP - Q_{površini} \quad (3)$$

IV	količina izcednih vod
P	količina padavin
ETP	potencialna evapotranspiracija v mm
$Q_{površini}$	odtok po površini

Najenostavnejša formula za izračun potencialne evapotranspiracije je enačba Thornthwait-a, ki upošteva temperaturo in zemeljsko širino (Osnove hidrologije, 2005):

$$ETP = 16 \cdot L_d \cdot \left(\frac{10 \cdot \overline{T}_m}{I} \right)^a \quad (4)$$

L_d	faktor dolžine dneva (odvisno od zemeljske širine)
\overline{T}_m	srednja mesečna temperatura v °C
I, a	parametra letnega termičnega indeksa (konstanta za določen kraj)

Formula za izračun parametra letnega termičnega indeksa (Osnove hidrologije, 2005):

$$I = \sum_{k=1}^{12} i_{m_k} = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{\overline{T}_{m_i}}{5} \right)^{1,514} \quad (5)$$

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} \cdot I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} \cdot I^2 + 0,01791 \cdot I + 0,49239 \quad (6)$$

Korekcijski faktor za množenje normirane evapotranspiracije (normirana pomeni, da velja za 12-urni dan in 30-dnevni mesec) kot funkcija geografske širine in letnega časa:

Preglednica 1: Korekcijski faktor za množenje normirane evapotranspiracije

φ	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
45°	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,97	0,75
46°	0,79	0,81	1,02	1,13	1,29	1,31	1,31	1,22	1,04	0,96	0,97	0,74
47°	0,77	0,80	1,02	1,14	1,30	1,32	1,33	1,22	1,04	0,93	0,78	0,73

3 PRAKTIČNI (EKSPERIMENTALNI) DEL

Lokacija odlagališča nenevarnih odpadkov Ajdovščina je tako z lokalnega kot regionalnega hidrogeološkega vidika povsem po naključju ena najboljših možnih v Sloveniji. Gre za proluvialno ravan, zgrajeno iz 4.5 metrov debelega, glinenega pokrova, pod katerim leži stometrška, neprepustna geološka formacija. Tehnologija izgradnje telesa odlagališča je od samega pričetka potekala na najenostavnejši in najcenejši možni način, z vgrajevanjem odpadkov v nasip. Nasip pa leži direktno na planumu pripravljenem na nivoju prvotnega naravnega terena. Rezultirajoča konfiguracija je povsem slučajno z okoljevarstvenega stališča zelo ugodna, saj je v celoti zagotovljeno samodejno odtekanje odvečne vode iz telesa deponije. Tudi teoretično ne more priti do nezaželenega pojava nenadzorovanega zamakanja odloženih odpadkov z zalednimi vodami.

3.1 Geološke, pedološke in hidrološke značilnosti

Površina obstoječega odlagališča znotraj ograje znaša 4,3 ha, dodatna zemljišča, namenjena nadaljnjemu razvoju dejavnosti ravnanja z odpadki, pa znašajo še dodatnih 3,4 ha.

Ajdovsko polje, kjer je odlagališče locirano, je del zgornje Vipavske doline. Geološko je Vipavska dolina zgrajena iz poleglega sinklinorija, zgrajenega iz sekvenc flišnatih eocenskih kamenin, v gubanih in podrinjenih proti severu-severovzhodu pod več-stometrsko skladovnico mezozojskih apnencev in dolomitov (Madon, 2000). Osnovo gradijo flišne kamenine s prevladujočo laporno komponento. Hudournikov, ki zasipajo Ajdovsko polje in sodelujejo pri ustvarjanju ravnice, je veliko. Glavna vodotoka sta Hubelj in Vipava, ki imata svoji zbirni območji na območju zakraselih planot Gore in Nanosa, imata pri tem le posredno vlogo. Dva hudournika tečeta v neposredni bližini odlagališča odpadkov, to sta Puščavec in Podovščak. Teren ob Puščavcu je do odlagališča odpadkov rahlo izbočen glede na okoliški teren, kar že na oko potrjuje njegov hudourniški značaj. Morfološko Vipavska dolina sestoji iz več nizov gričev oziroma brd, ki se vlečejo ob vznožjih planot in po sredini doline, med njimi pa ležijo proluvialni in aluvialni ravničasti tereni. Regionalno hidrogeološko predstavlja fliš Vipavske doline nepropustno bariero za infiltracijo vode, kar pomeni, da se padavine tu transformirajo v površinski odtok. Od Vrhpolja do Ustij pri Ajdovščini plasti vpadajo proti zahodu tako, da je na območju deponije flišnata skladovnica pod površino že več stometrška.

Proluvij Ajdovskega polja okoli odlagališča odpadkov je praktično nepropusten. Ni teoretične možnosti za obstoj zadostnega hidravličnega gradienta, ki bi omogočal kakršenkoli pretok vode iz območja odlagališča do neke nizvodne točke skozi fliš obravnavanega območja. Zaradi nepropustnega terena voda torej nima druge izbire, kot da se pretaka po površini ali da se preceja skozi pripovršinski sloj. Po površini voda teče načeloma šele po tem, ko se pore v talnem sloju zapolnijo z vodo.

Na karbonatnih nasutinah potokov se z naravnimi pedogenetskimi procesi v humidni klimi generirajo nevtralna do rahlo bazična evtrična tla.

3.2 Razvoj odlagališča

V letih 1973 in 1974 je Komunalno podjetje Ajdovščina zaradi zapolnitve starega ajdovskega odlagališča odpadkov in zaradi prepovedi njegove širitve začelo odlagati odpadke »na črno«, na lokacijo, ki se nahaja pol kilometra pod vasjo Dolga Poljana. To lokacijo je kot centralno odlagališče odpadkov na pobudo komunalnega podjetja leta 1975 določila takratna občinska vlada. Takrat je bil postavljen pogoj, da se v najkrajšem možnem času

pridobijo ustrezna soglasja in uredi dokumentacija, vendar vse do leta 2002 postopki nikoli niso bili speljani do konca. Leta 2002/2003 je bilo tamkajšnje odlagališče (takrat pravno definirano kot t.i. 'obstoječe odlagališče') rekonstruirano (sanirano) in legalizirano. V letih 2003/2004 so na območju vhoda na odlagališče postavili tehtnico. Uredili so tudi plato na vhodu. Vhodni plato na odlagališče je tako sčasoma dobil vlogo zbirnega centra za odpadke. Izdelalo se je linijski prelivni lagunski sistem z volumnom vodnih teles 350 kubičnih metrov. Od leta 2002 naprej je bilo z vsakim posameznim letom na lokaciji postorjenega veliko več kot v predhodnih dvajsetih letih skupaj. *Slika 1* prikazuje položaj kompleksa odlagališča in lokalnega CERO 3. reda Ajdovščina. Na sliki je prikazana tudi mikrolokacija za postavitev morebitne bioplinarne.



Slika 1: Položaj kompleksa odlagališča in lokalnega CERO 3. reda Ajdovščina.

Skupaj z lastnimi dovozi povzročiteljev je bilo v letu 2005 na lokacijo Centra za ravnanje z odpadki oz. odlagališča pripeljana nad 12000 ton odpadkov, od tega je bilo komunalnim odpadkom podobnih mešanih odpadkov iz proizvodnih ter storitvenih dejavnosti 2175 ton, 233 ton azbest-cementnih odpadkov ter 2310 ton blata iz čistilnih naprav za odpadne vode. Poleg tega se na leto dodatno odloži še približno 1000 ton gradbenih ruševinskih odpadkov in nekaj tisoč kubičnih metrov odpadnih zemljin. Iz zbirnega centra pod Dolgo Poljano je bilo v letu 2005 odpremljeno 116 ton papirja, 188 ton kartonske embalaže, 78 ton stekla, 59 ton plastične embalaže, 99.5 ton železa in 160 ton bele tehnike. (Center za ravnanje z odpadki Ajdovščina, 2011)

3.3 Odvajanje voda na odlagališču Dolga Poljana

3.3.1 Izcedne vode

Na odlagališču imajo urejen zajem izcednih voda z razvejanim odvodno-drenažnim sistemom. Temu sledi odtok do zbirnega bazena z aeracijo. Naslednja stopnja je recirkulacija v dveh krogotokih, od katerih je eden zaprt, drugi pa je lahko tako zaprt kot odprt (regulacija). Krogotok se začne z recirkulacijo na in v telo zaključenega dela odlagališča (dinamična akumulacija, pršenje-evaporacija, biološko-mehanska filtracija, detoksifikacija-mineralizacija) temu sledi multifazni linijski pasivni sistem za mehansko-biološko čiščenje, na koncu katerega se prečiščene vode odvajajo v potok (ob visokih vodah, ko so vsi parametri po Uredbi o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št 62/2008) pod predpisanimi mejnimi dovoljenimi vrednostmi) ali pa ponovno prestrežejo v zbirni bazen ter ponovno recirkulirajo (ob nizkih vodah, ko lahko posamezni parametri, npr. amonij ali KPK, presežejo mejno dovoljeno vrednost).

3.3.2 Odvajanje površinskih (meteornih) voda

Za zajem in odvodnjo se uporablja isti sistem kot za izcedne vode, torej površinske (meteorne) vode ravno tako končajo v zbirnem bazenu in se recirkulirajo. Meteorne vode so namreč tudi lahko onesnažene, saj se površine zaključenega dela odlagališča uporablja za raztros stabilata (stabilen in suh proizvod brez neprijetnega vonja) in pršenje z recirkulirano izcedno vodo, betonirane površine pa se uporablja za manipulacijo z odpadki.

3.3.3 Zaledne vode

Hidrogeološko/hidrološka konfiguracija območja je takšna, da površinskih zalednih voda ni, saj so prestrežene na robovih območja Centra za ravnanje z odpadki (7 ha) z odvodnimi jarki in nasipi. Teren na odlagališču je ravninski, telo odlagališča je v celoti nadzemno, tako da ni podzemnih zalednih voda.

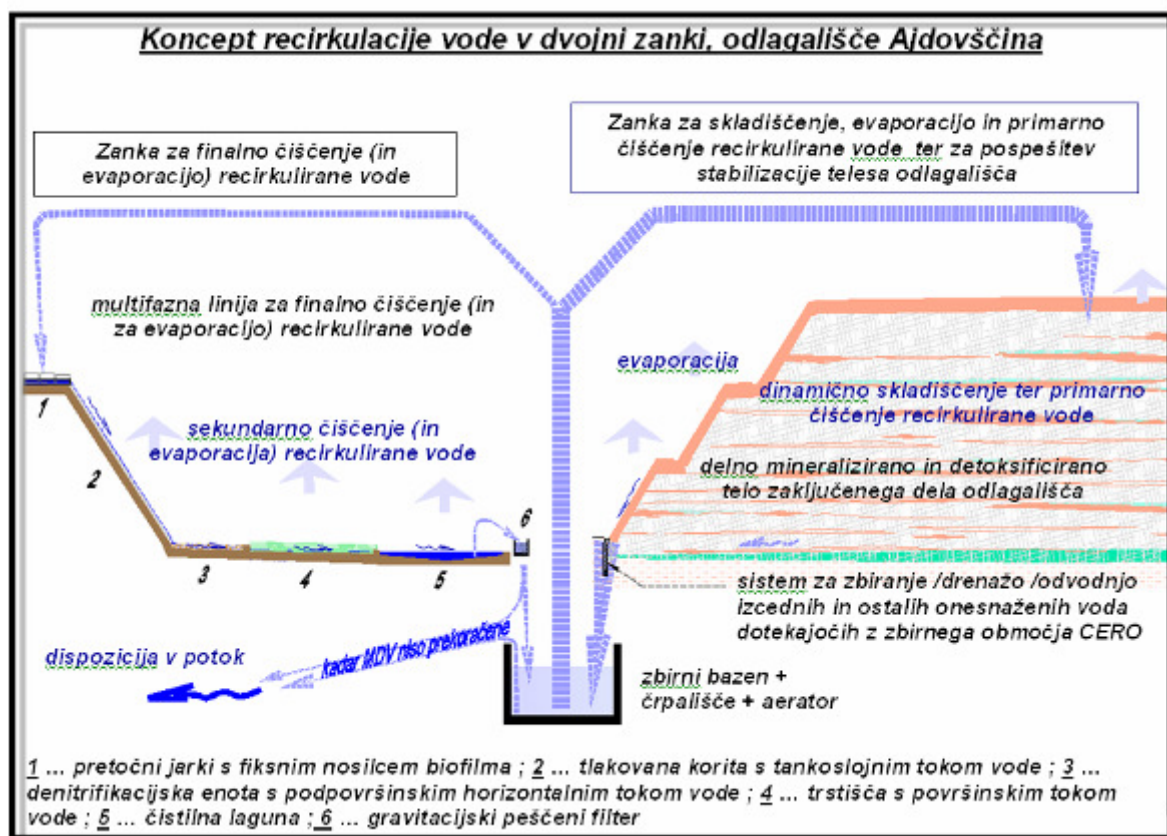
3.3.4 Sistem ravnanja z izcednimi in sorodnimi odpadnimi tehnološkimi vodami

Odstranjevanje izcednih in sorodnih tehnoloških voda v okolje se izvaja s pospešeno evapotranspiracijo (ET) na ozelenjenih brežinah odlagališča.

Na lokaciji ajdovskega odlagališča sta letni vrednosti ETP (potencialna evapotranspiracija) in padavin bolj ali manj enaki (~ 1600 mm)

Celotno območje ajdovskega odlagališča, vključno s površinami namenjenim komplementarnim dejavnostim ravnanja z odpadki, je bilo z globokimi obodnimi drenažnimi kanali ter obodnimi nasipi hidrološko razmejeno od okolice, z namenom, da ta površina funkcionira kot samostojno, tehnološko obvladljivo vodozbirno območje. Celotna površina se sistematično uporablja za potrebe izvajanja dejavnosti ravnanja z odpadki, vključno ozelenjene površine že zdavnaj zaključenih delov odlagališča, zato padavinska voda bolj ali manj vsepovsod pride v kontakt z odpadki. Ne glede na to, ali gre za infiltrirane/izcedne vode, za onesnažene meteorne vode, za vode od pranja smetarskih vozil ali za kompostne izcedne vode, vse te tehnološke odpadne vode so si sorodne, saj so bolj ali manj onesnažene z istovrstnimi onesnaževali, zato se jih prestreza v skupni drenažno-odvodni sistem in odvaja v skupni betonski zbirni bazen. Od tu se jih potem recirkulira, in sicer v dveh paralelnih zankah (krogotokih). Sistem je celovito zasnovan tako, da upošteva oboje, tako vsakršne možne hidravlične obremenitve kot vsakršne možne kemijsko-fizikalne obremenitve odpadnih tehnoloških voda z onesnaževali.

Ena recirkulacijska zanka vedno deluje v zaprtem krogotoku in je v odvisnosti od aktualnih hidrometeoroloških razmer namenjena bodisi začasnemu skladiščenju odvečne vode znotraj telesa odlagališča bodisi odstranjevanju akumulirane vode iz sistema s pospešeno evaporacijo in transpiracijo na samem površju odlagališča. Z recirkulacijo se hkrati pospešuje proces mineralizacije odpadkov znotraj telesa odlagališča ter primarno čiščenje z onesnaževali bolj obremenjenih izcednih vod iz 'svežega' dela odlagališča s filtracijo skozi telo že biostabiliziranega dela odlagališča. Regulacija se vrši deloma avtomatično, deloma ročno (vklapljanje/izklapljanje črpalk, odpiranje/zapiranje ventilov).



Slika 2: Shematski prikaz koncepta recirkulacije v dvojni zanki, kakršen se uporablja na območju kompleksa odlagališča pri Ajdovščini (Madon, 2011)

Druga recirkulacijska zanka je namenjena končnemu čiščenju vode in deluje bodisi v odprtem bodisi v zaprtem krogotoku, kar se regulira v odvisnosti od aktualne kvalitete in/ali pretoka finalno očiščene odpadne tehnološke vode ter glede na pretok vode v sprejemniku.

3.4 Kakovost voda

Telo odlagališča je v spodnjem delu relativno dobro prepustno. Celotna površina odlagališča, vključno z brežinami, predstavlja zbirno območje za nastanek izcednih vod. Ob nalivih ali ob dolgotrajnem deževju večji del vod odteka po površini, zato ne prispevajo k nastanku pravih izcednih vod, vendar tudi te pridejo v kratkotrajen stik z odpadki na površini odlagališča ter zaradi tega niso čiste. Prave izcedne vode ne iztekajo samo ob redkih primerih izdatnih padavin, temveč se izcejajo tudi v sušnem obdobju in so bolj onesnažene.

Edini parameter za izcedne vode, ki presega maksimalno dovoljeno koncentracijo za izpust v naravne vodotoke, je amonij. Vsebnost mikroelementov (predvsem težkih kovin) je v potokih

ter v piezometrih dokaj podobna, kar pomeni, da vode iz deponije niso obremenjene s težkimi kovinami.

Izcedne vode iz deponije očitno niso opazno strupene, saj se v drenažnem jarku opazi življenje. Podobno velja za fitotoksičnost, saj alge in hidrofilno rastlinje bujno uspevajo.

Kakovost voda se je po sanaciji odlagališča, ki se je izvedla v letih 2002/2003, precej izboljšala. Razlika med stanjem pred sanacijo in po njej je predvsem v tem, da je sistem ravnanja z onesnaženimi vodami sedaj možno kontrolirano regulirati in paziti na to, da so emisije onesnaževal znotraj okvira dovoljenih vrednosti.

V potok Podovščak se ne izpuščajo več onesnažene vode iz območja obstoječega in razširjenega odlagališča. Izpusti vode iz zbirnega bazena oziroma iz sistema lagun v potok Puščavec so pod nadzorom upravitelja. Po sanaciji se vse onesnažene vode zbirajo v zbirnem bazenu, ki se nahaja na jugozahodni strani obstoječega odlagališča v bližini potoka Puščavca. Ob visokih vodah se dopušča iztekanje vode iz sistema v potok Puščavec, saj so parametri onesnaženosti takrat najnižji, nasprotno pa so pretoki Puščavca in reke Vipave takrat največji. V tem primeru je razredčenje najučinkovitejše in emisije najnižje.

Pri nobeni izmed dosedanjih meritev onesnaženosti izcedne vode v zbirnem bazenu ni bila presežena stopnja MDK (maksimalno dovoljene vrednosti parametrov za izpust v površinske vode) katerega koli izmed predpisanih parametrov. Vrednosti nekaterih parametrov pa so se ob nizkih in srednjih vodah približale MDK.

V nadaljevanju so podani referenčni zaokroženi podatki za obdobje 2008 – 2010. V kanalizirani potok oziroma posredno v bližnjo reko Vipavo je bilo izpuščeno do 12.000 m³ vode na leto in z njimi je bilo letno emitirano približno 0.7 kg AOX, 275 kg amonijevega dušika, 70 kg nitratnega dušika, 1500 kg KPK, 150 kg BPK₅. V ozračje je emitirano letno približno 60 t CH₄.

Preglednica 2: Specifične letne emisije onesnaževal z izcednimi vodami in metana v okolje '08-'10 (Madon, 2011)

	[g/t] na tono odstranjenega odpadka	[g/t] – na celotno prejeta količina odpadkov	[g / prebivalca]
AOX v povr. vode	0.061	0.053	0.030
NH ₄ ⁺ (izražen kot N) v površin. vode	24	21	12
NO ₃ ⁻ (izražen kot N) v površin. vode	6.1	5.4	3
KPK v površ. vode	130	115	64
BPK ₅ v površ. vode	13	11.5	6.4
CH ₄ v ozračje	5200	4600	2600

Svinec, živo srebro in kadmij so bili v vseh vzorcih vedno pod mejo detekcije. Vrednost parametra strupenosti za vodne bolhe, S_{D1dan}, je v vseh vzorcih na iztoku enaka 1. Žabe že najmanj 5 let naseljujejo vodna telesa multifazne sonaravne naprave za končno čiščenje izcedne vode.

3.5 Opis eksperimentalnega dela

3.5.1 Merilna mesta

Za vzorčenje in terenske meritve kakovosti voda sem si izbral šest merilnih mest. Štiri merilna mesta se nanašajo na površinske vode, dve pa na podzemno vodo v vrtinah sredi odlagališča. Mimo odlagališča tečeta dva potoka, in sicer potok Puščavec in potok Podovščak, vsak na svoji strani odlagališča. Izpust iz deponije odteka le v potok Puščavec, vendar sem se vseeno odločil opraviti analize vode v obeh potokih. Tako sem pri obeh potokih določil dve merilni mesti, in sicer pred odlagališčem in po odlagališču. Vzorcem vode, ki sem jih odvzel na merilnih mestih, sem določil skrajšana imena za lažje podajanje rezultatov. Skrajšana imena so navedena v oklepajih za naslovi merilnih mest.

Merilno mesto 1 – Puščavec pred odlagališčem (PU1)

To merilno mesto se nahaja na severozahodni strani odlagališča, približno 100 metrov pred začetkom odlagališča. Večino časa se to merilno mesto nahaja na soncu. Voda v tem delu potoka je bistra in rahlo tekoča, pogosto pa je ta del potoka Puščavca suh, še posebej v poletnem času.



Slika 3: Merilno mesto 1- Puščavec pred odlagališčem

Merilno mesto 2 – Puščavec po odlagališču (PU2)

Drugo merilno mesto se nahaja na jugozahodni strani odlagališča. Tik pred tem merilnim mestom je iztok iz odlagališča. Tudi tukaj je voda večinoma na soncu. Voda je rahlo tekoča, s peno in mehurčki na površini. Ta del potoka tudi v poletnih mesecih ne presahne.



Slika 4: Merilno mesto 2 – Puščavec po odlagališču

Merilno mesto 3 – Podovščak pred odlagališčem (PO1)

Potok Podovščak teče mimo odlagališča po vzhodni strani, zato se to merilno mesto nahaja na severovzhodni strani odlagališča tik ob avtocesti Vipava – Nova Gorica. To merilno mesto se večino časa nahaja v senci. V tem delu potoka je kar precej vode, verjetno tudi zaradi iztoka iz avtoceste. Tukaj je voda rahlo tekoča, malo motna, s kamni v strugi in brez alg.



Slika 5: Merilno mesto 3 – Podovščak pred odlagališčem

Merilno mesto 4 – Podovščak po odlagališču (PO2)

Zadnje merilno mesto, kar se površinskih vod tiče, leži na jugovzhodni strani odlagališča. Voda v tem delu potoka se nekaj časa nahaja na soncu, nekaj pa v senci. Voda je bistra in rahlo tekoča. Na dnu je usedlina in veliko alg. Kakšen meter dolvodno od merilnega mesta gre čez potok traktorska pot, kar mogoče nekoliko vpliva na motnost vode.



Slika 6: Merilno mesto 4 - Podovščak po odlagališču

Merilno mesto 5 – vrtina B1 (B1)

Vrtina ni perforirana, je vodotesna. Kar je vode, je le od spodaj. Vrtina naj ne bi imela stika z odlagališčem, ker predre dno odlagališča. Zaradi tega je ta voda lahko dokaz, da deponija ne onesnažuje vode pod odlagališčem. Globina vrtine je 21,35 metra.

Do gladine – 16,69m

Merilno mesto 6 – vrtina B2 (B2)

Ta vrtina je globoka do dna odlagališča, kar je 17,45 metra. Zato ima tudi stik z odlagališčno vodo. Kadar se vrtina odpre, se tudi voča smrad, najverjetneje gre za odlagališčni plin.

Do gladine – 12,51m



Slika 7: Merilni mesti 5 in 6 – vrtini B1 in B2

3.5.2 Vzorčenje

Da sem lahko pridobil rezultate vode in jih primerjal z že obstoječimi rezultati, sem moral opraviti delo na terenu. To je vključevalo terenske meritve in odvzemanje vzorcev. Terenske meritve sem opravil le v površinskih vodah in sicer štirikrat. Na terenu smo opravili meritve površinskih vod v obeh potokih, ki tečeta mimo deponije, v potoku Puščavcu in potoku Podovščaku. Te meritve sem opravil s pomočjo WTW instrumenta, in sicer s pH sondo, kisikovo sondo in sondo za merjenje električne prevodnosti. Tako sem izmeril temperaturo vode, električno prevodnost, pH in vsebnost kisika. Žal je bil v dveh primerih zgornji del potoka Puščavca suh (PU1).

Pred vsakimi meritvami sem umeril pH sondo, da sem dobil točne rezultate. Največ časa je bilo potrebno čakati, ko sem meril vsebnost kisika, saj se sonda ni takoj umirila. Po vsaki meritvi sem sonde spral z deionizirano vodo. Vsako merilno mesto sem poslikal in si zapisal rezultate.

Istočasno z meritvami površinskih vod sem odvzel vzorce na vseh merilnih mestih. Vzorce sem vzel tudi iz dveh vrtin na vrhu odlagališča. Vzorčenje sem opravil trikrat. Pri vzorčenju površinskih vod sem plastične vialo potopil v potok in jih pod vodno gladino zaprl. Na vialo sem napisal mesto vzorčenja in datum. Odvzemanje vzorcev iz vrtin je bilo zahtevnejše in tudi dolgotrajnejše. Pri tem sem potreboval pomoč zaposlenih na KSD Ajdovščina. Obe vrtini smo najprej odprli in nato vanje spustili črpalko. Ko je voda začela teči po cevi, smo nekaj časa pustili, da se je spraznila voda, ki je še ostala v cevi. Nato pa sem vzorce zbral v

plastičnih vialah. Tudi na te sem napisal mesto in datum vzorčenja. Pri odvzemanju vzorcev iz vrtin smo uporabili črpalko GRUNDFUS MODEL A P1 0524.

Podatki o črpalki:

Pretok: 5l ... 23 sekund

SQE 2-35 NE

$Q=2\text{m}^3/\text{h}$ $H=31\text{m}$

Teža= 3,7kg

Vzorčenje je potekalo v štirih serijah. Prvič sem terenske meritve opravil 10. maja 2011. Ostali datumi vzorčenj so še: 8. junij, 10. junij, 27. junij, 30. junij, 18. julij in 20. julij. Pri prvih terenskih meritvah sem opravil le meritve površinskih vod in nisem odvil vzorcev. Pri naslednjih treh terenskih meritvah pa sem odvil tudi vzorce vode. Vzorce vode iz obeh potokov sem odvil vedno istočasno, ko sem opravljal meritve z WTW instrumentom. Vzorce iz vrtin pa sem vedno odvil približno dva do tri dni po vzorčenju površinskih vod. Razlog za tako zakasnitev je v tem, da sem se pred vzorčenjem vedno moral dogovoriti z zaposlenimi na CERO Ajdovščina. Nekajkrat so na odlagališču v vrtinah izvajali preskuse, tako da vzorcev ni bilo moč odvzeti na isti dan. Meritve površinskih vod in odvil vzorcev sem vedno opravil v popoldanskem času, okrog 17 ure. Vzorce iz vrtin pa sem odvil v dopoldanskem času, okrog 9. ure.

Ker analiz vode nisem opravil takoj, sem takoj po vzorčenju vzorce zamrznil v skrinji pri -17°C . Iz skrinje sem jih odvil 12 ur pred analizami v laboratoriju in jih odtajal na sobni temperaturi.

3.5.3 Laboratorijske analize vode

V laboratoriju Univerze v Novi Gorici sem analiziral vzorce in jim določili KPK, amonij, BPK_5 in DOC.

Določanje KPK

Kemijsko potrebo po kisiku sem določil s pomočjo fotometra NANOCOLOR 500D in seta testov NANOCOLOR CSB 40. Pri tej analizi sem uporabil test 0-27. Najprej sem moral v testerčke odpipetirati 2 mL vzorca. Nato sem te testerčke zaprl in jih dal v plastično vialo ter jo prav tako zaprl. Te vzorce sem nato približno 30 sekund pretresal. Ko sem vzorce dobro pretresel, sem jih dal segrevati za 2 uri na 148°C . Po dveh urah sem počakal še približno 40 minut, da so se vzorci ohladili na sobno temperaturo. Nato sem vse testerčke obrisal in očistil s papirnato brisačo, da ne bi prišlo do motenj pri meritvah. Nato sem vsak testerček posebej postavil v aparaturo in izmeril vrednost KPK. Rezultate mi je fotometer avtomatsko podajal v mg/L O_2 .

Določanje amonija

Koncentracijo amonijevega iona sem določil s pomočjo testov podjetja Macherey-Nagel in fotometra NANOCOLOR 500D. Najprej sem za analizo amonija uporabil hiter test ammonium 10 - test 0-04. Najprej sem v testerčke odpipetiral 1 mL vzorca. Takoj zatem sem v vzorec dal 1 delec NANOFIX RD. Nato sem vzorec zaprl in ga vstavil v plastično vialo. Tudi tokrat sem približno 30 sekund pretresal vzorec. Pri naslednjem koraku sem vse vzorce dobro in pazljivo obrisal in očistil, ter jih nato pustil 15 minut na stojalu, da se je vzorec dobro raztopil. Po petnajstih minutah sem vzorce enega za drugim vstavil v fotometer in izmeril vrednosti amonija. Pred tem sem moral na aparaturi nastaviti način podajanja rezultatov. Na voljo sem imel $\text{mg/l NH}_4\text{-N}$, mg/l NH_4^+ in mg/l NH_3 . Sam sem si izbral prvo možnost, torej amonij kot dušik.

Ker je bila pri vzorcih iz vrtine B2, vsebnost amonija previsoka in je nisem mogel določiti, sem za ta vzorec uporabil še test ammonium 50 - test 0-05. Pri tem postopku sem moral najprej v testerček odpipetirati 200 µL vzorca. Nato sem v testerček vstavil še en delec NANOFIX R2 in zaprl testerček. Testerček sem nato položil v plastično vialo in ga dobro pretresel. Zatem sem ga obrisal in očistil s papirnato brisačo in počakal 15 minut, da se je vzorec dobro porazdelil. Po 15 minutah sem izmeril vrednost. Tudi pri tem testu sem moral na fotometru izbrati način podajanja rezultatov. Ponovno sem se odločil za mg/L NH₄-N. Pri prvi analizi je bila vrednost amonija tudi pri tem testu previsoka, zato sem pri naslednjih analizah vzorce iz vrtin redčil. Preskusno pa smo analizirali tudi oba nerazredčena vzorca. Pri razredčenih vzorcih sem tako v testne tube odpipetiral 160 µl 1x deionizirane vode in 40 µl vzorca. Tako sem dobili 5-krat redčene vzorce.

Določanje BPK

Tudi biološko potrebo po kisiku sem določil s testi NANOCOLOR BOD₅-TT R0 in s pomočjo fotometra NANOCOLOR 500D. Najprej sem moral vzorcem izmeriti pH, ker mora biti pH pri teh testih med 6 in 8. Če je vrednost pH-ja prenizka ali previsoka, je potrebno vzorce prefiltrirati. Pred meritvijo pH-ja sem vzorce dal v ultrazvočno kopel, da so se trdi delci raztopili. Vzorca so imeli pH vrednosti od 7,4 do 7,7, vendar sem jih pred meritvijo BPK₅ vseeno prefiltriral, zaradi morebitnih usedlin. Uporabil sem 0,45 µm celulozni filter. Po filtriranju sem odpipetiral 20 mL vzorce v vialo in pretresal 30 sekund. Nato sem testerčke do vrha napolnil z vzorci vode, da v njih ni bilo zračnih mehurčkov. Vzorce sem postavil v inkubator, v temo, in jih 5 dni inkubiral pri sobni temperaturi 20 ± 1 °C.

Po petih dneh inkubacije, je bilo potrebno vzorcem izmeriti koncentracijo raztopljenega kisika. Pri tem postopku nisem potreboval 1-krat deionizirane vode, prepihane s kisikom, ker vzorcev nisem redčili, ampak sem uporabili kar razmerje 1:1. Najprej sem odprl testne tube in dodal 2 kapljici BOD₅-TT R1 ter 2 kapljici BOD₅-TT R2. Tube sem zaprl brez zračnih mehurčkov in jih dobro pretresel. Nato sem moral počakati dve minuti. Po dveh minutah sem odprl testne tube in dodal 5 kapljic BOD₅-TT R3. Tube sem zopet zaprl brez zračnih mehurčkov in jih dobro pretresel, da so se delci raztopili. Po končanem pretresanju sem očistil zunanjo površino testnih tub in se pripravil na meritev. V fotometru sem moral vtipkati metodo 8252. Nato sem lahko začel meriti. Vrednost BOD₅ nerazredčenih vzorcev se direktno podaja v mg/L O₂.

Določanje DOC

Za meritve DOC sem uporabil aparat Multi N/C - 3100 Analytik Jena. Pri tem postopku sem moral najprej prefiltrirati vzorce skozi 45µm filter. Najprej sem poskusil z 20 mL brizgo na katero sem namestil 45µm filter, vendar filtriranje ni uspelo. Verjetno so vzorca vsebovali preveč majhnih delcev in ti so takoj zamašili filter. Mogoče pa je bil tudi tlak prenizek, da bi lahko voda prehajala skozi filter. Zato sem nato uporabil filtre na podtlak. V tem primeru je bil tlak dovolj močan in voda je lahko prehajala skozi filter. Tako so se na filtru nabrali delci, jaz pa sem za analizo uporabili prefiltrirano vodo. Za filtriranje sem uporabil filter – peel corner millipore 45µm.

Pri vseh vzorcih sem izmeril DOC. To je raztopljen organski ogljik. Prvi razlog, zakaj sem se odločil za DOC je ta, da je bolj uporaben podatek, katere snovi so raztopljene v vodi. Drugi pa ta, da voda iz vrtin vsebuje veliko delcev, ki bi lahko zapackali instrument za merjenje TOC. Prefiltrirane vzorce, natančneje vzorce PO₂, PU₂, B1 in B2, je bilo potrebno razredčiti z 2-krat deionizirano vodo, ker lahko 1-krat deionizirana voda še vedno vsebuje preveliko vsebnost ogljika, jaz pa sem meril ravno celoten organski ogljik. Preden sem vialo postavil na analizator sem moral pripraviti 10% raztopino H₃PO₄. Ta raztopina potrebuje aparat za žganje pri meritvah TOC in sicer za odstranitev karbonata iz vzorcev.

Za analizo vzorcev PO1 in PU1 sem lahko uporabil kar nerazredčene vzorce, ker sem pričakoval, da voda v teh vzorcev ne bo vsebovala veliko raztopljenega organskega ogljika. Vzorce vode PO2 in PU2 sem razredčil z 2-krat deionizirano vodo. Ker sem v teh vzorcih pričakoval nekoliko višjo vsebnost raztopljenega organskega ogljika, sem v 10 ml vzorca odpipetiral 10 ml deionizirane vode. Tako sta bila ta dva vzorca vode 2-krat razredčena. Tudi vzorca vode iz vrtin B1 in B2 sem razredčil z 2-krat deionizirano vodo. Pri teh dveh vzorcih pa sem v 1ml vzorca odpipetiral 24 ml deionizirane vode, ker sem pričakoval še višje vsebnosti raztopljenega organskega ogljika. Tako sta bila vzorca vode iz vrtin 25-krat razredčena. Pri kasnejšem podajanju rezultatov sem moral upoštevati ta redčenja.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Izračun vodne bilance z rezultati

S pomočjo meteoroloških podatkov iz meteorološke postaje na odlagališču CERO Ajdovščina (Slika 8), sem izračunal količino izcednih vod. Za ta izračun sem uporabil mesečne povprečne vrednosti. Odtok po površini pa sem ocenil na 10%.

Potencialno evapotranspiracijo (ETP) sem izračunal s pomočjo empirične formule po Thornthwaitu. Za izračun po tej metodi sem se odločil, ker nisem imel na voljo drugih parametrov. Pri tem izračunu sem potreboval srednje mesečne temperature in dolžino dneva. Predpostavil sem, da je pri temperaturi 0 °C evapotranspiracija enaka 0. Izračunal sem potencialno evapotranspiracijo v milimetrih v obdobju od 1. januarja 2010 do 31. decembra 2010. Za izračun potencialne evapotranspiracije v letu 2010 sem moral izračunati potencialno evapotranspiracijo za vsak posamezen mesec. Za korekcijski faktor (L_d) sem uporabil vrednosti za posamezen mesec na zemeljski geografski širini 46°. Rezultat potencialne evapotranspiracije za leto 2010 sem dobil z vsoto posameznih vrednosti potencialne evapotranspiracije za posamezen mesec. Za izračun ETP sem tako uporabil enačbe (4), (5) in (6).

Količino izcednih vod sem tudi izračunal za leto 2010. Pri tem sem uporabil vsoto padavin v obdobju od 1. januarja 2010 do 31. decembra 2010.

Preglednica 3: Srednje mesečne temperature, količine padavin in potencialna ETP za leto 2010

Mesec	Srednja mesečna temperatura (°C)	Padavine (mm)	Potencialna ETP (mm)
Januar 2010	2,2	47,2	3,3
Februar 2010	4,6	109,7	9,5
Marec 2010	7,5	47	23,7
April 2010	13,1	26,2	57,1
Maj 2010	15,9	176,8	85,4
Junij 2010	22,2	0	138,2
Julij 2010	24,8	13	161,3
Avgust 2010	22,1	46,7	127,9
September 2010	17,4	325,6	78,1
Oktober 2010	12,6	84,3	45,9
November 2010	10,1	190,2	34,1
December 2010	3	180,3	4,8
povprečje / vsota	12,96	1247	769,3

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{\overline{T_{m_i}}}{5} \right)^{1,514} = \left(\frac{2,2}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{4,6}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{7,5}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{13,1}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{15,9}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{22,2}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{24,8}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{22,1}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{17,4}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{12,6}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{10,1}{5} \right)^{1,514} + \left(\frac{3}{5} \right)^{1,514} = 57,436$$

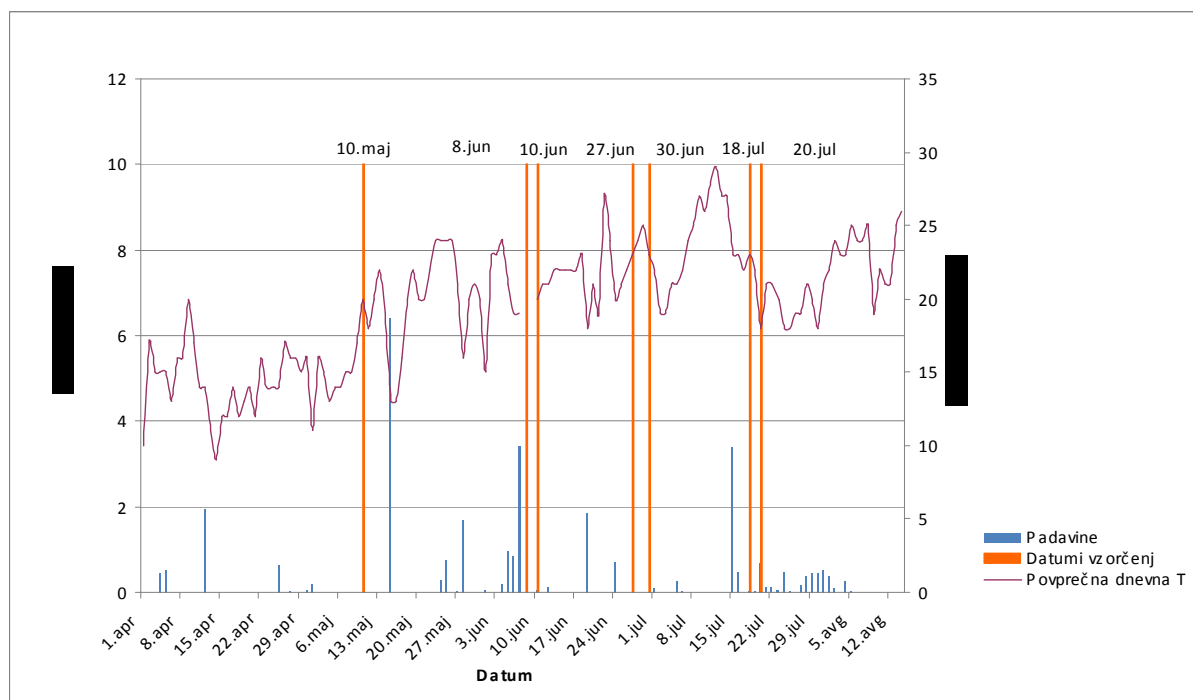
$$a = 6,75 * 10^{-7} * 57,436^3 - 7,71 * 10^{-5} * 57,436^2 + 0,01791 * 57,436 + 0,49239 = 1,395$$

$$\begin{aligned}
 ETP &= 16 \cdot 0,79 \cdot \left(\frac{10 \cdot 2,2}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 0,81 \cdot \left(\frac{10 \cdot 4,6}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,02 \cdot \left(\frac{10 \cdot 7,5}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,13 \cdot \left(\frac{10 \cdot 13,1}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,29 \cdot \left(\frac{10 \cdot 15,9}{57,436} \right)^{1,395} \\
 &+ 16 \cdot 1,31 \cdot \left(\frac{10 \cdot 22,2}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,31 \cdot \left(\frac{10 \cdot 24,8}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,22 \cdot \left(\frac{10 \cdot 22,1}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 1,04 \cdot \left(\frac{10 \cdot 17,4}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 0,96 \cdot \left(\frac{10 \cdot 12,6}{57,436} \right)^{1,395} \\
 &+ 16 \cdot 0,97 \cdot \left(\frac{10 \cdot 10,1}{57,436} \right)^{1,395} + 16 \cdot 0,74 \cdot \left(\frac{10 \cdot 3}{57,436} \right)^{1,395} = 769,36
 \end{aligned}$$

Skupna površina obstoječega odlagališča znaša 7,7 hektarov. En hektar je enak 10.000 m², torej znaša površina odlagališča 77.000 m².

$$IV = (1247 - 769,36 - 124,7) \cdot 77000 = 27176380L = 271764hL$$

Iz bilance izračunana količina izcednih vod v letu 2010 znaša 271.764 hektolitrov.



Slika 8: Prikaz količine padavin in temperature ter datumov vzorčenja

Pri Komunalno stanovanjski družbi Ajdovščina sem poskušal najti podatke o dejanskih količinah izcednih vod na odlagališču za leto 2010. Vendar teh podatkov nimajo, ker so imeli težave z meteorološko postajo. Posredovali pa so mi podatek, koliko vode je bilo izpuščene v potok Puščavec v letu 2010. Preko iztoka v potok je v letu 2010 oteklilo 111.743 hektolitrov vode. To pomeni, da so v ozračje s pomočjo razprševanja izpustili 160.021 hektolitrov vode.

4.2 Rezultati analiz vode

4.2.1 Meritve in rezultati analize odvzetih vzorcev površinskih vod

Meritve in vzorčenje površinskih vod sem opravil v štirih serijah. Pri prvi seriji (10. 5. 2011) sem opravil le meritve s pomočjo WTW instrumenta in nisem odvzel vzorcev. V naslednjih treh serijah pa sem istočasno opravil meritve in odvzel vzorce. Rezultate meritev in analiz vzorcev vode sem podal v preglednicah po posameznih merilnih mestih. Preglednice z rezultati se nahajajo v prilogi A.

Na terenu sem opravil meritve temperature vode, električne prevodnosti, pH in vsebnosti kisika. Iz preglednic je razvidno, da je temperatura vode iz meseca v mesec naraščala, vzporedno z naraščanjem temperature v okolju. Najvišja izmerjena temperatura je bila pri tretji seriji meritev, to je 27. 6. 2011. V zadnji seriji meritev, 18. 7. 2011, pa je spet nekoliko padla. To je povsem razumljivo, saj so bile tudi temperature zraka konec junija višje kot pa v juliju. Dokaz, da so bile konec julija temperature zraka zelo visoke in da v tem obdobju ni bilo veliko padavin, je tudi ta, da je bila struga potoka Puščavca pred odlagališčem suha. Najvišjo temperaturo vode sem izmeril v tretji seriji meritev, v potoku Podovščku, po odlagališču. Vzrok temu je relativno slaba zaraščenost obrežja, kar omogoča direktno pot sončnih žarkov do potoka. Voda v tem delu je bila zelo plitva in skoraj stoječa, zato se je na soncu zelo hitro segrela.

Vrednosti električne prevodnosti pa so na vseh štirih merilnih mestih skozi čas nihale. Najnižje vrednosti sem izmeril na četrtem merilnem mestu (Podovščak 2), kar kaže na dokaj nizko vsebnost vode z raztopljenimi ioni. Razumljivo je, da so v tem potoku vrednosti električne prevodnosti nižje, saj izcednih vod iz odlagališča ne spuščajo vanj. Najvišja električna prevodnost pa je skozi celoten čas vzorčenja bila na merilnem mestu PU2, torej tik za iztokom izcednih vod iz odlagališča. Visoka električna prevodnost kaže na to, da je količina raztopljenih ionov v vodi visoka. Na tem mestu so bile vrednosti vedno nad 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Na manj obremenjenih delih pa vrednosti niso presegle 550 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najvišje vrednosti na vseh merilnih mestih so bile izmerjene pri zadnjem vzorčenju, kar bi lahko bila posledica izpiranja meteorne vode iz odlagališča v vodotoke, saj je bila meritev izvedena tik po močnem deževju.

Na terenu sem izvajal tudi meritve pH. Na vseh merilnih mestih se pH vrednosti skozi čas gibljejo med 7 in 8,5. Le na merilnem mestu PO2 je vrednost 27. 6. 2011 znašala 8,83. Vzrok za to je verjetno, da je bila temperatura vode pri tej meritvi zelo visoka (31,3 °C). Visoka temperatura vode pa pomeni majhno količino raztopljenih plinov (tudi CO₂), kar posledično lahko poviša pH vrednost. Glede na te podatke lahko vodo v obeh potokih uvrstimo med relativno trde vode.

Zadnja meritev, ki sem jo izvajal na terenu je bila koncentracija kisika v vodi. Iz rezultatov sem ugotovil, da je koncentracija kisika v vodi padala z naraščanjem njene temperature. To je povsem razumljivo, saj se kisik pri višjih temperaturah slabše raztaplja v vodi. Najvišjo vrednost koncentracije kisika sem izmeril na merilnem mestu PO2, pri tretji seriji meritev. Tu koncentracija kisika v vodi skoraj presega 100%. 100 % nasičenosti s kisikom pomeni najvišjo možno nasičenost ob danem zračnem tlaku in temperaturi; lahko pa tudi presega 100 %, če je primarna produkcija v vodi večja od respiracije (Urbančič in Toman, 2003). Ostale vrednosti nasičenosti s kisikom pa so relativno nizke, za kar je lahko vzrok zelo nizek pretok. Na mestih z nizkim pretokom je voda slabše prezračena in vsebuje manjše količine v vodi raztopljenega kisika.

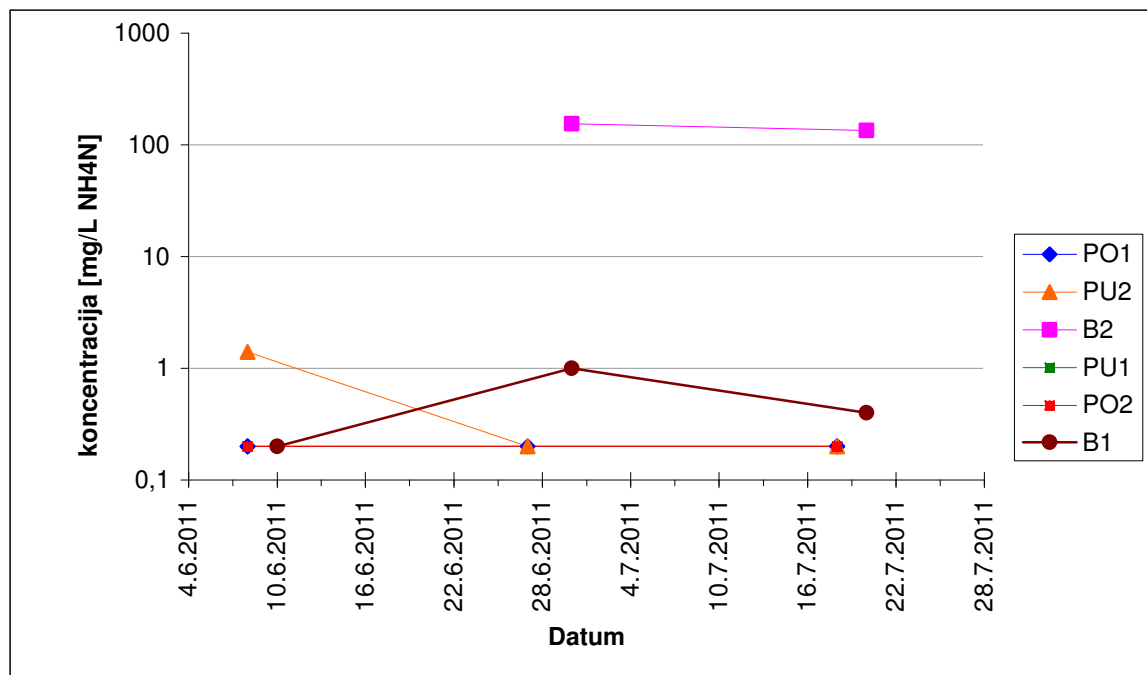
4.2.2 Rezultati analize odvzetih vzorcev vode iz vrtin

Iz vrtin B1 in B2 sem odvezel le vzorce vode, ki sem jih nato analiziral v laboratoriju. Rezultate analiz vzorcev vode sem podal v preglednicah po merilnih mestih. Preglednice z rezultati se nahajajo v prilogi B.

Pri pregledu končnih rezultatov analiz vzorcev vode iz vrtin sem ugotovil, da so rezultati analize KPK vzorcev iz vrtin napačni. Vrednosti KPK v vrtinah so glede na vrednosti DOC občutno prenizke. Običajno je razmerje $TOC/KPK = 0,4$, torej je razmerje z DOC še nižje. Menim, da do napak ni prišlo med analizo vzorcev, saj sem postopek za analizo KPK dosledno upošteval. Najverjetneje so se napake zgodile že med vzorčenjem. Pri odvzemu vzorcev iz vrtin so mi pomagali zaposleni na odlagališču. Vzorce vode smo odvzeli s pomočjo črpalke in morda nismo dovolj časa pustili, da je vsa voda, ki je bila predhodno v cevi, odtekla ven. Tako smo odvzeli vzorec vode, katera je bila že predhodno v cevi in tako vzorec ni bil pravi. Mogoče pa je do napak pri rezultatih KPK prišlo, ker vzorcev vode nisem analiziral svežih, temveč sem jih takoj po odvzemu zamrznil. Možno je tudi, da je pri odtajanju voda v vzorcih prišla v stik s kisikom in je tako lahko prišlo do napačnih rezultatov.

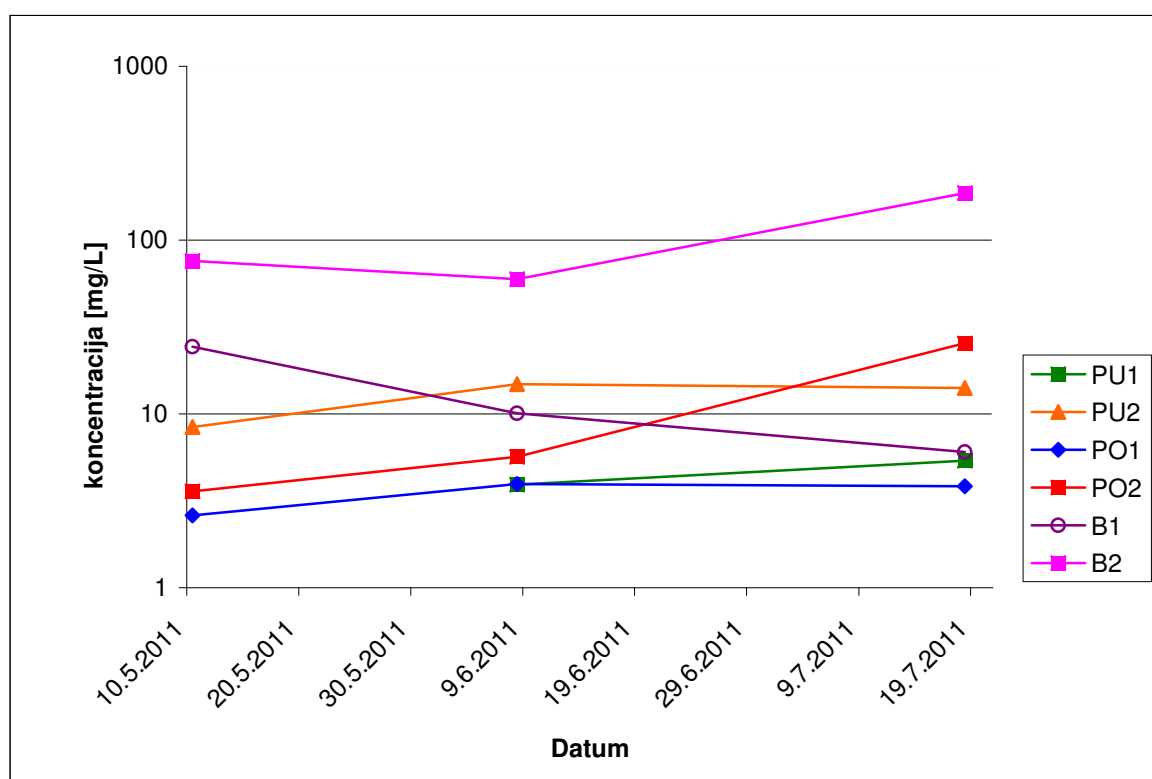
4.3 Rezultati meritev vsebnosti amonija in DOC na vseh merilnih mestih

Na grafih (*Slika 9* in *Slika 10*) sem želel pokazati, kako se parametra amonij in DOC spreminjata na različnih merilnih mestih skozi celoten čas vzorčenja. Za prikaz sem si najprej izbral amonij, ker je ta v izcednih vodah najbolj povišan in posledično problematičen. Tudi v poročilih obratovalnih monitoringov, ki so jih izvajali na odlagališču CERO Ajdovščina, sem opazil, da je bila v nekaterih primerih povišana vsebnost amonija v izcednih vodah. Drugi parameter, ki sem ga posebej prikazal na grafu pa je raztopljen organski ogljik. Za njegov prikaz pa sem se odločil predvsem zaradi visokih vrednosti, ki sem jih izmeril v vzorcih iz vrtine B2.



Slika 9: Spreminjanje koncentracij amonija skozi čas na merilnih mestih PU1, PU2, PO1, PO2, B1 in B2

Koncentracijo amonija sem izmeril v laboratoriju Univerze v Novi Gorici. Rezultati za merilna mesta PU1, PO1 in PO2 so bili skozi celotno obdobje vzorčenja pod 0,2 mg/L. Torej na vseh merilnih mestih, kjer ni iztoka izcednih vod iz odlagališča. Na merilnem mestu PU2, ki je tik za iztokom izcednih vod iz odlagališča, pa so vrednosti amonija padale. Najvišja vrednost je bila pri prvem vzorčenju, 8. 6. 2011. Pri naslednjih dveh vzorčenjih pa je bila tudi v tem primeru vrednost pod 0,2 mg/L. To lahko pojasnimo s sistemom izpuščanja izcednih vod iz odlagališča. Pri prvem vzorčenju so izcedno vodo v majhnih količinah izpuščali iz odlagališča, ker je zaradi deževja niso mogli v celoti zadržati v zbirnem bazenu, v naslednjih dveh serijah vzorčenj pa izcedne vode sploh niso izpuščali iz odlagališča. Vremenske razmere so bile takšne, da so lahko vso vodo zadržali v zbirnem bazenu in jo nato razpršili po brežinah, kjer je zaradi visoke potencialne evapotranspiracije, izhlapela. Na merilnem mestu B1 je koncentracija amonija nihala. Vendar so vrednosti še vedno zelo nizke. Najvišje koncentracije amonija pa sem izmeril v vzorcih iz vrtine B2. Pri prvi seriji vzorčenj nisem uspel določiti vrednosti amonija, zaradi napačne izbire testa. Vrtina B2 sega do dna odlagališča in ima stik z odlagališčno vodo, zato so tudi vrednosti amonija zelo visoke.

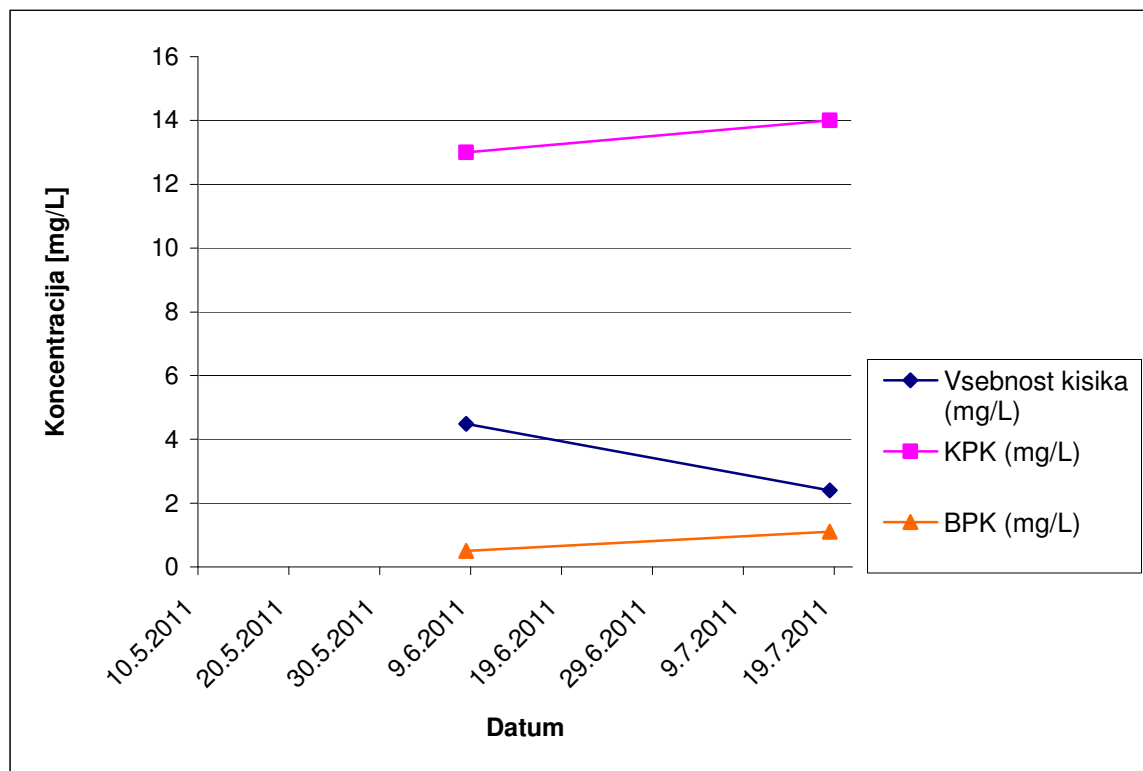


Slika 10: Spreminjanje koncentracij DOC skozi čas na merilnih mestih PU1, PU2, PO1, PO2, B1 in B2

Koncentracijo DOC sem izmeril s pomočjo aparata Multi N/C - 3100 Analytik Jena. Rezultati so na vseh merilnih mestih, skozi celotno obdobje vzorčenja, nihali. Najvišje vrednosti so bile zopet na merilnem mestu B2, kar je seveda povsem razumljivo, saj odpadki vsebujejo veliko organskega ogljika. Visoka vrednost DOC je bila tudi na merilnem mestu B1 in sicer pri prvem vzorčenju. Nato pa je skozi celotno obdobje vzorčenja padala. Zanimiv je tudi podatek za merilno mesto PU2. Od vseh vzorcev vode iz potokov, je bila koncentracija na tem mestu najvišja, kar je spet posledica iztoka izcednih vod iz odlagališča. Najnižje in najbolj konstantne vrednosti DOC pa so bile na merilnem mestu PO1. Vzrok za to je verjetno ta, da je na tem merilnem mestu najmanj rastlinja v vodi.

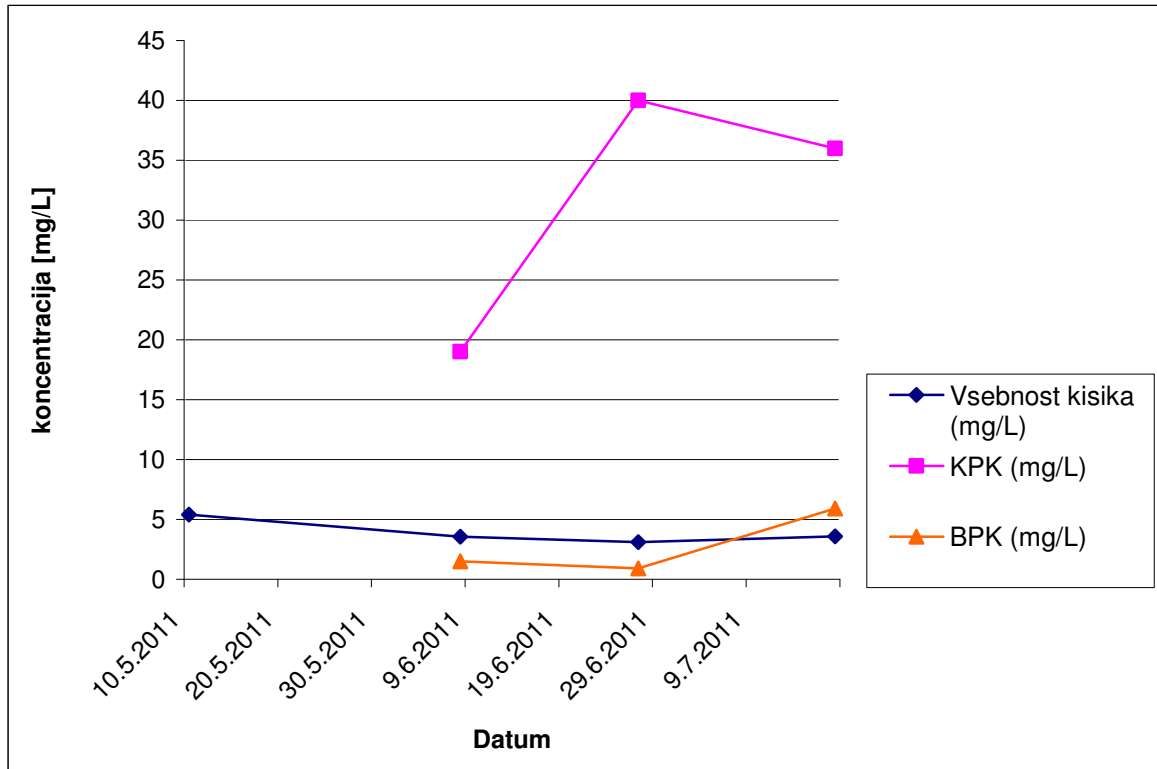
4.4 Rezultati meritev prevodnosti, vsebnosti kisika, KPK, BPK₅, amonijevega iona in DOC na posameznem merilnem mestu

V tem poglavju sem želel na enem grafu predstaviti več parametrov, katerih vrednosti veljajo le za eno merilno mesto. S tem sem poskušal ugotoviti povezave vsebnosti različnih parametrov na posameznem merilnem mestu. Za posamezno merilno mesto sem izdelal dva grafa. Na prvem sem prikazal koncentracije vsebnosti kisika, KPK in BPK₅, na drugem pa koncentracijo amonija, DOC in prevodnosti. Za tak sistem sem se odločil zaradi različnih vrednosti koncentracij, ki sem jih podal na y osi. Če bi na enem grafu prikazal vseh šest parametrov, bi bil graf zelo nepregleden in iz njega ne bi bilo mogoče razbrati podrobnosti.



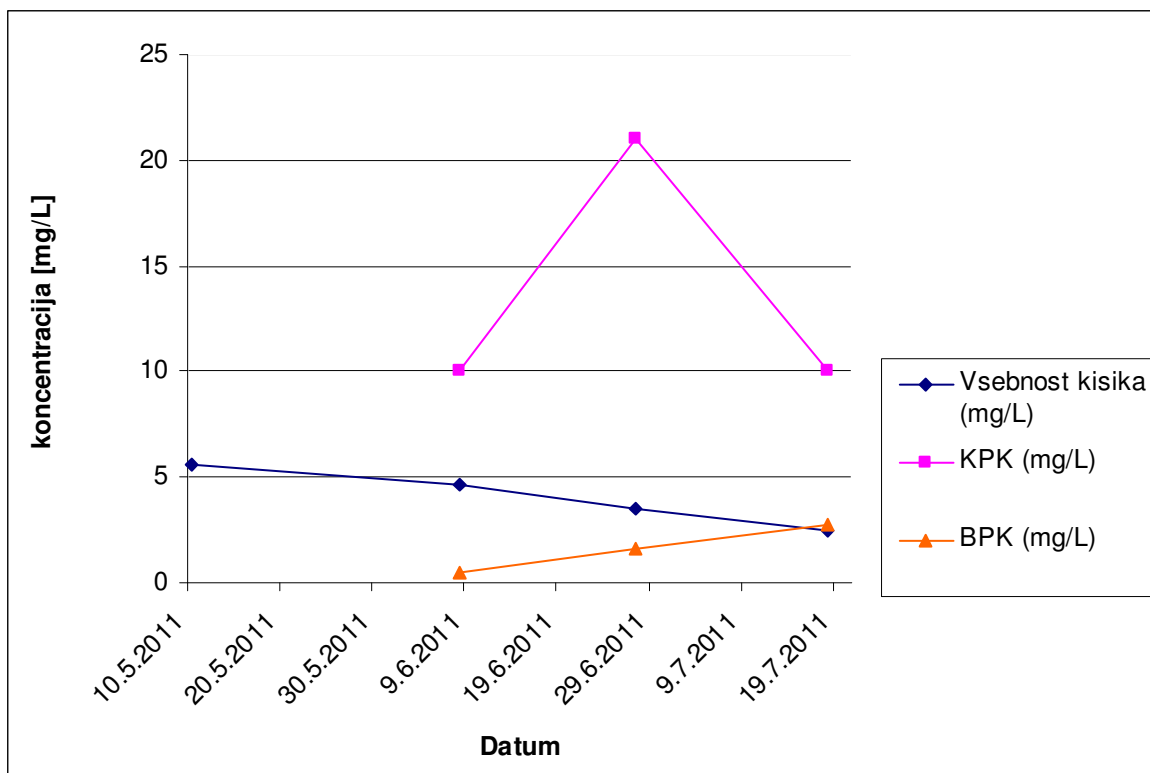
Slika 11: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu PU1

Merilno mesto PU1 se nahaja pred odlagališčem in je zato manj onesnaženo kot merilno mesto PU2. Za to merilno mesto sem uspel podatke pridobiti le za dve vzorčenji. Pri ostalih dveh vzorčenjih je bil Puščavec pred deponijo suh. Kot vidimo na grafu (*Slika 11*) sem najvišje vrednosti na tem merilnem mestu izmeril za kemijsko potrebo po kisiku. Najvišje vrednosti KPK so bile takrat, ko so bile temperature vode najvišje. Podobno velja za biološko potrebo po kisiku, le da so tu vrednosti znatno nižje. Obratno pa velja za vsebnost kisika, ki je bila najnižja takrat, ko je bila temperatura vode najvišja. Iz tega lahko sklepamo, da za povišane vrednosti KPK ni bilo krivo onesnaženje, ampak razmere v okolju.

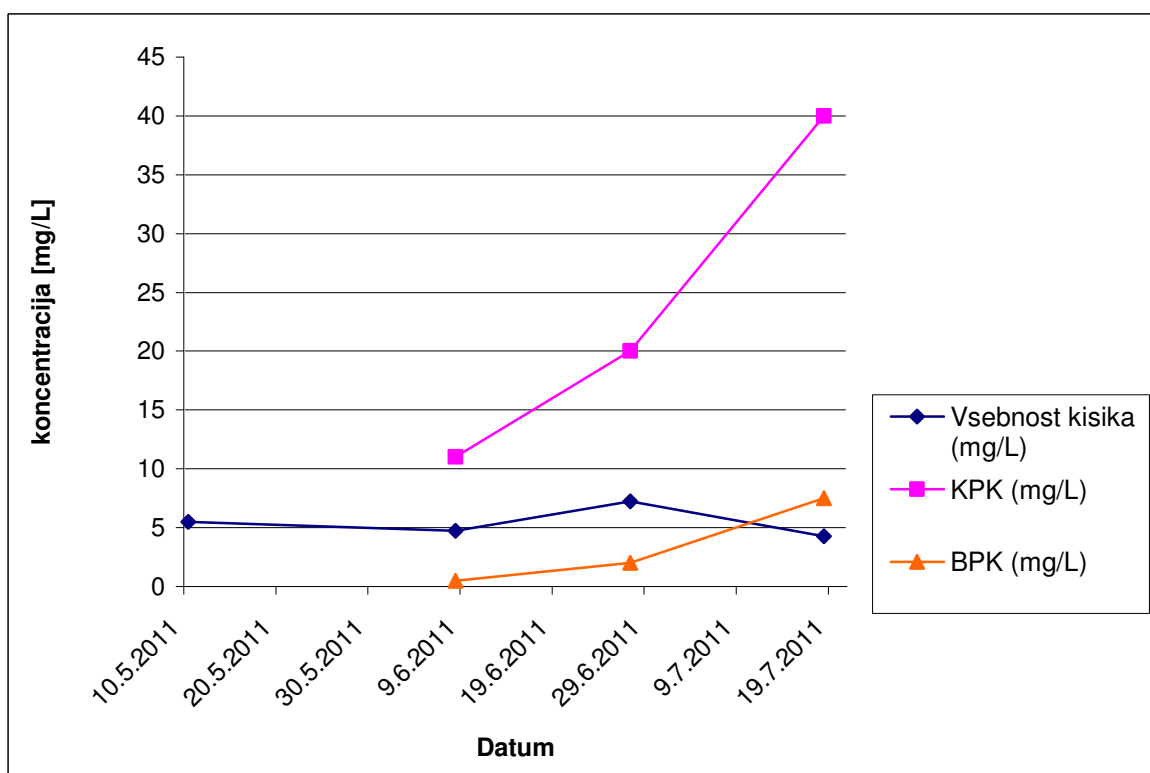


Slika 12: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu PU2

Na merilnem mestu PU2 so izmed vseh merjenih parametrov (*Slika 12*) najbolj nihale vrednosti KPK. Na tem merilnem mestu so bile koncentracije KPK občutno višje kot na merilnem mestu PU1, kar lahko brez dvoma pripišemo onesnaženju z izcednimi vodami. Povišana je bila tudi koncentracija BPK₅, ki je najvišjo vrednost dosegla pri zadnjem vzorčenju. Tudi povišana koncentracija BPK₅ kaže na onesnaženje potoka z izcednimi vodam iz odlagališča. Najbolj konstantna je vsebnost kisika. Koncentracije so primerljive z merilnim mestom PU1. Iz tega lahko sklepamo, da je vsebnost kisika pogojena s temperaturo vode.

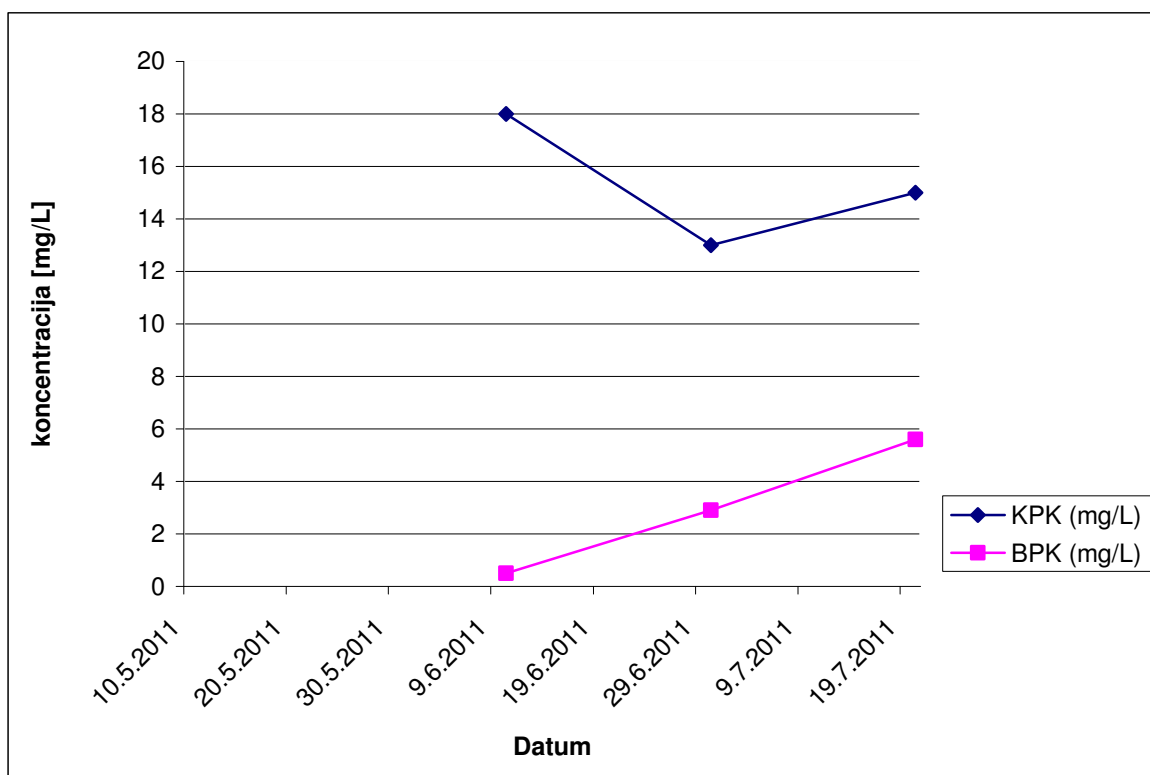


Slika 13: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu PO1

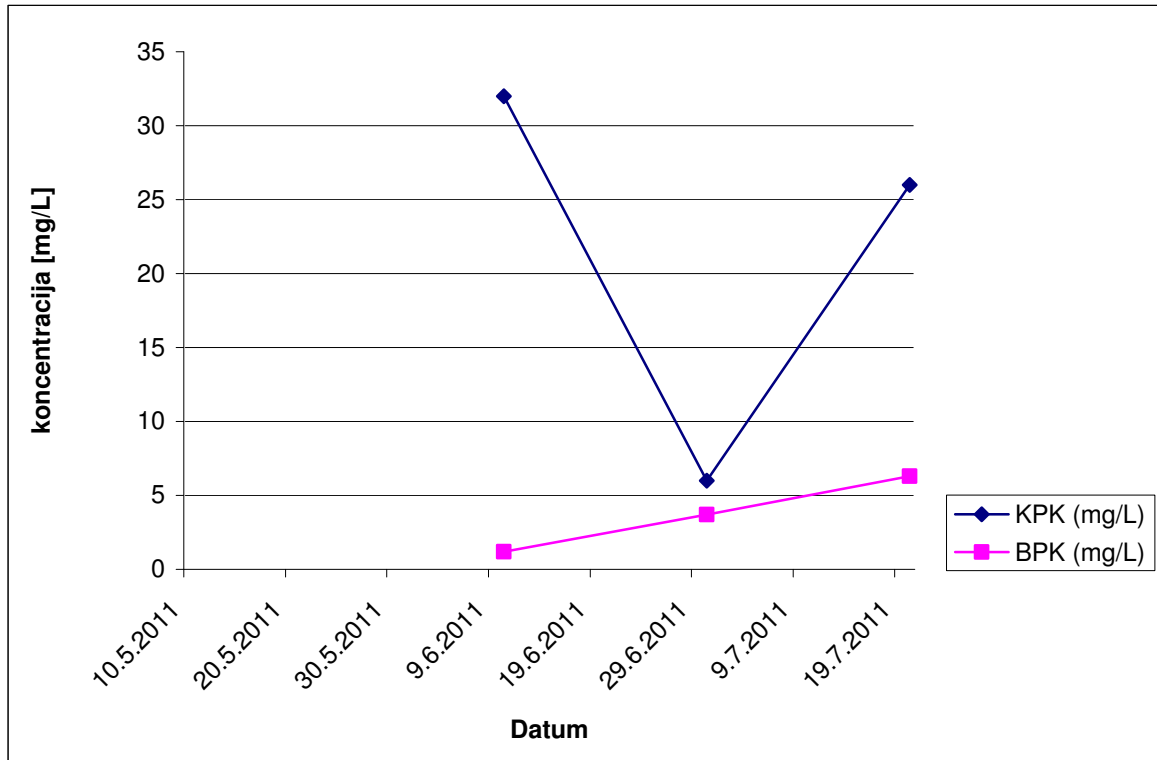


Slika 14: Spreminjanje koncentracij vsebnosti kisika, KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu PO2

Na tretjem (PO1) in četrtem merilnem mestu (PO2) so koncentracije vsebnosti kisika, KPK in BPK₅, dokaj podobne. To prikazujeta tudi grafa (*Slika 13* in *Slika 14*). Največja razlika med merilnimi mesti je bila v vrednostih KPK. Na merilnem mestu PO1 je koncentracija KPK nihala. Največjo vrednost pa je dosegla, ko je bila temperatura vode najvišja. Na merilnem mestu PO2 pa je vrednost ves čas naraščala in najvišjo vrednost dosegla pri zadnjem merjenju. Vzrok za to je verjetno v nizkem pretoku in nizki količini vode na tem merilnem mestu. Koncentraciji vsebnosti kisika sta bili na obeh merilnih mestih podobne. Razlika je v tem, da je koncentracija vsebnosti kisika na merilnem mestu PO1 stalno padala, na merilnem mestu PO2 pa nihala. Nihanje vrednosti skoraj sovпада z nihanjem temperature vode. Le ne merilnem mestu PO2 je pri tretjem vzorčenju prišlo do odstopanja. Razlog za to je verjetno že prej omenjena napaka. Vrednosti BPK₅ pa na obeh merilnih mestih naraščajo. Pri vsakem vzorčenju je bilo na obeh merilnih mestih v vodi več alg, katere so porabljale kisik. To je verjetno vzrok za naraščanje koncentracije BPK₅.



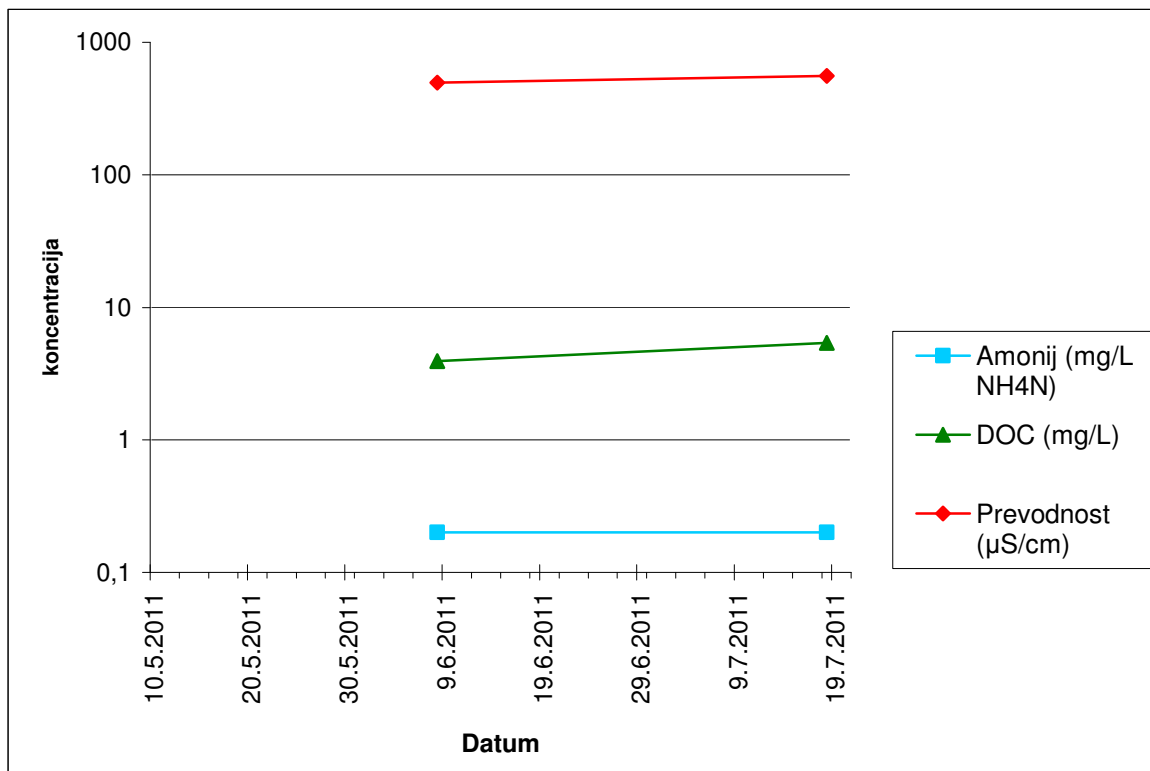
Slika 15: Spreminjanje koncentracij KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu B1



Slika 16: Spreminjanje koncentracij KPK in BPK₅ skozi čas na merilnem mestu B2

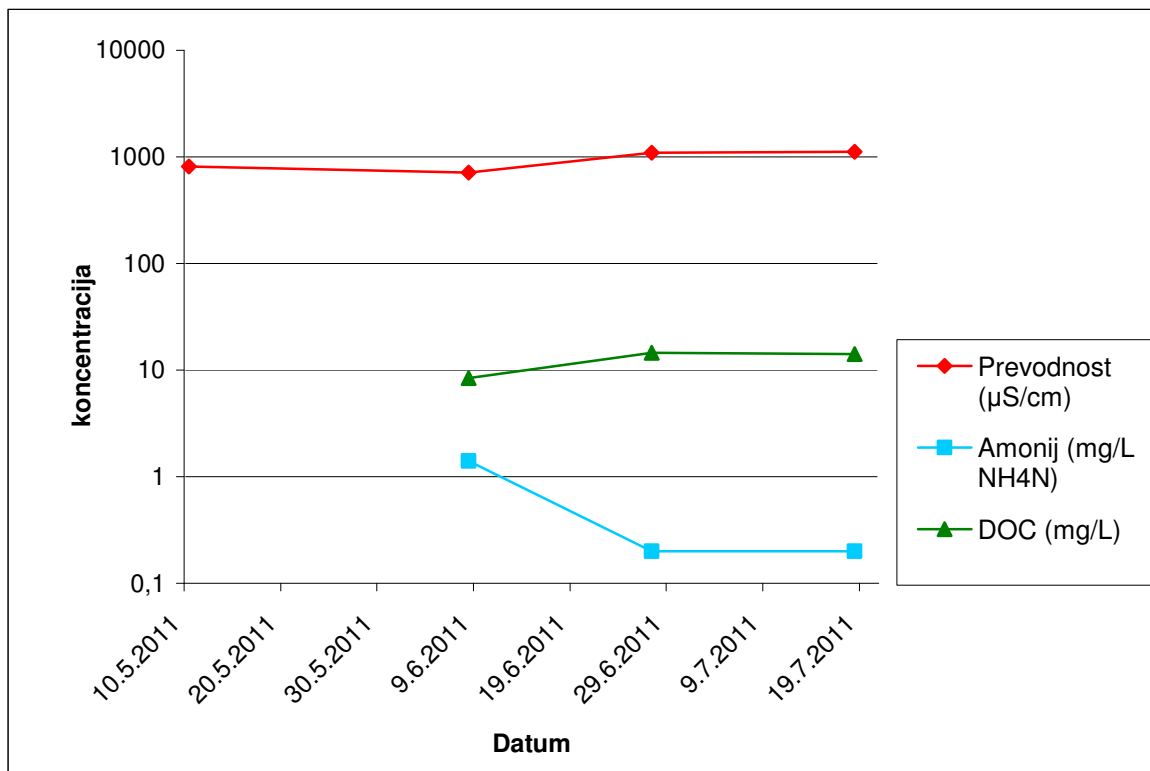
Na petem (B1) in šestem merilnem mestu (B2) nisem mogel določiti vsebnosti kisika. Vrtini sta pregloboki in sonde nisem uspel spustiti do gladine vode. Tako sem na grafih (*Slika 15* in *Slika 16*) podal le koncentracije KPK in BPK₅. Vrednosti KPK za vzorce iz vrtin so napačne, saj so občutno prenizke. Možni razlogi za to so podani v poglavju 4.2.2. Vrednosti analiz KPK pri obratovalnih monitoringih, ki so jih izvajali na odlagališču, so se gibale od 200 do 500 mg/L. V vseh primerih pa so bile vrednosti KPK v vrtini B2 precej višje kot v vrtini B1. Tudi iz mojih rezultatov je razvidno, da so vrednosti v vrtini B2 višje kot v vrtini B1. V obeh primerih vrednosti KPK nihata in sta najnižji pri drugem vzorčenju. Razlog za tak padec koncentracij pri drugem vzorčenju je verjetno ta, da so ravno nekaj dni pred vzorčenjem na deponiji v teh dveh vrtinah izvajali preskuse. Vrtini so odprli in iz njih črpali vodo, zato je pri mojem vzorčenju voda imela nižjo vrednost KPK. Zelo podobne vrednosti pa so na obeh merilnih mestih za BPK₅. Koncentraciji BPK₅ ves čas konstantno naraščata. Z meritvijo BPK₅ smo določili koncentracijo kisika, ki ga porabijo mikroorganizmi za biokemijsko oksidacijo organskih in anorganskih snovi v vodi. Iz naraščanja koncentracij BPK₅ lahko sklepamo, da je bila voda ob vsakem vzorčenju bolj onesnažena.

Na naslednjih šestih grafih sem prikazal koncentracije amonija, DOC in električne prevodnosti. Za boljši prikaz sem uporabil logaritično merilo na y osi. V nasprotnem primeru vrednosti amonija in DOC sploh ne bi bilo moč opaziti.



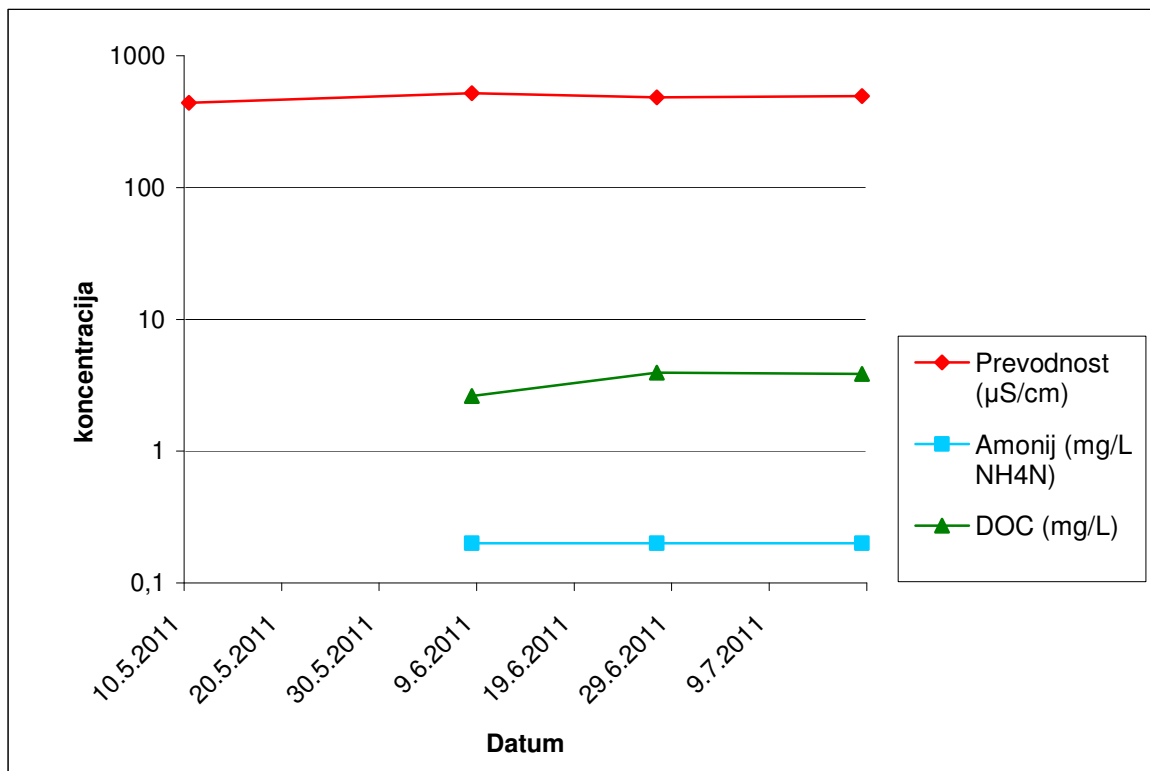
Slika 17: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PU1

Na prvem vzorčnem mestu (PU1) sem uspel odvzeti vzorce vode le dvakrat. Na grafu (*Slika 17*) so prikazane koncentracije amonija, DOC in prevodnosti. Vse tri koncentracije so dokaj konstantne. Vrednosti prevodnosti in DOC rahlo naraščata, medtem ko je vrednost amonija pod mejo detekcije. Naraščanje koncentracije prevodnosti in DOC so verjetno posledica izpiranja snovi v potok, zaradi močnega deževja.

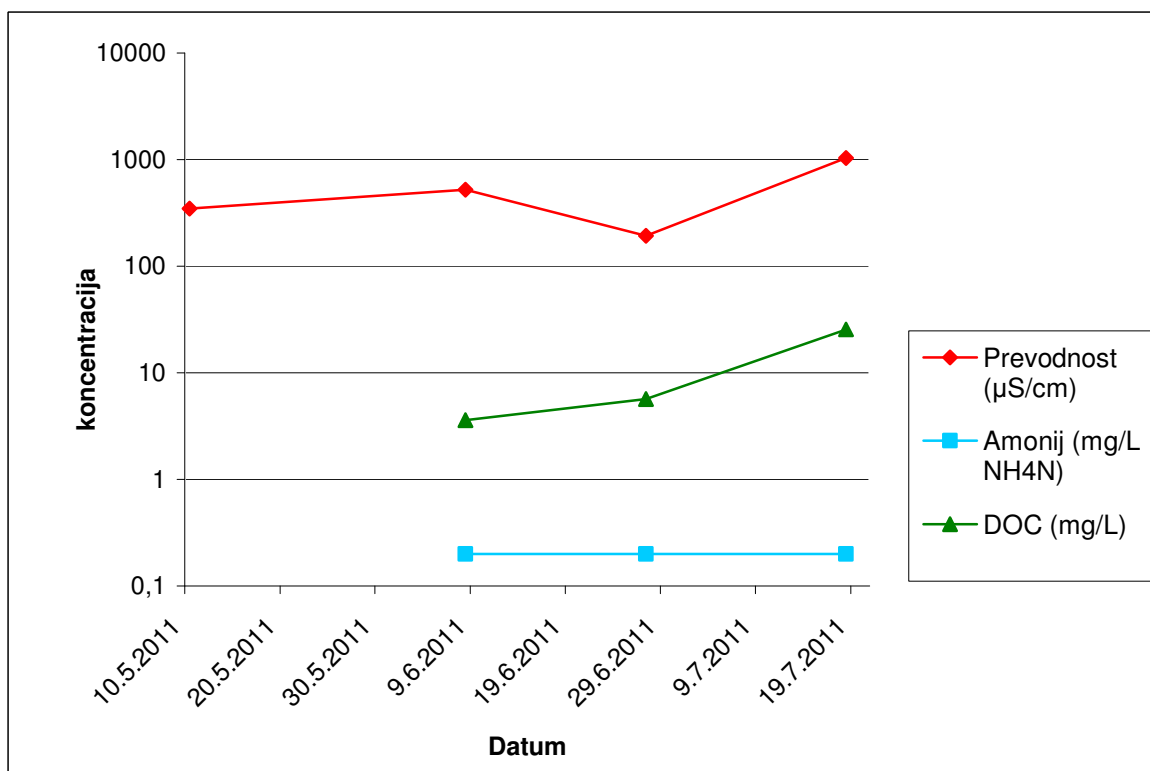


Slika 18: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PU2

Na drugem merilnem mestu (PU2) sem lahko vzorce vode odvzel v vseh treh serijah. Na tem merilnem mestu (*Slika 18*) so vse tri vrednosti (električna prevodnost, amonij, DOC) nekoliko višje kot na merilnem mestu PU1. Vzrok za to je seveda iztok izcednih vod iz odlagališča, ki je tik pred merilnim mestom. Električna prevodnost je skozi celotno vzorčno obdobje visoka. Najvišja pa je bila pri zadnjem vzorčenju, ko je verjetno prišlo do spiranja snovi v potok. Visoka vrednost električne prevodnosti pomeni, da voda vsebuje veliko raztopljenih ionov. Tudi koncentracija amonija je bila pri prvem vzorčenju nad mejo detekcije, kar nakazuje, da so v tem času iz odlagališča izpuščali izcedno vodo. Kasneje pa jim zaradi ugodnih vremenskih razmer tega ni bilo potrebno več početi.

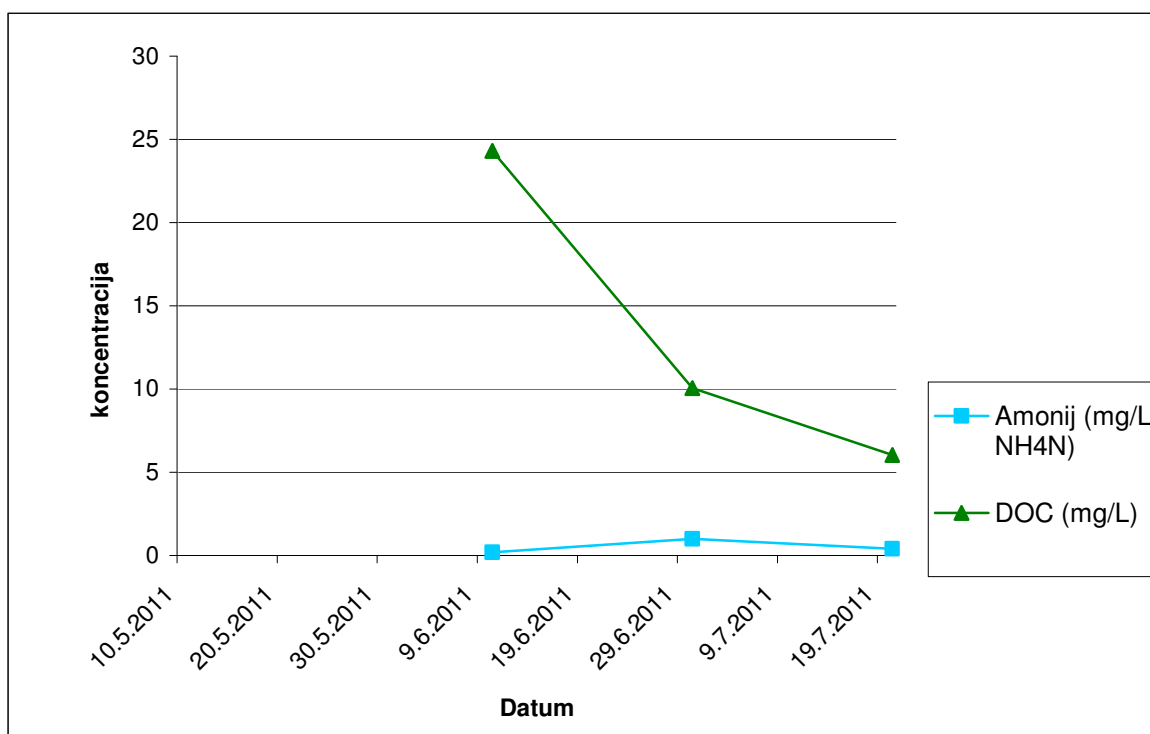


Slika 19: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PO1

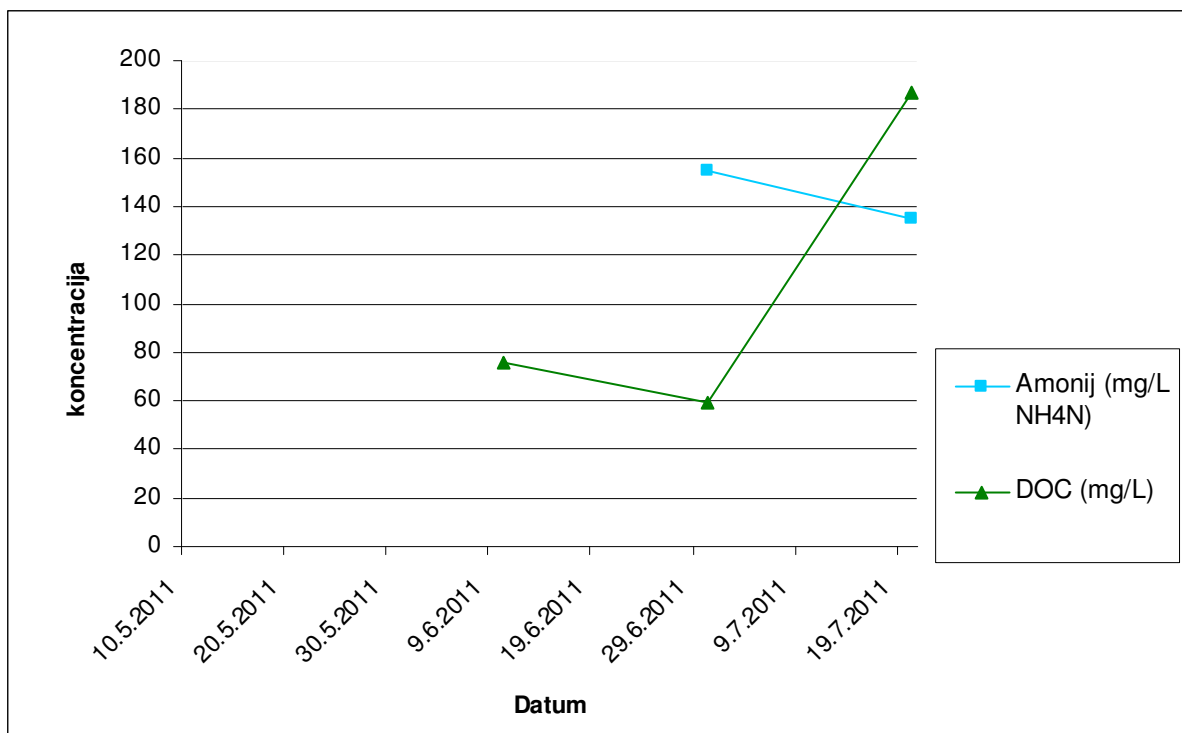


Slika 20: Spreminjanje koncentracij prevodnosti, amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu PO2

Kot lahko vidimo iz grafov (*Slika 19* in *Slika 20*) so na tretjem (PO1) in četrtem merilnem mestu (PO2) koncentracije vseh treh parametrov dokaj podobne. Na vzorčnem mestu PO1 je koncentracija električne prevodnosti dokaj konstantna in skoraj ne niha. Vrednosti se gibljejo od 440 do 519 $\mu\text{S}/\text{cm}$. To nakazuje, da ta del potoka ni pretirano onesnažen s hranili. Na vzorčnem mestu PO2 pa je koncentracija električne prevodnosti zelo nihala. Njene vrednosti segajo od 194 do 1040 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Najverjetneje je vzrok za tako razliko nenadno spiranje hranil v vodo. Točno na tem merilnem mestu poteka čez potok traktorska pot. S traktorskimi pnevmatikami se v vodo prenesejo hranila. Tudi koncentracija DOC je na merilnem mestu PO2 višja in ves čas narašča. Vzrok za to je verjetno nizka voda in alge, ki so v velikem številu prisotne v vodi na tem merilnem mestu. Na merilnem mestu PO1 pa je voda globlja in v njej skoraj ni prisotnih alg. Koncentracija amonija pa je na obeh merilnih mestih pod mejo detekcije.



Slika 21: Spreminjanje koncentracij amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu B1



Slika 22: Spreminjanje koncentracij amonija in DOC skozi čas na merilnem mestu B2

Na merilnih mestih B1 in B2 sem lahko določil koncentracije le za amonij in DOC. Električne prevodnosti nisem uspel izmeriti, ker sta bili vrtini pregloboki. Iz grafov (*Slika 21* in *Slika 22*) lahko vidimo, da so vrednosti za oba parametra v vzorcih iz vrtine B2 občutno višje kot v vzorcih iz vrtine B1. To je povsem razumljivo, saj vrtina B2 sega do dna odlagališča, vrtina B1 pa predre dno odlagališča in nima stika z izcedno vodo. Koncentracija amonija je na merilnem mestu B1, pri drugem in tretjem vzorčenju, tik nad mejo detekcije. Za merilno mesto B2 sem uspel le dvakrat izmeriti vrednost amonija, ki je zelo visoka. Visoke koncentracije amonija nakazujejo na močno onesnaženost izcednih vod. Iz tega lahko tudi sklepamo, da ni prišlo do pretvarjanja v NO_3 . Tudi koncentracije DOC so na merilnem mestu B1 nižje in ves čas padajo. Na merilnem mestu B2 pa so te vrednosti občutno višje, kar spet nakazuje na močno onesnaženo izcedno vodo.

5 ZAKLJUČKI

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti kakšen vpliv ima odlagališče nenevarnih odpadkov CERO Ajdovščina na površinske in podzemne vode. Za dosego le tega sem opravil štiri meritve na terenu in odvzel vzorce vode, ki sem jih kasneje analiziral v laboratoriju. Skozi diplomsko nalogo sem rezultate meritev in vzorčenj podal v obliki preglednic in grafov. Iz bilance vode pa sem tudi izračunal količino izcednih vod za leto 2010.

Količino izcednih vod sem izračunal s pomočjo podatkov o mesečnih povprečnih temperaturah in količini padavin. Največ padavin je v letu 2010 padlo meseca septembra, ko so bile na tem območju tudi velike poplave. V tem obdobju na odlagališču niso uspeli zadrževati izcednih vod ampak so jih direktno izpuščali v potok Puščavec. Zaradi velikega površinskega odtoka pa so se onesnažene meteorne vode iztekale tudi v potok Podovščak. Iz tega lahko sklepamo, da je v mesecu septembru prišlo do največjega onesnaženja z izcednimi vodami. Najvišje povprečne mesečne temperature na odlagališču so bile zabeležene meseca julija, ko je bilo tudi padavin zelo malo. Takrat so lahko zelo učinkovito uporabljali sistem razprševanja izcednih vod. Ko sem izračunal količino izcednih vod, sem jih želel primerjati z dejansko količino izcednih vod, ampak na žalost na odlagališču niso imeli tega podatka. Z njim bi lahko primerjal obe vrednosti in ugotovil, če je pri izračunu prišlo do kakšne napake in kje je napaka nastala. Po mojih izračunih je količina izcednih vod v letu 2010 znašala 271.764 hektolitrov. Zaposleni pri CERO Ajdovščina so mi posredovali podatek, koliko hektolitrov izcedne vode so izpustili v potok Puščavec. Količina izpuščene izcedne vode v letu 2010 je znašala 111.743 hektolitrov vode. Iz obeh podatkov lahko vidimo, da so več kot polovico izcedne vode ali zadržali na odlagališču ali pa jo s sistemom razprševanja izpustili v ozračje.

Meritve koncentracij posameznih parametrov so pokazali, da so v potoku Puščavcu višje vrednosti dolvodno od odlagališča. Višji sta predvsem koncentraciji KPK in DOC. Iz višje koncentracije KPK lahko sklepamo, da je voda v potoku po odlagališču nekoliko onesnažena. Obenem višje koncentracije DOC pomenijo, da izcedne vode vsebujejo precej raztopljenih organskih snovi. Nekoliko višja je dolvodno tudi koncentracija BPK₅. Iz tega lahko sklepamo, da izcedna voda vsebuje več organske snovi, katera se lahko razgradi. Tudi koncentracija amonija je dolvodno nekoliko povečana. Vendar so vrednosti amonija zelo nizke in nikakor ne predstavljajo negativnega vpliva na okolje.

V potoku Podovščaku, kjer ni iztoka izcednih vod iz odlagališča, so vrednosti posameznih parametrov dokaj podobne. Izstopata le koncentraciji DOC in električne prevodnosti v četrti seriji vzorčenj. Vzrok za višje koncentracije verjetno ni v onesnaženju, temveč v zelo nizkem pretoku in veliki količini razraslih alg. Če je v potoku zelo malo vode, lahko pri meritvah s sondami zelo hitro pride do napak.

Razlike pri posameznih vrednostih parametrov pa so najbolj očitne pri meritvah vzorcev iz obeh vrtin. Vrednosti vseh parametrov so v vrtini B2 znatno višje kot v vrtini B1. To je povsem razumljivo, saj vzorci vode iz vrtine B2 v bistvu predstavljajo izcedno vodo na odlagališču, vzorci vode iz vrtine B1 pa podzemno vodo. Najvišja razlika pa je v vsebnosti amonija. Voda iz vrtine B2 vsebuje zelo visoke koncentracije amonija, ki nastaja pri razgrajevanju odpadkov. V vzorcih vode iz vrtine B1 pa so koncentracije amonija komaj zaznavne, kar pomeni, da je odlagališče dobro tesnjeno in izcedna voda ne pride v stik z podzemno vodo.

Na osnovi rezultatov vseh meritev lahko sklepam, da odlagališče nenevarnih odpadkov Ajdovščina nima velikega vpliva na površinske in podzemne vode. Izcedne vode na odlagališču so sicer močno onesnažene, vendar nimajo stika z podzemno vodo. Pred izpustom v okolje jih ustrezno očistijo in tako ne predstavljajo tveganja za okolje in ljudi.

6 VIRI

- Bat M. in sod. 2008. Vodna bilanca Slovenije 1971-2000. Ljubljana. Republika Slovenija, Ministrstvo za okolje in prostor
- Bole M. 2010. Rezultati analize površinske vode – Odlagališče Dolga Poljana (Ajdovščina). Velenje. ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.
- Brilly M., Šraj M. 2005. Osnove hidrologije, Univerzitetni učbenik. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
- Calace N. in sod. 2000. Municipal landfill leachate – soil interactions: a kinetic approach. Rome. Department of Chemistry, University of Rome »La Sapienza«
- Canter L. W. 1997. Nitrates in groundwater. Florida, CRC Press, Inc: 263 str.
- Erjavec K. 2009. Vrednotenje ekološkega stanja površinskih voda s splošnimi fizikalno-kemijskimi elementi. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 11 str.
- Forbes R. McDougall in sod. 2001. Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory. 2nd edition. Oxford. Blackwell Science
- Fortuna D. in sod. 2001. Analiza vod iz komunalne deponije Ajdovščina. Novo mesto. Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto
- Hendriks M.R. 2010. Introduction to Physical Hydrology. New York. Oxford University Press
- Juren A. 2002. Poročilo o vplivih na okolje za rekonstrukcijo deponije komunalnih odpadkov »Dolga Poljana« pri Ajdovščini. Ljubljana. GeoSi Inštitut za zemljeslovje d.o.o.
- Kovačič Viler A. 2001. Ravnanje z odpadki. Ljubljana, GV Založba: str. 7, 43, 56
- Madon I. 2011. Implementacija socialno-ekonomsko prijaznega in trajnostnega koncepta ravnanja s komunalnimi odpadki in blati komunalnih čistilnih naprav na lokalnem nivoju, primer Občine Ajdovščina. Ajdovščina. KSD Ajdovščina
- Metcalf E. 2004. Wastewater engineering: Treatment and reuse. 4th edition. New York, McGraw-Hill: 1819 str.
- Petauer D. in sod. Hidrogeološko poročilo. 2005. Ljubljana. GEOKO d.o.o.
- Reinhart D., Townsend T. 1998. Landfill Bioreactor Design and Operation. Florida. CRC Press
- Renou S. in sod. 2007. Landfill leachate treatment: Review and opportunity. Draguignan. Université Paul Cézanne Aix Marseille, Département en Procédés Propres et Environnement
- Rhyner C. in sod. 1995. Waste management and resource recovery. Florida, CRC Press
- Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. 1998. Ljubljana. Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije
- Urbančič, G., Toman, M.J. 2003: Varstvo celinskih voda. Ljubljana, Študentska založba.
- Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih, Ur. l. RS št. 32/2006

PRILOGE

Priloga A

**Rezultati meritev površinskih vod razvrščeni v preglednice po merilnih mestih
(T vode, električna prevodnost, pH, vsebnost kisika, KPK, amonij, BPK₅, DOC)**

Preglednica 4: Rezultati meritev za merilno mesto PU1

Datum	Temperatura (°C)	el. prev. [μ S/cm]	pH	Vsebnost kisika	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK ₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.5.2011	suh	suh	suh	suh	/	/	/	/
8.6.2011	18,4	496	7,94	4,48 mg/L (48,50%)	13	< 0,2	< 0,5	3,91
27.6.2011	suh	suh	suh	suh	suh	suh	suh	suh
18.7.2011	23,0	558	7,21	2,4 mg/L (24,10%)	14	< 0,2	1,1	5,38

Preglednica 5: Rezultati meritev za merilno mesto PU2

Datum	Temperatura (°C)	el. prev. [μ S/cm]	pH	Vsebnost kisika	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK ₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.5.2011	19,9	815	7,6	5,4 mg/L (60%)	/	/	/	/
8.6.2011	21,0	712	7,6	3,55 mg/L (40,30%)	19	1,4	1,5	8,40
27.6.2011	23,9	1099	7,27	3,10 mg/L (33,10%)	40	< 0,2	0,9	14,8
18.7.2011	22,8	1117	7,32	3,58 mg/L (40,20%)	36	< 0,2	5,9	14,1

Preglednica 6: Rezultati meritev za merilno mesto PO1

Datum	Temperatura (°C)	el. prev. [μ S/cm]	pH	Vsebnost kisika	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK ₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.5.2011	16,9	440	8,36	5,56 mg/L (56,70%)	/	/	/	/
8.6.2011	17,6	519	8,2	4,60 mg/L (49,00%)	10	< 0,2	< 0,5	2,61
27.6.2011	20,9	484	7,79	3,49 mg/L (40,40%)	21	< 0,2	1,6	3,94
18.7.2011	19,8	494	7,5	2,45mg/L (26,20%)	10	< 0,2	2,7	3,84

Preglednica 7: Rezultati meritev za merilno mesto PO2

Datum	Temperatura (°C)	el. prev. [μ S/cm]	pH	Vsebnost kisika	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK ₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.5.2011	23,2	348	8,14	5,5 mg/L (64,70%)	/	/	/	/
8.6.2011	21,4	552	7,89	4,74 mg/L (56,00%)	11	< 0,2	< 0,5	3,58
27.6.2011	31,3	194	8,83	7,23 mg/L (99,20%)	20	< 0,2	2,0	5,66
18.7.2011	27,9	1040	7,9	4,28 mg/L (57,60%)	> 40	< 0,2	> 7,5	25,5

Priloga B

**Rezultati meritev podzemnih vod razvrščeni v preglednice po merilnih mestih
(KPK, Amonij, BPK₅, DOC)**

Preglednica 8: Rezultati meritev za merilno mesto B1

Datum	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.6.2011	18	< 0,2	< 0,5	24,3
30.6.2011	13	1	2,9	10,1
20.7.2011	15	0,4	5,6	6,04

Preglednica 9: Rezultati meritev za merilno mesto B2

Datum	KPK [mg/L O ₂]	Amonij [mg/L NH ₄ N]	BPK₅ [mg/L O ₂]	DOC [mg/L]
10.6.2011	32	> 40	1,2	7,6
30.6.2011	6	155	3,7	59,6
20.7.2011	26	135	6,3	187

Priloga C

**Rezultati terenskih meritev razvrščeni v preglednice po datumih
(Vreme, T vode, električna prevodnost, pH, vsebnost kisika, opis vode)**

Datum: 10.5.2011

Vreme: sončno, rahlo vetrovno

Preglednica 10: Meritve površinskih vod – 10.5.2011

Parameter	Puščavec 1	Puščavec 2	Podovščak 1	Podovščak 2
Temperatura	suh	19,9 °C	16,9 °C	23,2 °C
Prevodnost	suh	815 µS/cm	440 µS/cm	348 µS/cm
pH	suh	7,6	8,36	8,14
Vsebnost kisika	suh	5,4 mg/L (60%)	5,56 mg/L (56,7%)	5,5 mg/L (64,7%)
Opis vode	suh	stoji, pena/mehurčki	v senci, voda teče, voda bistra, kamni v strugi	voda bistra, usedlina glina, alge, rahlo teče

Datum: 8.6.2011

Vreme: delno oblačno (čez dan so bile nevihte), rahlo vetrovno

Preglednica 11: Rezultati meritev površinskih vod – 8.6.2011

Parameter	Puščavec 1	Puščavec 2	Podovščak 1	Podovščak 2
Temperatura	18,4 °C	21,0 °C	17,6 °C	21,4 °C
Prevodnost	496 µS/cm	712 µS/cm	519 µS/cm	552 µS/cm
pH	7,94	7,6	8,2	7,89
Vsebnost kisika	4,48 mg/L (48,50%)	3,55 mg/L (40,30%)	4,60 mg/L (49,0%)	4,74 mg/L (56,0%)
Opis vode	tekoča, bistra	majhen pretok, bistra	tekoča, malo motna	tekoča, bistra

Datum: 27.6.2011

Vreme: sončno, jasno, rahlo vetrovno

Preglednica 12: Rezultati meritev površinskih vod – 27.6.2011

Parameter	Puščavec 1	Puščavec 2	Podovščak 1	Podovščak 2
Temperatura	suh	23,9 °C	20,9 °C	31,3 °C
Prevodnost	suh	1099 µS/cm	484 µS/cm	194 µS/cm
pH	suh	7,27	7,79	8,83
Vsebnost kisika	suh	3,10 mg/L (33,1%)	3,49 mg/L (40,4%)	7,23 mg/L (99,2%)
Opis vode	suh	skoraj stoječa, motna, malo pene na vrhu, na soncu	rahlo tekoča, motna, brez alg, v senci, pijavke v vodi	stoječa, motna, veliko alg, na soncu

Datum: 18.7.2011

Vreme: delno oblačno, rahlo vetrovno

Preglednica 13: Rezultati meritev površinskih vod – 18.7.2011

Parameter	Puščavec 1	Puščavec 2	Podovščak 1	Podovščak 2
Temperatura	23,0 °C	22,8 °C	19,8 °C	27,9 °C
Prevodnost	558 µS/cm	1117 µS/cm	494 µS/cm	1040 µS/cm
pH	7,21	7,32	7,5	7,9
Vsebnost kisika	2,4 mg/L (24,10%)	3,58 mg/L (40,20%)	2,45mg/L (26,2%)	4,28 mg/L (57,6%)
Opis vode	stoječa, bistra, nekaj alg, na soncu	rahlo tekoča, motna, veliko alg, na soncu	rahlo tekoča, bistra, na soncu	stoječa, malo vode, sluz na površini, v senci

Priloga D

**Rezultati analiz izvedenih v laboratoriju razvrščeni v preglednice po datumih
(KPK, Amonij, BPK₅, DOC)**

Prvo vzorčenje

Vzorci PU1, PU2, PO1 in PO2 so bili odvzeti 8.6.2011. Vzorca B1 in B2 pa 10.6.2011.

Preglednica 14: Rezultati analize vzorcev odvzetih 8.6.2011 in 10.6.2011

Parameter	PU1	PU2	PO1	PO2	B1	B2
KPK (mg/L O ₂)	13	19	10	11	18	32
Amonij (mg/L NH ₄ N)	< 0,2	1,4	< 0,2	< 0,2	< 0,2	> 40
BPK ₅ (mg/L O ₂)	< 0,5	1,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,2
DOC (mg/L)	3,91	8,40	2,61	3,58	24,3	76

Ph vzorcev:

PU1 7.45
PU2 7.52
PO1 7.60
PO2 7.42
B1 7.70 / 25 °C
B2 7.52 / 25.9 °C

Drugo vzorčenje

Vzorci PU2, PO1 in PO2 so bili odvzeti 27.6.2011. Vzorca B1 in B2 pa 30.6.2011.

Preglednica 15: Rezultati analize vzorcev odvzetih 27.6.2011 in 30.6.2011

Parameter	PU1	PU2	PO1	PO2	B1	B2
KPK (mg/L O ₂)	suh	40	21	20	13	6
Amonij (mg/L NH ₄ N)	suh	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1	155
BPK ₅ (mg/L O ₂)	suh	0,9	1,6	2,0	2,9	3,7
DOC (mg/L)	suh	14,8	3,94	5,66	10,1	59,6

Tretje vzorčenje

Vzorci PU2, PO1 in PO2 so bili odvzeti 18.7.2011. Vzorca B1 in B2 pa 20.7.2011.

Preglednica 16: Rezultati analize vzorcev odvzetih 18.7.2011 in 20.7.2011

Parameter	PU1	PU2	PO1	PO2	B1	B2
KPK (mg/L O ₂)	14	36	10	> 40	15	26
Amonij (mg/L NH ₄ N)	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,4	135
BPK ₅ (mg/L O ₂)	1,1	5,9	2,7	> 7,5	5,6	6,3
DOC (mg/L)	5,38	14,1	3,84	25,5	6,04	187