

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**ANALIZA PODATKOV, PRIDOBLJENIH S PLINSKO
KROMATOGRAFIJO TER MASNO SPEKTROMETRIJO
PODZEMNIH VOD OB ODLAGALIŠČIH ODPADKOV**

NATAŠA SREBERNJAK

VELENJE, 2022

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**ANALIZA PODATKOV, PRIDOBLJENIH S PLINSKO
KROMATOGRAFIJO TER MASNO SPEKTROMETRIJO
PODZEMNIH VOD OB ODLAGALIŠČIH ODPADKOV**

NATAŠA SREBERNJAK
Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: izr. prof. dr. Viktor Grilc
Somentor: Gregor Grom, univ. dipl. inž. kem. inž.

VELENJE, 2022

Številka: 726-11/2019-2
Datum: 27. 9. 2019

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Visoke šole za varstvo okolja Nataša Srebernjak lahko izdelava diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Analiza podatkov, pridobljenih s plinsko kromatografijo in masno spektrometrijo podzemnih vod ob odlagališčih odpadkov.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Analysis of data acquired by gas chromatography and mass spectrometry of underground waters at waste disposal sites.

Mentor: **Izr. prof. dr. Viktor Grilc.**

Somentor: **Gregor Grom, uni. dipl. inž. kem.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorný
dekan



Visoka Šola za varstvo okolja
Trg mladosti 7 | 3320 Velenje
t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si
www.vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana Nataša Srebernjak, vpisna številka 34160014, študentka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom Analiza podatkov, pridobljenih s plinsko kromatografijo ter masno spektrometrijo podzemnih vod ob odlagališčih odpadkov, ki sem ga izdelala pod mentorstvom izr. prof. dr. Viktorja Grilca in somentorstvom Gregorja Groma, univ. dipl. inž. kem. inž.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Marjeta Vozlič, profesorica slovenskega jezika;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum:

Podpis avtorice:

ZAHVALA

Hvala vsem, ki ste mi stali ob strani v času študija in mi pomagali pri izdelavi diplomskega dela. Iskreno se zahvaljujem predvsem mentorju izr. prof. dr. Viktorju Grilcu ter somentorju Gregorju Gromu za pomoč in usmerjanje pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvalila bi se tudi Nacionalnemu laboratoriju za zdravje, okolje in hrano iz Novega mesta, ki mi je omogočil seznaniti se z laboratorijskem in terenskim delom ter spoznati aparat GC-MS.

Zahvaljujem pa se tudi tako svoji družini, mami in očetu, ki sta mi omogočila študij, kakor tudi prijateljem, ki so me podpirali v času pisanja diplomskega dela!

IZVLEČEK

V tekočih vodah lahko organske spojine v višjih koncentracijah predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi in okolja. Te lahko do določene vsebnosti s pomočjo analitskih metod identificiramo in izmerimo.

V diplomskem delu smo se osredotočili na analizo podatkov pridobljenih z aparatom GC-MS. Aparat, ki omogoča analizno tehniko GC-MS, je kombinacija plinskega kromatografa ter masnega spektrometra. Deluje na principu ločevanja spojin in njihove identifikacije z ustreznimi senzorji. Končni rezultat analize GC-MS pa je spisek spojin z enoznačnim številčnim identifikatorjem CAS. To nam omogoča, da že z eno samo analizo dobimo velik nabor podatkov o organskih spojinah, ki so prisotne v konkretni podzemni vodi.

Pri Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano se posnetek GC-MS uporablja pri obveznem obratovalnem monitoringu na odlagališčih odpadkov, ki poteka dvakrat letno (na kraškem območju štirikrat letno) in se zaključi z letnim poročilom. Pri vseh monitoringih se izvaja posnetek GC-MS podzemne vode z namenom, da se ugotovi prisotne organske spojine, ki se lahko pojavijo v njej. Pravilnik narekuje, da bi bilo treba tiste organske snovi, ki so potrjene s posnetkom GC-MS, določiti tudi kvantitativno. Ker je snovi, ki jih določijo s posnetkom GC-MS, lahko veliko, smo opravili pregled in določili tista onesnažila, ki se pojavijo najbolj pogosto in predstavljajo tveganje za kakovost podzemne vode.

Za ugotavljanje uporabnosti podatkov pridobljenih s pomočjo analize GC-MS smo si izbrali 10 organskih spojin, ki se ponavljajo največkrat. To so:

- 7,9-Di-terc-butil-1-oksapiro[4.5]deka-6,9-dien-2,8-dion,
- Tris (1 klor-2 propil) fosfat (TCPP),
- Maščobna kislina,
- Mineralna olja,
- Ftalat,
- Dietiltoluamid (DEET),
- N-butil benzensulfonamid,
- 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon,
- Prometrin,
- Triizopropil fosfat.

Na trgu smo poskusili dobiti kemische metode, ki bi omogočale natančnejšo določitev zgoraj naštetih organskih spojin v vzorcu podzemne vode.

Ugotovili smo, da sklopljena metoda plinske kromatografije z masno spektrometrijo prinaša velik nabor podatkov. Če so koncentracije organskih onesnažil v vzorcu vode nad LOD in LOQ, lahko s pomočjo tega aparata določimo večino organskih onesnažil. V nasprotnem primeru lahko le okvirno vemo, za katero organsko onesnažilo gre.

Ključne besede: organske spojine, GC-MS, odlagališča, izcedne vode.

ABSTRACT

In flowing water, organic compounds in higher concentrations can threaten human health and the environment. Such compounds can be identified and measured up to a certain level using analytical methods.

In the present thesis, we have focused on the analysis of data obtained using the GC-MS instrument. The instrument that enables the GC-MS analysis technique is a combination of a gas chromatograph and a mass spectrometer. It works on the principle of separating compounds and identifying them with appropriate sensors. The result of GC-MS analysis is a list of compounds with a unique numerical CAS identifier. In this way, we can obtain a large amount of data on organic compounds in concrete groundwater with a single analysis.

On the Health, Environment and Food website National Laboratory, GC-MS recording is used for mandatory operational monitoring of landfills, which takes place twice a year (four times a year in the karst area) and ends with an annual report. All monitoring involves GC-MS recording of groundwater to determine the presence of organic compounds that may be present in it. In addition, the regulations require that the organic compounds confirmed by the GC-MS image must also be quantified. Because the compounds identified by GC-MS uptake can be numerous, we conducted a review and identified the contaminants that are most abundant and pose a threat to groundwater quality.

To determine the usefulness of the data obtained by GC-MS analysis, we selected the 10 most recurring organic compounds. These are:

- 7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro [4.5] deca-6,9-diene-2,8-dione,
- Tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP),
- Fatty acid,
- Mineral oils,
- Phthalate,
- Diethyltoluamide (DEET),
- N-butylbenzenesulfonamide,
- [4- (1-hydroxy-1-methylethyl) phenyl] ethanone,
- Prometryn,
- Triisopropyl phosphate.

We attempted to find chemical methods available on the market that would allow a more accurate determination of the above organic compounds in a groundwater sample.

We found that the coupled gas chromatography method with mass spectrometry provides a large amount of data. If the concentrations of organic contaminants in the water sample are above the LOD and LOQ, most organic contaminants can be determined using this instrument. Otherwise, we can only know approximately what the organic pollutant is.

Keywords: organic compounds, GC-MS, landfills, leachate.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Predstavitev problematike	1
1.2 Namen in cilj.....	1
1.3 Hipoteze	1
2 POTENCIJALNA ORGANSKA ONESNAŽILA V PODZEMNIH VODAH	2
2.1 Odlagališče	2
2.2 Pitna voda	3
2.3 Izcedna voda.....	4
2.4 Vpliv izcednih vod na ekosisteme	4
2.5 Organska onesnažila, ki so bila največkrat zaznana v izcednih vodah	5
2.4.1. 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion	5
2.4.2. Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP).....	6
2.5.3. Višje maščobne kislina.....	7
2.5.4. Mineralna olja	7
2.5.5. Ftalat.....	8
2.5.6. Dietiltoluamid (DEET).....	9
2.5.7. N-butil benzensulfonamid (NBBS).....	10
2.5.8. 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon	11
2.5.9. Prometrin	12
2.5.10. Triizopropil fosfat.....	12
3 METODA DOLOČEVANJA VSEBNOSTI ORGANSKIH ONESNAŽIL V VZORCIH PODZEMNIH VOD	13
3.1 Osnove kromatografskih tehnik	13
3.2 Plinska kromatografija (GC).....	14
3.3 Masna spektrometrija (MS).....	15
3.4. Plinska kromatografija z masno spektrometrijo (GC-MS).....	16
4 EKSPERIMENTALNI DEL	16
4.1 Načrt vzorčenja	16
4.2 Potek vzorčenja.....	17
4.3 Potek dela z vzorci v laboratoriju	18
4.4. Branje podatkov pridobljenih z aparatom GC-MS	19
5 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	20
5.1 Ugotovitve o izbranih organskih onesnažilih	21
5.1.1 Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP).....	21
5.1.2 Maščobne kislina	25
5.1.3 Mineralna olja	25

5.1.4 Ftalati.....	26
5.1.5 Dietiltoluamid (DEET)	28
5.1.6 N-Butil benzensulfonamid	31
5.1.7 Prometrin	31
6 SKLEP.....	35
7 POVZETEK	40
8 SUMMARY	41
9 VIRI IN LITERATURA	42
10. PRILOGE.....	45

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz skeletne formule spojine 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion (PubChem).....	5
Slika 2: Prikaz skeletne formule spojine Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP) (PubChem)	6
Slika 3: Prikaz skeletne formule spojine ftalat (PubChem).....	9
Slika 4: Prikaz skeletne formule spojine dietiltoluamid (DEET) (PubChem)	10
Slika 5: Prikaz skeletne formule spojine N-butil benzensulfonamid (PubChem)	11
Slika 6: Prikaz skeletne formule spojine 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon (PubChem) ..	11
Slika 7: Prikaz skeletne formule spojine prometrin (PubChem)	12
Slika 8: Prikaz skeletne formule spojine triizopropil fosfat (PubChem)	13
Slika 9: Primer kromatograma (MDPI).....	14
Slika 10: Osnovna oprema za črpanje in vzorčenje podzemnih vod.....	17

KAZALO TABEL

Tabela 1: Mikrobiološki parametri. Splošne zahteve za pitno vodo iz del A.....	3
Tabela 2: Kemijski parametri iz del B.....	3
Tabela 3: Zaznavanje organskega onesnažila z imenom Tris. Zaznane so bile štiri različne vrste in sicer: Tributilfosfat, Trikloropropilfosfat, Trikloroetilfosfat ter Tris (1-kloro-2propil) fosfat.....	21
Tabela 4: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom mineralno olje.....	26
Tabela 5: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom ftalat.....	26
Tabela 6: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom N,N-dietil-m-toluamid.....	28
Tabela 7: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom prometrin.....	31
Tabela 8 : Imena spojin, katerih koncentracija je bila v vzorcu vode dovolj velika, da smo lahko določili vrsto organskega onesnažila. Poleg imena onesnažila je zapisana še metoda ter aparatura, s katero se določi spojino, enota, LOD, LOQ, meritna negotovost in ali je metoda akreditirana.....	18

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Prikaz koncentracijskega trenda tributilfosfata iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 ter GC-MS posnetka.....	37
Graf 2: Prikaz koncentracijskega trenda tributilfosfata iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-3 ter posnetka GC-MS.....	37
Graf 3: Prikaz koncentracijskega trenda prometrina iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 in posnetka GC-MS.....	38
Graf 4: Prikaz koncentracijskega trenda Prometrina iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-3 in posnetka GC-MS.....	38
Graf 5: Prikaz koncentracijskega trenda DEET-a iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 in posnetka GC-MS	39
Graf 6: Prikaz koncentracijskega trenda DEET-a iz vrtine z oznako D-1,vrtine z oznako D-3 in posnetka GC-MS.....	39

Priloga A: Terenski list.

UPORABLJENI SIMBOLI IN KRATICE

BPK₅: Biokemijska potreba po kisiku

EPA: Ameriška agencija za varstvo okolja (angl. The Environmental Protection Agency)

GC: Plinska kromatografija (angl. Gas Chromatography)

GC-MS: Plinska kromatografija z masno spektrometrijo (angl. Gas chromatography–Mass spectrometry)

KPK: Kemijska potreba po kisiku

LOD: Meja zaznavnosti (angl. Limit of detection)

LOQ: Meja določljivosti (angl. Limit of quantification)

MF: Mobilna faza

MS: Masna spektrometrija (angl. Mass Spectrometry)

NLZOH: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano

PVC: Polivinilklorid

SF: Stacionarna faza

SIM: Izbrani nadzor ionov (angl. Selected ion monitoring)

SOP: Standardni operativni postopek

1 UVOD

1.1 Predstavitev problematike

Slovenija ima veliko podtalnic in zalog pitne vode. Pomembno je, da jih ohranjamo ter spremljamo njihovo trenutno stanje. Na njihovo kakovost vplivajo razni dejavniki, med drugimi tudi organska onesnažila, ki se lahko npr. nehote izcejajo iz deponij odpadkov. Večina odlagališč odpadkov je nastala v 70. letih, ko se še nismo zavedali, kako pomembno je tesnjenje dna odlagališča. Šele v letih od 2000 do 2005 se je začelo izvajati tesnjenje dna odlagališča za novo odložene odpadke in urejati sistem za zajem izcedne vode iz telesa odlagališča. Organska onesnažila lahko zaidejo v podzemne vode tudi zaradi prekomernega obdelovanja kmetijskih površin (pesticidi, herbicidi), z odlaganjem odpadkov na črnih odlagališčih ali iz netočkovnih virov onesnaženja. Te pa lahko nehote zaidejo tudi v pitno vodo. Pitna voda je voda v njenem prvotnem stanju ali po pripravi, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjske namene, ne glede na njeno poreklo in ne glede na to, ali se dobavlja iz vodovoda, cistern ali kot predpakkirana voda in vsa voda, ki se uporablja za izvajanje živilske dejavnosti, razen če nosilec živilske dejavnosti dokazuje, da v določeni fazi pridelave, predelave ali distribucije živil lahko uporablja tudi vodo, ki ni v skladu z zahtevami te uredbe in s tem ni povzročeno tveganje za zdravje ljudi (Uradni list RS, št. 24/05).

Študije so pokazale, da se nekatere antropogene organske spojine lahko zadržujejo v vodonosniku tudi do več let ter lahko prepotujejo tudi dolgo pot (Medmrežje 2).

Vse to lahko privede do poslabšanja kakovosti podzemne vode, zato je pravočasno odkrivanje visokih koncentracij organskih onesnažil z vidika ohranjanja kakovosti vode zelo pomembno. Prav tako je pomembno, da uporabljamo ustrezne kemijske metode ter aparature za ugotavljanje koncentracij izbranih onesnažil. Metod za ugotavljanje onesnažil je veliko, med njimi je tudi sklopljena metoda z aparatom GC-MS, ki jo bom v nadaljevanju tudi predstavila. Diplomsko delo sem opravljala v Nacionalnem laboratoriju za zdravje, okolje in hrano v Novem mestu pod vodstvom mentorja in somentorja.

Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano je osrednji, največji slovenski javnozdravstveni laboratorij, ki se ukvarja s higiensko in zdravstveno ekološko dejavnostjo, s problematiko varovanja okolja, z mikrobiološko strokovno zdravstveno in raziskovalno dejavnostjo ter s kemijskimi analizami različnih vrst vzorcev. V laboratoriju se opravljajo storitve za potrebe države, predvsem za potrebe spremjanja ter uradnih in inšpeksijskih nadzorov iz pristojnosti predvsem Ministrstva za zdravje, Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Ministrstva za okolje in prostor, proste kapacitete pa se ponujajo naročnikom na prostem trgu. V sodelovanju z drugimi ustanovami v Sloveniji in tujini NLZOH sodeluje v nacionalnih in mednarodnih raziskovalnih, aplikativnih in svetovalnih projektih (NLZOH, Novo mesto).

1.2 Namen in cilj

Namen diplomskega dela je ugotoviti uporabnost podatkov pridobljenih z GC-MS kvalitativno analizo ciljanih parametrov v podzemni vodi ob odlagališčih komunalnih odpadkov.

Pregledati in vrednotiti smo že le večjo količino analiznih podatkov, ki so bili pridobljeni z analizo GC-MS v dveh letih na različnih odlagališčih (aktivnih, zaprtih, kraških).

1.3 Hipoteze

V diplomskem delu smo si zastavili tri hipoteze:

Hipoteza 1: Na trgu je možno dobiti alternativne kvantitativne metode za določanje izbranih organskih snovi v podzemnih vodah.

Hipoteza 2: Možna je primerjava potencialnih metod za določanje izbranih organskih snovi glede natančnosti, točnosti in ponovljivosti.

Hipoteza 3: Do sedaj s pomočjo sklopljene GC-MS metode? dobljene kvalitativne analizne podatke o izbranih onesnažilih v podzemnih vodah je možno primerjalno statistično ovrednotiti.

2 POTENCIALNA ORGANSKA ONESNAŽILA V PODZEMNIH VODAH

Glede na kemijsko sestavo vodna onesnažila delimo v anorganske in organske snovi. Organske in anorganske spojine se razlikujejo predvsem v tem, da se večina organskih spojin v tleh razgradi, anorganske pa se v tleh kopijo. Seveda so izjeme, tako pri organskih spojinah, saj so nekatere zelo obstojne in ostanejo v tleh več let; kot tudi pri anorganskih spojinah, med katerimi poznamo zelo mobilne spojine, na primer nitrat, ki se lahko hitro izperejo iz tal (Medmrežje 7).

Organska onesnažila so spojine ogljika in vodika, lahko pa tudi halogenov, žvepla, dušika itd. (Medmrežje 4).

Organske spojine so skupina onesnažil, katerih lastnosti prispevajo k onesnaževanju okolja. Povzročajo lahko nezaželene vplive na podzemne vode ter s tem posledično na ljudi. Vsebujejo širok nabor različnih spojin, najdemo pa jih lahko v raznih industrijskih proizvodih, pesticidih, izdelkih za nego, izdelkih, ki vsebujejo naftne derivate itd. V podzemne vode lahko vstopajo iz raznih antropogenih dejavnosti, kot sta kmetijstvo ali industrija. Vstopajo lahko tudi preko netočkovnih virov onesnaževanja, kot so poškodovane cevi za odvajanje odpadne vode, črnih odlagališč ali z izcednimi vodami iz odlagališč, ki nimajo ali pa imajo poškodovan spodnji drenažni sloj (Medmrežje 2).

V podzemnih vodah so organske spojine lahko prisotne dalj časa kot pa v površinskih vodah. Na to vpliva dinamika vode, nizke populacije mikroorganizmov v vodi in nizek redoks potencial v nasičenem območju. Na vrednost koncentracij onesnažil vplivajo vir, transport, in njihova razgradljivost ter geološki pogoji (Medmrežje 4).

2.1 Odlagališče

Odlagališče je naprava za odstranjevanje odpadkov z odlaganjem odpadkov na ali v tla (podzemno), vključno z internim odlagališčem, kamor povzročitelj odpadkov odlaga svoje odpadke na kraju njihovega nastanka, in skladiščem, ki se stalno, to je več kot eno leto, uporablja za začasno skladiščenje odpadkov. Za odlagališče se ne šteje:

- naprava, kamor se odpadki raztovarjajo za to, da se omogoči njihova priprava za nadaljnji prevoz v predelavo, obdelavo ali odstranjevanje v drugi napravi,
- skladišče odpadkov, v katerem se odpadki skladiščijo največ tri leta pred predelavo ali obdelavo, ali
- skladišče odpadkov, v katerem se odpadki skladiščijo največ eno leto pred odstranjevanjem. (Medmrežje 8)

2.2 Pitna voda

Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04) narekuje, da pitna voda je:

1. voda v njenem prvotnem stanju ali po pripravi, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjske namene, ne glede na njeno poreklo in ne glede na to, ali se dobavlja iz vodovodnega omrežja sistema za oskrbo s pitno vodo, cistern ali kot predpaketirana voda;
2. vsa voda, ki se uporablja za proizvodnjo in promet živil (Uradni list, št 19/04).

Pitna voda je zdravstveno ustrezna, kadar:

1. ne vsebuje mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi;
2. ne vsebuje snovi v koncentracijah, ki same ali skupaj z drugimi snovmi lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi;
3. je v skladu z zahtevami, določenimi v delih A in B Priloge I, ki je sestavni del tega pravilnika (Uradni list, št 19/04).

Tabela 1: Mikrobiološki parametri. Splošne zahteve za pitno vodo iz del A.

Parameter	Mejna vrednost parametra (število/100ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterokoki	0

Vir: Parametri in mejne vrednosti parametrov, Priloga I

<file:///C:/Users/srebe/Downloads/2017-01-2386-2004-01-0865-npb6-p1.pdf>

Tabela 2: Kemijski parametri iz del B.

Parameter	Mejna vrednost parametra	Enota
Akrilamid	0,10	µg/l
Antimon	5,0	µg/l
Arzen	10	µg/l
Baker	2,0	mg/l
Benzen	1,0	µg/l
Benzo(a)piren	0,010	µg/l
Bor	1,0	mg/l
Bromat	10	µg/l
Cianid	50	µg/l
1,2-dikloroetan	3,0	µg/l
Epiklorohidrin	0,10	µg/l
Fluorid	1,5	mg/l
Kadmij	5,0	µg/l
Krom	50	µg/l
Nikelj	20	µg/l
Nitrat	50	mg/l
Nitrit	0,50	mg/l
Pesticidi	0,10	µg/l
Pesticidi – vsota	0,50	µg/l
PAO	0,10	µg/l
Selen	10	µg/l
Svinec	10	µg/l

Tetrakloroeten in Trikloroeten	10	µg/l
Trihalometani - vsota	100	µg/l
Vinil klorid	0,50	µg/l
Živo srebro	0,1	µg/l

Vir: <file:///C:/Users/srebe/Downloads/2017-01-2386-2004-01-0865-npb6-p1.pdf>

2.3 Izcedna voda

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 odpadkov, in iz onesnažene presežne vode, ki se izceja iz odpadkov z visoko vsebnostjo vode, ter iz vode, ki nastaja zaradi razgrajevanja odpadkov (Uradni list RS, št. 32/93 in 1/96).

Količine izcednih vod, ki nastajajo na odlagališčih odpadkov, so odvisne predvsem od klimatskih značilnosti področja, v katerem se nahaja lokacija, od načina izgradnje odlagališča ter njegove naravne ali zgrajene zaščite pred dotokom tujih vod (zalednih, talnih, površinskih), načina vgrajevanja odpadkov ter biokemičnih procesov, ki so odvisni od vrste in vlažnosti odpadkov.

Od podnebnih razmer igrajo najpomembnejšo vlogo količine letnih padavin (v Sloveniji srednja letna višina padavin niha od 800 do celo 3000 l/m²), njihova statistična porazdelitev v letnem obdobju in stopnja izhlapevanja.

Vsebnost snovi v izcednih vodah z odlagališč odpadkov je neposredno odvisna od vrste in vlažnosti odpadkov, ki se odlagajo, posredno pa od načina zgoščevanja odpadkov, prekrivanja, načina odplinjevanja in od doslednosti odvajanja izcednih vod.

Na obstoječa odlagališča so se v preteklosti poleg običajnih odpadkov iz naselij odlagali tudi odpadki iz industrije, kot so odpadna olja, galvanski mulji, embalaža in ostanki sredstev za zaščito in varstvo rastlin, pa tudi živalski kadavri in podobno, zato je sestava izcednih vod zelo različna. Pogosto so že razredčene in pomešane s podtalnico ali s površinskimi vodami in ne kažejo več prave slike obremenjenosti.

Izcedne vode iz komunalnih odlagališč so po tujih in domačih izkušnjah visoko obremenjene z organskimi spojinami, kar se odraža s povečanimi vrednostmi splošnih organskih parametrov KPK (do 5000 mg O₂/l) in BPK₅ (do 1000 mg O₂/l) (Vodni dnevnik 2000).

2.4 Vpliv izcednih vod na ekosisteme

Vsek vnos izcednih vod bodisi v površinske ali podtalne vode pomeni poslabšanje njihove kvalitete. Izcedne vode je treba zato v prvi vrsti zmanjševati, zajemati in čistiti.

Izcedne vode komunalnih odlagališč so prekomerno obremenjene predvsem z organskimi polutanti, izcedne vode z industrijskih odlagališč pa tako s težkimi kovinami kot tudi z drugimi za okolje obremenjujočimi polutanti. Posamezne čezmerne obremenitve povzročajo različne vplive na vodne ekosisteme.

Da bi se izognili onesnaževanju vodnih virov in nevarnosti zaradi deponijskih plinov, mora biti problematika izcednih voda in odplinjevanja rešena na najugodnejše razmere. Predvideti je treba ukrepe za zmanjšanje infiltracije padavinskih in zalednih voda v deponijo in učinkovito dreniranje izcednih voda.

Izcedne vode predstavljajo zapleten vodni sistem. Fizikalno-kemijske lastnosti izcedne vode so določene predvsem z razgradnimi biokemijskimi procesi, ki potekajo v deponiji. Starost deponije in velikost deponije, sestava odloženih odpadkov in način deponiranja so pomembni faktorji, ki vplivajo tudi na sestavo in količino izcednih vod. (Vodni dnevnik 2000).

2.5 Organska onesnažila, ki so bila največkrat zaznana v izcednih vodah

Analiza podatkov, spodaj opisanih onesnažil, temelji na vzorcih odvzetih na šestnajstih različnih odlagališčih v obdobju let 2017–2019. Gre za odlagališča, ki so v večini primerov zaprta ali pa so v postopku zaprtja, zato se na njih odpadki ne odlagajo več. V nadaljnjem bomo opisali karakteristike teh organskih onesnažil ter tudi slikovno prikazali njihove kemijske strukture.

2.4.1. 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion

Kemijsko ime: 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion

Molekulska formula: C₁₇H₂₄O₃

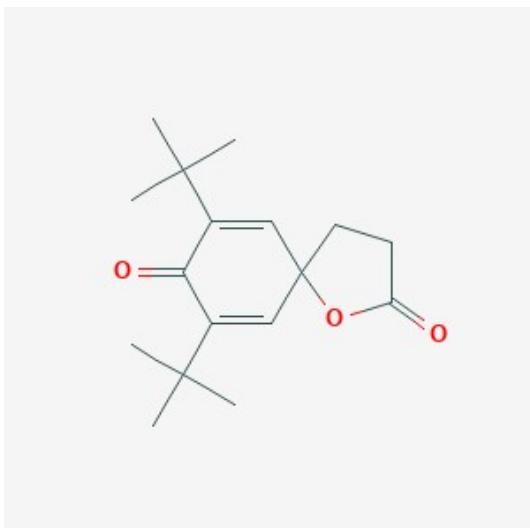
Molekulska masa: 276.4 g/mol (Medmrežje 9)

CAS št.: 82304-66-3

Ta spojina vsebuje dva dodatna terciarna butilna substituenta na položajih 7 in 9. Gre za oksaspiro spojino, lakton, enon in ciklični keton (Medmrežje 10).

Je naravno prisoten antioksidant. Gre za nečistočo zdravila Irganox 1098 (A697523), ki se ga uporablja v embalaži za živila. Najdemo ga tudi v nekaterih vrstah eteričnih olj (Medmrežje 11).

Agregatno stanje pri sobni temperaturi je trdno (Medmrežje 12).



Slika 1: Prikaz strukturne formule spojine 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion (Vir: PubChem).

2.4.2. Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP)

Kemijsko ime: Tris (1 kloro-2 propil) fosfat

Molekulska formula: C₉H₁₈Cl₃O₄P

Molekulska masa: 327.6 g/mol (Medmrežje 13)

CAS št.: 13674-84-5

H stavki: H412, H302

Tris (1-kloro-2-propil) fosfat (TCPP) je bistra brezbarvna stabilna tekočina in pri sobni temperaturi nehlapna snov (Medmrežje 14).

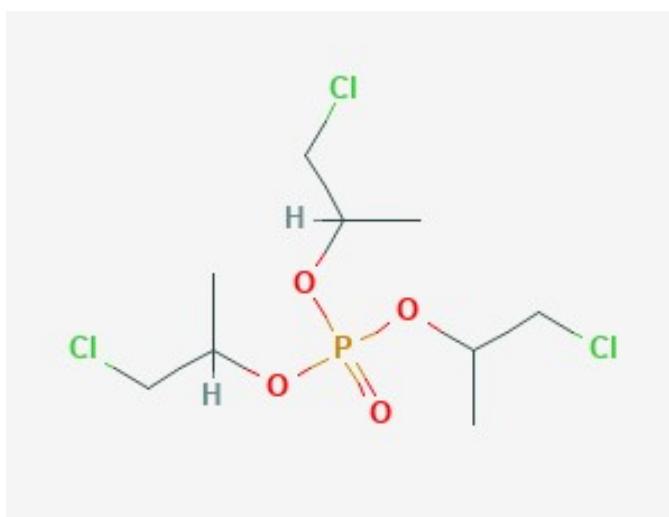
Je zaviralec gorenja z nizko hidrolizno stabilnostjo. Uporablja se v trdni in prožni poliuretanski (PU) peni, PVC, fenolni in epoksi smoli, peni za pohištvo, v tekstuлу, usnju, elektroniki in v gradbeništvu kot dodatek, ki zavira gorenje. TCPP je bil najden tudi v pohištvu in otroških izdelkih, kot so blazine za nego, prenosne vzmetnice, avtosedeži itd. (Medmrežje 15)

EPA je TCPP razvrstila med visoko nevarnost obstojnosti, saj študije ocenjujejo, da je njegov razpolovni čas daljši od 60 dni.

TCPP sčasoma uhaja iz pohištva denimo iz pene in v obliku prahu onesnažuje zrak v zaprtih prostorih. Na tak način so tej snovi med dihanjem izpostavljeni otroci in odrasli. Izpostavljeni so zlasti otroci, saj z igro z igračami na tleh lahko zaužijejo hišni prah.

Laboratorijski testi kažejo, da lahko TCPP vpliva na razvoj živčnega sistema ter raven ščitničnih hormonov.

Izpostavljenost TCPP lahko zmanjšamo tako, da ne kupujemo pohištva, ki vsebujejo to snov. Izolacija poliuretanske pene je lahko tudi vir izpostavljenosti, zato če dodajamo izolacijo, moramo biti pozorni pri nakupu pene. Prav tako se moramo prepričati tudi, da noben otroški izdelek ne vsebuje te snovi (Medmrežje 14).



Slika 2: Prikaz strukturne formule spojine Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP) (Vir: PubChem).

2.5.3. Višje maščobne kisline

CAS št.: 8042-47-5
H stavki: H301

Višje maščobne kisline so sestavljene iz dolge ogljikovodikove verige ($-\text{CH}_2 - \text{CH}_2-$) s karboksilno skupino, ki je običajno na koncu molekule. Ogljikovodikova veriga je lahko nasičena ali nenasicičena, odvisno od izvora maščobne kisline. Nasičene maščobne kisline, kot sta stearinska kislina (18 ogljikov) ali palmitinska kislina (16 ogljikov), so pri sobni temperaturi trdne, nenasicičene maščobne kisline, kot je linolna kislina (18 ogljikov z dvema dvojnima vezoma na položajih 9 in 12), pa tekoče. Maščobne kisline se že stoletja uporabljajo za proizvodnjo soli maščobnih kislin (mil). Ta mila so bila uporabljena za odstranjevanje umazanije z različnih površin. Proizvodi iz maščobnih kislin so običajno mešanice več maščobnih kislin z različnimi strukturami.

Med seboj se razlikujejo po številu C-atomov (od 12-C do 24-C). Znanih je več kot 300 različnih maščobnih kislin, večina z dolžino verig od 8 do 22-C atomov, ter številom dvojnih vezi 1-4. (Medmrežje 15).

Če so vezi med ogljikoma enojne, je kislina nasičena; če je katera od vezi dvojna ali trojna, je kislina nenasicičena in je bolj reaktivna. Nekaj maščobnih kislin ima razvijane verige, drugi vsebujejo obročne strukture. Maščobnih kislin v naravi ne najdemo, običajno obstajajo v kombinaciji z glicerolom (alkoholom) v obliki trigliceridov.

Med najbolj razširjene maščobne kisline spadata 16- in 18-ogljkova maščobna kislina, sicer znana kot palmitinska kislina in stearinska kislina.

Imajo široko paleto komercialne uporabe. Uporabljajo jih ne le pri proizvodnji številnih prehranskih izdelkov, ampak tudi v milih, detergentih in kozmetiki. Mila so natrijeve in kalijeve soli maščobnih kislin (Medmrežje 16).

2.5.4. Mineralna olja

CAS št.: 8042-47-5
H stavki: H315, H318, H411

Odpadno olje je vsako mineralno ali sintetično olje v tekočem ali poltekočem stanju, ki ni več primerno za uporabo, za katero je bilo namenjeno, zlasti:

- hidravlično olje,
- motorno, strojno in drugo mazalno olje,
- olje ali tekočina za topotno izolacijo ali prenos toplote,
- ladijsko (kalužno) olje ali
- drugo mineralno ali sintetično olje,

razen odpadnega olja, ki ga njegov povzročitelj najkasneje v dvanajstih mesecih po nastanku mehansko očisti v napravi na kraju nastanka tako, da ga lahko ponovno uporabi za isti namen.

Odpadna olja je prepovedano:

- odlagati v zabojnike za zbiranje komunalnih odpadkov,
- zlivati v površinske in podzemne vode, vode obalnega morja ali kanalizacijo, in
- odlagati ali zlivati v ali na tla (Uradni list RS, št. 32/93 in 1/96).

Pomembno je tudi omeniti, da vrsta visoko rafiniranega, prečiščenega mineralnega olja, ki se uporablja v kozmetiki in izdelkih za osebno nego, ni enaka "surovim" ali nerafiniranim oblikam mineralnega olja, ki se uporabljajo v avtomobilski, železniški in letalski industriji.

Uporablja se v različne namene, najbolj sporna uporaba pa je v izdelkih za osebno nego. V teh izdelkih mineralno olje deluje kot mazivo in vlažilec. Zaradi svoje sposobnosti, da pomaga zmanjšati izgubo vode s kože in jo navlažiti, jo uporabljajo tudi pri otroških losjonih, hladilnih kremah, mazilih in številnih drugih kozmetičnih izdelkih in izdelkih za osebno nego (Medmrežje 17).

Mineralna olja pa lahko predstavljajo problem, ker obstajajo dokazi, da so zaradi njihovega kopiranja v različnih tkivih prisotna po celotnem človeškem telesu. Najdeno je bilo tudi v materinem mleku, kar povzroča zdravstvene težave dojenčkov. Čeprav so bila odobrena kot aditiv za živila, so pri velikih odmerkah potencialno dražilno sredstvo za kožo, zato jih je veliko podjetij začelo izključevati iz svojih produktov (Medmrežje 18).

V grobem jih razdelimo v dve skupini; mazivno bazna olja (LBO) in visoko rafinirana osnovna olja (HRBO).

Sestavljena so iz tisoč različnih vrst ogljikovodikov in jih zato ni mogoče opisati z eno samo kemijsko formulo. Kot pri drugih naftnih snoveh so olja opisana kot kompleksne snovi neznane ali spremenljive sestave in zapleteni produkti reakcij.

Olja so vsestranske snovi, ki omogočajo vrsto industrijske uporabe zaradi fizikalno-kemijskih lastnosti snovi. Uporabljajo se v industrijske namene kot mehčalci in pripomočki za predelavo, pri izdelavi pnevmatik osebnih avtomobilov, kot lepila, prav tako v kozmetiki in farmaciji (paste, mila, pene za britje, izdelki za odstranjevanje ličil, ličila, losjoni, izdelki za dermalno uporabo itd.) (Medmrežje 19).

2.5.5. Ftalat

Kemijsko ime: Ftalat

Molekulska formula: $C_8H_4O_4^{-2}$

Molekulska masa: 164.11 g/mol

CAS št.: 513-02-0

H stavki: H360, H400

Ftalat ($^{2-}$) je ftalat, ki je dianion, ki ga dobimo z deprotonacijo obeh karboksi skupin ftalne kisline. Je ksenobiotik (Medmrežje 20).

Ftalati so estri 1,2-dibenzena dikarboksilne kisline. Nastanejo z dodajanjem presežka razvejanih ali običajnih alkoholov ftalnemu anhidridu v prisotnosti katalizatorja. Njihova nizka tališče in visoko vrelische sta tudi zelo uporabna pri tekočinah in nosilcih za prenos topote. Ftalati v neki plastiki predstavljajo do 50 % celotne teže. V proizvodnji plastike se uporabljajo linearni in razvejani ftalatni estri; zlasti linearni estri zagotavljajo izjemno prožnost pri nizkih temperaturah in imajo tudi nižjo hlapnost.

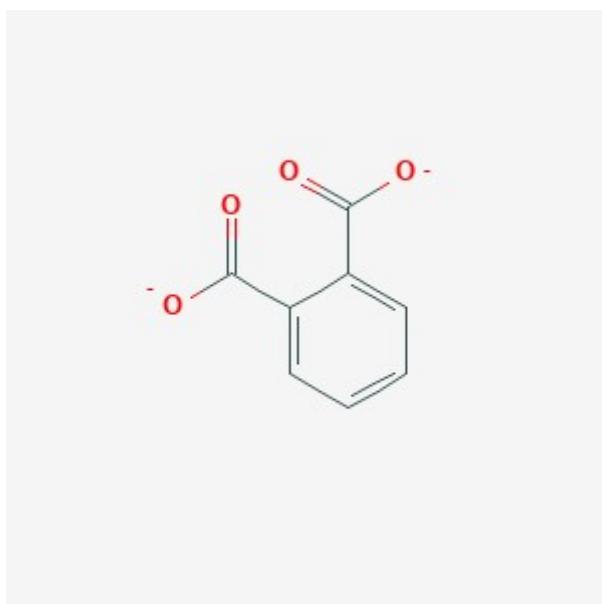
Plastike iz polivinilklorida (PVC) ni mogoče izdelati brez dodajanja ftalatov, ki delujejo kot mehčalci. Ftalati se kemično ne vežejo na PVC, zato se zlahka izločajo iz izdelka. Posledično to vodi v sproščanje v okolje (Medmrežje 21).

Ftalate zaradi dobrih lastnosti, trajnosti in stabilnosti uporabljajo za mehčanje vinila, ki je zaradi teh lastnosti bolj prožen in trpežen (Medmrežje 22).

Najdemo jih v raznih izdelkih, ki jih uporabljamo vsak dan, kot so kozmetični izdelki in izdelki za osebno nego (parfumi, laki za nohte, spreji za lase, mila, šamponi in vlažilcev kože), v detergentih, lepilih, plastičnih vodovodnih cevi, mazivih, topilih, insekticidih, gradbenih

materialih in vinilnih talnih oblogah, v dežnih plaščih, medicinskih opremah in napravah, plastičnih igračah, v embalaži za shranjevanje živil itd. Najdemo jih tudi v hrani, ki jo jemo (zlasti meso, mlečni izdelki ter hitra hrana) (Medmrežje 23).

Zdravstveni učinki in nevarnost izpostavljenosti ftalatom še niso popolnoma znani, vendar jih proučujejo številne vladne agencije. Predvidevajo pa, da lahko nekateri ftalati negativno vplivajo na človekovo reprodukcijo ali razvoj (Medmrežje 24).



Slika 3: Prikaz strukturne formule spojine ftalat (Vir: PubChem).

2.5.6. Dietiltoluamid (DEET)

Kemijsko ime: Dietiltoluamid (DEET)

Molekulska formula: C₁₀H₁₄N₂

Molekulska masa: 191.27 g/mol

CAS št.: 134-62-3

H stavki: H315, H302, H319, H412

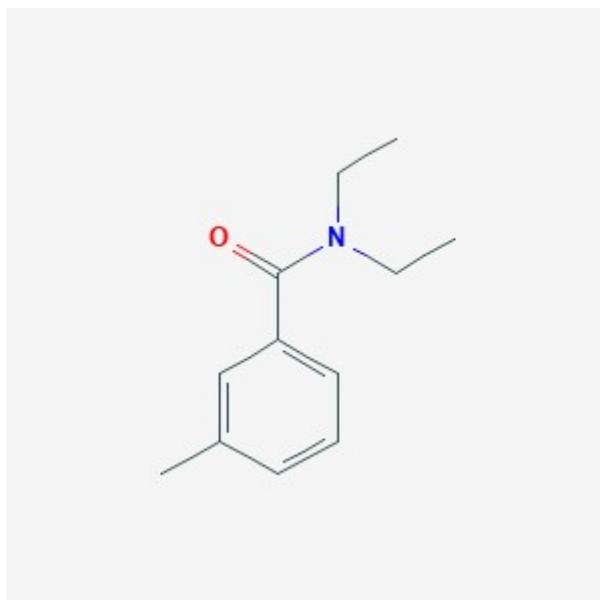
Dietiltoluamid (DEET) ali z drugim imenom N, N-dietil-m-toluamid je brezbarvna do rahlo rumena tekočina z aromatičnim vonjem, ki se uporablja predvsem za dermalno uporabo kot sredstvo proti raznim insektom, kot so komarji, klopi, bolhe, pijavke ali črne muhe. Trenutno je več kot 230 izdelkov registriranih pri ameriški agenciji za varstvo okolja (EPA), ki vsebujejo DEET.

DEET lahko vstopi v okolje med procesom izdelave kot tudi z uporabo izdelkov, ki vsebujejo to snov (Medmrežje 34).

Ima zmerno gibljivost in se ne pričakuje, da je hlapljiv v vlažnih ali suhih tleh ali biorazgradljiv v aerobnih ali anaerobnih pogojih.

Je insekticid, registriran v EPA in je bil pred kratkim podvržen temeljitemu varnostnemu ocenjevanju, iz katerega so nastale boljše zahteve glede označevanja izdelkov, ki vsebujejo to snov.

Izpostavljenost DEET se lahko pojavi pri zaužitju, vdihavanju ali dermalnem stiku. Ljudje, ki poročajo o simptomih prekomerne izpostavljenosti, vključujejo epileptične napade, komo, hipotenzijo, bradikardija, zmedenost, akutna psihoza, bolečine v trebuhu, slabost in bruhanje ter draženje kože (Medmrežje 25).



Slika 4: Prikaz strukturne formule spojine dietiltoluamid (DEET) (Vir: PubChem).

2.5.7. N-butil benzensulfonamid (NBBS)

Kemijsko ime: N-butil benzensulfonamid

Molekulska formula: C₁₀H₁₅NO₂S

Molekulska masa: 213.3 g/mol

CAS št.: 3622-84-2

H stavki: H373, H412

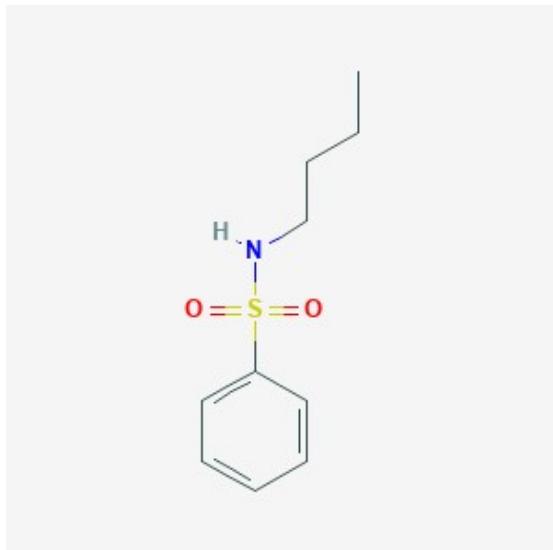
N-butilbenzensulfonamid (NBBS) benzensulfonamid, substituiran z butilno skupino na atomu dušika (Medmrežje 26).

NBBS je sponzorirana kemikalija v okviru ameriške EPA in je vključen v seznam zakonov o nadzoru strupenih snovi.

Pogosto se uporablja kot mehčalec. Omogoča lažjo strojno obdelavo in pripomore k lažjemu odstranjevanju plastike iz kalupov. Snovem daje toplotno stabilnost. Ima tudi protiglavnično lastnosti. Izpostavljeni smo lahko zaradi njegovega pojava v pitni vodi in preko izpiranja iz izdelkov, ki ga vsebujejo (kuhinjski pripomočki) (Medmrežje 27).

Prav tako smo mu lahko izpostavljeni zaradi široke uporabe kot mehčalca v poliacetalih, polikarbonatih in polisulfonih, ter v najlonu 11 in najlonu 12 (Medmrežje 28).

Nadaljnje okoljske študije kažejo, da je NBBS onesnaževalec podzemnih voda in da je počasi biološko razgradljiv (Proviron Fine Chemicals, 2003) (Medmrežje 27).



Slika 5: Prikaz strukturne formule spojine N-butyl benzenulfonamid (Vir: PubChem).

2.5.8. 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon

Kemijsko ime: etanon, 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil]

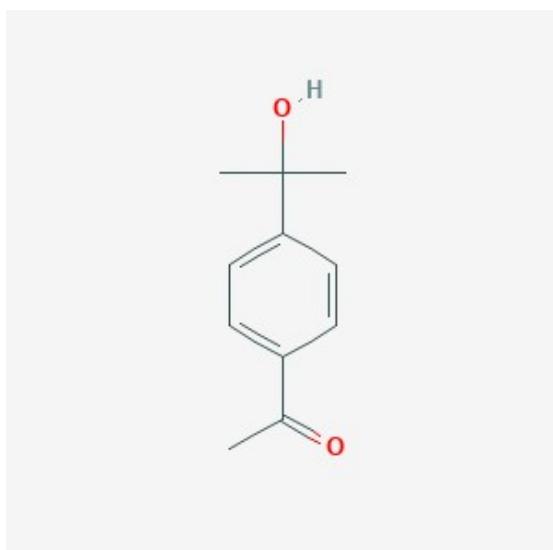
Molekulska formula: C₁₁H₁₄O₂

Molekulska masa: 178.23 g/mol

CAS št.: 54549-72-3

H stavki: H315, H319, H335

1- [4- (1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon je molekula, sestavljena iz 14 atomov vodika, 11 atomov ogljika in 2 atomov kisika - skupaj iz 27 atomov. Povzroča hudo draženje oči, kože ter dihal. Uporaba v industrijske namene. (Medmrežje 35).



Slika 6: Prikaz strukturne formule spojine 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon (Vir: PubChem).

2.5.9. Prometrin

Kemijsko ime: prometrin

Molekulska formula: C₁₀H₁₉N₅S

Molekulska masa: 241.36 g/mol

CAS št.: 7287-19-6

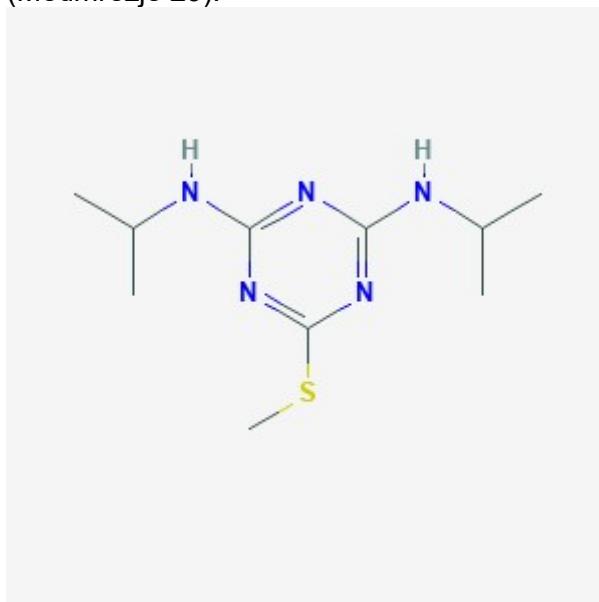
H stavki: H332, H400, H410

Je herbicid brez barve v kristalni obliki, ki se uporablja za uničevanje nezaželene vegetacije, zlasti različne vrste plevela, trave in lesnate rastline.

Glavne nevarnosti pri uporabi in ravnanju s prometrinom izhajajo iz njegovih toksikoloških lastnosti. Snov je strupena pri vdihavanju ali zaužitju. Izpostavljenost tej snovi lahko nastane tako med proizvodnjo kot tudi med samo uporabo kot herbicida.

Prometrin je bil prvič registriran v Združenih državah Amerike leta 1964 kot herbicid za zatiranje plevela v bombažu, zeleni, golobjem grahu in kopu.

Razpolovna doba biološke razgradnje prometrina v aerobnih in anaerobnih tleh je 360 dni. Če zaide v vodo, se pričakuje, da se bo adsorbiral na suspendirane trdne snovi in usedline (Medmrežje 29).



Slika 7: Prikaz strukturne formule spojine prometrin (Vir: PubChem).

2.5.10. Triizopropil fosfat

Kemijsko ime: Triizopropil fosfat

Molekulska formula: C₉H₂₁O₄P

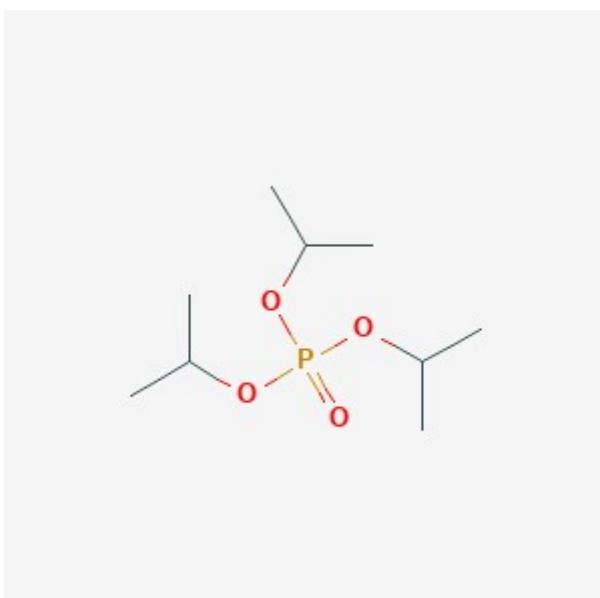
Molekulska masa: 224.23 g/mol

CAS št.: 513-02-0 (Medmrežje 30)

H stavki: H226, H315, H319, H335, H400

Triizopropil fosfat poznamo drugače kot zaviralec gorenja.

Nevarnost se pojavi pri vdihavanju ter zaužitju. Hlapi lahko povzročijo zaspanost in omotico (Medmrežje 33).



Slika 8: Prikaz strukturne formule spojine triizopropil fosfat (Vir: PubChem).

3 METODA DOLOČEVANJA VSEBNOSTI ORGANSKIH ONESNAŽIL V VZORCIH PODZEMNIH VOD

V analizni kemiji se večinoma srečujemo z zapletenimi vzorci (t. i. matriksi), ki so kemijsko gledano zmesi nešteto spojin z zelo različno molekulsko maso, polarnostjo, topnostjo, hlapnostjo in drugimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi. Po navadi nas iz te zmesi zanima le nekaj spojin, ki za nas predstavljajo preiskovane (analizirane) spojine oziroma analite. Vse druge spojine, prisotne v vzorcu, so v najboljšem primeru samo interno ozadje, v najslabšem pa predstavljajo motnje, ki nas ovirajo ali nam celo preprečijo točno določitev identitete in količine analitov (Pihlar B., Prosen H. 2019, str. 162).

Poznamo več metod za ugotavljanje ter določevanje prisotnosti in vsebnosti organskih snovi v vodnem vzorcu. Največkrat se organske snovi določajo po sklopljeni metodi GC-MS. Metoda se izvaja na aparatu GC-MS, ki je sestavljen iz plinskega kromatografa ter masnega spektrometra.

3.1 Osnove kromatografskih tehnik

Osnovna lastnost kromatografskih tehnik je, da sta vedno prisotni stacionarna in mobilna faza. Preprosta definicija kromatografije je, da je to separacijska tehnika, pri kateri se posamezne spojine iz zmesi (torej: komponente vzorca) med seboj ločijo na podlagi različne afinitete oz. interakcij s stacionarno fazo in z mobilno fazo.

Stacionarna faza, okrajšava SF, je trdna snov ali viskozna tekočina na trdnem nosilcu. Med potekom kromatografske separacije se ne premika, temveč miruje oz. je stacionarna, od tod ime. Lahko je oblikovana v tanko površinsko plast, lahko pa se nahaja v cevkah različnega premera in dolžine, ki jih v kromatografiji imenujemo kolone.

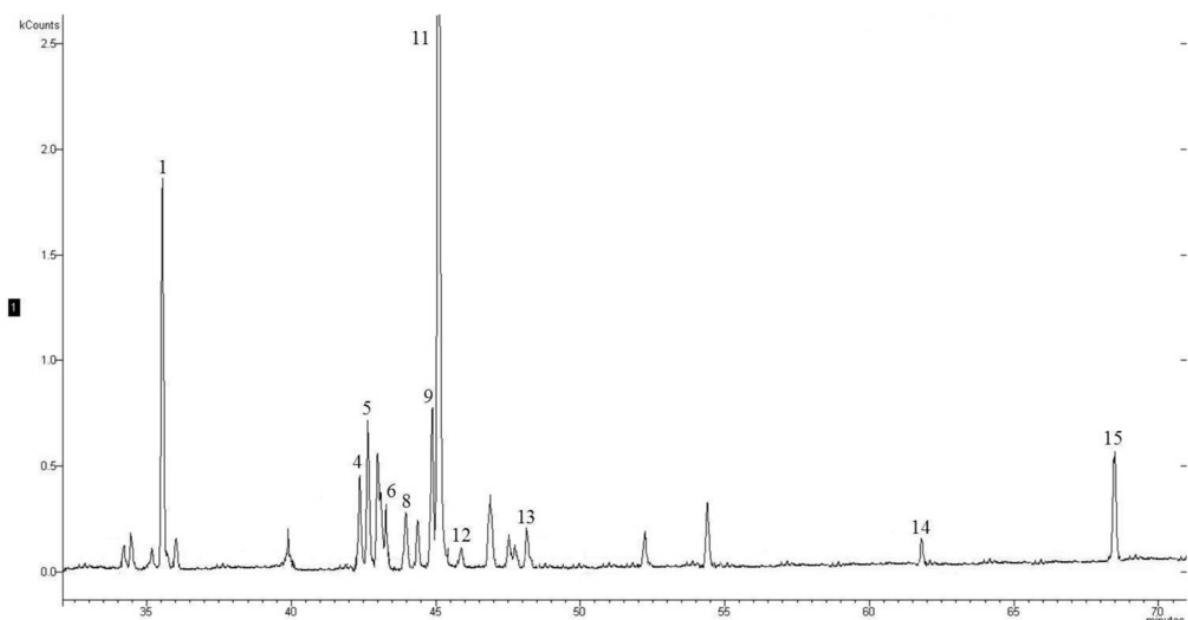
Mobilna faza, okrajšava MF, je v tekočem agregatnem stanju: kapljevina, plin, superkritična tekočina. Med kromatografsko analizo se premika oz. je mobilna, teče preko ali med delci oz.

skozi pore stacionarne faze. Do premikanja mobilne faze pride bodisi zaradi gravitacije bodisi prisilno zaradi nadtlaka ali podtlaka (Pihlar B., Prosen H., 2019, str. 163).

Analite v vzorcu želimo ločiti med seboj in od drugih komponent vzorca. V kromatografski sistem je vključen tudi detektor, ki ločene spojine zazna, da jih lahko identificiramo in kvantificiramo. Analiza poteka v manjšem merilu, hitrosti MF so največ nekaj deset milimetrov na minuto.

Pri kolonski kromatografiji je stacionarna faza v koloni – cevki oz. kapilari. Vzorec vnesemo v kolono z ene strani, temu postopku rečemo injiciranje, saj ga običajno z brizgo (siringo) vbrizgamo ali injiciramo v začetek kolone. Vzorec mora biti v tekočem ali plinastem agregatnem stanju; trdne vzorce moramo prej raztopiti v ustrezнем topilu. Komponente vzorca se zaradi interakcij z MF in SF v koloni ločijo. Na drugem koncu kolone imamo priključen detektor, ki bo zaznal posamične spojine, ko se bodo eluirale iz kolone. Signal detektorja zapisujemo oziroma izrisujemo v odvisnosti od časa, ki je potekel od trenutka injiciranja vzorca. Dobiveni grafični zapis imenujemo kromatogram.

Vsaka ločena komponenta vzorca se v narisanim kromatogramu pojavi kot kromatografski vrh (Pihlar B., Prosen H., 2019, str. 164). Nadaljnji postopek bom opisala v točki 4.4. *Branje podatkov pridobljenih z aparatom GC-MS*.



Slika 9: Primer kromatograma (Vir: MDPI, Determination of Sesquiterpenes in Wines by HS-SPME Coupled with GC-MS).

3.2 Plinska kromatografija (GC)

Plinska kromatografija spada med kolonske kromatografije. Njeni temelji so bili postavljeni že leta 1941 z delom nobelovcev Martina in Syngea, vendar pa se je prvi komercialni instrument pojavil šele leta 1955.

Značilnost plinske kromatografije je, da je mobilna faza plin. Da pod vplivom višjih temperatur ne prihaja do neželenih reakcij, uporabljamo inertne pline (Pihlar B., Prosen H., 2019, str. 181). Plin služi samo za prenos spojin vzdolž kolone, ne sodeluje pa pri ločbi. (Pihlar B., Prosen H., 2019, str. 178).

Instrument za plinsko kromatografijo imenujemo plinski kromatograf in je sestavljen iz naslednjih bistvenih delov:

- injektor: služi za vnos plinastega ali tekočega vzorca v kolono;
- ogrevan prostor ali pečica, kjer se nahaja kromatografska kolona;
- detektor za zaznavanje analitov (Pihlar B., Prosen H., 2019, str. 182).

Je postopek ločevanja plinastih ali uplinjenih zmesi. Mobilna faza pri plinski kromatografiji je inertni plin (helij, argon ali dušik). Ta odnaša vzorec, ki se ga injecira v komoro, v kromatografsko kolono, napolnjeno s trdnim nosilcem (aktivnim ogljem ali aluminijevim oksidom) ali takim, ki je impregniran s slabo hlapno tekočino (stacionarna faza). Glede na afiniteto vezave sestavin na stacionarno fazo se te ločijo in druga za drugo izstopijo na koncu kolone, kjer jih dokažemo z detektorjem, ki jih zazna na osnovi spremenjene topotne prevodnosti nosilnega plina ali ionizacije v vodikovem plamenu. Spremembe se prek ojačevalnika preoblikujejo v zapis, ki mu pravimo plinski kromatogram. Ločene snovi v kromatogramu zaznamo v obliki pikov (trakov s koničastimi vrhovi). Vsak vrh določa sestavino v zmesi. Površina pika je sorazmerna količini snovi. Retenzijski čas je tisti, ki preteče od trenutka injiciranja zmesi do detekcije vrha pika. Pri standardnih pogojih so retenzijski časi vselej enaki (Duden, 2008, str. 341). Standardna pogoja, v katerih mora biti aparat, pa sta naslednja; vлага do 65 % ter temperatura prostora med 15 in 25 °C.

3.3 Masna spektrometrija (MS)

Masni spektrometer je naprava, v kateri se vzorec snovi spremeni v curek uplinjenih ionov, ki se ločijo na osnovi razmerja med njihovo maso in nabojem. Masni spekter, ki pri tem nastane, omogoči določitev izotopske sestavine zmesi atomov ter določitev molekulskih mas. Osnovni pogoj za masno spektroskopijo je, da se vzorci snovi pred ionizacijo uplinijo. Ione se vodi skozi režo A v ionizacijsko komoro, kjer se jih obstreljuje s pospešenimi elektroni, ki jih seva segreta žička. Najvažnejši proces pri tem je tvorba pozitivnih molekulskih ionov, $M \rightarrow M^+ + e^-$.

Da bi v masnem spektrometu prišlo do ločitve ionov, morajo imeti določeno začetno hitrost in morajo biti usmerjeni v curek. To se doseže z odbojnimi potencialom med A in B, ki ione pospeši skozi naslednjo režo. Zaradi visokega potenciala med B in C se ioni dodatno pospešijo in priletijo z veliko hitrostjo v spektrometrov analizator. Hitrost v posameznih ionov je odvisna od naboja e , mase m in pospeševalne napetosti U . Velja naslednja zveza:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} \quad (3.1)$$

V analizatorju se ioni gibljejo v močnem magnetnem polju, kjer se različno uklonijo. Uklonski radij r je odvisen od gostote magnetnega polja H :

$$r = \frac{m \cdot v}{e \cdot H} \quad (3.2)$$

Če se spremenljivka v v tej enačbi nadomesti s prejšnjim izrazom, se za vsako maso m izračuna radij r , po kateri se giblje ion:

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot U}{e \cdot H^2}} \quad (3.3)$$

Ioni pa se vendarle ne ločijo glede na maso, temveč glede na razmerje med maso in nabojem. To na primer pomeni, da ion z enojnim osnovnim nabojem in maso 48 potuje po isti krivulji kot ion z maso 96 in dvojnim osnovnim nabojem. Ione naprava registrira, ko pridejo skozi režo D v kolektor. Skoznjo pa lahko gredo le ioni z določenim uklonskim radijem r_0 . Za detekcijo vseh ionov je treba kontinuirano spominjati uklonski radij r in r_0 . To dosežemo z zveznim spominjanjem vrednosti U ali H (Duden, 2008, str. 273–274).

3.4. Plinska kromatografija z masno spektrometrijo (GC-MS)

Sklopljenost plinskega kromatografa z masnim spektrometrom je metoda, ki je izredno uporabna pri neposrednem identificiraju neznanega vzorca. Identificiranje se začne v plinskem kromatografu, kjer se v koloni vzorec loči na osnovne komponente. Komponente potujejo skozi kromatografsko kapilarno kolono, ob navzočnosti plina npr. helija. Helij predstavlja mobilno fazo in volumski pretok plina znaša od 1 mL/min do 2 mL/min. Nosilni plini in eluat nadaljujeta pot v masni spektrometer preko vmesnika. Vmesnik je tisti del naprave, ki povezuje konec kolone plinskega kromatografa z vhodom v masni spektrometer. Med izhodom kolone in ionskim izvorom se pojavi velika tlačna razlika. Posledično prihaja v ionskem izvoru do ekspanzije zmesi plina in povečanja pretoka plina. Ionski izvor se nahaja v vakuumu, s pomočjo vakuumskih črpalk pa se optimira vakuum v prostoru. Ionizacijski detektor je sistem, ki se prav tako nahaja v vakuumskem prostoru in zaznava snovi, ki imajo molsko maso manjšo od 25 g/mol. Detektor se uporablja za kvalitativne in kvantitativne meritve. Pomembno vlogo ima tudi masni analizator, ki kvantitativno zazna atomske in molekulske mase ter mase molekulskih delcev (Čuš K., 2014).

4 EKSPERIMENTALNI DEL

Eksperimentalni del je zavzemal tako terensko delo kot tudi delo v laboratoriju.

Terensko delo sem opravljala skupaj z zaposlenimi na NLZOH ter občasno tudi z mojim delovnim mentorjem. V večini primerov smo vzorčili podzemno vodo. Način odvzema se izvaja v skladu s standardom SIST ISO 5667-11: 2010.

4.1 Načrt vzorčenja

Pred odhodom na teren smo morali pripraviti ustrezeno dokumentacijo. Izpolniti smo morali določene podatke, ki se nahajajo v dokumentaciji. Ta dokumentacija je priložena v prilogah pod zaporedno številko naslova 10.

Dokumentacija zajema datum in čas prihoda na delovno mesto, označiti smo morali potrebno funkcijo merilnega mesta (ali ima vrtina merilno opremo ali ne), ali je vgrajen črpalni sistem, napisati nivo vode, globino vrtine, višina vodnega stolpca, premer objekta, položaj filtrov, oceniti (preračunati) volumen vode v vrtini v m³. Prav tako smo morali zapisati stanje okolice ter druga opažanja na terenu. Zapisati je bilo treba tudi tip črpalke, s katero smo črpali vzorec, pretok črpalke (l/s), čas črpanja (min), globina potopitve črpalke (m), prečrpan volumen vode (m³). V času predčrpanja so zapisati tudi barvo, motnost ter vonj vode, ki jo začne črpati črpalka.

Prav tako smo pred odhodom na teren pripravili oznake (nalepke), ki se jih namesti na steklovino, v kateri shranjujejo vzorce vode, ter pripravili aparature in drugo terensko opremo. Steklenice, v katerih se vzorčijo organske spojine, je treba dan pred uporabo sprati z izootkanom. To delo poteka v laboratoriju.

Ker pa se na terenu uporabljajo tudi kemikalije za konzerviranje vzorcev podzemne vode, je bilo treba pred odhodom na teren preveriti in jih dopolniti količine in vrste kemikalij.

4.2 Potek vzorčenja

Za vzorčenje podzemnih vod smo uporabljali potopno črpalko z impelerjem in nastavljivim pretokom. Deli opreme, ki prihajajo v stik s podzemno vodo, ki jo vzorčimo, morajo biti iz inertnih materialov (inox, teflon). Komplet za vzorčenje podzemnih vod sestavlja:

- potopna črpalka,
- agregat,
- frekvenčni modulator,
- nivo meter,
- meritni komplet za terenske meritve,
- embalaža.
- set za konzerviranje (Medmrežje 32).



Slika 10: Osnovna oprema za črpanje in vzorčenje podzemnih vod (Vir: NLZOH, Novo mesto).

Vzorčenje se izvaja po določenih zahtevah naročnikov. Pri tem gre lahko za posamezna enkratna naročila (vzorčenja za nove vire pitne vode) ali pa za monitoring (monitoringi stanja podzemnih voda_Arso; monitoringi podzemnih voda ob odlagališčih).

Merska mesta so določena s strani naročnika. Točka črpanja za namen čiščenja in vzorčenja pa je odvisna od konstrukcije vrtine, od položaja filtra (perforiranega dela) in nivoja vode v njem (Medmrežje 32).

Prva faza vzorčenja se imenuje predčrpanje (čiščenje vrtine).

Za pridobitev reprezentativnega vzorca podzemne vode je treba iz vrtine odstraniti stoečo vodo, ki ne predstavlja reprezentativnosti okoliške vode.

V fazi predčrpanja – čiščenja, črpalko potopimo v vrtino do določene globine in črpamo s hitrostjo (izdatnostjo), ki je večja od hitrosti črpanja pri vzorčenju in manjša od hitrosti pri aktivaciji vrtine (Medmrežje 32). Pri tem je treba paziti, da črpalke ne potopimo pregloboko, saj s tem skalimo vodo zaradi usedlin, ki se nabirajo na dnu vrtine, s tem bi dobili nepravilne podatke o podzemni vodi. Prav tako lahko zaradi večjih delcev, ki se nahajajo v usedlini, poškodujemo napravo.

Splošno velja, da izčrpamo 3x volumen vode v vrtini, ali pa do stabilnih vrednosti terenskih meritov, ki jih izvajamo v ta namen. Na ta način zagotovimo, da je v vrtino pritekla sveža podzemna voda, ki je v nadaljevanju predmet vzorčenja. Čas med posamezno meritvijo določimo na podlagi hitrosti črpanja in minimalno 30 % izčrpanje filtrskega odseka oz. vodnega stolpca (Medmrežje 32). Merimo naslednje parametre: pH, elektroprevodnost, raztopljeni kisik. Temperaturo merimo samo enkrat.

Prav tako moramo zapisati čas meritve ter vseskozi spremljati nivo vode. Če so meritve znotraj zahtevanega kriterija za stabilnost, lahko začnemo z vzorčenjem. Če pa meritve niso znotraj zahtevanega kriterija za stabilnost, ponavljamo meritve toliko časa, dokler niso v mejah zahtevanih kriterijev.

Nato sledi druga faza – vzorčenje.

Pri vzorčenju podzemne vode ob odlagališčih vzorčimo najprej vrtine, ki ležijo zunaj vplivnega območja, nato vrtine v vplivnem območju. Pri vrtinah, ki ležijo v vplivnem območju, preverimo stare rezultate. Če so ta merska mesta že kontaminirana, jih vzorčimo po vrstnem redu: najprej najmanj kontaminirana in nazadnje bolj kontaminirana (Medmrežje 32).

Pri vzorčenju je treba zapisati lokacijo vzorčenja, način odvzema vzorca, vreme pred vzorčenjem, vreme v času vzorčenja, barvo in intenzivnost barve vzorca, motnost, vonj in intenzivnost vonja ter prisotnost usedline. Vzorce vode s pomočjo črpalke natočimo v že označeno embalažo. Pred tem je pomembno, da se vsa embalaža trikrat spere s podzemno vodo. Pred zajemom vzorca za analizo GC-MS pa je treba embalažo, zaradi predhodnega spiranja z izoktanom, spirati z vzorčevano vodo najmanj desetkrat. Nato vzorce takoj konzerviramo.

Ko končamo z vzorčenjem, vzorce zložimo v plastični zabojnik in ga odnesemo v kombi, kjer se nahaja hladilnik.

Pred odhodom je treba še zapisati način hlajenja vzorcev, temperaturo v hladilniku ter uro odhoda. Poleg tega je treba napisati tudi, kdo je odvzel vzorce, kdo je bil prisoten pri vzorčenju, kdo je oddal vzorce v laboratorij ter kdo jih je prevzel.

Po opravljenem terenskem delu je treba vzorce, ki smo jih odvzeli na terenu, zložiti v hladilnico in zamrzovalnik. Tu se vzorci skladiščijo, dokler ne pridejo v analizo.

4.3 Potek dela z vzorci v laboratoriju

Delo v laboratoriju zavzema analizo zbranih vzorcev s terena, v tem primeru podzemne vode.

Ker se moja diplomska naloga nanaša na temo analize GC-MS, sem v laboratoriju spoznala postopek priprave vzorcev, ki se kasneje analizirajo s pomočjo tega aparata.

Vzorce podzemne vode se iz hladilnice v laboratorij prinesejo toliko časa pred analizo, da se temperatura vzorca stabilizira z zunanjim delovno temperaturo. Prav tako se lij-ločniki (koničasti) en dan prej sperejo s solno kislino, acetonom in diklorometanom ter posušijo.

Nato lahko začnemo s pripravo vzorca. Celoten nadaljnji postopek poteka v digestoriju. Vzorec odpadne podzemne vode, ki ga shranujemo v temni steklenici, prelijemo v lij-ločnike. Steklenico je treba sprati še z diklorometanom in preostanek vzorca zliti v isti lij-ločnik. Pri tem moramo paziti, da je spodnji del lij-ločnika zaprt. Preden pokrijemo zgornji del lij-ločnika z zamaškom, dolijemo še diklorometan. Ko smo to storili, lahko začnemo ročno stresati.

Medtem pripravimo bučke z lijakom. V lijak moramo dodati stekleno volno na njem pa stresemo prežarjen natrijev sulfat. Nato skozi lijak s stekleno volno ter natrijevem sulfatom prelijemo diklorometan. Kar se precedi v bučko, zlijemo stran. Bučko z lijakom in vsebino v njem postavimo pod lij-ločnik.

Pri vzorcih, ki so zelo kontaminirani, se lahko zgodi, da pride v lij-ločniku do emulzije. V tem primeru damo več natrijevega sulfata. Ker je diklorometan težji od vzorca, potone na dno lij-ločnika. Spodnji del lij-ločnika odpremo, da se diklorometan izlije ven ter nato precedi skozi lijak z vsebino v bučko. Nato ponovno v lij-ločnik dodamo diklorometan in postopek ponovimo še enkrat (stresanje lij-ločnika, diklorometan spustimo skozi lijak v bučko).

Po ponovitvi postopka prenesemo bučke z vsebino na uparjevanje. To storimo tako, da bučko potopimo v vodno kopel in nastavimo določeno temperaturo. Bučko namestimo na uparjalnik in pritisnemo gumb za vakuum. Vakuum pričvrsti vrat bučke na odsesalno cev. Nastavimo še hitrost vrtenja bučke in pustimo, da poteka proces uparjevanja. Ko ostane nekaj ml vzorca, je proces končan. Namen uparjevanja je, da postane vzorec bolj koncentriran.

Preostanek prelijemo iz bučke v epruveto ter znova uparevamo. Uparjen preostanek vzorca prelijemo v vijale. Vijale z vzorcem postavimo v aparatu za uparjevanje do suhega. Suhi preostanek v vijali raztopimo z dodatkom diklorometana. Dobljeni vzorec prenesemo v kiveto in postavimo v aparatu za snemanje vzorca (aparat GC-MS).

4.4. Branje podatkov pridobljenih z aparatom GC-MS

Vsaka ločena komponenta vzorca se v narisanim kromatogramu pojavi kot kromatografski vrh. Zanj nas zanima nekaj lastnosti: čas od injiciranja vzorca (v kromatogramu označen m kot čas 0, ki je bil potreben, da se je komponenta eluirala iz kolone in se je njen vrh pojavit v kromatogramu (tR); višina vrha (h); širina vrha na dnu, tj. na osnovni črti ali »bazni liniji« (w) ali na polovici višine vrha (w1/2).

Čas, potreben za pojav vrha komponente v kromatogramu, seveda sovпадa s tem, koliko časa se je ta komponenta zadrževala v koloni, zato mu rečemo retencijski čas (tR). Pod enakimi kromatografskimi pogoji bo imela neka spojina enak retencijski čas, torej iz njega lahko prepoznamo njen vrh v kromatogramu. Retencijski čas je torej kvalitativna karakteristika vrha, posamezne substance, saj nam ga pomaga identificirati (Pihlar B., Prosen H., 2019., str. 167).

Nato na koncu s pomočjo mednarodne spletne knjižnice določimo pomen vrha. Se pravi, kateri vrh predstavlja katero organsko onesnažilo. Tako smo s pomočjo metode GC-MS ter spletne knjižnice razbrali, katera organska onesnaževala so lahko prisotna v vzorcu vode, ki smo ga predhodno odvzeli na terenu.

5 REZULTATI IN RAZPRAVA

S kvantitativno metodo po določenem standardu izmerimo koncentracijo organskih onesnažil v vzorcu vode. To se izvaja v laboratoriju in je pretežno ročno delo. S kvalitativno metodo pa določimo vrste organskih onesnažil, ki so prisotna v vzorcu vode s pomočjo metode GC-MS po internem standardu ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M719, izdaja 4.

Metoda GC-MS je zelo uporabna metoda, saj daje kemijsko sliko sestave vode in na ta način lahko vidimo, katera organska onesnažila, so prisotna v vzorcu vode. Njegova uporaba je široka tako v znanstvenih kot tudi v raziskovalnih namenih.

Primerljivost izmerjenega signala z obravnavano metodo se išče v bazi podatkov NIST in se ga ustrezeno ovrednoti. Ujemanje dejansko izmerjenega signala in signala zabeleženega v bazi NIST lahko znaša 20 % do 100 %. Pri obravnavanju rezultatov smo zavzeli stališče, da bomo obravnavali le tiste rezultate, katerih pokrivanje je višje od 70 %.

Metoda z aparatom GC-MS ima tako prednosti kot slabosti. Med prednosti lahko upoštevamo, da a to metodo dobimo velik nabor podatkov, ki jih obdelamo kasneje. Podaja nam podatke o naboru v vodi prisotnih snovi.

Problem pri analiznih metodah ter posnetkih GC-MS je ta, da so organske spojine v nekaterih primerih prisotne v tako majhnih koncentracijah, da jih s pomočjo drugih metod ni možno določiti. Vemo lahko le, da je prisotna neka snov, koncentracije pa ne moremo določiti. Prav tako lahko predstavlja problem zanesljivosti pokrivanja z bazo NIST, ki je pod 50 %. S časovnega vidika je velik nabor podatkov lahko tudi ena izmed slabosti, saj jih je treba analizirati, čeprav niso vsi pomembni, kar pa nam lahko vzame veliko časa.

V diplomskem delu smo si izbrali 10 organskih spojin, ki so se največkrat pojavile v takih vzorcih. Vse te organske spojine, ki so bile zaznane z aparatom GC-MS, so zapisane v Excelovi tabeli. Spojine sem opredelila s pomočjo te tabele ter programa (Orbita 3), ki sem ga uporabljala pri NLZOH. S pomočjo že dobljenih podatkov sem primerjala rezultate določene analizne metode z rezultati dobljenimi po metodi GC-MS.

Zaradi nihanja nivoja vode v vrtinah poteka vzorčenje podzemne vode dvakrat letno, in sicer ob visokem in nizkem nivoju vode. Vzorčenje na kraških območjih pa se izvaja štirikrat letno, in sicer v različnih hidroloških razmerah.

Nadaljnje vprašanje, ki smo si ga postavili, je bilo, zakaj se pri določenih spojinah metodi ne ujemata. Odgovor na zastavljeno vprašanje sem poiskala v njihovem laboratoriju. Ugotovila sem, da se metodi ne ujemata zaradi premajhnih koncentracij organskih spojin v vzorcu. Metode in aparature ne omogočajo zaznavanja nižjih koncentracij od podanih LOD ter LOQ, ki pa so na najnižjih možnih območjih, ki so jih lahko potrdili z validacijami.

Ker so zgoraj navedene snovi, razen maščobnih kislin same po sebi nevarne in ker se najpogosteje ponavljajo, smo poskusili na trgu dobiti metode, s katerimi bi zaznane organske spojine tudi kvantitativno izmerili. Preko elektronske pošte smo kontaktirali štiri mednarodna podjetja. To so bila Eurofins, SGS, ALS in Zweckverband. Od njih smo želeli pridobiti ponudbe za metode, s katerimi bi lahko kvantitativno določili 7,9-di-terc-butil-1-oksaspiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion, 1-(4- [1-hidroksi- 1 metiletil] fenil) etanon ter Triizopril fosfat, ki jih NLZOH nima v bazi.

Od vseh navedenih podjetij smo dobili odgovor, da trenutno teh metod nimajo razvitih, zato vseh onesnažil ni bilo mogoče kvantitativno določiti. Razvoj nove metode pomeni finančni in časovni zalogaj, zato se bo na podlagi teh ugotovitev v prihodnje pri pripravi planov NLZOH vključilo v razvoj nove metode, s katerimi bodo lahko analizirali tudi obravnavane prametre.

5.1 Ugotovitve o izbranih organskih onesnažilih

S pomočjo tabel bom prikazala predhodno pridobljene podatke vsebnosti izbranih organskih onesnažil v deponijskih vodnih vzorcih. Podatki so bili pridobljeni v laboratoriju NLZOH s pomočjo kvantitativne metode ter metode GC-MS. Razlika med kvantitativno in metodo GC-MS je ta, da se pri metodi GC-MS določa le, katera onesnažila so prisotna v vzorcu vode, medtem ko se pri kvantitativni metodi določa tudi koncentracija prisotnih onesnažil. Ker je bilo zaznanih veliko organskih spojin, katerih koncentracije so bile pod LOD ter LOQ, sem se osredotočila samo na organska onesnažila, katerih koncentracija je bila nad podanim LOD ter LOQ. Razpredelnica prikazuje oznako lokacije, številko vzorca, ime organske spojine, ki bi bila zaznana s pomočjo kvantitativne metode ter posnetka GC-MS, koncentracijo onesnažila, ki je bil detektirano s pomočjo kvantitativne metode v $\mu\text{g/L}$ ter kolikokrat je bila ta snov zaznana v vzorcu vode s pomočjo metode GC-MS.

V poljih označenih z zeleno barvo so prikazani podatki iz nevplivnih območij. To so območja na odlagališčih, kjer odlagališče ne bi smelo imeti vpliva na kontaminacijo podzemnih voda.

Trise analizirajo pri NLZOH, saj se pojavljajo pogosto. Obstaja kemijska metoda, s katero se da določiti kvantitativno vsebnost onesnažila. V večini primerov z detekcijsko metodo ni bilo možno določiti koncentracije te snov. Morali bi znižati LOD in LOQ, kar pa je trenutno glede na obstoječo opremo nemogoče.

5.1.1 Tris (1 kloro-2 propil) fosfat (TCPP)

Tabela 3: Zaznavanje organskega onesnažila z imenom Tris. Zaznane so bile štiri različne vrste in sicer: Tributilfosfat, Trikloropropilfosfat, Trikloroethylfosfat ter Tris (1-kloro-2propil) fosfat.

		Kvantitativna metoda		GC-MS metoda	
Oznaka lokacije	Št. vzorca	Ime org. spojine	Kon. ($\mu\text{g/L}$)	Ime org. spojine	Ponovljivost Ujemanje nad 70 %
3	17/50164	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,007 0,083	Tributilfosfat	1x
3	17/50165	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,014 0,12	Fosfat	1x
3	17/102691	Trikloropropilfosfat	0,034	Fosfat	1x
3	17/102692	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,018 0,21	Tributilfosfat	1x
3	18/47137	Trikloropropilfosfat	0,011	/	/
3	18/47138	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,17 0,48	Tributilfosfat	1x
3	18/47139	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroethylfosfat	0,053 0,43 0,03	Tributilfosfat	1x
3	18/96293	Tributilfosfat	0,004	/	/
3	18/96294	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,02 0,13	Fosfat	1x
3	18/96295	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,017 0,09	Fosfat	1x
3	19/39433	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,031 0,17	/	/
3	19/39434	Tributilfosfat	0,059	Trikloropropilfosfat	1x

		Trikloropropilfosfat	0,19		
3	19/82426	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,065 0,46 0,061	Tributilfosfat	1x
3	19/82427	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,049 0,36 0,066	Tributilfosfat	1x
3	20/34218	Trikloropropilfosfat	0,022	/	/
3	20/34219	Trikloropropilfosfat	0,033	/	/
4	17/66892	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,025 0,17 0,02	/	/
4	17/66894	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,068 0,47 0,043	/	/
4	17/105003	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,0043 0,021	/	/
4	17/105005	Trikloropropilfosfat	0,076	/	/
4	18/47242	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,012 0,09	Trikloropropilfosfat	1x
4	18/47244	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,072 0,46 0,028	Trikloropropilfosfat	1x
4	18/76073	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,029 0,2 0,019	Trikloropropilfosfat	1x
4	18/76075	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,1 0,86	Trikloropropilfosfat	1x
4	19/55636	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,006 0,074	Trikloropropilfosfat	1x
4	19/55638	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,032 0,3 0,01	Trikloropropilfosfat	1x
4	19/85305	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,018 0,17	Trikloropropilfosfat	1x
4	19/85307	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,081 0,28	Trikloropropilfosfat	1x
4	20/38939	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,015 0,084	Trikloropropilfosfat	1x
4	20/38941	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,03 0,07	Trikloropropilfosfat	1x
5	17/101877	Trikloropropilfosfat	0,009	/	/
5	18/50309	Trikloropropilfosfat	0,025	Trikloropropilfosfat	2x
5	18/50310	Trikloropropilfosfat	0,018	/	/
5	18/106301	Trikloropropilfosfat	0,015	/	/
5	18/106302	Trikloropropilfosfat	0,012	/	/
5	18/106304	Trikloropropilfosfat	0,14	Trikloropropilfosfat	1x
5	19/47000	Trikloropropilfosfat	0,037	/	/
5	19/47001	Trikloropropilfosfat	0,014	/	/
5	19/47005	Trikloropropilfosfat	0,006	/	/
5	19/76689	Trikloropropilfosfat	0,01	/	/
5	19/76690	Trikloropropilfosfat	0,022	/	/
5	20/41546	Trikloropropilfosfat	0,005	/	/
6	17/49759	Tributilfosfat	0,009	/	/

		Trikloropropilfosfat	0,049		
6	17/49762	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,004 0,066	/	/
6	17/104956	Trikloropropilfosfat	0,035	/	/
6	18/39604	Trikloroetilfosfat	0,02	/	/
6	18/39606	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,008 0,53	/	/
6	18/84413	Trikloropropilfosfat	0,15	/	/
6	19/55629	Trikloroetilfosfat	0,036	/	/
6	19/55630	Trikloropropilfosfat	0,006	/	/
6	19/82428	Trikloropropilfosfat	0,017	/	/
6	19/82429	Trikloroetilfosfat	0,015	/	/
6	19/82431	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,015 0,42 0,014	/	/
6	20/47947	Trikloropropilfosfat	0,023	/	/
6	20/47948	Trikloropropilfosfat	0,13	/	/
8	17/39799	Tributilfosfat	0,007	/	/
8	17/39800	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,14 0,44 0,036	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	2x
8	17/39801	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,012 1,1	/	/
8	17/39802	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,27 0,71 0,14	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	2x
8	17/68820	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,05 0,015	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	2x
8	17/68821	Trikloropropilfosfat	0,01	/	/
8	17/68823	Trikloropropilfosfat	0,02	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	17/103133	Trikloropropilfosfat	0,067	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	17/103135	Trikloropropilfosfat	0,023	/	/
8	17/126353	Trikloropropilfosfat	0,045	/	/
8	18/35283	Trikloropropilfosfat	0,006	/	/
8	18/35284	Trikloropropilfosfat	0,007	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/35286	Trikloropropilfosfat	0,006	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/58871	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,053 0,23 0,09	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/58872	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,02 0,091 0,033	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/58873	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,007 0,03	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/58874	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,008 0,019	/	/
8	18/102481	Trikloropropilfosfat	0,036	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/102482	Trikloropropilfosfat	0,039	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x

8	18/102484	Trikloropropilfosfat	0,0068	/	/
8	18/134015	Trikloropropilfosfat	0,013	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	18/134016	Trikloropropilfosfat	0,018	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/48344	Trikloropropilfosfat	0,054	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/48354	Tributilfosfat Trikloropropilfosfat	0,022 0,27	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/48343	Trikloropropilfosfat	0,028	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/48345	Trikloropropilfosfat	0,024	/	/
8	19/48346	Trikloropropilfosfat	0,011	/	/
8	19/74006	Trikloropropilfosfat	0,11	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/74007	Trikloropropilfosfat	0,065	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/100435	Trikloropropilfosfat	0,031	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/100437	Trikloropropilfosfat	0,023	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/100438	Trikloropropilfosfat	0,008	/	/
8	19/129795	Trikloropropilfosfat	0,015	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	19/129796	Trikloropropilfosfat	0,005	/	/
8	19/129797	Trikloropropilfosfat	0,019	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	20/33506	Trikloropropilfosfat	0,025	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	20/33507	Trikloropropilfosfat	0,13	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
8	20/33508	Trikloropropilfosfat	0,006	/	/
13	17/62513	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,27 0,014	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	2x
13	17/112042	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,1 0,019	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	17/112043	Trikloropropilfosfat	0,021	/	/
13	18/30700	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,11 0,016	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	18/86661	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,1 0,011	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	18/86663	Trikloropropilfosfat	0,058	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	19/57660	Trikloropropilfosfat	0,025	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	19/57662	Trikloropropilfosfat	0,053	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	19/57663	Trikloropropilfosfat	0,006	/	/
13	19/111069	Trikloropropilfosfat	0,082	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	19/111067	Trikloropropilfosfat	0,03	/	/
13	19/111070	Trikloropropilfosfat	0,02	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	20/38933	Tributilfosfat	0,007	/	/

		Trikloropropilfosfat	0,075		
13	20/38934	Trikloropropilfosfat Trikloroetilfosfat	0,028 0,013	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x
13	20/38935	Trikloropropilfosfat	0,15	Tris (1-kloro-2propil) fosfat	1x

Največkrat prisotna spojina pri kvantitativni metodi je bila trikloropropilfosfat. Pri metodi GC-MS pa Tris (1-kloro-2propil) fosfat. Najvišja koncentracija je bila pri trikloropropilfosfatu. Znašala je 0,86 µg/L. Največja ponovljivost je bila pri trikloropropilfosfatu, tributilfosfatu in pri trikloroetilfosfatu. Ta organska onesnažila so se v določenih primerih ponovila dvakrat. Stolpec obarvan z zeleno barvo predstavlja podatke iz ničelne vrtine. Ničelno vrtino poimenujemo tisto vrtino, ki se nahaja pred odlagališčem. Tukaj podzemna voda še nima stika z odlagališčem. Ta vrtina nam daje podatke o tem, ali je podzemna voda bila že predhodno onesnažena z onesnažili, preden je prišla v stik z izcednimi vodami.

5.1.2 Maščobne kislina

Pojavlja se velikokrat, vendar ni zanesljivo, katera vrsta maščobne kislina je prisotna v vzorcu, zato se zapiše samo, da so prisotne.

Zaradi prenizke koncentracije snovi v vzorcu aparat GC-MS ne more določiti, za katero maščobno kislino gre. Ker ta organska onesnažila ne predstavljajo nevarnosti in ker so v tako nizkih koncentracijah, na trgu nismo iskali metode.

5.1.3 Mineralna olja

Da bi lahko kvantitativno določili vrsto mineralnega olja, bi morali LOD in LOQ znižati, kar pa je trenutno glede na obstoječo opremo nemogoče. Današnja aparatura ne omogoča določevanja nižjih koncentracij.

Tabela 4: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom mineralno olje.

Oznaka lokacije	Št. vzorca	Kvantitativna metoda		GC-MS metoda	
		Ime org. spojine	Kon. (µg/L)	Ime org. spojine	Ponovljivost Ujemanje nad 70 %
2	17/73392	Indeks mineralnih olj	3	Mineralno olje	4x
2	18/86717	Indeks mineralnih olj	3	/	/
2	19/97418	Indeks mineralnih olj	7	/	/
3	18/96295	Indeks mineralnih olj	4	Mineralno olje	5x
7	17/47559	Indeks mineralnih olj	3	Mineralno olje	4x
7	17/47561	Indeks mineralnih olj	5	Mineralno olje	20x
7	17/99478	Indeks mineralnih olj	15	Mineralno olje	27x
8	17/68820	Indeks mineralnih olj	3	/	/
10	17/53894	Indeks mineralnih olj	6	Mineralno olje	2x
12	19/85310	Indeks mineralnih olj	7	/	/
12	20/35742	Indeks mineralnih olj	3	/	/
14	19/103789	Indeks mineralnih olj	4	/	/

Pri tej vrsti organskega onesnažila je prisotna samo ena vrsta mineralnih olj, in sicer indeks mineralnih olj. Zanimiv podatek tukaj je, da je najvišja koncentracija tega organskega onesnažila na nevplivnem območju. Ker odlagališče tukaj nima vpliva, lahko iz tega sklepamo, da je bila voda že predhodno onesnažena iz nekega drugega vira. Največja ponovljivost je bila kar 27x.

5.1.4 Ftalati

Tako kot je pri mineralnih oljih je podobno tudi pri ftalatih. Poznamo več kot 70 vrst ftalatov, od teh jih s kemijsko metodo analiziramo 7. Če so signali dovolj visoki, lahko opredelijo, za katero vrsto ftalata gre. Če pa so signali prenizki in koncentracije nižje od LOD in LOQ, pa jih ne moremo opredeliti, saj s kvantitativno metodo lahko določimo količino le tistih spojin, katerih koncentracije so višje od navedenega LOD ter LOQ.

Tabela 5: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom ftalat.

Oznaka lokacije	Št. vzorca	Kvantitativna metoda		GC-MS metoda	
		Ime org. spojine	Kon. ($\mu\text{g}/\text{L}$)	Ime org. spojine	Ponovljivost Ujemanje nad 70 %
3	18/96293	Dietil ftalat	0,24	/	/
3	18/96294	Dietil ftalat	0,19	Ftalat	2x
3	18/96295	Dietil ftalat	0,16	Ftalat	1x
4	20/38940	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,11	Ftalat	2x
6	17/49759	Dietil ftalat	0,18	/	/
6	17/104953	Dietil ftalat	0,33	/	/
6	17/104954	Dietil ftalat	0,4	/	/
6	17/104955	Dietil ftalat	0,22	/	/
6	17/104956	Dietil ftalat	0,28	/	/
8	17/39800	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,13	Ftalat	6x
8	17/39802	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,27	Ftalat	7x
8	17/39799	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,18	Ftalat	1x
8	17/68820	Dietil ftalat	0,25	Ftalat	6x
8	17/68821	Dietil ftalat	0,36	Ftalat	4x
8	17/68823	Dietil ftalat	0,13	Ftalat	2x
8	17/103132	Dietil ftalat	0,41	Ftalat	1x
8	17/103135	Dietil ftalat	0,21	/	/
8	18/35284	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,12	Ftalat	6x
8	18/35286	Dietil ftalat	0,11	Ftalat	3x
8	18/35287	Dietil ftalat	0,1	Ftalat	2x
8	18/58871	Dietil ftalat	0,27	Ftalat	3x
8	18/58872	Dietil ftalat	0,33	Ftalat	2x
8	18/58873	Dietil ftalat	0,2	Ftalat	2x
8	18/58874	Dietil ftalat	0,25	/	/
8	19/74006	Dietil ftalat	0,24	/	/
8	19/100435	Dietil ftalat	0,12	Ftalat	5x
8	19/100436	Di(2-ethylheksil) ftalat Dioktil ftalat	0,15 0,17	Ftalat	3x
8	19/100437	Dietil ftalat Di(2-ethylheksil) ftalat	0,11 0,2	Ftalat	5x

		Dioktil ftalat	0,14		
8	19/100438	Di(2-ethylheksil) ftalat Dioktil ftalat	0,25 0,29	Ftalat	5x
8	19/129795	Benzil butil ftalat Dietil ftalat	0,15 0,27	Ftalat	4x
8	19/129796	Dietil ftalat	0,1	Ftalat	2x
8	19/129797	Benzil butil ftalat Dietil ftalat	0,11 0,11	Ftalat	2x
8	19/129798	Benzil butil ftalat Dietil ftalat	0,24 0,1	Ftalat	1x
9	17/71818	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,2	/	/
9	17/100191	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,11	Ftalat	4x
9	18/89425	Dietil ftalat	0,18		
9	18/89426	Di(2-ethylheksil) ftalat Dietil ftalat	0,16 0,25	Ftalat	5x
9	18/89427	Dietil ftalat	0,15	/	/
9	18/89428	Di(2-ethylheksil) ftalat Dietil ftalat	0,16 0,18	Ftalat	2x
9	19/46048	Dietil ftalat	0,2	Ftalat	3x
9	19/46050	Dietil ftalat	0,16	Ftalat	4x
9	19/46051	Dietil ftalat	0,17	Ftalat	1x
9	19/46052	Dietil ftalat	0,14	Ftalat	3x
9	19/67920	Dietil ftalat	0,19	Ftalat	1x
9	19/103866	Di(2-ethylheksil) ftalat Dioktil ftalat	0,17 0,16	Ftalat	4x
13	17/112043	Di(2-ethylheksil) ftalat	2,2	Ftalat	6x
13	18/30698	Di(2-ethylheksil) ftalat Dietil ftalat	0,1 0,1	Ftalat	2x
13	19/57660	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,27	Ftalat	2x
13	19/111068	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,49	Ftalat	4x
14	17/43105	Dietil ftalat	0,12	Ftalat	7x
14	17/43106	Dietil ftalat	0,38	/	/
14	17/43107	Dietil ftalat	0,78	Ftalat	9x
14	17/71783	Dietil ftalat	0,22	/	/
14	17/71784	Dietil ftalat	0,11	/	/
14	17/71785	Dietil ftalat	0,13	Ftalat	1x
14	17/95933	Dietil ftalat	0,16	Ftalat	2x
14	17/95934	Dietil ftalat	0,12	Ftalat	1x
14	17/95935	Dietil ftalat Di(2-ethylheksil) ftalat	0,16 0,1	Ftalat	1x
14	17/118105	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,21	Ftalat	3x
14	18/67251	Dietil ftalat	0,11	/	/
14	18/67252	Dietil ftalat	0,14	/	/
14	18/67253	Dietil ftalat	0,11	/	/
14	18/96221	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,13	/	/
14	19/54899	Di(2-ethylheksil) ftalat	0,19	/	/
14	19/103789	Di(2-ethylheksil) ftalat Dioktil ftalat	0,14 0,17	/	/
14	19/127185	Dietil ftalat	0,22	Ftalat	2x
14	19/127186	Dietil ftalat Benzil butil ftalat	0,19 0,12	Ftalat	1x
14	19/127187	Dietil ftalat	0,16	/	/

V tej kategoriji so bile zaznane štiri različne vrste ftalatov, in sicer: Dietil ftalat, Di(2-ethylheksil) ftalat, Dioktil ftalat ter Benzil butil ftalat. Številčno gledano se je največkrat ponovil Dietil ftalat. Najvišja koncentracija pa je segala 2,2 µg/L, in sicer pri Di(2-ethylheksil) ftalatu. Najvišja ponovljivost je bila pri Dietil ftalatu. Ponovil se je kar 9x.

5.1.5 Dietiltoluamid (DEET)

To organsko onesnažilo analizirajo pri NLZOH. Imajo kemijsko metodo, ki je zanesljiva. Ujemanje kemijske metode z metodo GC-MS je zelo dobra. Zaradi razširjene uporabe dietiltoluamida v preteklih letih so zaznane visoke koncentracije tega organske onesnažila. Posledično je lažje zaznati vsebnost te spojine v vzorcu vode tako s kemijsko metodo kot s posnetkom GC-MS.

Kako je zašel dietiltoluamid v podzemno vodo, lahko sklepamo, da na dva načina. Prvi bi lahko bil preko odložene plastike na odlagališču. Sčasoma tudi plastika začne razpadati na manjše delce, kar lahko privede do sproščanja dietiltoluamida v odlagališče, od koder lahko kasneje zaide v podzemne vode. Druga možnost pa bi lahko bila uporaba dietiltoluamida na odlagališčih z namenom dezinfekcije. S tem preprečujejo, da bi se na odlagališču zaredile razne žuželke.

Tabela 6: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom N,N-dietil-m-toluamid.

Oznaka lokacije	Št. vzorca	Kvantitativna metoda		GC-MS metoda	
		Ime org. spojine	Kon. (µg/L)	Ime org. spojine	Ponovljivost Ujemanje nad 70 %
2	17/73389	N,N-dietil-m-toluamid	2,7	Dietiltoluamid	1x
2	17/73392	N,N-dietil-m-toluamid	0,017	/	/
2	17/73393	N,N-dietil-m-toluamid	1,9	Dietiltoluamid	1x
2	17/11305	N,N-dietil-m-toluamid	0,34	Dietiltoluamid	1x
2	17/11307	N,N-dietil-m-toluamid	0,056	/	/
2	17/11308	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	Dietiltoluamid	1x
2	17/11309	N,N-dietil-m-toluamid	1,8	/	/
2	18/43043	N,N-dietil-m-toluamid	1,1	Dietiltoluamid	1x
2	18/43041	N,N-dietil-m-toluamid	0,015	Dietiltoluamid	1x
2	18/43042	N,N-dietil-m-toluamid	0,016	Dietiltoluamid	1x
2	18/43039	N,N-dietil-m-toluamid	8,4	Dietiltoluamid	1x
2	18/86717	N,N-dietil-m-toluamid	6,7	Dietiltoluamid	1x
2	18/86722	N,N-dietil-m-toluamid	1,6	Dietiltoluamid	1x
2	18/86720	N,N-dietil-m-toluamid	0,017	/	/
2	18/86721	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
2	19/41740	N,N-dietil-m-toluamid	0,47	Dietiltoluamid	1x
2	19/41744	N,N-dietil-m-toluamid	0,82	Dietiltoluamid	1x
2	19/41742	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
2	19/97413	N,N-dietil-m-toluamid	0,1	/	/
2	19/97417	N,N-dietil-m-toluamid	2,2	Dietiltoluamid	1x
2	19/97415	N,N-dietil-m-toluamid	0,014	/	/
2	19/97416	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
2	20/44168	N,N-dietil-m-toluamid	0,81	/	/
2	20/44171	N,N-dietil-m-toluamid	0,085	/	/
2	20/44174	N,N-dietil-m-toluamid	0,003	/	/

2	20/44175	N,N-dietil-m-toluamid	1	/	/
3	17/50164	N,N-dietil-m-toluamid	0,25	Dietiltoluamid	1x
3	17/50165	N,N-dietil-m-toluamid	0,32	Dietiltoluamid	1x
3	17/102691	N,N-dietil-m-toluamid	0,41	Dietiltoluamid	1x
3	17/102269	N,N-dietil-m-toluamid	0,58	/	/
3	18/47139	N,N-dietil-m-toluamid	1,7	Dietiltoluamid	1x
3	18/96293	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
3	18/96294	N,N-dietil-m-toluamid	0,073	/	/
3	18/96295	N,N-dietil-m-toluamid	0,027	/	/
3	19/39433	N,N-dietil-m-toluamid	1,5	Dietiltoluamid	1x
3	19/39434	N,N-dietil-m-toluamid	1,6	Dietiltoluamid	1x
3	19/82426	N,N-dietil-m-toluamid	1,2	Dietiltoluamid	1x
3	19/82427	N,N-dietil-m-toluamid	0,66	Dietiltoluamid	1x
3	20/34218	N,N-dietil-m-toluamid	0,2	/	/
3	20/34219	N,N-dietil-m-toluamid	0,11	/	/
3	20/61567	N,N-dietil-m-toluamid	0,16	/	/
3	20/61568	N,N-dietil-m-toluamid	0,008	/	/
4	17/66892	N,N-dietil-m-toluamid	0,48	Dietiltoluamid	1x
4	17/66894	N,N-dietil-m-toluamid	3,4	Dietiltoluamid	1x
4	17/105003	N,N-dietil-m-toluamid	0,13	Dietiltoluamid	1x
4	17/105005	N,N-dietil-m-toluamid	0,29	Dietiltoluamid	1x
4	18/47242	N,N-dietil-m-toluamid	0,08	Dietiltoluamid	1x
4	18/47243	N,N-dietil-m-toluamid	0,003	/	/
4	18/47244	N,N-dietil-m-toluamid	0,63	Dietiltoluamid	1x
4	18/76073	N,N-dietil-m-toluamid	0,31	/	/
4	18/76074	N,N-dietil-m-toluamid	0,003	/	/
4	18/76075	N,N-dietil-m-toluamid	1,6	Dietiltoluamid	1x
4	19/55636	N,N-dietil-m-toluamid	0,23	Dietiltoluamid	1x
4	19/55638	N,N-dietil-m-toluamid	1,8	Dietiltoluamid	1x
4	19/85305	N,N-dietil-m-toluamid	0,2	/	/
4	19/85306	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
4	19/85307	N,N-dietil-m-toluamid	1,5	/	/
4	20/38939	N,N-dietil-m-toluamid	0,16	/	/
4	20/38941	N,N-dietil-m-toluamid	2	/	/
5	17/48311	N,N-dietil-m-toluamid	0,013	/	/
5	17/101877	N,N-dietil-m-toluamid	0,02	/	/
5	18/50310	N,N-dietil-m-toluamid	0,008	/	/
5	18/10300	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
5	18/10301	N,N-dietil-m-toluamid	0,022	/	/
5	18/10302	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
5	18/10304	N,N-dietil-m-toluamid	0,029	/	/
5	19/47001	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
5	20/41546	N,N-dietil-m-toluamid	0,011	/	/
5	20/41547	N,N-dietil-m-toluamid	0,018	/	/
6	18/39606	N,N-dietil-m-toluamid	1	/	/
6	18/84413	N,N-dietil-m-toluamid	0,1	/	/
6	19/55631	N,N-dietil-m-toluamid	0,22	/	/
6	19/82431	N,N-dietil-m-toluamid	0,26	/	/
6	20/47948	N,N-dietil-m-toluamid	0,007	/	/
7	17/72341	N,N-dietil-m-toluamid	0,017	/	/
7	17/99478	N,N-dietil-m-toluamid	0,005	/	/
8	19/48354	N,N-dietil-m-toluamid	0,051	/	/
9	17/45661	N,N-dietil-m-toluamid	0,012	/	/

9	17/45663	N,N-dietil-m-toluamid	0,022	/	/
9	17/71816	N,N-dietil-m-toluamid	0,55	/	/
9	17/71818	N,N-dietil-m-toluamid	0,039	/	/
9	17/100188	N,N-dietil-m-toluamid	0,49	Dietiltoluamid	1x
9	17/123055	N,N-dietil-m-toluamid	0,027	Dietiltoluamid	1x
9	17/123057	N,N-dietil-m-toluamid	0,11	Dietiltoluamid	1x
9	18/33999	N,N-dietil-m-toluamid	0,015	Dietiltoluamid	1x
9	18/34001	N,N-dietil-m-toluamid	0,013	/	/
9	18/58012	N,N-dietil-m-toluamid	0,005	/	/
9	18/58015	N,N-dietil-m-toluamid	0,84	/	/
9	18/89426	N,N-dietil-m-toluamid	0,008	/	/
9	18/89428	N,N-dietil-m-toluamid	2,2	/	/
9	18/119521	N,N-dietil-m-toluamid	0,056	/	/
9	18/119523	N,N-dietil-m-toluamid	0,43	Dietiltoluamid	1x
9	19/46048	N,N-dietil-m-toluamid	0,24	Dietiltoluamid	1x
9	19/46051	N,N-dietil-m-toluamid	0,032	/	/
9	19/67917	N,N-dietil-m-toluamid	0,017	Dietiltoluamid	1x
9	19/103865	N,N-dietil-m-toluamid	1,4	/	/
9	19/103867	N,N-dietil-m-toluamid	0,041	/	/
9	19/129799	N,N-dietil-m-toluamid	0,34	/	/
9	19/129801	N,N-dietil-m-toluamid	0,051	/	/
9	20/29530	N,N-dietil-m-toluamid	0,12	/	/
9	20/47764	N,N-dietil-m-toluamid	0,1	/	/
9	20/47766	N,N-dietil-m-toluamid	0,025	/	/
10	20/35735	N,N-dietil-m-toluamid	0,16	/	/
11	17/76045	N,N-dietil-m-toluamid	0,016	/	/
11	17/76046	N,N-dietil-m-toluamid	0,42	Dietiltoluamid	1x
11	17/109041	N,N-dietil-m-toluamid	2,3	Dietiltoluamid	1x
11	17/109042	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
11	17/109044	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
11	18/34078	N,N-dietil-m-toluamid	0,65	Dietiltoluamid	1x
11	18/34079	N,N-dietil-m-toluamid	3,1	Dietiltoluamid	1x
11	18/70823	N,N-dietil-m-toluamid	1,7	Dietiltoluamid	1x
11	18/70824	N,N-dietil-m-toluamid	0,28	Dietiltoluamid	1x
11	18/70826	N,N-dietil-m-toluamid	0,005	/	/
11	19/60601	N,N-dietil-m-toluamid	0,46	Dietiltoluamid	1x
11	19/60602	N,N-dietil-m-toluamid	0,071	Dietiltoluamid	1x
11	19/114019	N,N-dietil-m-toluamid	1,5	Dietiltoluamid	1x
11	19/114020	N,N-dietil-m-toluamid	0,006	/	/
11	19/114022	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
11	20/47741	N,N-dietil-m-toluamid	2,4	/	/
11	20/47742	N,N-dietil-m-toluamid	0,031	/	/
12	17/109072	N,N-dietil-m-toluamid	0,008	/	/
12	18/70942	N,N-dietil-m-toluamid	0,003	/	/
12	18/70943	N,N-dietil-m-toluamid	0,004	/	/
12	19/57665	N,N-dietil-m-toluamid	0,075	/	/
13	17/62513	N,N-dietil-m-toluamid	0,039	/	/
13	17/112042	N,N-dietil-m-toluamid	0,033	/	/
13	18/30700	N,N-dietil-m-toluamid	0,016	Dietiltoluamid	1x
13	18/86661	N,N-dietil-m-toluamid	0,043	Dietiltoluamid	1x
13	19/57662	N,N-dietil-m-toluamid	0,012	Dietiltoluamid	1x
13	19/111069	N,N-dietil-m-toluamid	0,032	/	/
13	20/38935	N,N-dietil-m-toluamid	0,009	/	/

14	17/71784	N,N-dietil-m-toluamid	0,003	/	/
----	----------	-----------------------	-------	---	---

Višje koncentracije so bile zaznane pri N,N-dietil-m-toluamidu. Tukaj je bilo kar nekaj vzorcev z visoko koncentracijo. Najvišja pa je segala 8,4 µg/L. Pri vseh vzorcih je bila ponovljivost 1x.

5.1.6 N-Butil benzensulfonamid

Tudi to organsko onesnažilo analizirajo pri NLZOH. Vendar se kemijska metoda popolnoma nič ne ujema z metodo GC-MS. Snov je bila velikokrat prisotna, vendar v zelo majhnih koncentracijah.

5.1.7 Prometrin

Tudi za to organsko onesnažilo imajo kemijsko metodo, po kateri analizirajo vsebnost prometrinov v vzorcu vode.

Tabela 7: Prikaz podatkov pridobljenih s kvantitativno metodo ter metodo GC-MS organskega onesnažila z imenom prometrin.

Oznaka lokacije	Št. vzorca	Kvantitativna metoda		GC-MS metoda	
		Ime org. spojine	Kon. (µg/L)	Ime org. spojine	Ponovljivost Ujemanje nad 70 %
2	17/73389	Prometrin	0,062	Prometrin	1x
2	17/73392	Prometrin	0,008	/	/
2	17/73393	Prometrin	0,076	Prometrin	1x
2	17/113905	Prometrin	0,016	Prometrin	1x
2	17/113907	Prometrin	0,021	Prometrin	1x
2	17/113908	Prometrin	0,007	Prometrin	1x
2	17/113909	Prometrin	0,081	/	/
2	18/43043	Prometrin	0,079	Prometrin	1x
2	18/43041	Prometrin	0,007	/	/
2	18/43042	Prometrin	0,005	/	/
2	18/43039	Prometrin	0,27	/	/
2	18/86717	Prometrin	0,16	/	/
2	18/86722	Prometrin	0,074	Prometrin	1x
2	18/86720	Prometrin	0,009	/	/
2	18/86721	Prometrin	0,004	/	/
2	19/41740	Prometrin	0,029	/	/
2	19/41741	Prometrin	0,066	/	/
2	19/41743	Prometrin	0,006	/	/
2	19/41742	Prometrin	0,02	/	/
2	19/97413	Prometrin	0,014	/	/
2	19/97417	Prometrin	0,07	Prometrin	1x
2	19/97415	Prometrin	0,016	/	/
2	19/97416	Prometrin	0,009	/	/
2	20/44168	Prometrin	0,018	/	/
2	20/44171	Prometrin	0,033	/	/
2	20/44174	Prometrin	0,006	/	/
2	20/44175	Prometrin	0,04	/	/
3	17/50164	Prometrin	0,18	Prometrin	1x
3	17/50165	Prometrin	0,1	Prometrin	1x

3	17/102691	Prometrin	0,063	Prometrin	1x
3	17/102692	Prometrin	0,18	/	/
3	18/47139	Prometrin	0,71	Prometrin	1x
3	18/96294	Prometrin	0,048	Prometrin	1x
3	18/96295	Prometrin	0,025	Prometrin	1x
3	19/39433	Prometrin	0,56	Prometrin	1x
3	19/39434	Prometrin	0,48	Prometrin	1x
3	19/82426	Prometrin	0,63	Prometrin	1x
3	19/82427	Prometrin	0,33	Prometrin	1x
3	20/34218	Prometrin	0,12	Prometrin	1x
3	20/34219	Prometrin	0,074	Prometrin	1x
3	20/61567	Prometrin	0,038	/	/
3	20/61568	Prometrin	0,021	/	/
4	17/66892	Prometrin	0,025	Prometrin	1x
4	17/66894	Prometrin	0,088	Prometrin	1x
4	17/105003	Prometrin	0,014	/	/
4	17/105005	Prometrin	0,035	/	/
4	18/47242	Prometrin	0,014	/	/
4	18/47244	Prometrin	0,08	Prometrin	1x
4	18/76073	Prometrin	0,036	Prometrin	1x
4	18/76075	Prometrin	0,11	Prometrin	1x
4	19/55636	Prometrin	0,027	Prometrin	1x
4	19/55638	Prometrin	0,087	Prometrin	1x
4	19/85305	Prometrin	0,027	Prometrin	1x
4	19/85307	Prometrin	0,084	Prometrin	1x
4	20/38939	Prometrin	0,027	Prometrin	1x
4	20/38941	Prometrin	0,06	Prometrin	1x
6	18/39606	Prometrin	0,88	/	/
6	18/84413	Prometrin	0,36	/	/
6	19/55631	Prometrin	0,47	/	/
6	19/82431	Prometrin	0,9	/	/
6	20/47948	Prometrin	0,39	/	/
8	19/48354	Prometrin	0,034	/	/
9	17/45661	Prometrin	0,012	/	/
9	17/45663	Prometrin	0,003	/	/
9	17/71816	Prometrin	0,008	/	/
9	17/71818	Prometrin	0,005	/	/
9	17/100188	Prometrin	0,016	/	/
9	17/123055	Prometrin	0,003	/	/
9	17/123057	Prometrin	0,014	/	/
9	18/34001	Prometrin	0,006	/	/
9	18/58015	Prometrin	0,035	/	/
9	18/89428	Prometrin	0,11	/	/
9	18/119521	Prometrin	0,007	/	/
9	18/119523	Prometrin	0,014	/	/
9	19/46048	Prometrin	0,007	/	/
9	19/46051	Prometrin	0,005	/	/
9	19/103865	Prometrin	0,014	Prometrin	1x
9	19/129799	Prometrin	0,01	/	/
9	19/129801	Prometrin	0,006	/	/
9	20/29530	Prometrin	0,011	/	/
9	20/47764	Prometrin	0,005	/	/
10	20/35735	Prometrin	0,04	/	/

11	17/76045	Prometrin	0,004	/	/
11	17/76046	Prometrin	0,2	Prometrin	1x
11	17/109041	Prometrin	0,59	Prometrin	1x
11	17/109042	Prometrin	0,004	/	/
11	18/34078	Prometrin	0,07	Prometrin	1x
11	18/34079	Prometrin	0,99	Prometrin	1x
11	18/70823	Prometrin	0,34	Prometrin	1x
11	18/70824	Prometrin	0,11	Prometrin	1x
11	19/60601	Prometrin	0,43	Prometrin	1x
11	19/60602	Prometrin	0,079	Prometrin	1x
11	19/60604	Prometrin	0,003	/	/
11	19/114019	Prometrin	0,43	Prometrin	1x
11	19/114020	Prometrin	0,005	/	/
11	19/114022	Prometrin	0,006	/	/
11	20/47741	Prometrin	0,22	/	/
11	20/47742	Prometrin	0,006	/	/
11	17/109041	Prometon	0,006	/	/
11	18/34079	Prometon	0,007	/	/
12	17/36925	Prometrin	0,17	Prometrin	1x
12	17/36927	Prometrin	0,03	/	/
12	17/109072	Prometrin	0,21	Prometrin	1x
12	17/109074	Prometrin	0,008	/	/
12	18/47201	Prometrin	0,03	Prometrin	1x
12	18/70943	Prometrin	0,049	Prometrin	1x
12	19/57665	Prometrin	0,41	Prometrin	1x
12	19/57667	Prometrin	0,027	/	/
12	19/85309	Prometrin	0,15	Prometrin	1x
12	19/85311	Prometrin	0,014	Prometrin	1x
12	20/35743	Prometrin	0,12	Prometrin	1x
12	20/35745	Prometrin	0,011	/	/
13	17/62512	Prometrin	0,003	/	/
13	17/62513	Prometrin	0,01	/	/
13	17/112043	Prometrin	0,018	/	/
13	17/112041	Prometrin	0,01	/	/
13	17/112042	Prometrin	0,009	/	/
13	18/30700	Prometrin	0,01	Prometrin	1x
13	18/86661	Prometrin	0,012	/	/
13	19/57661	Prometrin	0,003	/	/
13	19/57662	Prometrin	0,009	/	/

Najvišja koncentracija pri prometrinu je znašala 0,99 µg/L. Pri vseh vzorcih je bila ponovljivost 1x.

Za organska onesnažila kot so 7,9-di-terc-butil-1-oksapiro[4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion, triizopropil fosfat in 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon, trenutno ne obstajajo standardne metode. Glede na to, da se snov ponavlja pogosto, bi bilo smiselno ustvariti vsaj interna metodo.

Izbrana organska onesnažila so »zanesljivo« prisotne v vzorcih podzemnih vod, vendar ne moremo vedeti njihove koncentracije. Bistveno je, da znamo opredeliti, katere spojine so prisotne. V prihodnosti bomo mogoče znali pomeriti tudi nižje koncentracije snovi, ko bosta na trgu obstajala boljša metoda in aparat, ki bi to omogočala.

Menim, da je zakonska opredelitev organskih onesnaževal še relativno pomanjkljiva, saj ni bilo nikjer možno zaslediti predpisov, ki bi obravnavala zgoraj naštete organske snovi kot vodna onesnažila.

Na evropski ravni je kakovost podzemne vode urejena na podlagi Vodne direktive evropskega sveta (2000/60/ES) in Direktive o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem (2006/118/ES), z ustreznimi seznama onesnažil in njihovimi mejnimi vrednostmi (Koroša, A., 2019, str. 1).

Uredba o stanju podzemnih voda (UL RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) določa parametre kemijskega in količinskega stanja ter standarde kakovosti podzemne vode. Ustrezost pitne vode je določena s Pravilnikom o pitni vodi (UL RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09) (Koroša, A. 2019, str. 2).

Tabela 8: Imena spojin, katerih koncentracija je bila v vzorcu vode dovolj velika, da smo lahko določili vrsto organskega onesnažila, metoda ter aparatura, s katero se določajo enota, LOD, LOQ, merilna negotovost ter ali je metoda v laboratoriju akreditirana.

Ime spojine	Ime metode	Merilni princip	Enota	LOD	LOQ	Meri. neg.	Akred.
Trikloropropilfosfat	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M717, izdaja 2	GC/MS-SIM	µg/L	0.005	0.015	30 %	/
Trikloroethylfosfat	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M717, izdaja 2	GC/MS-SIM	µg/L	0.01	0.032	30%	/
Tributilfosfat	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M717, izdaja 2	GC/MS-SIM	µg/L	0.004	0.012	30%	/
Tributilfosfat	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M705/1, izdaja 1	GC/MS	µg/L	3	5	30%	/
N,N-dietil-m-toluamid	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M740_3, izdaja 7	/	µg/L	0.003	0.01	20 %	/
Prometrin	ND-IV-NLZOH-OKA-NM-M740_3, izdaja 7	/	µg/L	0.003	0.01	18.6 %	✓
Benzil butil ftalat	SIST EN ISO 18856:2005, modificirana v točki 7 in 8.2	GC/MS-SIM	µg/L	0.1	0.24	33%	✓
Dioktil ftalat	SIST EN ISO 18856:2005, modificirana v točki 7 in 8.2	GC/MS-SIM	µg/L	0.1	0.24	42%	✓
Dietil ftalat	SIST EN ISO 18856:2005, modificirana v točki 7 in 8.2	GC/MS-SIM	µg/L	0.1	0.24	55 %	✓
Di-(2-ethylheksil)-ftalat	SIST EN ISO 18856:2005, modificirana v točki 7 in 8.2	GC/MS-SIM	µg/L	0.1	0.24	49 %	✓

Vir: NLZOH, Novo mesto.

6 SKLEP

V diplomskem delu obravnavana organska onesnažila so same po sebi lahko nevarna, vendar je dejanski vpliv teh snovi težko opredeliti, ker se pri sproščanju v podzemne vode razredčijo. Lahko bi imele kakršen koli vpliv, vendar trenutno ni študij, ki bi te vplive dokazale.

Spremljanje kakovosti podzemnih vod s posnetkom GC-MS je ključen, saj nam daje velik nabor podatkov. S tem lahko ugotavljamo prisotnost vrste onesnažil, ki so lahko prisotna v vzorcu izcedne vode, predvsem tistih, potencialno nevarnih za okolje. Prav tako nam omogoča vpogled v novo prisotna onesnažila v vzorcu vode. Osredotočamo se samo na tiste, ki bi lahko predstavljalata tveganje v okolju. Katere pa bi lahko to bila, pa smo se nanašali na slovensko zakonodajo ter na Watch Listo. Pri metodi GC-MS pa se srečujemo tudi s pomanjkljivostmi ali omejitvami. Predvsem je to slabša občutljivost aparata, ker lahko posledično pride do nezaznavnosti onesnaževal v vzorcu vode. To pa nadalje privede do neujemanja metode GC-MS s kvantitativno metodo.

Onesnažila lahko v vzorec zaidejo tudi preko kontaminirane opreme, ki jo uporabljamo pri vzorčenju podzemnih vod (bodisi iz steklovine, zaščitnih rokavic, ozračja ...). Posledično se vzorčijo tudi slepi vzorci. To so vzorci, pri katerih je postopek vzorčenja popolnoma enak kot pri navadnih vzorcih. Razlika je samo v tem, da v embalažo namesto vode, ki jo odvzamemo na terenu, natočimo prečiščeno vodo (mili Q). Pozneje v laboratoriju pa skupaj z vzorci analiziramo tudi slepi vzorec.

Za pomoč pri določevanju zgoraj naštetih organskih onesnažil, ali spadajo med nevarne snovi, smo se opirali na spletno stran »EU SCIENCE HUB The European Commission's science and knowledge service«. Na tej spletni strani so našteta onesnažila, ki bi lahko predstavljalata velik pomen na ravni Unije za vodno okolje ali prek njega, vendar zaradi slabe razpoložljivosti podatkov o njihovem spremljanju, ne moremo zadostno sklepati o dejanskem tveganju. Prav tako pri pregledu literature na spletni strani ni bilo zaznati nobenega obravnavanega organskega onesnažila, zato glede na današnjo pregledano literaturo menim, da zgoraj našteta onesnaževala težko opredelimo, ali gre za nevarna ali nenevarna onesnažila.

Na podlagi vseh pridobljenih podatkov lahko analiziramo tri hipoteze, ki smo si jih zastavili predhodno.

Hipoteza 1: Na trgu je možno dobiti alternativne kvantitativne metode za določanje izbranih organskih snovi v podzemnih vodah.

Preko elektronske pošte smo kontaktirali štirih mednarodna podjetja (Eurofins, SGS, ALS, Zweckverband). Od njih smo poskusili pridobiti alternativne metode, s katerimi bi lahko kvantitativno določili 7,9-di-terc-butil-1-okasapiro [4.5] deka-6,9-dien-2,8-dion, 1-(4- [1-hidroksi- 1 metiletil] fenil) etanon in Triizopropil fosfat, ki jih NLZOH nima v bazi.

Od vseh navedenih podjetij smo dobili odgovor, da trenutno teh metod nimajo razvitih, zato smo to hipotezo morali ovreči.

Hipoteza 2: Rezultati metode GC-MS so uporabna informacija pred kvantitativnim določanjem posameznih v vodi prisotnih onesnažil.

Ker je metoda GC-MS instrumentalna in hitrejša ter določi širši nabor v analitu prisotnih snovi, se po tej metodi orientiramo, katere spojine so prisotne v vzorcu vode. Po jakosti pikov vidimo, katere organske spojine je treba nato določiti tudi kvantitativno. Hipotezo lahko potrdimo.

Vendar v tabelah lahko vidimo, da pri nekaterih primerih naprava GC-MS ni zaznala spojin, pozneje pa so pri ročnem delu zaznali njihovo koncentracijo.

Odgovor na naslednji problem smo poiskali pri NLZOH.

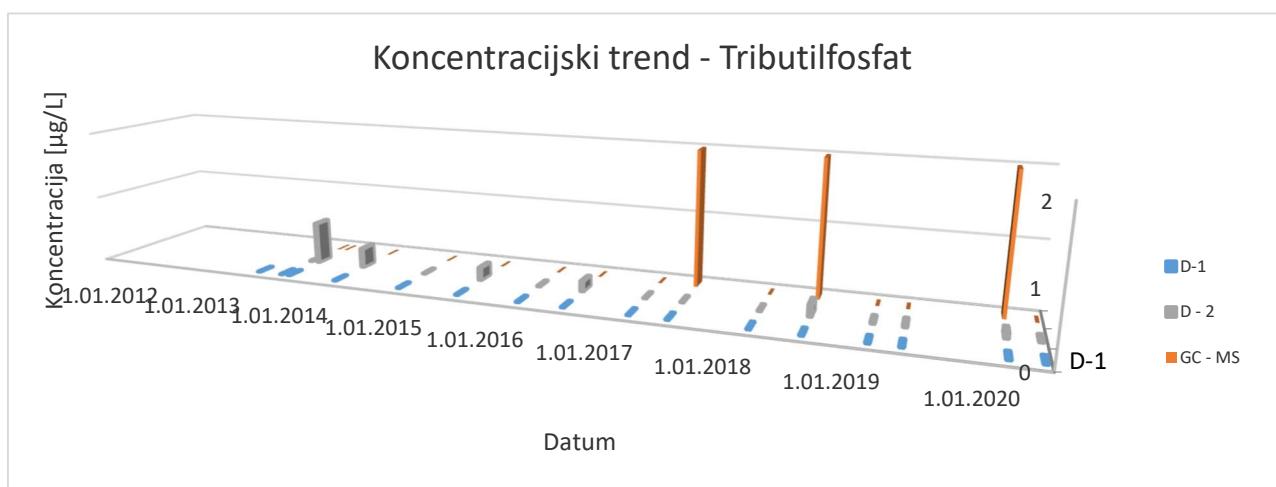
Analiza GC-MS se v praksi opravlja samo enkrat. Če se pojavi kaj neskladnega ali neobičajnega, pa se analiza ponovi iz rezervnega vzorca. Manjših odstopanj npr. med ciljano (kvantitativno) in scan (GC-MS) analizo se ne raziskuje. Vsak tip analize ima svoj SOP, v katerem sta definirana točna kolona in detektor, kar pa se naknadno ne spreminja.

Hipoteza 3: Do sedaj dobljene kvalitativne podatke o izbranih onesnažilih v podzemnih vodah je možno primerjalno statistično ovrednotiti.

S pomočjo grafov smo prikazali ujemanje metode GC-MS s kvantitativno metodo. Zaradi premajhnega obsega podatkov smo vzeli informacije od leta 2012 do leta 2020.

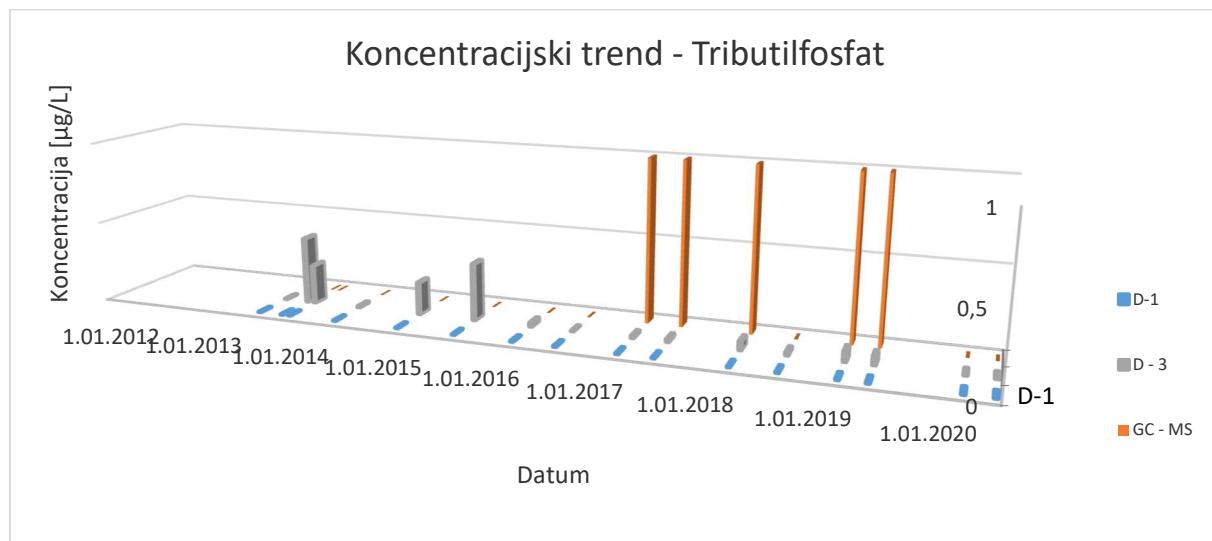
Pri različnih organskih onesnažilih so bila različna ujemanja. Največje ujemanje se je pokazalo pri N,N-dietil-m-toluamidu. Različna ujemanja so lahko posledica v različnih koncentracijskih nivojih ali slaba zaznavnost aparata GC-MS v primerjavi s kvalitativno analizo. Na podlagi dobljenih rezultatov lahko hipotezo delno potrdimo.

Graf 1: Prikaz koncentracijskega trenda tributylfosfata iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 ter GC-MS posnetka.



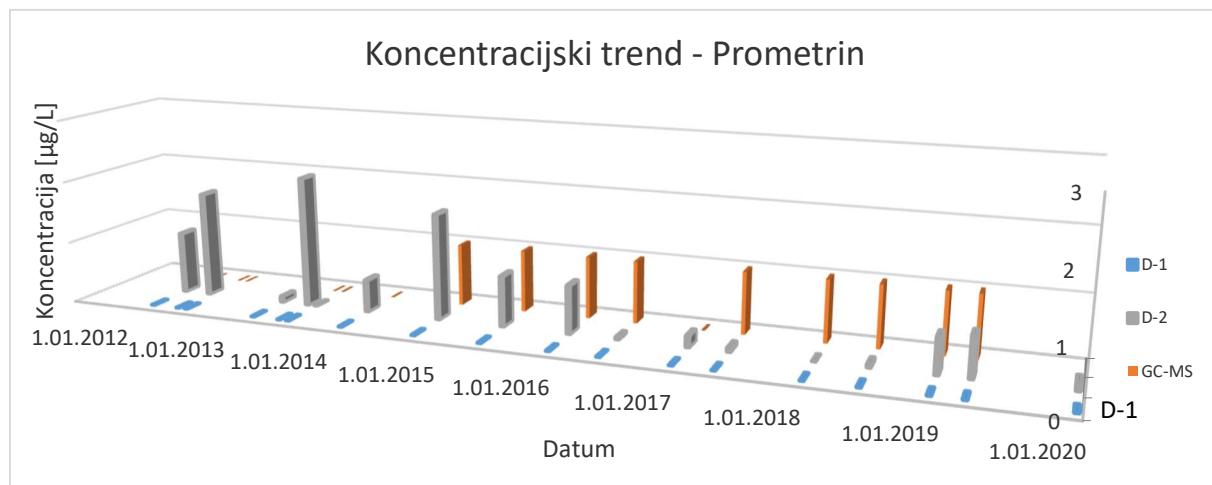
Kot lahko izberemo iz grafa, je bilo ujemanje zelo slabo. Ujemanje se je pokazalo samo v 19 %.

Graf 2: Prikaz koncentracijskega trenda tributilfosfata iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-3 ter posnetka GC-MS.



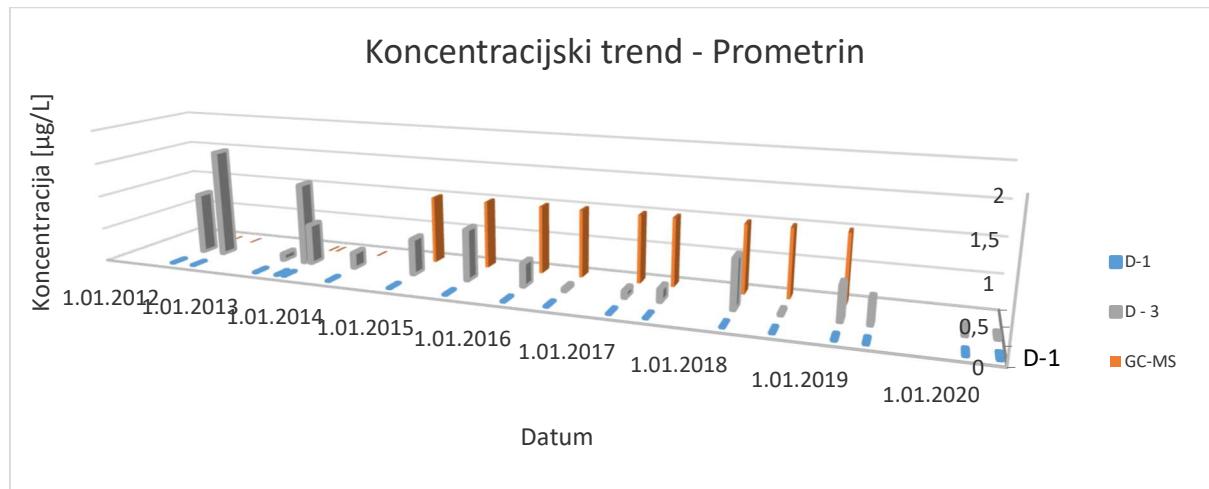
Ujemanje metode GC-MS s kvalitativno metodo se je pokazalo v 31 %.

Graf 3: Prikaz koncentracijskega trenda prometrina iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 in posnetka GC-MS.



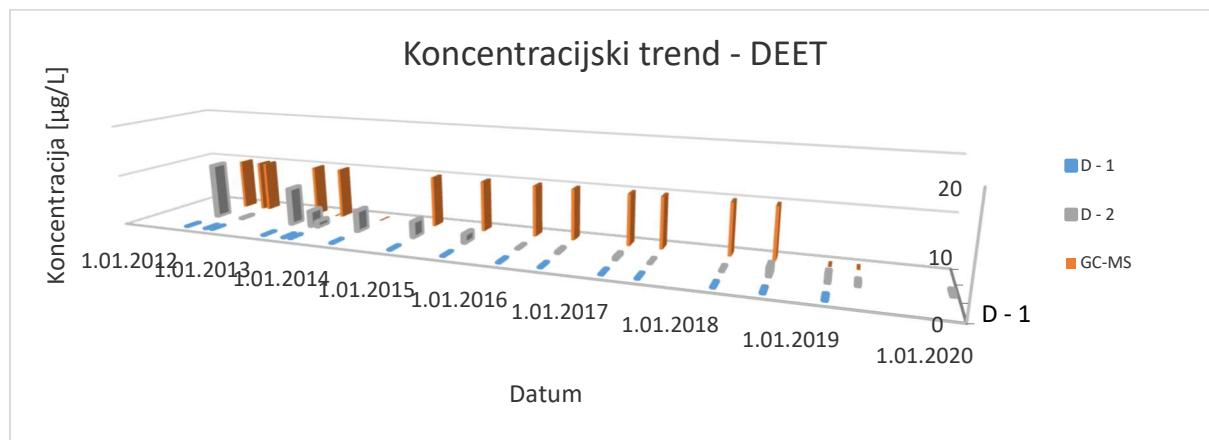
Pri dani spojni je bilo ujemanje nekoliko boljše, metodi sta se ujemali za 50 %.

Graf 4: Prikaz koncentracijskega trenda Prometrina iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-3 in posnetka GC-MS.



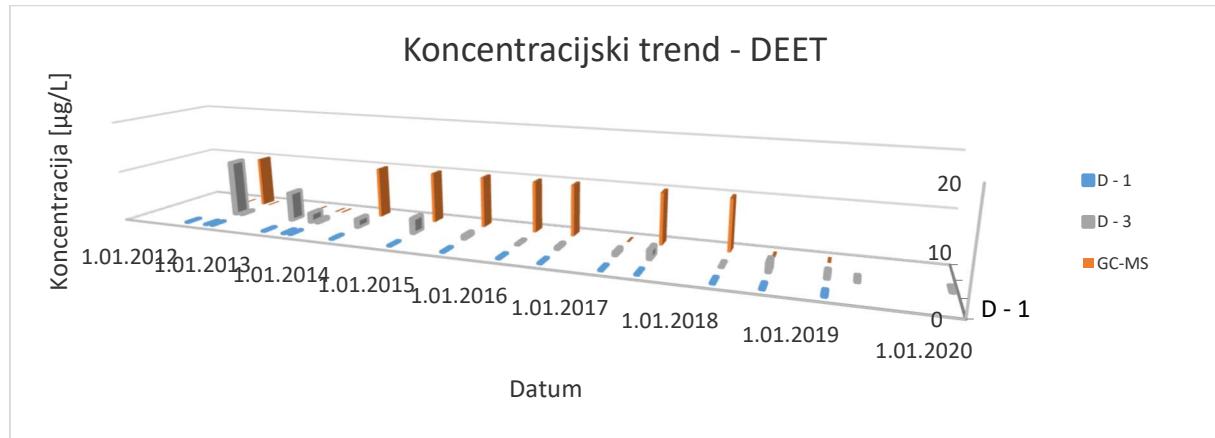
Tako kot pri oznaki D-2 se je tudi pri D-3 ujemanje pokazalo v 50 %.

Graf 5: Prikaz koncentracijskega trenda DEET-a iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-2 in posnetka GC-MS.



Pri dani spojni je bilo najboljše ujemanje. Metoda GC-MS se je s kvalitativno metodo ujemala kar v 72 %.

Graf 6: Prikaz koncentracijskega trenda DEET-a iz vrtine z oznako D-1, vrtine z oznako D-3 in posnetka GC-MS.



Ujemanje metode GC-MS s kvantitativno metodo se je pokazalo v 44 %.

7 POVZETEK

V skupino onesnaževal uvrščamo organske spojine, ki lahko prispevajo k onesnaževanju okolja in ogrožajo zdravje njegovih biotičnih sestavin. Te lahko iz različnih virov in dejavnosti zaidejo v okolje. Najdemo jih tako v zemlji kot tudi v vodah in zraku. V diplomskem delu smo se osredotočili na podzemne vode ob odlagališčih odpadkov. Na odlagališčih poteka odlaganje in skladiščenje odpadkov, pri tem pa lahko pride do nastanka izcednih vod. Izcedna voda nastane predvsem iz padavinske vode, ki pade na odlagališče. Tako se v njem voda lahko onesnaži tudi z organskimi onesnažili.

Organska onesnažila lahko določamo s kvantitativno metodo po določenem standardu tako, da izmerimo koncentracijo organskih onesnažil v reprezentativnem vzorcu vode. To delo se izvaja v laboratoriju in je pretežno instrumentalno delo. Prav tako jih lahko tudi zaznavamo in določamo s kvalitativno metodo. S to metodo pa lahko s pomočjo aparata GC-MS določimo vrste organskih onesnažil, ki so prisotna v vzorcu vode.

V diplomskem delu smo predstavili organske spojine, ki so bile s pomočjo aparata GC-MS v vzorcih izcednih vod zaznane največkrat. Med njih sodijo: 7,9-Di-terc-butil-1-oxaspiro [4.5]deca-6,9-dien-2,8-dion, Tris (1 klor-2 propil) fosfat (TCPP), maščobna kislina, mineralna olja, ftalat, dietiltoluamid (DEET), N-butil benzensulfonamid, 1-[4-(1-hidroksi-1-metiletil) fenil] etanon, prometrin ter triizopropilfosfat. Prav tako smo v diplomskem delu opisali odlagališča komunalnih odpadkov ter izcedne vode, ki nastajajo pod njimi.

Namen diplomskega dela je bil ugotoviti uporabnost podatkov pridobljenih z metodo GC-MS, pregledati in vrednotiti večjo količino analiznih podatkov, ki so bili pridobljeni s pomočjo aparata GC-MS v dveh letih na različnih odlagališčih. Ugotovili smo, da so izbrane organske spojine same po sebi lahko nevarne, vendar zaradi tako nizkih koncentracij ne predstavljajo nevarnosti za okolje. Pri sproščanju v okolje se te snovi v vodi razredčijo do te mere, da ne ogrožajo vodnega okolja. Pri spojinah, za katere pri NLZOH nimajo kvantitativne metode, smo poskusili dobiti metode na trgu. Kontaktirali smo štiri mednarodna podjetja in od njih želeli pridobiti želene metode. Od vseh štirih podjetij smo dobili zavrnjen odgovor, saj tudi ta podjetja nimajo razvitih metod za določevanje izbranih spojin. V tem primeru smo nadaljnje reševanje problema zaključili, saj razvoj novih metod predstavlja finančni in časovni zalogaj.

Prav tako smo ugotovili, da ima metoda GC-MS tako prednosti kot slabosti. Med prednosti lahko omenimo velik nabor podatkov, ki nam jih podaja aparatura. Ena sama naprava nam omogoča pregled skozi velik nabor podatkov, ki jih lahko kasneje analiziramo in s tem dobimo končen pregled nad vzorcem vode. Med slabosti pa bi lahko šteli slabšo zaznavnost aparata. Majhne koncentracije privedejo do nezaznavnosti snovi v vzorcu vode, kar se pozneje pokaže pri analizi podatkov. To pa privede do neujemanja kvalitativne metode s kvantitativno metodo. S tabelami smo želeli prikazati ujemanje metode GC-MS s kvantitativno metodo. Nato smo za lažjo in hitrejšo predstavo to prikazali tudi z grafi. Na enostaven in hiter način iz njih razberemo, kolikokrat sta se metodi ujemali.

8 SUMMARY

The group of pollutants includes organic compounds that contribute to environmental pollution and can endanger the health of their biotic constituents. They can enter the environment from various sources and activities; they are found in soil, as well as in water and air. In this work, we have focused on groundwater near landfills, which are used to dispose of and store waste, which can lead to leachate. Leachate is formed mainly from rainwater that falls on the landfill; therefore, the water it contains may also be contaminated with organic pollutants. Organic pollutants can be determined using a quantitative method according to a specific standard by measuring the concentration of organic pollutants in a representative water sample. This work is done in a laboratory and is primarily instrumental. However, they can also be detected and determined using a qualitative method. In this method, we can use the GC-MS instrument to determine the types of organic pollutants present in the water sample.

This work presents the organic compounds that were most commonly detected in leachate samples using the GC-MS instrument. These include: 7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro [4.5] deca-6,9-diene-2,8-dione, tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP), fatty acid, mineral oils, phthalate, diethyltoluamide (DEET), N-butylbenzenesulfonamide, 1-[4-(1-hydroxy-1-methylethyl) phenyl] ethanone, prometryn, and triisopropyl phosphate. The municipal solid waste landfills and the leachate generated under them are also described.

This work aimed to determine the applicability of the data obtained via the GC-MS method and to review and evaluate a large amount of analytical data obtained with the GC-MS instrument in two years at different landfills. We found that the selected organic compounds may be hazardous in their own right but do not pose a risk to the environment due to their low concentrations. When these compounds are released into the environment, they are diluted in water to the point that they do not pose a hazard to the aquatic environment. For compounds for which the NLZOH does not have a quantitative method, we have attempted to obtain commercially available methods. We approached four international companies to obtain the desired methods from them. We received negative responses from all four companies as these companies also have not developed methods for the determination of the selected compounds. In this case, we have completed further resolution of the problem as developing new methods is a financial and time bite.

We also found that the GC-MS method has both advantages and disadvantages. The advantages include the large amount of data that the instrument provides. With a single instrument, we can look through a large amount of data that can be analyzed later and give us a definitive view of the water sample. The disadvantages include the poor visibility of the instrument. Low concentrations will cause the substance to be detected in the water sample, which will show up later in the data analysis, which, in turn, leads to a discrepancy between the qualitative method and the quantitative method. We wanted to show the agreement of the GC-MS method with the quantitative method using the tables. For a simpler and quicker presentation, we then also showed this with diagrams. Using these diagrams, we can easily and quickly determine how often the two methods agree.

9 VIRI IN LITERATURA

1. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Novo mesto. O nas. Medmrežje 1: <https://www.nlzoh.si/o-nas> (6. 4. 2020)
2. Koroša A., Mali N. Pregled novih organskih onesnaževal v podzemni vodi v Sloveniji. Uvod, str. 1. Medmrežje 2: https://www.researchgate.net/profile/Anja_Korosa/publication/294823589_Pregled_novih_organskih_onesnazeval_v_podzemni_vodi_v_Sloveniji_Review_of_emerging_organic_pollutants_in_groundwater_in_Slovenia/links/56c42d8a08aeeaf199f9ae84.pdf (6.4.2020)
3. Duden (2008). Leksikon Kemija. *Temeljni pojmi organske in anorganske kemije – od elementov, snovi, spojin, rekcij, formul, instrumentov do periodnega sistema in zakonov. Masni spektrometer*, str. 273–274. Pogonska goriva, str. 341.
4. Pihlar B., Prosen H., (2019). *Osnove analizne kemije*. Univerza v Ljubljani Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. Separacijske analizne tehnike, strani 162–164, 167, 178, 181–182.
5. Strokovni seminar Vodni dnevnik 2000, Zbornik referatov, Ljubljana 2000. (2000). *Količine izcednih vod*, str. 3. *Obremenjenost izcednih voda*, str. 5. *Vpliv izcednih vod na ekosisteme*, str. 7. *Uvod*, str. 21. *Izcedne vode in njihov vpliv na podzemne vode*, str. 46.
6. Uredba o emisiji snovi pri odvajjanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov, Uradni list RS, št. 32/93 in 1/96., 2. člen.
Medmrežje 3: <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2000-01-0403/uredba-o-emisiji-snovi-pri-odvajjanju-izcedne-vode-iz-odlagalisc-odpadkov> (10. 1. 2021)
7. U R E D B O o pitni vodi. (Uradni list RS, št. 24/05 – uradno prečiščeno besedilo, 109/08, 38/10 – ZUKN, 8/12, 21/13, 47/13 – ZDU-1G in 65/14), 4. člen, str 2. (10.1.2021)
8. Koroša, A. (2019). Izvor in transport organskih onesnaževal v medzemskih vodonosnikih, str. 1, 2, 21.
Medmrežje 4: <https://repositorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=119132&lang=eng> (11. 1. 2021)
9. RAVNANJE Z ODPADNIMI OLJI V RS (Poročilo za leto 2003). Ljubljana. *Kaj so odpadna olja?* Str. 4. (11.1.2021)
10. Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17. PRAVILNIK o pitni vodi, 2. člen, 3 člen.
Medmrežje 5: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713> (13. 1. 2021)
11. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano. Podzemne vode.
Medmrežje 6: <https://www.nlzoh.si/storitve/vode/podzemne-vode/> (15. 1. 2021)
12. Svet tal. Zdrava tla, zdravi ljudje. Onesnaževanje.
Medmrežje 7: <http://www.svet-tal.si/onesnazevanje-in-onesnazila/onesnazevanje> (15. 1. 2021)
13. Uredba o odlagališčih odpadkov, Uradni list RS, št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18, 3. člen. Medmrežje 8: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6660> (20. 1. 2021)
14. ChemSpider. Search and share chemistry. 7,9-di-tert-butyl-1-oxaspiro[4.5]deca-6,9-diene-2,8-dione.
Medmrežje 9: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.474632.html> (14. 8. 2020)
15. PubChem, National Center for Biotechnology Information. 7,9-Di-tert-butyl-1-oxaspiro[4.5]deca-6,9-diene-2,8-dione.
Medmrežje 10: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/545303> (14. 9. 2020)
16. /

- Medmrežje 11: <https://www.trc-canada.com/product-detail/?D493755> (15. 9. 2020)
17. /
Medmrežje 12: <https://www.trc-canada.com/product-detail/?D493755> (15. 9. 2020)
18. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Tris(1-chloro-2-propyl) phosphate.
Medmrežje 13:
https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tris_1-chloro-2-propyl_phosphate (15. 9. 2020)
19. Tecnosintesi s.p.a. TCPP, Tris(1-chloro-2-propyl)phosphate. Medmrežje 14:
<http://www.tecnosintesi.com/Chemicals/TCPP.html> (16. 9. 2020)
20. 13674-84-5 Tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP), str 1. Medmrežje 14:
https://www.healthvermont.gov/sites/default/files/documents/pdf/13674_84_5%20Tris%281-chloro-2-propyl%29phosphate.pdf (16. 9. 2020)
21. ScienceDirect. Fatty Acids. Medmrežje 15:
<https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/fatty-acids> (16. 9. 2020)
22. Britannica. Fatty acid. Medmrežje 16: <https://www.britannica.com/science/fatty-acid> (17. 9. 2020)
23. ChemicalSafetyFacts.org. Mineral Oil. Medmrežje 17:
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/mineral-oil/> (17. 9. 2020)
24. Honest. WHAT IS MINERAL OIL?. Medmrežje 18:
<https://www.honest.com/blog/wellness/ingredients/what-is-mineral-oil/21465.html> (17. 9. 2020)
25. Concawe Environmental Science for European Refining. Mineral oils are safe for human health? Different types of mineral oils, str. 7.
Medmrežje 19: <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/mineral-oils-are-safe-for-human-health.pdf> (19. 9. 2020)
26. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Phthalate.
Medmrežje 20: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/181977> (19. 9. 2020)
27. ScienceDirect. Phthalates. Medmrežje 21: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/phthalates> (19. 9. 2020)
28. ChemicalSafetyFacts.org. High Phthalates Medmrežje 22:
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/phthalates/> (21. 9. 2020)
29. WebMD. What Are Phthalates? Medmrežje 23: <https://www.webmd.com/a-to-z-guides/features/what-are-phthalates#1> (21. 9. 2020)
30. /
Medmrežje 24: <https://toxtown.nlm.nih.gov/chemicals-and-contaminants/phthalates> (26. 9. 2020)
31. N,N-Diethyl-m-toluamide (DEET) [134-62-3] Review of Toxicological Literature. Str. i, 4, 6. Medmrežje 25:
https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/deet_508.pdf (27. 9. 2020)
32. PubChem, National Center for Biotechnology Information. N-Butylbenzenesulfonamide. Medmrežje 26:
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/19241> (2. 10. 2020)
33. National Toxicology Program. Chemical Information Review Document for N-Butylbenzenesulfonamide [CAS No. 3622-84-2], str 1. Medmrežje 27:
https://ntp.niehs.nih.gov/ntp/htdocs/chem_background/exsumpdf/n_butylbenzenesulfonamide_508.pdf (2. 10. 2020)
34. Taylor & Francis Online. Investigations into the Immunotoxicity and Allergic Potential Induced by Topical Application of N-Butylbenzenesulfonamide (NBBS) in a Murine Model. Medmrežje 28:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15287394.2015.1056898> (5. 10. 2020)

35. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Prometryn. Medmrežje 29: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4929#section=Environmental-Fate-Exposure-Summary> (11. 10. 2020)
36. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Triisopropyl phosphate. Medmrežje 30: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Triisopropyl-phosphate#section=2D-Structure> (15. 10. 2020)
37. Čuš K., (2014). *Plinska kromatografija z masno spektrometrijo za določanje galaktoze in manozev realnih vzorcih*. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo Maribor. Diplomsko delo. Str 16. Medmrežje 31: <https://dk.um.si/Dokument.php?id=67313> (17. 10. 2020)
38. Memrežje 32: [file:///C:/Users/srebe/Downloads/ND-M-106-vzorcenje%20podzemne%20vode_izdaja%20v7%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/srebe/Downloads/ND-M-106-vzorcenje%20podzemne%20vode_izdaja%20v7%20(1).pdf) (15.11.2020)
39. Medmrežje 33: <https://www.accustandard.com/prod0028984.html> (13.8.2021)
40. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Diethyltoluamide. Medmrežje 34: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Diethyltoluamide#section=Fire-Hazards> (13.8.2021)
41. PubChem, National Center for Biotechnology Information. Ethanone, 1-[4-(1-hydroxy-1-methylethyl)phenyl]-
Medmrežje 35: <https://www.molininstincts.com/molar-mass/Ethanone-1-4-1-hydroxy-1-methylethyl-phenyl-mowt-CT1000921178.html> (28.01.2022).

10. PRILOGE

Priloga A: Terenski list.

		NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO	
ZAPISNIK O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU - PODZEMNA VODA			
Št. vzorca:	Terenska oznaka: Delovni nalog (ID): , datum izpisa: 25.01.2021		
NALOGA:			
NAROČNIK:			
PLAČNIK:			
LASTNIK:			
VOONO TELO PODZEMNE VODE OZ. OBMOČJE VZORČENJA:			
ŠIFRA VTPodV (ARSO):			
MESTO VZORČENJA - (MERILNO MESTO):			
KOORDINATE MESTA VZORČENJA:	GK X =	GK Y =	
Datum in čas vzorčenja:			
PODATKI O MERILNEM MESTU			
Funkcija merilnega mesta:	<input type="checkbox"/> avtomatska merilna postaja <input type="checkbox"/> vodnjak črpališča za tehnološko vodo <input type="checkbox"/> vodnjak privatni (opuščen) <input type="checkbox"/> vrtina brez merilne opreme <input type="checkbox"/> zvir – nezajeti <input type="checkbox"/> drugo – opisno:.....		
Vgrajen črpalni sistem:	<input type="checkbox"/> DA - električni <input checked="" type="checkbox"/> A-ročni NE <input type="checkbox"/>		
Nivo vode (m):			
Globina vrtine (m):			
Višina vodnega stolpca (m):			
Premer objekta (m):			
Ocenjeni volumen vode (m ³):			
Položaj filtra (m):			
Kontaktni podatki:			
Stanje okolice merilnega mesta:	<input type="checkbox"/> brez posebnosti (b.p.) <input type="checkbox"/> gnoj ali gnojevka <input type="checkbox"/> odlagališče odpadkov <input type="checkbox"/> napeljave odpadne ali meteorne vode v vodnjak <input type="checkbox"/> sodi s kemikalijami <input type="checkbox"/> mineralna gnojila <input type="checkbox"/> zkop gramoza <input type="checkbox"/> drugo – opisno:.....		
Ostala opažanja na terenu (posebna opažanja v vodi, novi viri onesnaženja):			

	NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO			
ZAPISNIK O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU - PODZEMNA VODA				
Št. vzorca:	Terenska oznaka: Delovni nalog (ID): , datum izpisa: 25.01.2021			
VZORČENJE				
Način odvzema:	<input type="checkbox"/> pipa <input type="checkbox"/> hateg	mobilna črpalka druga:	neposredni zajem	
Metoda vzorčenja:				
Vreme pred vzorčenjem:	<input type="checkbox"/> vzorčenje po obdobju suhega vremena <input type="checkbox"/> vzorčenje po obdobju nestanovitnega vremena z manjšimi padavinami, nevihtami <input type="checkbox"/> vzorčenje po sneženju	vzorčenje po dežju vzorčenje po daljšem obdobju dežja drugi (opis razmer):		
Vreme v času vzorčenja:	<input type="checkbox"/> suho, sončno <input type="checkbox"/> suho, oblako <input type="checkbox"/> dež	<input type="checkbox"/> močan nalin <input type="checkbox"/> megla <input type="checkbox"/> sneg	drugi (opisno):	
SENZORIČNA OCENA PO STANDARDU ŠNORM M 6620:2012				
Barva:	<input type="checkbox"/> bela <input type="checkbox"/> rumena <input type="checkbox"/> zelena <input type="checkbox"/> brez barve <input type="checkbox"/> opalescentna	siva <input type="checkbox"/> oranžna <input type="checkbox"/> rjava <input type="checkbox"/> turkišna <input type="checkbox"/> lila (svetlo vijolična) <input type="checkbox"/>	črna <input type="checkbox"/> rdeča <input type="checkbox"/> modra <input type="checkbox"/> vijolična <input type="checkbox"/> druga (opisano):	
Intenziteta barve:	<input type="checkbox"/> rahlo	srednje močno <input type="checkbox"/>	močno <input type="checkbox"/>	
Motnost:	<input type="checkbox"/> ni moten	rahlo moten <input type="checkbox"/>	srednje moten <input type="checkbox"/>	močno moten <input type="checkbox"/>
Usedlina:	<input type="checkbox"/> ni prisotna	rahla <input type="checkbox"/>	srednja <input type="checkbox"/>	močna <input type="checkbox"/>
Vonj:	<input type="checkbox"/> brez vonja <input type="checkbox"/> zatohel, po plesni, gnitju <input type="checkbox"/> po kemikalijah, prodoren <input type="checkbox"/> po olju <input type="checkbox"/> po fenolih <input type="checkbox"/> po silaži	aromačen, po začimbah <input type="checkbox"/> pečinah <input type="checkbox"/> po podikovem sulfidu <input type="checkbox"/> po benzenu <input type="checkbox"/> po klorofenolih <input type="checkbox"/> drugi - opisno:	po zemili, po šoti <input type="checkbox"/> po gnoji, fekalijah <input type="checkbox"/> po klonu ali klorirani vodi <input type="checkbox"/> po amoniaku <input type="checkbox"/> po katranu <input type="checkbox"/>	
Intenziteta vonja:	<input type="checkbox"/> jahel	srednje močen <input type="checkbox"/>	močen <input type="checkbox"/>	
Ostala opažanja na terenu (opombe):				



NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO

ZAPISNIK O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU - PODZEMNA VODA

Št. vzdoru:

Terenska oznaka:

Delovni nalog (ID): datum izpisa: 25.01.2021

PREDČRPAJTE

Črpalka (tip):	
Pretok črpalke (l/s):	
Čas črpanja (min):	
Globina potopitve črpalke (m):	
Prečrpan volumen vode (m ³):	
Posebna opažanja v času predčrpanja:	<input type="checkbox"/> sanja: vonj: <input type="checkbox"/> .. <input type="checkbox"/> motrost: drugo: <input type="checkbox"/> ..-opis:

ČASOVNI POTEK PARAMETROV OB PREDČRPAJU

TERENSKE MERITVE ob odvzemu vzorca

Parameter	Metoda	Rezultat	Enota	Podajanje	Merilna oprema
Temperatura zraka					
Temperatura vode					
pH vrednost					
Električna prevodnost (20°C)					
Kisik (O ₂)					
Nasičenost s kisikom					
Globina zajema vzorca					
Nivo vode					
Itd..... (odvisno od paketa)					

	NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO						
	ZAPISNIK O VZORČENJU IN MERITVAH NA TERENU - PODZEMNA VODA						
Št. vzorca:	Terenska oznaka: Delovni nalog (ID): , datum izpisa: 25.01.2021						
TRANSPORT IN KONZERVIRANJE VZORCEV							
Hlajenje vzorca pri transportu: DA / NE	Način hlajenja: <input type="checkbox"/> Hladilna torba: <input checked="" type="checkbox"/> dug						
Kontrola T med transportom:	Med transportom vzorca:						
Oznaka termometra:	T-MIN:	T-MAX:					
ODVZEM VZORCEV							
Vzorec odvzel:	Priimek in ime:	Podpis:					
Pri vzorčenju prisotni: (po potrebi vpisati)	Priimek in ime:	Podpis:					
Vzorec ustreza kriterijem za prevzem: DA / NE							
EMBALAŽA - seznam potrebne embalaže za odvzem vzorca							
Oznaka	Naziv	Volumen	Stevilo	Filter	Konzerviranje	Shranjevanje	Podrlitev
	OP	250 mL					
	MIKRO	500 mL			Na2S2O3		
	Legionela	1000 mL			Na2S2O3		