

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**OZAVEŠČENOST O HORMONSKIH MOTILCIH V  
SLOVENIJI**

IGOR MURŠEC

VELENJE, 2017

**VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA**

DIPLOMSKO DELO

**OZAVEŠČENOST O HORMONSKIH MOTILCIH V  
SLOVENIJI**

IGOR MURŠEC

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: dr. Lucija Kolar

VELENJE, 2017

## SKLEP O IMENOVANJU DIPLOMSKE KOMISIJE

Senat Visoke šole za varstvo okolja je na 16. seji, 4. 7. 2016, sprejel

### SKLEP,

s katerim imenuje diplomsko komisijo za zagovor diplomskega dela

### OZAVEŠČENOST O HORMONSKIH MOTILCIH V SLOVENIJI

kandidata

**IGORJA MURŠECA,**

v sestavi:

prim.izr. prof. dr. Ivan Eržen, predsednik,

doc. dr. Nataša Smolar Žvanut, članica,

dr. Lucija Kolar, članica – mentorica.

Velenje, 11.7. 2016



Dekan:

izr. prof. dr. Boštjan Pokorny

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](http://www.vsvo.si)



### IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a Muršec Igor, vpisna številka 34120028, študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom Ozaveščenost o hormonskih motilcih v Sloveniji, ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom dr. Lucije Kolar.

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 lektoriral/a Romana Breznik;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_

Podpis avtorja/ice: \_\_\_\_\_

## Zahvala

Zahvaljujem se predvsem svoji mentorici dr. Luciji Kolar za strokovno svetovanje, potrpežljivost, predloge, mnenja in pomoč pri diplomski nalogi.

Prav tako se zahvaljujem Romani Breznik za lektoriranje diplomske naloge.

Zahvaljujem pa se tudi svoji družini, ki mi je v letih šolanja nudila podporo.

Vsem hvala!

## Izvleček

Z raziskavo smo preučili trenutno stanje glede poznavanja same besede hormonski motilec in konkretno treh poznanih primerov onesnaženja okolja s hormonskimi motilci na različnih koncih Slovenije. Hormonski motilci so snovi ali kemikalije, ki vplivajo na normalno delovanje hormonov. Med najbolj znane hormonske motilce spadajo DDT, atrazin, poliklorirani bifenil (PCB), svinec, dietilstilbestrol (DES), bisfenol-A...

Anketni vprašalnik je izpolnilo 267 anketirancev. Izvedeli smo, kateri hormonski motilci so v Sloveniji najbolj prepoznani in kateri so najpomembnejši viri vnosa HM v telo po mnenju Slovencev.

Anketiranci med hormonske motilce uvrščajo predvsem fitofarmacevtska sredstva, farmacevtske učinkovine, fitoestrogene in kovine. Slovenci vedo, da hormonske motilce v telo vnesemo predvsem preko hrane, zdravil in kozmetičnih izdelkov. Zavedajo so, da imajo HM vpliv na organizem že v majhnih količinah in da so najbolj ogroženi otroci. Raziskali smo še, koliko Slovenci poznajo onesnažena območja kot so Mežiška dolina, reka Krupa ter problematiko severovzhodne (SV) Slovenije. Za problematiko Mežiške doline - onesnaženost s svincem - je vedelo največ anketirancev, za ostali dve območji jih je vedelo precej manj. Anketiranci so podali mnenje tudi glede tega, ali bi bilo potrebno snovi, ki vsebujejo hormonske motilce ustrezno označiti ali celo umakniti iz polic, na obe vprašanji smo dobili pritrdilen večinski odgovor.

S tem diplomskim delom smo ustvarili osnovo za ozaveščanje ljudi o prisotnosti in posledicah delovanja hormonskih motilcev v Sloveniji.

**KLJUČNE BESEDE:** hormonski motilci, ozaveščenost, prepoznavnost, svinec, policiklični bifenili (PCB), atrazin, Mežiška dolina, Krupa, SV Slovenija

## Abstract

The research shows current situation regarding public recognition about the term endocrine disruptor and public awareness about pollution with endocrine disruptors at three different sites in Slovenia. Endocrine disruptors are chemicals that may interfere with the body's endocrine system and produce adverse developmental, reproductive, neurological, and immune effects in both humans and wildlife. Chemicals commonly detected in people include DDT, polychlorinated biphenyls (PCB's), bisphenol A (BPA), polybrominated diphenyl ethers (PBDE's), and a variety of phthalates.

267 respondents answered the questionere we used in the research. There were several important findings carried out. Our main focus was public opinion and awareness about which endocrine disrupting chemicals are most widely recognized and which are the most common ways of entering the body.

Respondents mainly include plant protection products, pharmaceutical agents, phytoestrogens and metals in the EDC group. Slovenians know that hormonal disorders in the body are introduced primarily through food, medicines and cosmetics. They are aware that EDCs have an impact on the organism already in small quantities and that the most endangered are children. We also investigated how many Slovenians known there are polluted areas such as the Mežica Valley, the Krupa River and the problems of the north-eastern part of Slovenia, because of the endocrine disruptors. Most of the respondents knew about the problems of the Mežica valley - pollution with lead – but they knew much less for the other two areas. Respondents also gave an opinion on whether substances containing hormonal disorders should be properly labeled or even withdrawn from shelves, and we received an affirmative majority answer to both questions.

With this research we set the basics to further raise the awareness among common people and spread the knowledge about endocrine disrupting chemicals.

KEY WORDS: endocrine disruptors/ endocrine disrupting chemicals, public awareness, recognition, lead, polycyclic biphenyls (PCB), atrazine, Mežica valley, Krupa, North East Slovenia

## Kazalo vsebine

1	Uvod .....	1
1.1	Opredelitev problema .....	1
1.2	Cilji naloge .....	1
1.3	Hipoteze .....	1
1.4	Metode dela .....	2
2	Pregled literature .....	3
2.1	Predstavitev hormonskih motilcev .....	3
2.2	Delovanje hormonskih motilcev .....	7
2.3	Svinec .....	9
2.4	Svinec v Sloveniji .....	9
2.5	Poliklorirani bifenili (PCB) .....	12
2.6	PCB v Sloveniji .....	13
2.7	Atrazin .....	15
2.8	Atrazin v Sloveniji .....	16
3	Materiali in metode .....	19
3.1	Anketni vprašalnik .....	19
4	Rezultati .....	21
4.1	Analiza vprašanja: Spol anketirancev .....	21
4.2	Analiza vprašanja: Starost anketirancev .....	21
4.3	Analiza vprašanja: Izobrazba anketirancev .....	22
4.4	Analiza vprašanja: Zastopanost regij anketirancev .....	22
4.5	Analiza vprašanja: Ali poznate izraz hormonski motilci? .....	23
4.6	Analiza vprašanja: Od kod poznate izraz hormonski motilec? .....	25
4.7	Analiza vprašanja: Kaj so hormonski motilci? .....	25
4.8	Analiza vprašanja: Ali menite, da so hormonski motilci nevarni že v majhnih količinah? .....	26
4.9	Analiza vprašanja: Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke? ..	26
4.10	Analiza vprašanja: Kje vse lahko najdemo hormonske motilce? .....	27
4.11	Analiza vprašanja: Na kakšen način lahko vnesemo hormonske motilce v telo? ..	28
4.12	Analiza vprašanja: Ali veste kaj vse povzročajo hormonski motilci? .....	29
4.13	Analiza vprašanja: Ali veste, na katere skupine se delijo hormonski motilci? ..	29
4.14	Analiza vprašanja: Skupine snovi, ki po mnenju anketirancev sodijo med hormonske motilce. ....	30
4.15	Analiza vprašanja: Ali prepoznate katerega od hormonskih motilcev, ki so navedeni spodaj? .....	31
4.16	Analiza vprašanja: Kaj menite, kateri ekosistem je bolj ogrožen zaradi hormonskih motilcev? .....	31
4.17	Analiza vprašanja: Ali pri nakupu izdelka pogledate njegove sestavine? .....	32
4.18	Analiza vprašanja: Katera sestavina je hormonski motilec? .....	33
4.19	Analiza vprašanja: Ali ste vedeli, da lahko živilo v konzervi vsebuje Bisfenol-A (BPA)? .....	33
4.20	Analiza vprašanja: Ali veste, s čim je onesnažena Mežiška dolina? .....	34
4.21	Analiza vprašanja: Mežiška dolina je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: (anketiranci so jih imeli na voljo več) .....	34
4.22	Analiza vprašanja: »Ali veste s čem je onesnažena reka Krupa?« .....	35
4.23	Analiza vprašanja: Reka Krupa je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: (anketiranci so jih imeli na voljo več) .....	35



4.24	Analiza vprašanja: Ali ste vedeli, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje?	36
4.25	Analiza vprašanja: »Ali ste vedeli, da pitna voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin (herbicid) in njegove metabolite?«	36
4.26	Analiza vprašanja: Ali bi morali izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, biti posebej označeni?	38
4.27	Analiza vprašanja: Ali bi prepovedali uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce?	38
5	Razprava	39
6	Povzetek	42
7	Summary	44
8	Literatura	46
	Priloga	49

## Kazalo slik

Slika 1:	Mehanizem delovanja hormonov.	7
Slika 2:	Vsebnost svinca (mg/kg suhih tal) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.	10
Slika 3:	Delež vzorcev krvi triletnih otrok Zgornje Mežiške doline glede na vsebnost svinca.	12
Slika 4:	Seštevek koncentracij (mg/kg suhih tal) spojin iz skupine poliklorirani bifenili (PCB) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.	13
Slika 5:	Vsebnost atrazina (mg/kg suhih tal) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.	16
Slika 6:	Povprečne letne vrednosti (AM) atrazina v podzemni vodi na izbranih merilnih mestih po Sloveniji.	17
Slika 7:	Koncentracija atrazina in desetilatrazina na oskrbovalnem območju Žižki.	18
Slika 8:	Prikaz starostnih skupin anketirancev.	21
Slika 9:	Prikaz dosežene formalne izobrazbe anketirancev.	22
Slika 10:	Prikaz zastopanosti regij anketirancev.	23
Slika 11:	Prikaz poznavanja izraza HM po starostnih skupinah.	24
Slika 12:	Prikaz poznavanja izraza HM po regijah.	24
Slika 13:	Prikaz virov informacij za izraz hormonski motilec.	25
Slika 14:	Prikaz poznavanja izraza hormonski motilec v odstotkih.	26
Slika 15:	Prikaz odgovorov na vprašanje: »Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?«	27
Slika 16:	Primerjava odgovorov ženskih in moških anketirancev na vprašanje: »Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?«	28
Slika 17:	Prikaz poti vnosa HM v telo, glede na mnenje anketirancev.	28
Slika 18:	Prikaz vplivov HM, po mnenju anketirancev	29
Slika 19:	Prikaz skupin snovi, ki, po mnenju anketirancev, spadajo med hormonske motilce.	30

Slika 20: Prikaz odgovorov anketirancev glede poznavanja posameznih hormonskih motilcev.....	31
Slika 21: Prikaz ogroženosti ekosistema po mnenju anketirancev.....	32
Slika 22: Prikaz sestavin izdelka in prepoznavanje hormonskega motilca med njimi... 33	
Slika 23: Prikaz odgovorov, glede poznavanja snovi, s katero je onesnažena Mežiška dolina.....	35
Slika 24: Prikaz rezultatov glede poznavanja snovi, s katero je onesnažena reka Krupa.....	36
Slika 25: Prikaz odgovorov anketirancev glede prevzema odgovornosti onesnaženja z atrazinom.....	37

## Kazalo preglednic

Preglednica 1: Povprečne koncentracije svineca v različnih obdobjih na merilnem mestu Žerjav.....	11
Preglednica 2: Prikaz spola anketirancev .....	21
Preglednica 3: Poznavanje izraza hormonskih motilci.....	23
Preglednica 4: Prikaz odgovorov glede poznavanja anketirancev o nevarnostih HM že v majhnih količinah. ....	26
Preglednica 5: Prikaz odgovorov na vprašanje: »Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke?« .....	27
Preglednica 6: Prikaz odgovorov o delitvi skupin hormonskih motilcev. ....	29
Preglednica 7: Prikaz odgovorov glede preverjanja sestavin izdelka ob nakupu. ....	32
Preglednica 8: Primerjava odgovorov med moškimi in ženskimi anketiranci, glede preverjanja sestavn izdelka ob nakupu. ....	32
Preglednica 9: Prikaz odgovorov o možni prisotnosti Bisfenol-A v živilu iz konzerve... 33	
Preglednica 10: Prikaz odgovorov anketirancev glede poznavanja snovi, ki onesnažuje Mežiško dolino.....	34
Preglednica 11: Prikaz odgovorov na vprašanje: »Ali veste, s katero snovjo je onesnažena reka Krupa?« .....	35
Preglednica 12: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prepovedi uživanja rib iz reke Krupe.....	36
Preglednica 13: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prisotnosti atrazina in njegovih metabolitov v vodi SV Slovenije. ....	37
Preglednica 14: Prikaz odgovorov na vprašanje glede posebnega označevanja snovi, ki vsebujejo HM. ....	38
Preglednica 15: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prepovedi uporabe izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce.....	38

## Okrajšave

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje

DDE – diklorodifenildikloroeten

DDT - dikloro-difenil-trikloroetan

DES – dietilstilbesterol

HM – hormonski motilec

IPCS – International Programme on Chemical Safety (Mednarodni program o kemijski varnosti)

NIJZ – Nacionalni zavod za javno zdravje

PCB – poliklorirani bifenili

PCDD - poliklororani dibenzodioksini

PCDF - poliklorirani dibenzofurani

ROTS – Raziskave onesnaženosti tal Slovenije

TBT – tributilin

WHO - World Health Organization (Svetovna zdravstvena organizacija)

ZZVM - Zavod za zdravstveno varstvo Maribor



# 1 UVOD

## 1.1 Opredelitev problema

Želja po tem, da bi živeli dlje, pridelali več hrane, izgledali čim lepši, uporabljali čim cenejše izdelke in da bi naša lastnina imela čim daljšo življenjsko dobo, nas je pripeljala do tega, da živimo v svetu kemikalij. Kemikalije so del našega vsakdana, če hočemo ali ne. Najdemo jih v hrani, oblekah, čistilih, zdravilih, kozmetičnih sredstvih, igračah in posledično v našem ožjem in širšem okolju. Veliko kemikalij je pripomoglo k temu, da živimo dlje in bolje. Vendar so med temi kemikalijami tudi takšne, ki škodujejo zdravju in okolju.

Iz svojih napak smo se že začeli učiti. S pomočjo zakonodaje smo prepovedali in omejili škodljive kemikalije, vendar je na tem področju treba še veliko postoriti. Potrebno je ljudi obvestiti o škodljivih kemikalijah, ki še niso zakonsko prepovedane in omejene. Ljudi moramo naučiti, da lahko preživimo tudi z manj kemikalijami v vsakdanjem življenju.

Odločil sem se, da se bom v tej diplomski nalogi osredotočil na točno določeno skupino, kjer se nahajajo snovi, ki vplivajo na našo zdravje in okolje, ampak v Sloveniji po mojem mnenju še niso tako prepoznavne, zlasti ne po svojem imenu. To so hormonski motilci (HM). Slednji so postali del našega vsakdanjika, vendar se tega še ne zavedamo dovolj.

Predvsem me zanima, ali Slovenci poznamo hormonske motilce in njihove vplive na zdravje in okolje. Ali vemo, da so hormonski motilci v vsakdanjih produktih. Slovenija ima kar nekaj območij, ki so onesnažena s kemikalijami, ki spadajo med hormonske motilce. Ali Slovenci poznamo ta območja in te kemikalije, ali jih poznajo samo lokalni prebivalci prizadetih območij? Ali bi po mnenju Slovencev morali prepovedati izdelke, ki vsebujejo hormonske motilce? Na vsa ta vprašanja želim odgovoriti v tej diplomski nalogi.

Namen te diplomske naloge je torej pridobiti mnenje Slovencev o hormonskih motilcih in jih v zvezi s tem tudi ozavestiti. S tem diplomskim delom bom ustvaril osnovo za ozaveščanje ljudi o prisotnosti in posledicah delovanja hormonskih motilcev v Sloveniji. Ugotovili bomo, na katerih področjih je ljudi potrebno ozavestiti oziroma opolnomočiti glede teh snovi in preko katerih medijev bomo najbolj učinkoviti.

## 1.2 Cilji naloge

Cilj naloge je izvedeti, koliko je širša javnost seznanjena z izrazom hormonski motilec. Z anketo želimo raziskati ali anketiranci poznajo različne skupine hormonskih motilcev, njihovo delovanje, vplive na zdravje ljudi in na ekosistem, če jih prepoznajo v kakšnem izdelku ter kakšno mnenje imajo o njih in njihovem delovanju. Predvsem nas zanima, v kakšni meri ljudje poznajo primere onesnaženja okolja s hormonskimi motilci v Sloveniji. Izvedeti želimo tudi, preko katerih medijev so bili anketiranci najbolj informirani o hormonskih motilcih.

## 1.3 Hipoteze

V delu bomo preučili naslednje tri hipoteze.

H<sub>1</sub>: Izraz hormonski motilec je splošno sprejet, vendar večinoma slabo prepoznan posebej v povezavi z določenimi skupinami HM: zdravili (kontraceptivi), kozmetičnimi sredstvi...

H<sub>2</sub>: Več kot polovica anketirancev prepozna hormonski motilec na etiketi.

H<sub>3</sub>: Anketiranci vedo, da je Mežiška dolina onesnažena s svincem, ne vedo pa, da je reka Krupa onesnažena s polikloriranimi bifenili (PCB-ji) in da voda v severovzhodni Sloveniji vsebuje atrazin.

Ker sem želel, da se ljudje z mojim anketnim vprašalnikom tudi kaj naučijo, sem na koncu anketnega vprašalnika na kratko opisal hormonske motilce, njihove vplive na zdravje in okolje ter onesnažena območja v Sloveniji. Upam, da so se anketiranci s tem tudi kaj naučili in bodo odslej bolj pozorni na prisotnost HM v vsakdanjem življenju.

#### **1.4 Metode dela**

V teoretičnem delu diplomske naloge sem uporabil deskriptivno metodo s študijem domače in tuje literature.

V praktičnem delu sem naredil anketni vprašalnik s pomočjo spletne strani Google obrazci. To anketo sem potem delil po elektronskem naslovu in preko družabnega omrežja Facebook. Dobljene rezultate sem sistematično obdelal z ustreznimi statističnimi metodami in jih ovrednotil z uporabo računalniškega modeliranja (Excel).

## 2 PREGLED LITERATURE

### 2.1 Predstavitev hormonskih motilcev

V mednarodnem programu o kemijski varnosti (IPCS) so hormonski motilci definirani kot snov ali zmes, ki moti delovanje endokrinega sistema in posledično povzroči škodljiv učinek na zdravje neokrnjenega organizma, ali njihovih potomcev oziroma njihovih nadaljnjih potomcev (WHO, 2002). Torej poenostavljeno - so snovi oziroma kemikalije, ki vplivajo na normalno delovanje hormonov.

Hormonske motilce lahko razdelimo glede na:

- Kemijsko strukturo (imajo enostavne in zapletene strukture – od fenolov do steroidnih spojin)
- Način delovanja (molekula lahko ima več skupnih mehanizmov delovanja, npr. moti reproduktivni sistem in nivo tiroidnih hormonov)
- Izvor in nahajališča v ekosistemu (hormonskim motilcem smo izpostavljeni vsakodnevno iz različnih virov - plastika, narava, hrana, oblačila) (Kranvogel, 2014).

Hormonske motilce oziroma domnevne hormonske motilce je Nollet (2011) klasificiral v 11 skupin:

1. Prva skupina so pesticidi. Svetovno najbolj znan pesticid, ki je povzročil veliko okoljske škode, je Dikloro-Difenil-Trikloroetan bolj znan pod kratico DDT. DDT je zmanjšal razmnoževanje ptic, še posebej pa so bile ogrožene ptice ujede, saj so bile na vrhu prehranjevalne verige (Carson, 2002). Drugi predstavniki so še:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| • 2,4 Diklorofenoksiocetna kislina (2,4-d) | • Lindan          |
| • Atrazin                                  | • Malation        |
| • Benomil                                  | • Mankozeb        |
| • Cipermetrin                              | • Metoksiklor     |
| • Dieldrin                                 | • Metomil         |
| • Dikofol                                  | • Mirex           |
| • Endosulfan                               | • Paration        |
| • Heksaklorobenzen (HCB)                   | • Pentaklorofenol |
| • Heptaklor                                | • Petmerzin       |
| • Ipridion                                 | • Simazin         |
| • Karbamil                                 | • Toksafen        |
| • Kepon                                    | • Trifluralin     |
| • Klordan                                  | • Vinklozolin     |

2. Druga skupina so halogenirani aromatski ogljikovodiki, ki jih uporabljamo v industriji. Najbolj znan predstavnik je poliklorirani bifenil oziroma PCB. V Sloveniji so se PCB-ji uporabljali pri izdelavi električnih kondenzatorjev. Drugi predstavniki so še:

- 2,4- Diklorofenol
- Dioksini in furani
- Polibromirani bifenili (PBB)

- Polibromirani difenili etri (PBDE)
3. Alkil fenole najdemo v detergentih, plastičnih masah, dodajajo pa jih tudi bencinu. Predstavniki te skupine so:
- Nonifenoli
  - Oktifenoli
  - Pentafenoli
  - Nonifenol etoksilati
  - Oktifenol etoksilati
  - Butilfenoli
4. Kovine človek nenamerno zaužije preko prehranjevalnih izdelkov. Najboljši primer takega zaužitja je konzervirana tuna. Tuna (ima veliko maščobnega, tolstega tkiva, kjer se nalagajo kovine) lahko vsebuje živo srebro, zato je ni priporočeno uživati več kot 2-krat na teden. Drugi predstavniki so še:
- Svinec
  - Kadmij
  - Arzen
5. K organskim kositrovim spojinam spadata tributiltin in trifeniltin. Tributultin se uporablja kot biocid, na primer kot sredstvo proti glivam v tekstilu in papirju.
6. Ftalati se uporabljajo pri proizvodnji plastike in kozmetičnih izdelkov (Maipas, 2015). Na delovanje hormonov vplivajo naslednji ftalati:
- Dietilheksil ftalat
  - Butil benzil ftalat
  - Di-*n*-butil ftalat
  - Diheksil ftalat
  - Dipropil ftalat
  - Dicikloheksil ftalat
  - Dietil ftalat
  - Di-*n*-pentil ftalat



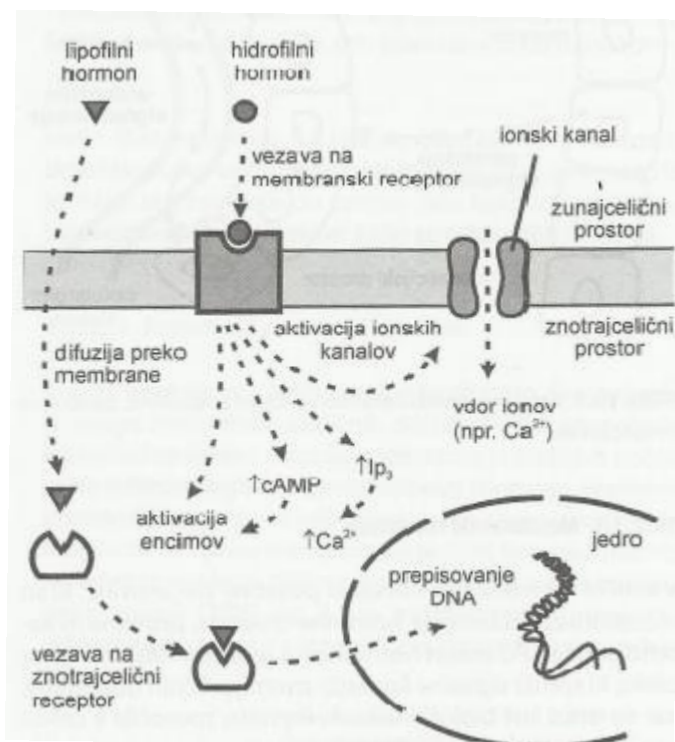
7. Pod hormonske motilce spadajo tudi naravni hormoni, saj lahko imajo negativen vpliv na organizme, če je njihova koncentracija v okolju previsoka. Predstavniki te skupine so:
  - Estron
  - Estriol
  - Testosteron
  
8. Farmacevtske učinkovine so naslednje skupina. Najbolj znan predstavnik je dietilstilbesterol (DES), gre za sintetično obliko estrogena. DES so dajali nosečnicam, od leta 1948 do 1971, za vzdrževanje nosečnosti. Hčerke teh žensk, ki so se zdravile s DES, so se rodile s nepravilnostmi v vagini, maternici ali v materničnem vratu (Kemp, 2016). Drugi predstavniki te skupine so še :
  - Etinil estradiol
  - Mestranol
  - Tamoksifen
  
9. Glavni predstavnik fenilov je bisfenol-A. Bisfenol-A se uporablja za proizvodnjo polikarbonatne plastike in epoksi smol, ki jih najdemo v premazih za pločevinke hrane in pijače. Drugi predstavnik te skupine je še bisfenol-F.
  
10. Na aromatske ogljikovodike naletimo večkrat v našem vsakdanjiku. Najdemo jih v plastičnih izdelkih, kozmetiki in cigaretnem dimu. Domnevni hormonski motilci v tej skupini so:
  - Benzo(a)piren
  - Banza(a)antracen
  - Benzo(b/h)fluoranten
  - Antracen
  - Piren
  - Fenantren
  - *n*-butil benzen.
  
11. Fitoestrogene najdemo v rastlinah in so po strukturi podobni človeškim estrogenom. Zaradi podobne kemijske zgradbe, se lahko vključujejo v hormonski cikel naših spolnih hormonov; zasedejo receptorje in onemogočijo vezavo naših spolnih hormonov. Predstavniki fitoestrogenov so:
  - Kumestrol
  - Izoflavon
  - Zaeralenon
  - $\beta$ -sitosterol
  - Lignan

Razvit hormonski sistem imajo sesalci, vretenčarji, nižje razviti nevretenčarji, kot so insekti, raki, kolobarniki, iglokožci in mehkužci. Hormonski sistem je sestavljen iz žlez, ki proizvajajo hormone. Hormonski sistem v telesu uravnava metabolizem, rast in razvoj, razmnoževanje in spolno dozorevanje, homeostazo vode in elektrolitov ter odziv na neugodne razmere (WHO, 2002; Kemp, 2016; Zimmermann, 2016).

Endokrini sistem sestavljajo žleze z notranjim izločanjem, kamor uvrščamo hipofizo, trebušno slinavko, ščitnico, obščitnične žleze, nadledvični žlezi, spolne gonade in češeriko ter ostala tkiva in organe, ki imajo endokrino funkcijo (npr. osrednji živčni sistem, ledvice, želodec, srce, jetra, mišice in placenta). Hormoni so kemične snovi, ki nastajajo v telesu in uravnavajo delovanje celic in organov. Slednji delujejo kot prenašalci informacij iz enega niza celic do drugega z namenom, da uskladijo funkcije v različnih delih telesa. Hormoni se prenašajo po krvnem obtoku. Čeprav hormoni pridejo v stik z večino celic, vplivajo le na celice, ki imajo receptorje za določeni hormon, te celice imenujemo tarčne celice. Po kemijski strukturi lahko hormone razdelimo na peptidne, proteinske, steroidne hormone in derivate aminokislin. Sproščanje hormonov uravnavajo živčni dražljaji, spremembe v sestavi plazme in hormoni sami. Sproščanje hormonov je uravnano z mehanizmom negativne povratne zanke, kar pomeni, da zvišanje koncentracije hormona v krvi zavre njegovo sproščanje in obratno. Klasični hormoni delujejo tako, da se po sproščanju iz žlez do tarčnih celic prenesejo po krvi in tam izzovejo biološki učinek preko vezave na receptor. Membranski receptorji so posebne beljakovine, ki so receptorji za vodotopne hormone. Ko se hormon veže na receptor, nastane kompleks, ki sproži signalno kaskado znotraj celičnih dogodkov, kar se izrazi kot biološki učinek. V celičnem jedru se nahajajo receptorji za hormone, ki brez težav prehajajo plazmalemo ali pa jih v celico vnesejo posebni mehanizmi. Ko se hormon veže na receptor, nastane kompleks, ki sproži prepisovanje genov, posledična sprememba proteinov pa se izraža kot biološka sprememba (Bajrović, 2015, Zimmermann, 2016, ).

Hormoni lahko na celico delujejo na tri različne načine (Slika 1):

- sinergistično – kar pomeni, da se delovanje dopolnjuje (na primer rastni hormon in kortizol zmanjšata privzemanje glukoze v celice in pospešujeta sproščanje prostih maščobnih kislin)
- antagonistično – nasprotujoče si delovanje (rastni hormon spodbuja privzemanje aminokislin v celice in sintezo proteinov, medtem ko kortizol spodbuja razgradnjo mišičnih beljakovin in sproščanje aminokislin v kri).
- permisivno – prisotnost enega hormona omogoča delovanje drugega (kortizol je potreben, da lahko rastni hormon izzove biološke učinke) (Bajrović, 2015).



Slika 1: Mehanizem delovanja hormonov.

Vir: Bajrović, 2015

## 2.2 Delovanje hormonskih motilcev

Hormonski motilci lahko delujejo na tri različne načine:

- Lahko v celoti ali le delno posnemajo naravne hormone, kot so moški (androgeni) in ženski (estrogeni) spolni hormoni ter ščitnični hormon, s čimer lahko povzročijo hiperstimulacijo.
- Lahko blokirajo hormonske receptorje v celici, s čimer preprečijo delovanje naravnih hormonov. Tako se naravni signal ne sproži in telo se ne odzove pravilno.
- Lahko vplivajo na sintezo, prenos, metabolizem in izločanje hormonov tako, da spremenijo koncentracijo naravnih hormonov.

Ljudje lahko hormonske motilce v telo vnesemo preko hrane in pijače, ki jo zaužijemo ter preko zdravil. Hormonske motilce lahko vnesemo posredno v telo tudi z vdihavanjem fitofarmaceutskih sredstev in nanosom kozmetičnih izdelkov. Torej lahko hormonske motilce v telo vnesemo preko diete, zraka, vode in kože.

Nekateri hormonski motilci so v okolju bolj obstojni in se počasi razgrajujejo, vendar so v tem času lahko nevarni. Primeri takih hormonskih motilcev so atrazin, PCB in svinec.

Študije pri moških kažejo, da kemikalije, ki delujejo kot hormonski motilci lahko povzročijo disfunkcijo testisov. Lahko pa povzročijo tudi raka na modih, motnje moškega reprodukativnega sistema in slabšo kakovost spermijev. Zdravila, kot je klomifen, se vežejo na maternico in delujejo kot antiestrogen ter imajo učinke, ki so toksični za razvijanje moškega zarodka. To lahko vodi v rušenje naravnega razmerja med spoloma tako, da se rodi več žensk. Hormonske

motilce povezujejo tudi z nižanjem starosti, pri katerem dekleta stopijo v puberteto. Raziskava je pokazala, da se povprečje pri afroameriških dekletih glede pojava pubertete, iz 11,2 let spustilo na 8,9 let. Dojenje je zelo pomemben proces, ki zagotavlja prehrano novorojenčku. Če je mati izpostavljena hormonskim motilcem, lahko ti vplivajo na proizvodnjo mleka ali izločanje mleka, lahko pa se HM preko mleka prenesejo na otroka. Hormonske motilce povezujejo tudi z rakom maternične sluznice, z rakom na modih in dojkah ter na prostati. Povezali so jih tudi s hiperaktivnostjo, diabetesom, boleznimi srca ter s Parkinsonovo in Alzheimerjevo boleznijo (Beyond Pesticides ... 2003; WHO, 2002; Zimmermann, 2016).

Med sesalci so najbolj ogroženi tisti organizmi, ki se prehranjujejo z ribami. Ogroženi so zato, ker se nahajajo na vrhu prehranjevalne verige, ali pa se nahajajo na območju, ki je pod vplivom industrije oz. kmetijstva, pa tudi zaradi njihove reproduktivne fiziologije (WHO, 2002). Zaradi onesnaženja Baltskega morja s PCBji so bili leta 1970 in 1980 posebej ogroženi tjunji. Pri ženskih primerkih so našli zelo veliko reproduktivnih obolenj in celo nezmožnost reproduciranja. Zaradi kasnejše uspešne akcije zmanjšanja onesnaženosti s PCBji, se je stanje izboljšalo (Bergman *idr.*, 2013).

Ptice so posebej dovzetne za morebitno onesnaženje s hormonskimi motilci saj imajo visoko stopnjo presnove in večjo porabo hranil, kot sesalci podobne velikosti. Zaradi teh dejavnikov, povezanih skupaj s povečano biotransformacijo ksenobiotikov, je možnost izpostavljenosti onesnaženosti okolja pri njih večja. Ptice zaradi migracij, dvorjenja in skrbi za zarod potrebujejo veliko energije, pogosto jih spremlja tudi obdobje lakote. Ptice se na to odzovejo z mobilizacijo lipidov, kar poveča možnost izpostavljenosti lipofilni kontaminaciji. Študije na pticah, ki so živele na onesnaženem okolju, so pokazale nepravilnosti pri obnašanju. Pri pticah, ob jezeru Ontario, ki je bilo onesnaženo s PCBji, diklorodifenildikloroetilenom (DDE) in mireksom, so na primer opazili, da ne sedijo na jajcih, da ne branijo gnezda in da ne hranijo mladičev. V Severni Ameriki so opazili, da v večih kolonijah galebov, prevladujejo ženske. Ker se je spremenilo razmerje med spoloma, so opazili več ženskih parov. Vse te populacije so živele na območju onesnaženem z DDT. DDE je metabolit DDT, ki je povzročitelj tanjšanja jajčnih lupin. Tanjšanje jajčnih lupin je povzročilo, da so jajca počila, se pokvarila ali izgubila zarodek. Insekticid DDT je tako skoraj povzročil izumrtje več vrst ptic. Posebej so bile na udaru ptice ujede. Izpostavljenost hormonskim motilcem pa lahko povzroči tudi podkožne in srčne edeme ter deformacije kljunov in kosti (Bergman *idr.*, 2013).

Tudi pri plazilcih, ki so živeli v onesnaženih okoljih, so opazili nepravilnosti. Opazili so številne motnje v razvoju plazilcev, zlasti glede določitve spola, razvoja spolnih žlez in razvoja sekundarnih spolnih znakov. Leta 1980 so jezero Apoka onesnažili z DDT in njegovimi metaboliti. To je povzročilo zmanjšanje populacije aligatorjev za kar 90 %. Pri mladih aligatorjih so opazili razvojne motnje, kot so nenormalna morfologija spolnih žlez in spremembe koncentracij spolnih hormonov pri moških in ženskah. Tudi pri želvah so opazili nepravilnosti v razvoju. Želve hlastavke (*Chelydra serpentina*) v jezeru Great Lake, ki je bilo onesnaženo s PCBji, PCDD (poliklororani dibenzodioksini) in PCDF (poliklorirani dibenzofurani), so se pojavile nepravilnosti. Pri izleganju iz jajc so opazili odsotnost repa ali pa je bil ta deformiran, odsotnost oklepa in deformacijo zadnjih ter prednjih okončin (Bergman *idr.*, 2013).

Populacija dvoživk se manjša tako v čistem okolju, kot v onesnaženem okolju, zato zmanjšanja populacije ne morejo pripisati zgolj hormonskim motilcem. So pa raziskovalci opazili naslednje deformacije pri dvoživkah, ki živijo v onesnaženem okolju: pomožni ali manjkajoči udi, deformacije mišičevja ter nepravilnosti na očeh in centralnem živčnem sistemu. Z raziskavami so dokazali, da atrazin povzroča pri dvoživkah feminizacijo moških larv (Hayes *idr.*, 2006).

Do motenj hormonskega sistema nedvomno prihaja pri populaciji rib v Severni Ameriki, Aziji, Avstraliji in Evropi. Hormonski motilci na ribe vplivajo tako, da motijo sintezo spolnih

hormonov in vplivajo na hipofizo, ki je odgovorna za delovanje hormonskega sistema v telesu (WHO 2002).

Nevretenčarji so hormonskim motilcem izpostavljeni preko njihovega habitata. Organizmi, ki se prehranjujejo na način filtriranja vode, so izpostavljeni hormonskim motilcem preko vode. Organizmi, ki pa se prehranjujejo z zaostanki, se srečajo s hormonskimi motilci, ki se nahajajo v sedimentih. TBT (tributilin) vpliva na polže in školjke tako, da organizmi postanejo dvospolni. Samice imajo moške spolne organe, vključno s penisom in semenovodom. TBT- se je našel v barvah, s katerimi so barvali ladje. O vplivih hormonskih motilcev na insekte je veliko zapisanega, zaradi proizvodnje insekticidov. Ampak insekticidi imajo pogosto vpliv tudi na insekte, ki jih nismo želeli zatirati. Na primer obdelava sadovnjaka s fenoksikarbom ima vpliv na razvoj čebeljih zarodkov (Bergman *idr.*, 2013).

### 2.3 Svinec

Svinec je v okolju prisoten predvsem zaradi antropoloških dejavnikov. Svinec se uporablja za proizvodnjo baterij, kablov, barv in v kemični industriji. Prisoten je bil tudi v gorivih in v fitofarmacevtskih sredstvih na osnovi svinca. Predvsem pa je v okolje prišel z rudarjenjem in taljenjem rud, iz rafinerij in z odlaganjem odpadkov. Svinec je element, ki je v okolju obstojen, zaradi tega ostaja prisoten v okolju tudi po odstranitvi vira onesnaženja (Zupan *idr.*, 2008).

Svinec lahko vnesemo v telo z zaužitjem hrane, ki je bila pridelana na obremenjeni zemlji, ali preko prahu, ki ga vdihnemo. Kot vir svinca navajajo tudi cigarete. Svinec je lahko prisoten še v pitni vodi, ob uporabi svinčenih cevi (WHO, 2010).

Po podatkih svetovne zdravstvene organizacije (WHO, 2010), je zaradi svinca v letu 2004 umrlo 143000 ljudi. Svinec v telesu povzroči okvaro možganov, jeter, ledvic in kosti. Svinec se nalaga v zobeh in kosteh. Izpostavljenost se lahko meri z vsebnostjo svinca v krvi.

Svinec najbolj ogroža otroke (do petega leta starosti) in noseče ženske, ker njihovo telo lahko veže od 4 do 5 krat več svinca kot pri ostalih odraslih osebah. Otroci so posebej izpostavljeni, ker je njihov vnos svinca na telesno maso višji, tako zaužijejo več prahu; absorpcija svinca v prebavnem traktu je posledično višja, saj krvno možganska bariera še ni popolno razvita. Svinec pri otrocih najbolj ogroža razvoj nevrološkega sistema. Svinec povezujejo tudi s pomanjkanjem pozornosti in z agresivnostjo. Pri nosečnicah lahko povzroči splav, mrtvorojenost otroka, prezgodnjo rojstvo, nizko porodno težo in tudi malformacije (WHO, 2010).

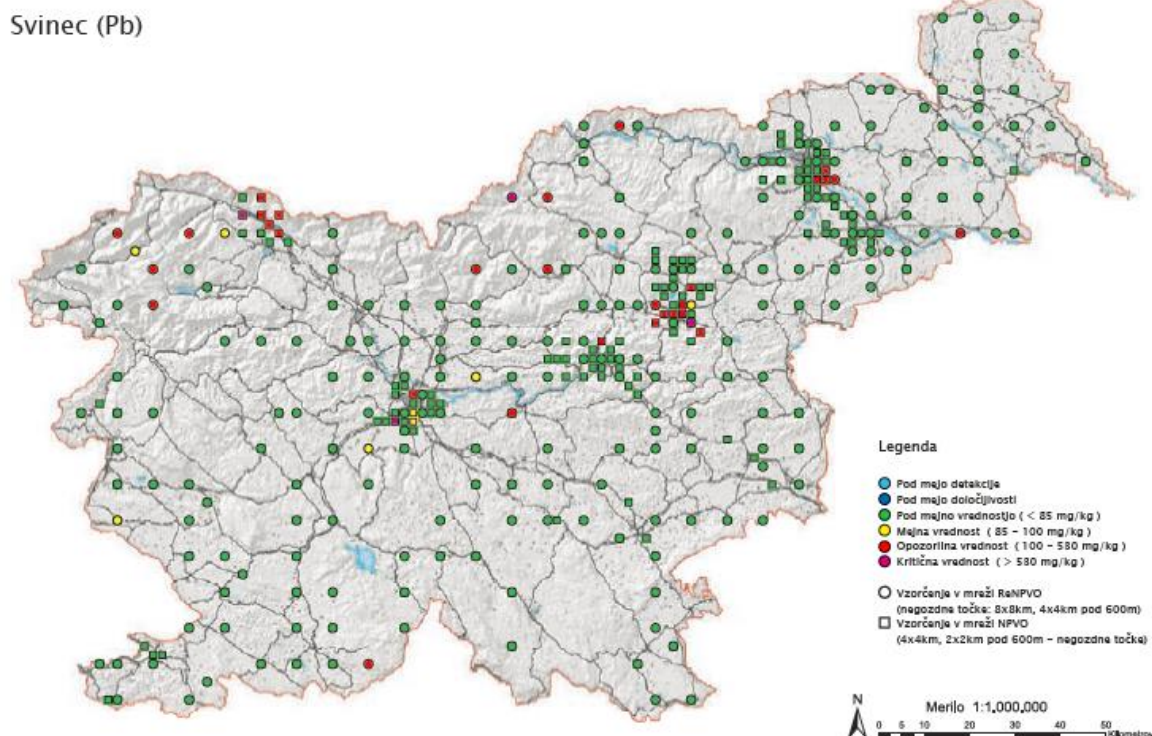
Študije so dokazale, da svinec povzroča nepravilnosti v fiziologiji moških reproduktivnih organov. Moški so imeli majhno število spermijev, številni spermiji so imeli spremenjeno morfologijo, prišlo je tudi do pojava počasnih spermijev, ki niso dosegli jajčeca (lavicoli *idr.* 2009) .

Kratkotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam svinca, lahko povzroči prebavne motnje kot so anoreksija, slabost in bruhanje, poškodbo jeter in ledvic, nevrološke učinke (slabo počutje, zaspanost), ki lahko vodijo v smrt. Dokazano je tudi, da dolgoročna izpostavljenost lahko povzroči razvoj raka (WHO, 2010).

### 2.4 Svinec v Sloveniji

V Sloveniji je bila ugotovljena koncentracija svinca v površinskih vzorcih v eni od številnih študij (ROTS, 1987 – 2007) od 13 – 2050 mg/kg, z mediano pri 42 mg/kg. V podpovršinskem sloju je bila izmerjena mediana nižja in sicer 37 mg/kg. Koncentracije so najnižje na

obdelovalnih površinah, kar izključuje kmetijstvo kot vir onesnaženja s svincem. Svinec je presegal opozorilno imisijsko vrednost v 10 % površinskih vzorcih in v 2 % podpovršinskih vzorcev. Kot vidimo na spodnji sliki so to urbana območja Jesenic, Mežiške doline in nekaj posameznih lokacij v Julijskih Alpah – Slika 2. Na slednjih lokacijah je lahko vir svinca lokalno fužinarstvo ali pa vpliv emisij topilnice v Italiji (Zupan idr., 2008).



Slika 2: Vsebnost svinca (mg/kg suhih tal) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.

Vir: Zupan in sod., 2008

Večstoletna tradicija rudarjenja in predelava svinca, je Mežiško dolino onesnažila s svincem, kadmijem in cinkom. Zaradi onesnaženja, so leta 2007 Mežiško dolino razglasili za degradirano območje. Svinec se je kopičil v zgornjih plasteh prsti. Z vdihovanjem praha onesnaženega s svincem in zaužitjem hrane, ki je bila pridelana na tej prsti, se je kljub zmanjšanju izpustov svinca v okolje, nadaljevalo kopičenje svinca pri ljudeh. Zato so leta 2007 sprejeli program ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja. Ti ukrepi so bili in so še:

- Preskusi vzorcev krvi otrok na vsebnost svinca
- Zamenjava onesnažene zemlje
- Preplastitev lokalnih cest in javnih poti
- Čiščenje utrjenih površin
- Vzpostavitev zelenic in varnih vrtov, fitoremediacija
- Ocena onesnaženja v širšem bivalnem okolju
- Subvencije za prehrano prebivalcem v onesnaženem območju
- Adaptacije in pranje fasad hiš, ki so v najbolj onesnaženem območju oz. grajene s svincem obremenjenega materiala
- Monitoring prašnih delcev v zraku
- Monitoring tal

- Koordinacija programa in informiranje.

Zaradi ukrepov se je obremenjenost zraka s svincem zmanjšala. Vendar še vedno ostajajo koncentracije v primerjavi z drugimi kraji po Sloveniji visoke. Kot vidimo v Preglednici 1, se skoraj vsako leto pojavi nekaj koncentracij, ki odstopajo od povprečij, vendar povprečna letna mejna vrednost svınca (500 ng/m<sup>3</sup>) ni bila presežena v nobenem letu (NIJZ, 2016).

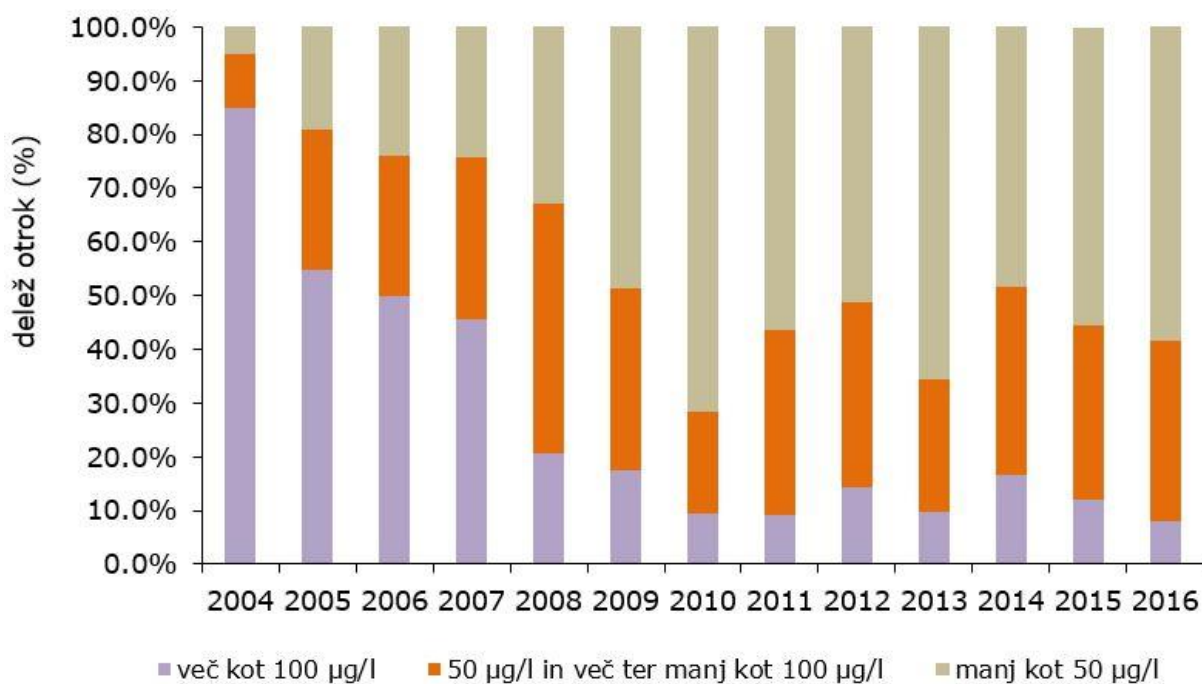
Preglednica 1: Povprečne koncentracije svınca v različnih obdobjih na merilnem mestu Žerjav.

Vir: NIJZ, 2016

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Povprečje (ng/m<sup>3</sup>)</i>	293	254	300	250	394	330
<i>Mediana (ng/m<sup>3</sup>)</i>	254	239	270	234	233	267
<i>Min (ng/m<sup>3</sup>)</i>	12	3	3	3	8	11
<i>Max (ng/m<sup>3</sup>)</i>	744	1139	927	1011	25825	1870
<i>Št. dni nad 500 ng/m<sup>3</sup></i>	18	14	27	12	18	41
<i>Št. dni nad 1000 ng/m<sup>3</sup></i>	0	1	0	1	3	4

Leta 2007 je bila v Podpeci presežena kritična imisijska vrednost (530 mg/kg) svınca v zemlji. Zaradi posledične sanacije in preplastitve določenih površin, je zgornja plast zemlje precej manj onesnažena s svincem, kot pred sanacijo. Leta 2008 so v Mežiški dolini izvedli okrepljen monitoring tal. Vzorčili so na 29 lokacijah. V 40. vzorcih je bila presežena mejna vrednost, pri 18. pa tudi kritična vrednost. Med temi lokacijami so bili tudi vrtci. V letu 2009 so tako izvedli preplastitev zgornje plasti tal v vrtcih, kar je znižalo vsebnost svınca (41 mg/kg – 55 mg/kg). Tudi v letu 2013 so bile najnižje koncentracije na tistih lokacijah, kjer so izvedli sanacijo. V naravnih tleh je bilo v povprečju 661,4 mg/kg, na vrtnih pa 534,8 mg/kg ter na makedamskih površinah 1071,8 mg/kg. V letu 2015 so vzorčili tla na 22. lokacijah v Mežiški dolini. Mejna vrednost je bila presežena v 31 vzorcih, v 15 vzorcih pa tudi kritična vrednost. Kritična vrednost je bila presežena tudi na lokacijah, kjer se nahajata vrtca (NIJZ, 2016; Ivartnik idr., 2015).

Eden od ukrepov je (bil) tudi preskus vzorcev krvi otrok na vsebnost svınca. Na Sliki 3 vidimo, da se je stanje precej izboljšalo. V letu 2004 je imelo več kot 80 % povišane vrednosti svınca. V letu 2010 je imelo 70 % otrok nizko vsebnost svınca v krvi. V letu 2016 je bil najnižji delež otrok s povišano vsebnostjo svınca in sicer samo 7,9 % otrok (ARSO, 2016).



Slika 3: Delež vzorcev krvi triletnih otrok Zgornje Mežiške doline glede na vsebnost svinca.

Vir: ARSO, 2016

## 2.5 Poliklorirani bifenili (PCB)

Poliklorirani bifenili ali PCBji so sintetični ciklični ogljikovodiki sestavljeni iz dveh aromatskih benzenovih obročev, na katere je vezano različno število klorovih atomov (Baird, 2003). Na svetu obstaja 209 različnih PCBjev, ampak v širši uporabi jih je 130. PCBji so se proizvajali v mnogih državah. Ker so odporni na kisline, baze in toploto, so se uporabljali kot izolacijski material v električnih napravah - transformatorjih in kondenzatorjih. PCB je (bil) uporabljen tudi v mazivih, mehčalih, premazih, barvah in kot zaviralec gorenja (Connell *idr.*, 1997).

Človek je PCBju izpostavljen preko vdihavanja onesnaženega zraka in preko zaužitja hrane in vode, ki je obremenjena s to snovjo.

PCB se veže na sedimente v površinskih vodah. Veže se na organske snovi, glino in na mikro delce, ki so suspendirani v vodi. So zelo obstojni v okolju, zato so lahko dolgo vezani v sedimentih in se počasi sproščajo v vodo ali pa izhlapevajo v zrak. Slednje se zgodi, ko vodno telo vsebuje veliko količino PCB in se vodno telo segreje. Ko je v zraku, se lahko odloži na tla s padavinami ali pa vezan na prah.

PCBji se bioakumulirajo v organizmih in se prenašajo naprej po prehranjevalni verigi. Bolj se kopičijo v maščobnih tkivih, kot v mišicah. Tudi ljudje bioakumuliramo PCB v maščobnih tkivih in tako je lahko koncentracija 100 krat večja pri ljudeh kot v hrani, ki jo uživamo (Connell *idr.*, 1997).



Ko zaužijemo PCB, molekule difundirajo preko celične membrane in vstopijo v krvni obtok ter v limfni sistem. PCB, posebej še tisti, ki vsebujejo večje število klorovih atomov, so dobro topni v maščobno bogatih tkivih kot so jetra, možgani in koža. Pri doječih materah so ugotovili, da se PCBji prenašajo v placento in mleko.

Študije na ljudeh, ki so bili izpostavljeni PCB-jem so pokazale, da imajo učinek na:

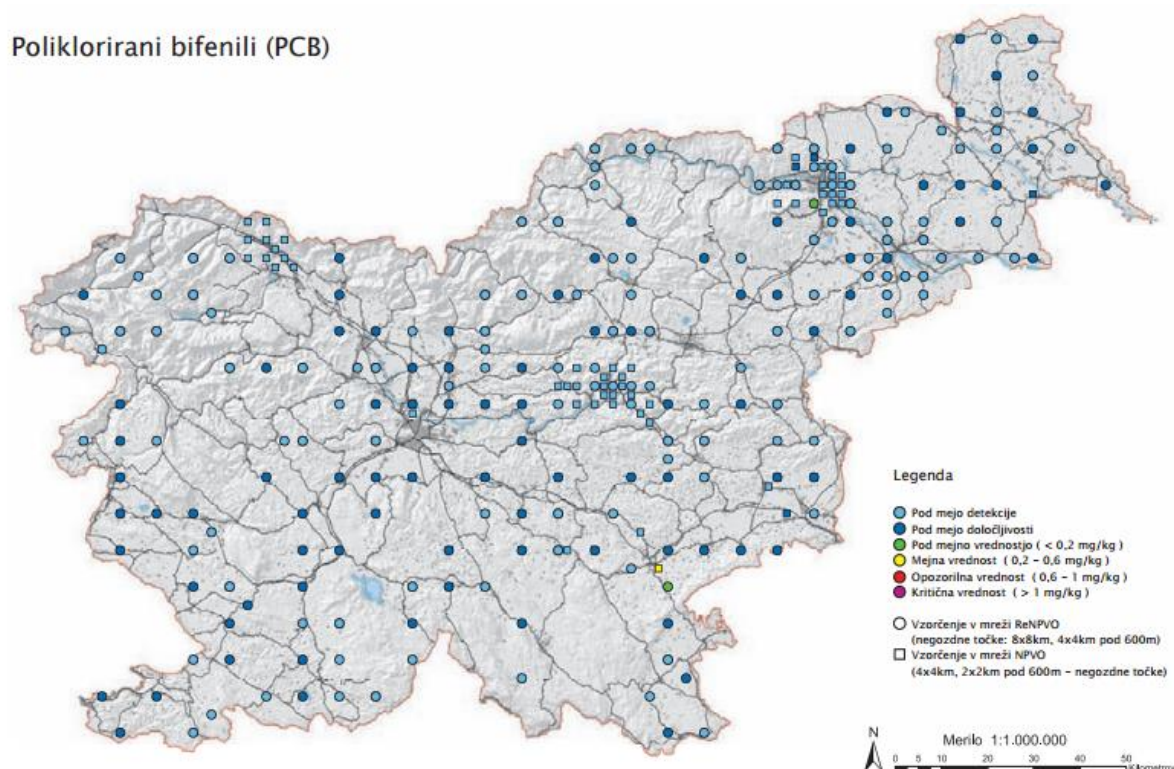
- Gibljivost spermijev
- Nižjo porodno težo in manjši obseg glave novorojenčkov
- Nevro-mišična nezrelost
- Nevrološke funkcije potomcev, kot so povečano število nenormalno šibkih refleksov, zmanjšanje spomina, nižji IQ in pomankanje pozornosti.

Nekatere nevrološke pomanjkljivosti lahko izginejo pozneje v otroštvu.

Učinke PCBjev povezujejo tudi s povečanjem raka prebavnega sistema, še posebej z rakom jeter in malignim melanomom (WHO, 2003).

## 2.6 PCB v Sloveniji

V raziskavi onesnaženosti tal Slovenije so našli ostanke PCBjev v 35 % vzorcev, ampak le na eni lokaciji je bila presežena mejna imisijska vrednost (0,2 mg/kg). Ko vidimo na spodnji Sliki št.4, je ta lokacija v okolici Novega mesta (Zupan *idr.*, in sod, 2008).



Slika 4: Seštevek koncentracij (mg/kg suhih tal) spojin iz skupine poliklorirani bifenili (PCB) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.

Vir: Zupan in sod., 2008

Leta 1983 so v usedlinah reke Krupe našli več kot 100krat večje koncentracije PCBjev, kot je dovoljeno. Nadaljnje raziskave so pokazale, da so PCBji prisotni v vseh lokalnih organizmih in v lokalno pridelani hrani. PCBji so v reko Krupo prišli iz tovarne kondenzatorjev Iskra Semič. Ocenjujejo, da se je takrat izpralo v podzemlje vodnega zaledja, 13 ton PCB-jev reke Krupe, 27 ton pa je prek zraka onesnažilo tla in biotop (Komat, 2012).

Leta 2012 je Zavod za zdravstveno varstvo Maribor objavil elaborat z naslovom: »Pregledna ocena stanja obremenitev okolja s PCB v Beli Krajini, z njimi povezanih tveganj za zdravje ljudi, predlog priporočil in ukrepov za prebivalce Bele Krajine in za druge deležnike, povezane s prehrano prebivalcev«, v katerem so ugotovili sledeče:

- Ljudje v Beli Krajini so bolj izpostavljeni PCB kot drugod po Sloveniji, kar vpliva na njihovo zdravje. Ugotovili so, da PCB vplivajo na pojav določenih rakov in na razvoj okvar sklenine stalnih zob.
- Tla so ključni vir prenosa v živila živalskega izvora. V 90. letih je bila krma in zeleni deli, obremenjena s PCB, tudi v letu 2011 so našli PCB (PCB d.p.) v krmi, vendar izmerjene koncentracije niso presegale praga ukrepanja. Ker je PCB znan po visoki akumulaciji, lahko krma predstavlja vir prenosa v živila živalskega izvora.
- Tudi v mleku in mišičnem tkivu govedi je bila ugotovljena prisotnost PCB, ampak mejna vrednost v povprečju ni bila presežena. Posamezni vzorci pa so presegali pragove ukrepanja.
- Kokošje jajce in perutninsko mišično tkivo je vsebovalo PCB, mejna vrednost praviloma ni bila presežena. Vendar v so perutnini, ki je v neposrednem stiku z reko Krupo, našli povečano koncentracijo.
- PCBji so prisotni tudi v jagnjetini.
- V 90. letih je bilo sadje in vrtnine obremenjene s PCB, ampak v letu 2011 izmerjene koncentracije niso presegale praga ukrepanja.
- Uživanje rib iz reke Krupe in Lahinje še vedno predstavlja tveganje za zdravje ljudi (ZZVM, 2012).

Pri ženskah, ki so prebivale na območju onesnaženosti s PCB, so med leti 1978 in 1997, ugotovili značilno večje tveganje razvoja raka žolčnikov in žolčevodov (Zadnik in sod., 2011).

## 2.7 Atrazin

Atrazin je kemijsko ime za 2-kloro-4-etilamino-6-izoprilamino-1,3,5-triazin in se pogosto uporablja kot herbicid. Uporablja se za zatiranje travnatih in širokolistnih plevelov predvsem v koruzi, sirku ter sladkornem trsu.

Atrazin je obstojen v okolju in v priporočenih odmerkih ostaja aktiven od 2 do 6 mesecev. Deluje na rastline preko koreninskega sistema ali listov in zavira asimilacijo ogljikovega dioksida v rastlinah. To povzroči zaviranje transpiracije, znižanje vsebnosti sladkorja in rezerv ogljikovih hidratov v tkivih ter spremembo kloroplasta. Rastlinski listi tako porumenijo, rastlina pa se na koncu posuši (WHO, 2011).

Atrazin je slabo hlapljiv, saj ima zelo nizek parni tlak. Izhlapovanje atrazina je manjše v tleh z večjo vsebnostjo organskih snovi, zlasti če so suha. V vlažnih tleh je izhlapevanje večje, prav tako pri višjih temperaturah. V tleh se atrazin bodisi adsorbira, bodisi ga prevzamejo rastline, lahko se prenaša, možni sta biološka ali kemijska razgradnja, fotorazgradnja, lahko pa tudi izhlapi (Suhadolc in sod, 2007 V Cesar, 2008).

Takoj po uporabi atrazina, se začne fotorazgradnja, ki povzroči kemijske spremembe v njegovi strukturi. Fotorazgradnja in izhlapevanje ob nanosu atrazina sta zanemarljivi.

Njegova razgradnja se giblje od 60 dni do dveh let in je odvisna od koncentracije sredstva, temperature, vlage, mikrobne aktivnosti in tipa tal. Ker je atrazin obstojen in mobilien, pogosto onesnaži površinske in podzemne vode, najdemo pa ga tudi v pitni vodi (Smith in sod., 2005).

Atrazin se v okolju razgradi predvsem z mikrobno razgradnjo, čeprav poleg biotične obstaja tudi abiotična. Tu gre za interakcije med tlemi in atrazinom, ki so običajno vezane na reakcije hidrolize, ki jih katalizirajo glineni materiali. Atrazin je obstojen na razgradnjo, ampak obstaja veliko talnih mikroorganizmov, ki so sposobni delne razgradnje. To vodi do nastanka in akumulacije razgradnih produktov in celo popolne mineralizacije triazinskega obroča do ogljikovega dioksida. Razgradni produkti so:

- Desetilatrazin (DEA)
- Desizopropilatrazin (DIA)
- Desetildeizopropilatrazin (DEDIA)
- Hidroksiatrazin (HA)
- Hidroksidesetilatrazin (DEHA)
- Hidroksidesizopropilatrazin (DIHA)
- Didealkylatrazine (DDA) (Scheunert, 1992 V Cesar, 2008).

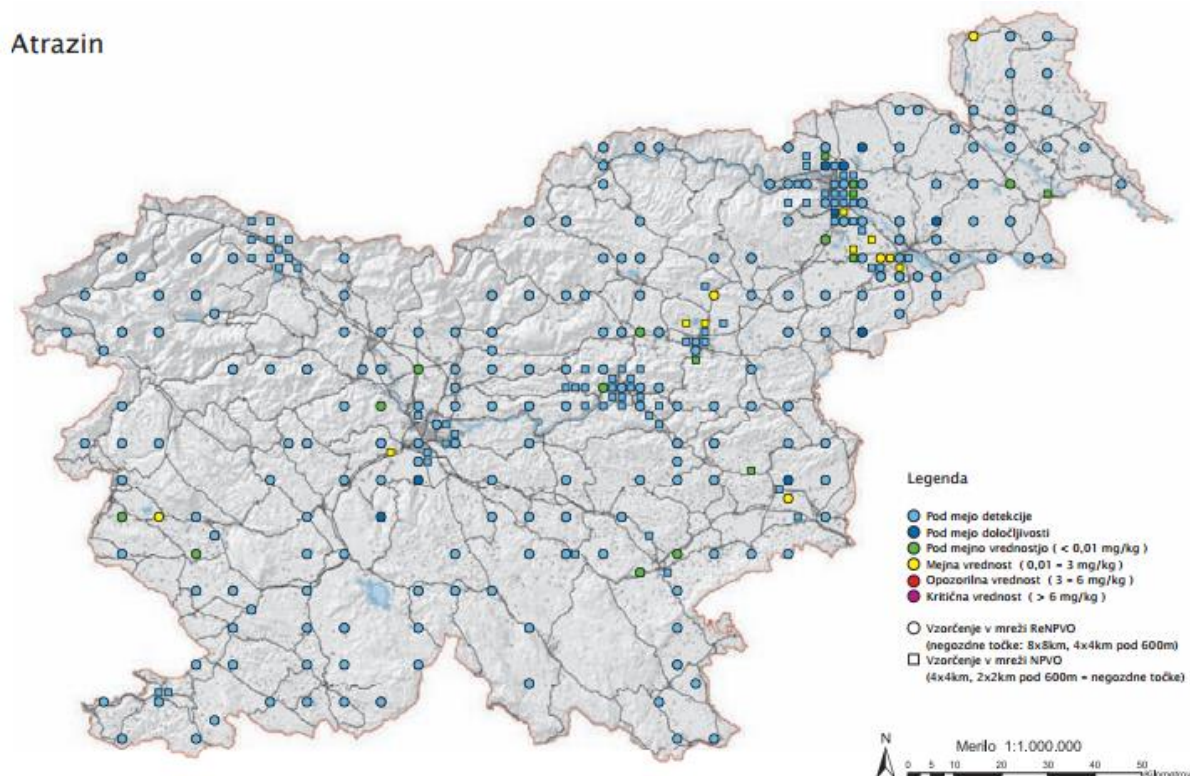
Atrazinu smo lahko izpostavljeni predvsem preko onesnažene pitne vode. V vodo pride atrazin s spiranjem iz kmetijskih površin. Izpostavljeni smo lahko tudi, če kopljemo zemljo obremenjeno z atrazinom. Majhna verjetnost je, da bi bili izpostavljeni atrazinu preko hrane.

Atrazin se ne akumulira v prehranjevalni verigi in v telo vstopi predvsem preko vode. Hitro se absorbira iz prebavil in se večinoma izloča z urinom. Nekaj mikrogramov atrazina na liter vode predstavlja zanemarljivo obremenitev za človeka. Atrazin je hormonski motilec, ki posnema delovanje ženskih spolnih hormonov, torej estrogena. Pri družinah, ki so uporabljale atrazin, so ugotovili, da atrazin povzroča zgodnji porod. Atrazin in njegove metabolite razvrščajo v skupino snovi, ki so možno karcinogene za človeka. DEA pri ljudeh zniža težo nekaterih organov, predvsem pri ženskah, in vpliva na delovanje srca. Pri zarodkih pa

povzročča nenormalno spolno in hormonsko dozorevanje. Svetovna zdravstvena organizacija je določila dopustni dnevni vnos atrazina 0,5 µg/kg za odraslo osebo in mejno vrednost v pitni vodi 2 µg/kg. Evropska unija pa je določila mejno vrednost atrazina v pitni vodi na 0,10 µg/kg (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2003; WHO, 1996).

## 2.8 Atrazin v Sloveniji

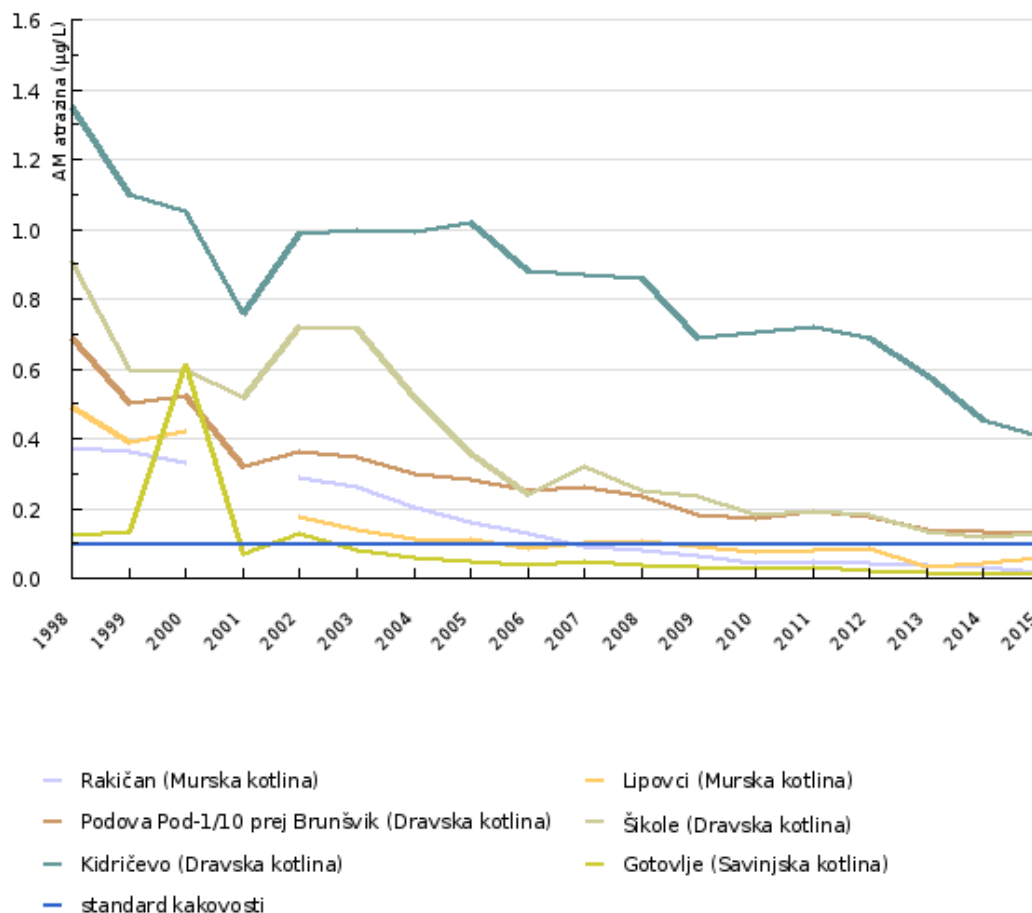
V raziskavi onesnaženosti tal Slovenije so našli ostanke atrazina v 13 % vzorcih. Imisijska vrednost je bila presežena v 13 vzorcih in največja izmerjena vrednost je bila 0,27 mg/kg. Kot vidimo na spodnji Sliki št. 5 je bila mejna vrednost presežena na Dravsko-ptujskem polju, celjski kotlini in še nekaj posameznih lokacij (Zupan in sod., 2008).



Slika 5: Vsebnost atrazina (mg/kg suhih tal) v zgornjem sloju tal, vzorčenih v obdobju od 1989 do 2007.

Vir: Zupan in sod., 2008

Leta 2003 je v Sloveniji začela veljati popolna prepoved uporabe atrazina, kar se odraža tudi v zniževanju prisotnosti atrazina in desetil-atrazina v podzemni vodi. Kot vidimo na spodnji Sliki št. 6, je upadanje na vseh vzorčnih mestih, ampak je mejna vrednost presežena le še na 3 mestih in sicer v Kidričevem, Šikolah in Padovi.



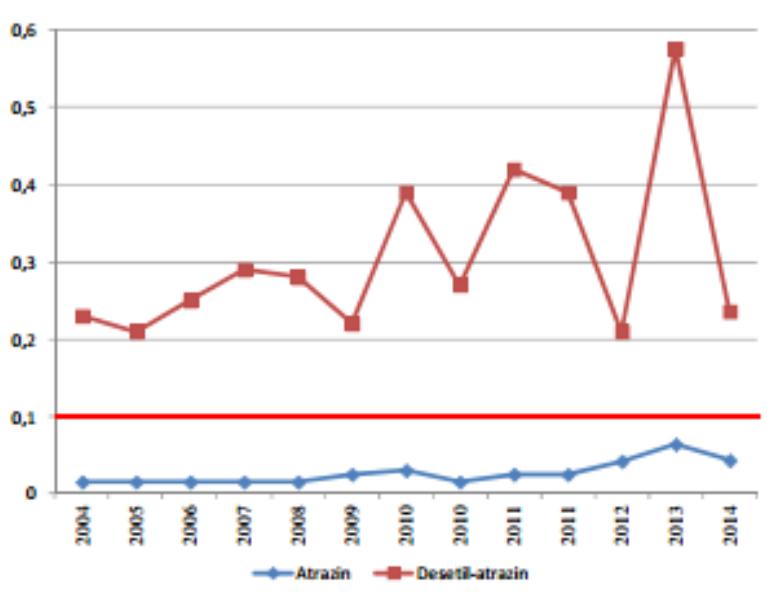
Slika 6: Povprečne letne vrednosti (AM) atrazina v podzemni vodi na izbranih merilnih mestih po Sloveniji.

Vir: ARSO, 2016

Tudi vrednost desetil-atrazina pada na vseh vzorčnih lokacijah. Le v Kidričevem je bila izmerjena mejna vrednost desetil-atrazina presežena in znaša 0,17 µg/L (ARSO, 2016).

Po podatkih ARSO (2016), so v letu 2014 atrazin zaznali v 74 vzorcih, od tega so 4 vzorci prekoračili mejno vrednost. Najvišjo vsebnost so izmerili na lokaciji Fikšinci-Breg, kjer so izmerili vrednost 0,213 µg/l. Desetil-atrazin pa so zaznali v 91 vzorcih, od tega je 14 vzorcev presegalo mejno vrednost. Najvišja izmerjena vsebnost atrazina v letu 2014 je bila 0,294 µg/l, ki so jo pa izmerili na lokaciji Pijovci-Preloge.

Na spodnji Sliki št. 7 vidimo, da je na oskrbovalnem območju Žižki desetil-atrazin še vedno prisoten v pitni vodi. Najvišja vsebnost desetil-atrazina je bila leta 2013. Nihanja, ki jih lahko opazimo na spodnjem grafu pripisujejo hidrološkim stanjem podzemne vode, režimom črpanja in mešanju podzemne vode iz globljih in plitvejših vodonosnikov, ne pa svežim nanosom atrazina (Ministrstvo za zdravje, 2015).



Slika 7: Koncentracija atrazina in desetilatrazina na oskrbovalnem območju Žižki.

Vir: Ministrstvo za zdravje, 2015

### 3 MATERIALI IN METODE

Diplomska naloga je sestavljena iz teoretičnega in empiričnega dela. Metode dela v tej diplomski nalogi so naslednje:

- Študij domače in tuje literature
- Obdelava in prikaz podatkov.

Teoretični del tega diplomskega dela obsega zbiranje in pregled dostopne literature v angleškem in slovenskem jeziku. Tuja literatura je bila večina dostopna preko medmrežja, slovenska in del angleške literature pa preko knjig.

#### 3.1 Anketni vprašalnik

V praktičnem delu sem najprej sestavil anketni vprašalnik in ga s pomočjo spletne strani Google obrazci dokončno oblikoval. Anketo sem delil preko elektronske pošte in družabnega omrežja Facebook.

Anketni vprašalnik je imel 28. vprašanj in sicer:

1. Spol
2. V katero starostno skupino spadate?
3. Kašna je najvišja dosežena formalna izobrazba?
4. V kateri regiji prebivate?
5. Ali poznate izraz hormonski motilec?
6. Od kod poznate izraz hormonski motilec?
7. Kaj so hormonski motilci?
8. Hormonski motilci so nevarni že v majhnih količinah.
9. Hormonski najbolj ogrožajo otroke.
10. Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?
11. Na kakšen način lahko vnesemo hormonske motilce v telo?
12. Ali veste kaj vse povzročajo hormonski motilci?
13. Ali veste na katere skupine se delijo hormonski motilci?
14. Spodaj so navede skupine snovi, če menite, da spada med hormonske motilce, jo označite.
15. Ali prepoznate katerega od hormonskih motilcev, ki so navedeni spodaj?
16. Kaj menite, kateri ekosistem je bolj ogrožen zaradi hormonskih motilcev?
17. Ali pri nakupu izdelka pogledate njegove sestavine?
18. Katera sestavina je hormonski motilec?
19. Ali ste vedeli, da lahko živilo v konzervi vsebuje Bisfenol-A (BPA)?
20. Ali veste s čem je onesnažena Mežiška dolina?
21. Mežiška dolina je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi:
22. Ali veste s čem je onesnažena reka Krupa?
23. Reka Krupa je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi:
24. Ali ste vedeli, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje?
25. Ali ste vedeli, da pitna voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin in njegove metabolite?
26. Kaj menite, kdo bi moral odgovarjati za onesnaževanje z atrazinom?
27. Ali bi morali izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, biti posebej označeni?
28. Ali bi prepovedali uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce?

Anketni vprašalnik je bil odprt od 1. 10. do 24. 10. 2016, na njega pa je odgovorilo 267 anketirancev. Dobljene rezultate sem sistematično obdelal z ustreznimi statističnimi metodami in jih ovrednotil z uporabo računalniškega modeliranja (Excel). Anketni vprašalnik je priložen tej diplomski nalogi kot Priloga 1.



## 4 REZULTATI

### 4.1 Analiza vprašanja: Spol anketirancev

Preglednica 2: Prikaz spola anketirancev

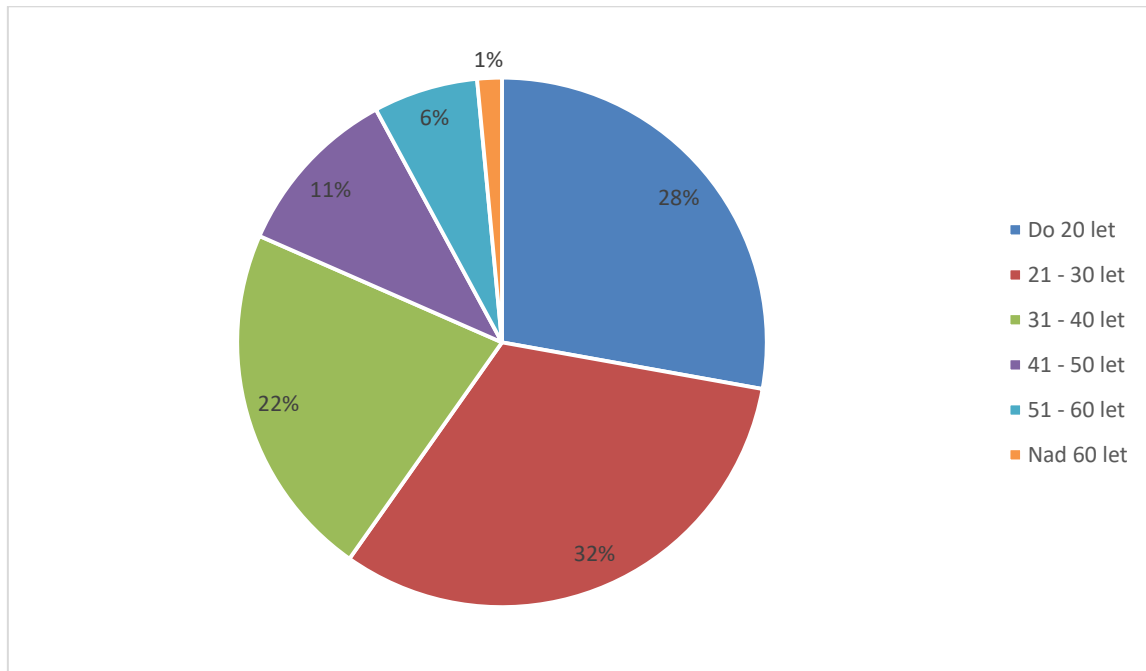
Vir: I. Muršec, 2017

Spol anketirancev	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Moški	60	22
Ženski	207	78

V anketi je sodelovalo 267 anketirancev. Večji delež zavzemajo predstavnice ženskega spola 207 (78 %), moških anketirancev je 59, kar predstavlja 22 odstotkov vseh anketirancev (Preglednica 2).

### 4.2 Analiza vprašanja: Starost anketirancev

Kot prikazuje Slika 8, največ anketirancev pripada starostni skupini od 21 - 30 let (85 anketirancev), sledi ji skupina do 20 let z 74 anketiranci. Skupini nad 60 let pa pripadajo samo 4 anketiranci.

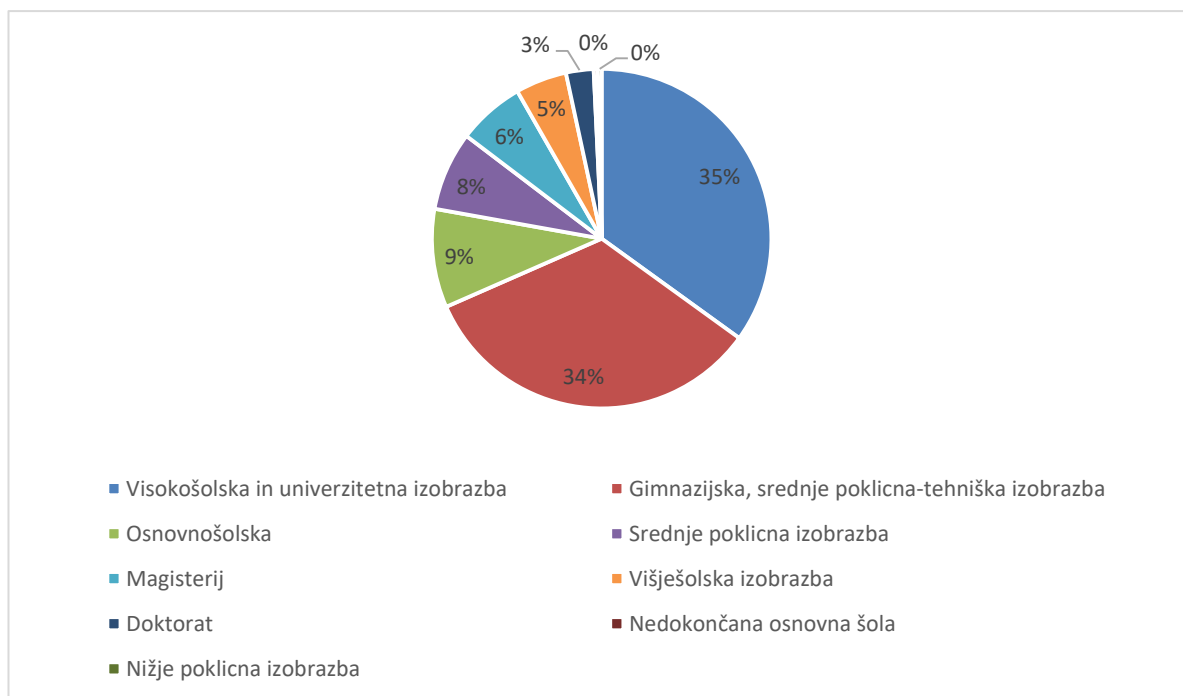


Slika 8: Prikaz starostnih skupin anketirancev.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.3 Analiza vprašanja: Izobrazba anketirancev

Največ anketirancev ima visokošolsko oz. univerzitetno izobrazbo (35 %), sledi ji skupina z gimnazijsko oz. srednje poklicno-tehniško izobrazbo (33,5 %). Najmanj anketirancev pa ima nedokončano osnovno šolo oziroma nižjo poklicno izobrazbo (0,4 %) (Slika 9).

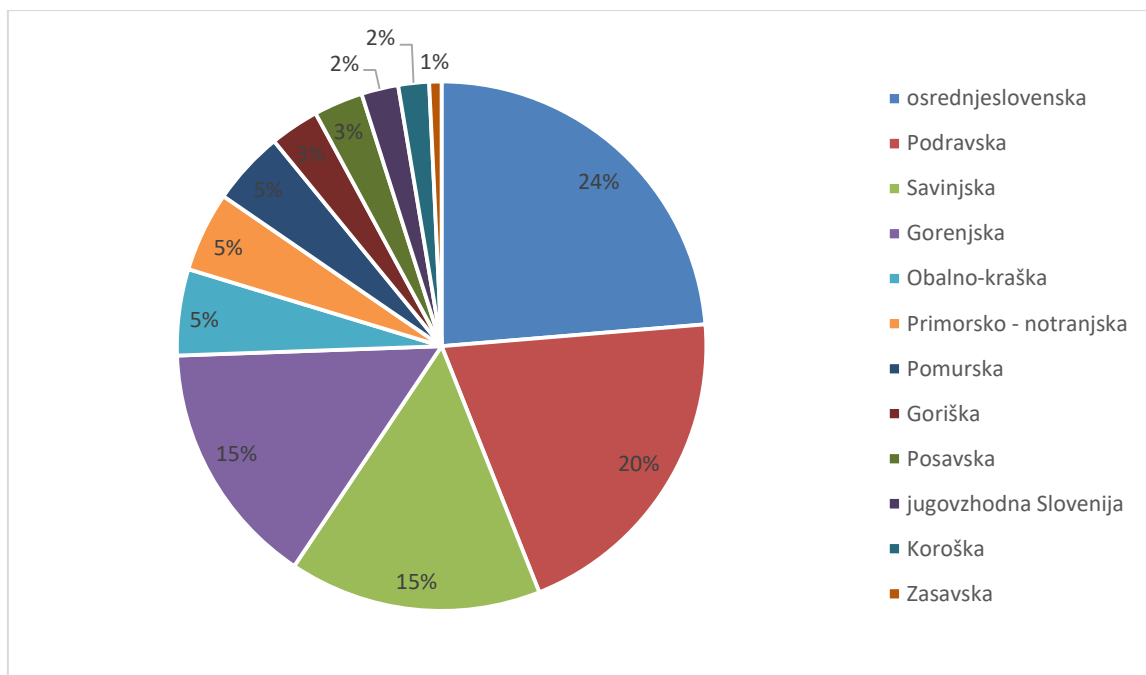


Slika 9: Prikaz dosežene formalne izobrazbe anketirancev.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.4 Analiza vprašanja: Zastopanost regij anketirancev

Največ anketirancev prihaja iz Osrednjeslovenske regije (23,7 %), sledijo pa ji Podravska (20,3 %), Savinjska (15,4 %) in Gorenjska (15 %). Najmanj anketirancev pa prihaja iz Zasavske (0,8 %) in Koroške regije (1,9 %).



Slika 10: Prikaz zastopanosti regij anketirancev.

Vir: I. Muršec, 2017

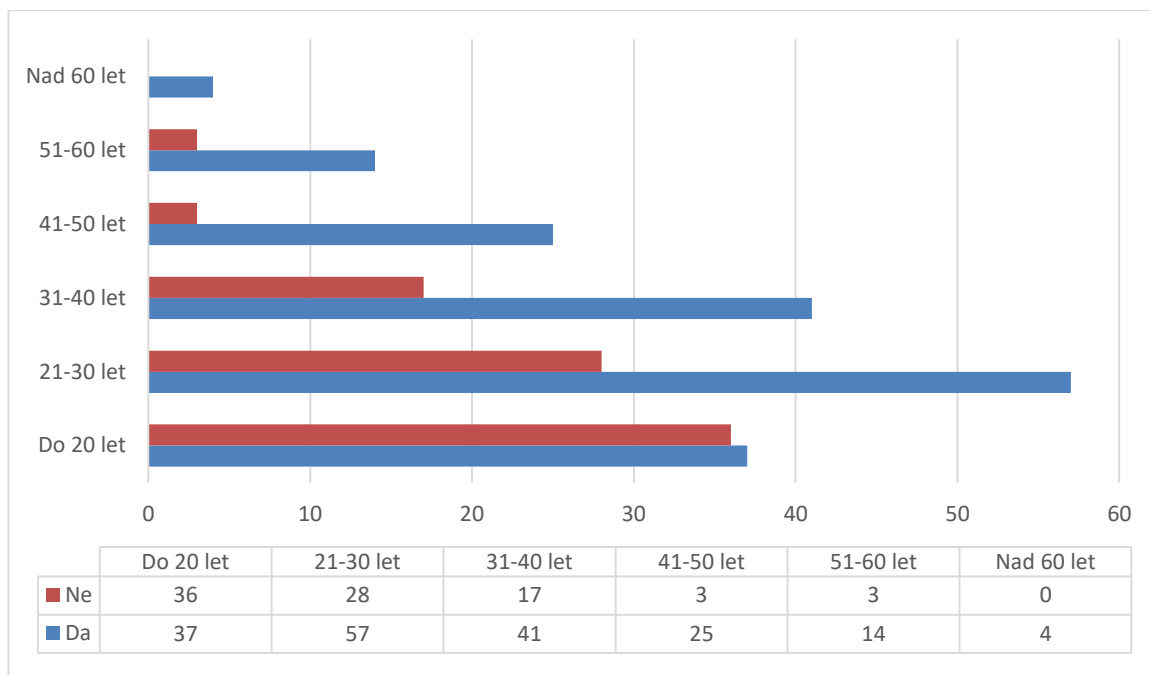
#### 4.5 Analiza vprašanja: Ali poznate izraz hormonski motilci?

Preglednica 3: Poznavanje izraza hormonskih motilci

Vir: I. Muršec, 2017

Ali poznate izraz hormonski motilci?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	178	67
Ne	88	33

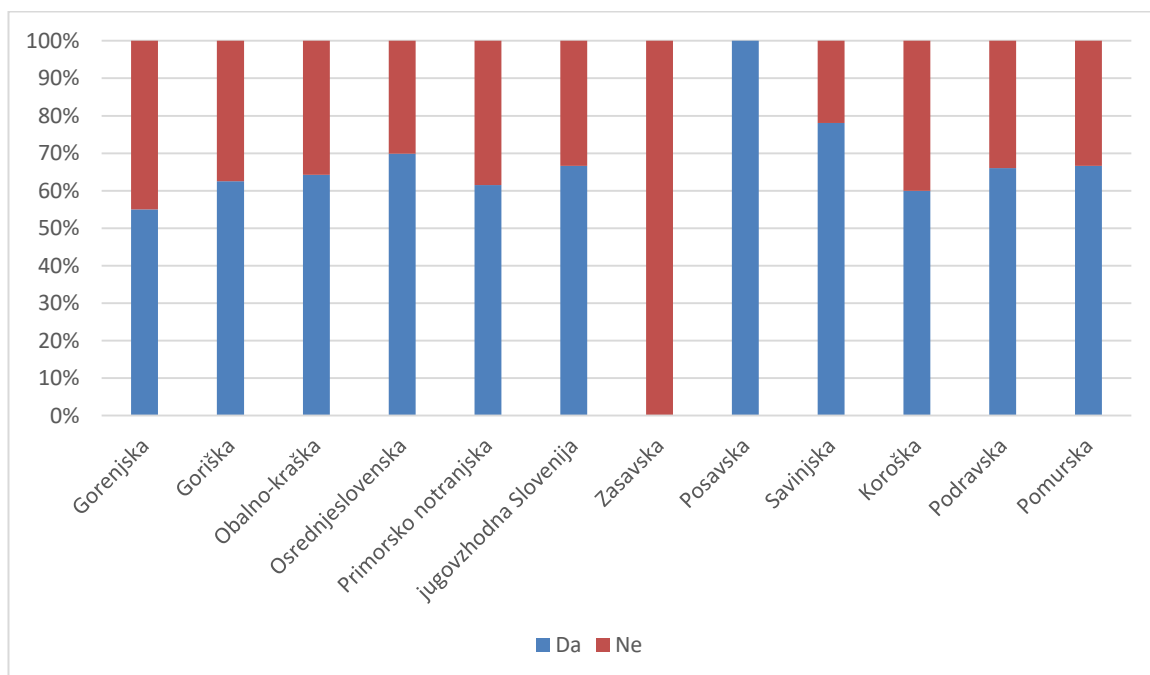
Dve tretjini anketirancev poznata izraz hormonski motilec. Izraz hormonski motilec v enaki meri poznajo moški in ženski anketiranci, saj izraz hormonski motilec pozna 67 % ženskih anketirancev in le odstotek manj moških anketirancev. Izraz hormonski motilec pozna le 50 % anketirancev, ki so stari do 20 let. Nato pa se odstotek začne večat, kot lahko vidimo na spodnji Sliki št. 13 (gledano relativno na število anketirancev v posamezni starostni skupini).



Slika 11: Prikaz poznavanja izraza HM po starostnih skupinah.

Vir: I. Muršec, 2017

Pri izobrazbi je opaziti podoben trend. Pri anketirancih z nedokončano osnovno šolo in nižjo poklicno izobrazbo ne poznajo izraza HM, vendar sta bila tukaj samo 2 anketiranca, ki sta navedla to izobrazbo. 56 odstotkov anketirancev z osnovnošolsko izobrazbo pozna izraz HM. Najbolj pa poznajo izraz HM anketiranci z doktoratom (100 %) in z višješolsko izobrazbo (86 %).

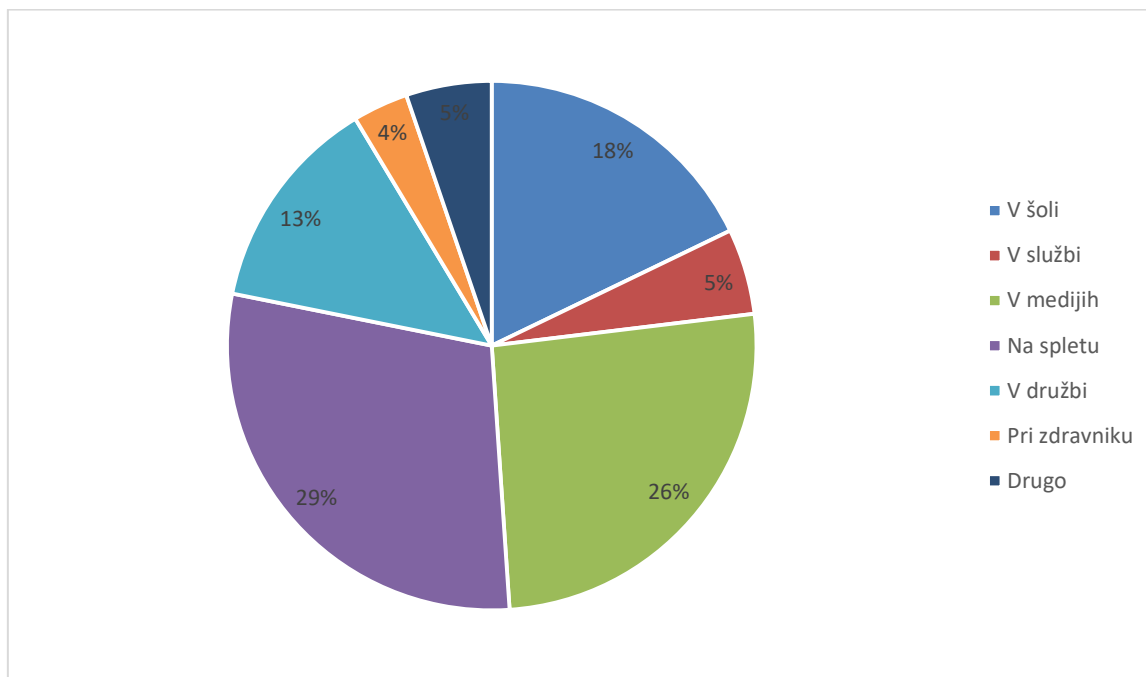


Slika 12: Prikaz poznavanja izraza HM po regijah.

Vir: I. Muršec, 2017

Izraz HM najbolj poznajo v Posavski regiji, kjer je 100 % anketirancev odgovorilo, da poznajo izraz HM. Tudi v savinjski regiji je izraz HM dobro poznan, saj ga tam pozna 78 % anketirancev. V zasavski regiji pa izraz hormonski motilec ni poznan, saj je 100 % anketirancev odgovorilo, da ne poznajo izraza HM. V vseh ostalih regijah pa več kot 50 % anketirancev pozna izraz hormonski motilec, kot prikazuje Slika 12..

#### 4.6 Analiza vprašanja: Od kod poznate izraz hormonski motilec?



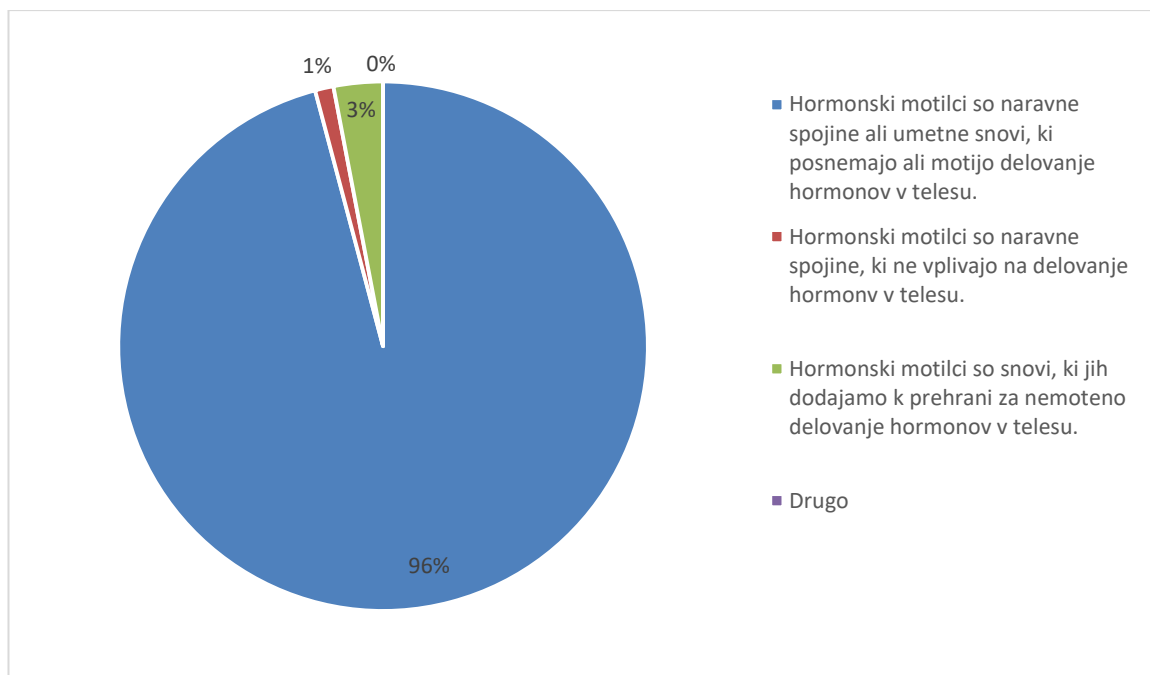
Slika 13: Prikaz virov informacij za izraz hormonski motilec.

Vir: I. Muršec, 2017

Največ anketirancev je za izraz HM izvedelo na spletu (29 %) in v medijih (26 %). Najmanj anketirancev je za izraz HM slišalo v službi (5 %) ali pri zdravniku (4 %), kot prikazuje Slika 13.

#### 4.7 Analiza vprašanja: Kaj so hormonski motilci?

Na vprašanje: »Kaj so hormonski motilci?« je pravilno odgovorilo 255 anketirancev, kar predstavlja 95,9 odstotka vseh anketirancev. Anketiranci, ki so na vprašanje: »Ali poznate izraz hormonski motilci?« odgovorili z da, so na to vprašanje pravilno odgovorilo v 173 primerih. Napačni odgovor je izbralo 5 anketirancev, ki so zatrdili, da poznajo izraz hormonski motilec; 78 anketirancev, ki pa so označili, da ne poznajo izraza HM, pa je izbralo pravilni odgovor. Rezultati so prikazani na Sliki 16.



Slika 14: Prikaz poznavanja izraza hormonski motilec v odstotkih.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.8 Analiza vprašanja: Ali menite, da so hormonski motilci nevarni že v majhnih količinah?

Na vprašanje: »Ali menite, da so hormonski motilci nevarni že v majhnih količinah?« je z da odgovorilo 75 % anketirancev, z ne pa 25 odstotkov anketirancev kot je prikazano na Sliki 17. Mlajše in starejše starostne skupine menijo, da so hormonski motilci škodljivi že v majhnih količinah. 83 % anketirancev iz vzhodne kohezijske regije meni, da so hormonski motilci škodljivi in nevarni že v majhnih količinah, medtem ko v zahodni kohezijski regiji tako meni 66 % anketirancev.

Preglednica 4: Prikaz odgovorov glede poznavanja anketirancev o nevarnostih HM že v majhnih količinah.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali menite, da so hormonski motilci nevarni že v majhnih količinah?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	200	75
Ne	66	25

#### 4.9 Analiza vprašanja: Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke?

Na vprašanje (Preglednica 5): »Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke?« je z da odgovorilo 77 % anketirancev, z ne pa 23 odstotkov anketirancev. Več moških anketirancev (83 %) meni, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke, kot pa ženskih

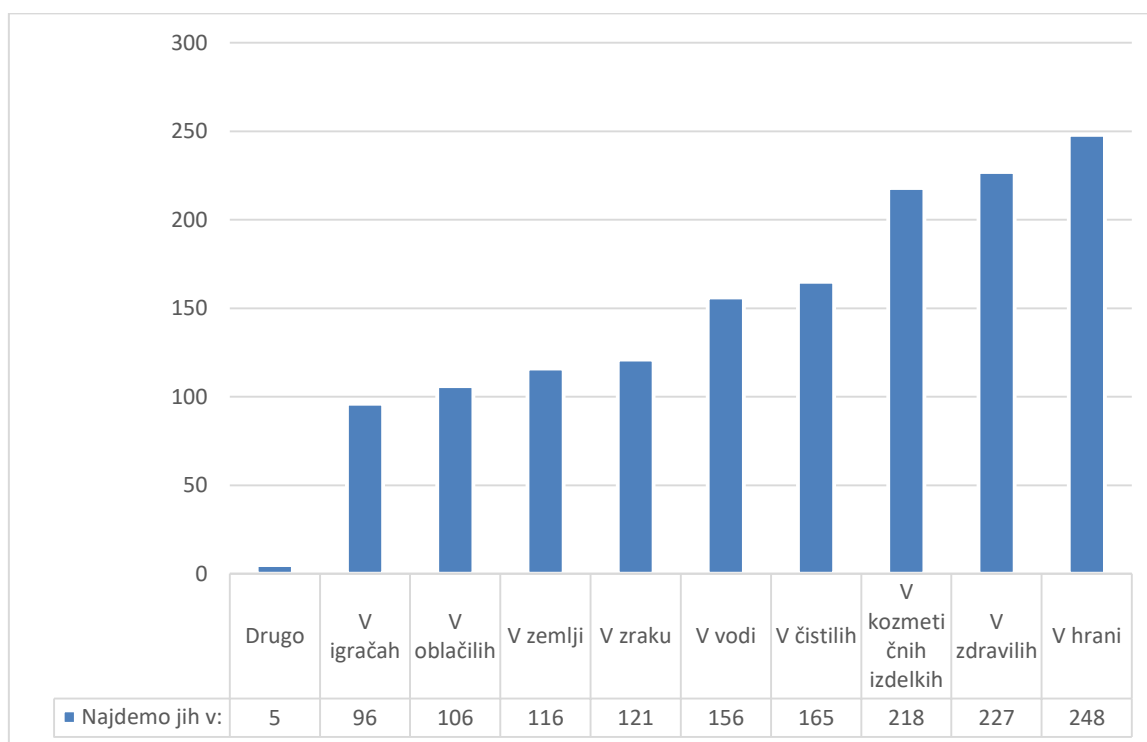
anketirancev (75 %). V zahodnih kohezijskih regijah je več anketirancev prepričanih, da HM najbolj ogrožajo otroke, kot pa v vzhodnih kohezijskih regijah.

Preglednica 5: Prikaz odgovorov na vprašanje: »Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke?«

Vir: I. Muršec, 2017

Ali menite, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	204	77
Ne	62	23

#### 4.10 Analiza vprašanja: Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?



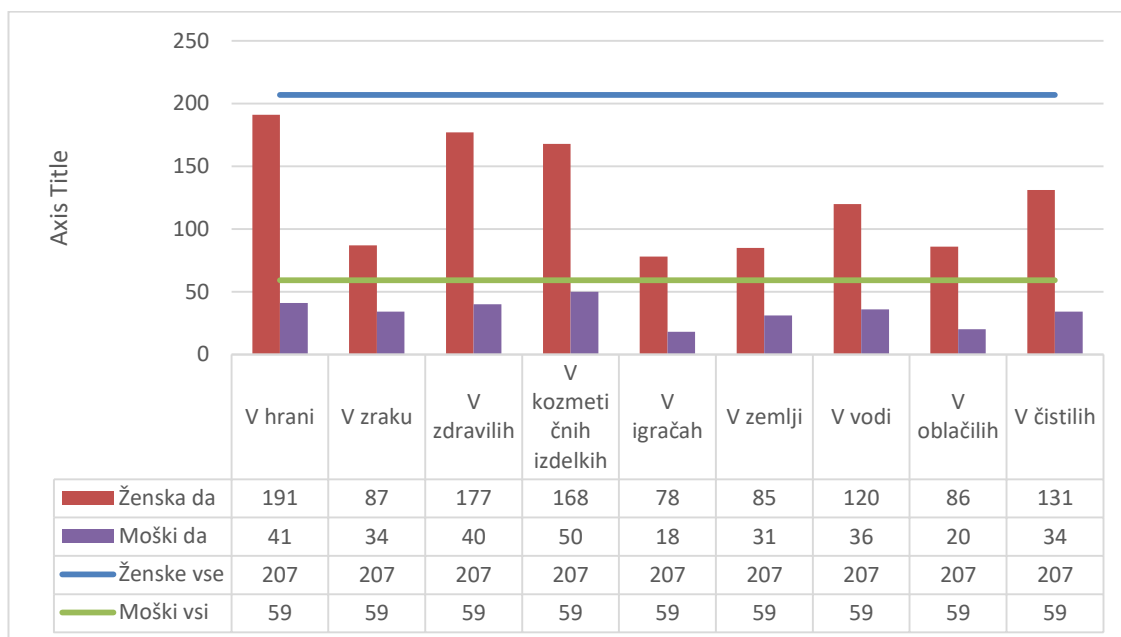
Slika 15: Prikaz odgovorov na vprašanje: »Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?«

Vir: I. Muršec, 2017

Največ anketirancev meni, da lahko hormonske motilce najdemo v hrani (248), zdravilih (227) in v kozmetičnih izdelkih (218). Le 96 anketirancev meni, da lahko najdemo hormonske motilce v igračah (Slika 15).

Kar 92 % ženskih anketirancev meni, da lahko najdemo hormonske motilce v hrani, medtem ko to verjame le 69 % moških. Ženske so bolj prepričane, da lahko najdemo hormonske motilce v čistilih, zdravilih in igračah. Moški pa so bolj prepričani, da lahko najdemo hormonske motilce v zraku in zemlji. Oba spola pa se v enakem odstotku strinjata, da lahko

najdemo hormonske motilce tudi v kozmetičnih izdelkih. Vse navedene trditve grafično prikazuje Slika 16.

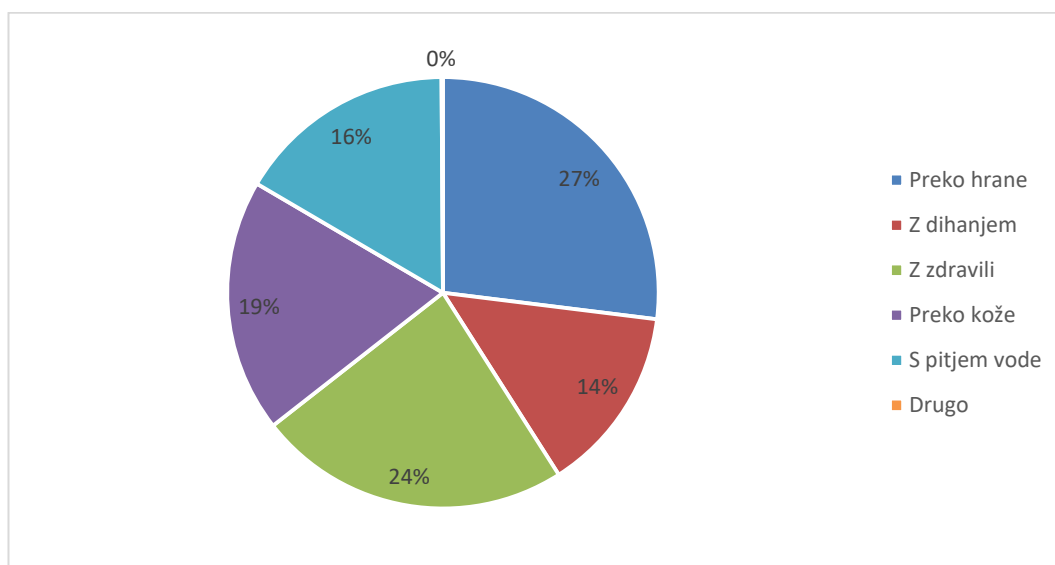


Slika 16: Primerjava odgovorov ženskih in moških anketirancev na vprašanje: »Kje vse lahko najdemo hormonske motilce?«

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.11 Analiza vprašanja: Na kakšen način lahko vnesemo hormonske motilce v telo?

Največ anketirancev (254) meni, da hormonske motilce vnesemo v telo preko hrane. Kar 221 anketirancev meni, da lahko hormonske motilce v telo vnesemo tudi preko zdravil. Slaba polovica anketirancev pa meni, da lahko hormonske motilce v telo vnesemo tudi z dihanjem, kar prikazuje Slika 17.



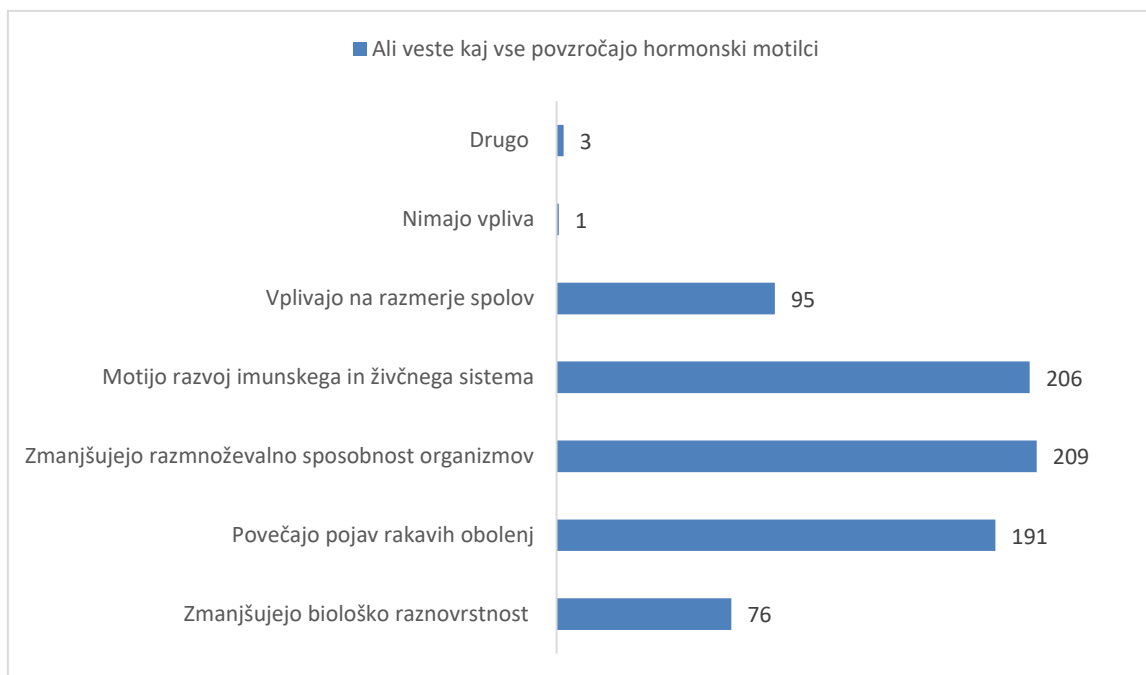
Slika 17: Prikaz poti vnosa HM v telo, glede na mnenje anketirancev.

Vir: I. Muršec, 2017



#### 4.12 Analiza vprašanja: Ali veste kaj vse povzročajo hormonski motilci?

Na Sliki 22 so prikazani naslednji rezultati: 209 anketirancev meni, da hormonski motilci zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov in 206 anketirancev, da motijo razvoj imunskega ter živčnega sistema. 191 anketirancev pa meni, da hormonski motilci povečajo pojav rakavih obolenj. 95 anketirancev meni, da vplivajo na razmerje spolov. S tem, da hormonski motilci zmanjšujejo biološko raznovrstnost, pa se strinja le 76 anketirancev. Samo 1 anketiranec meni, da hormonski motilci nimajo vpliva na organizme. Pri tem vprašanju so imeli anketiranci možnost, da izberejo več odgovorov.



Slika 18: Prikaz vplivov HM, po mnenju anketirancev

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.13 Analiza vprašanja: Ali veste, na katere skupine se delijo hormonski motilci?

241 anketirancev ne pozna različnih skupin hormonskih motilcev. Le 25 anketirancev pozna skupine hormonskih motilcev (Preglednica 6).

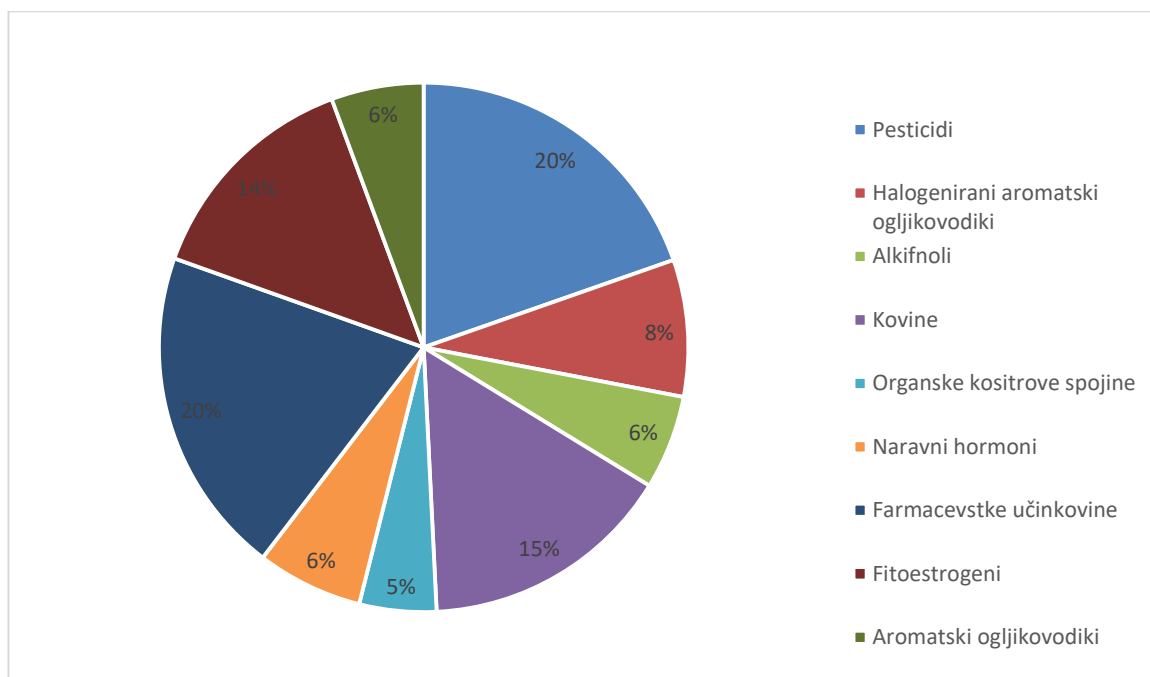
Preglednica 6: Prikaz odgovorov o delitvi skupin hormonskih motilcev.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali veste na katere skupine se delijo hormonski motilci?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	25	9
Ne	241	91

#### 4.14 Analiza vprašanja: Skupine snovi, ki po mnenju anketirancev sodijo med hormonske motilce.

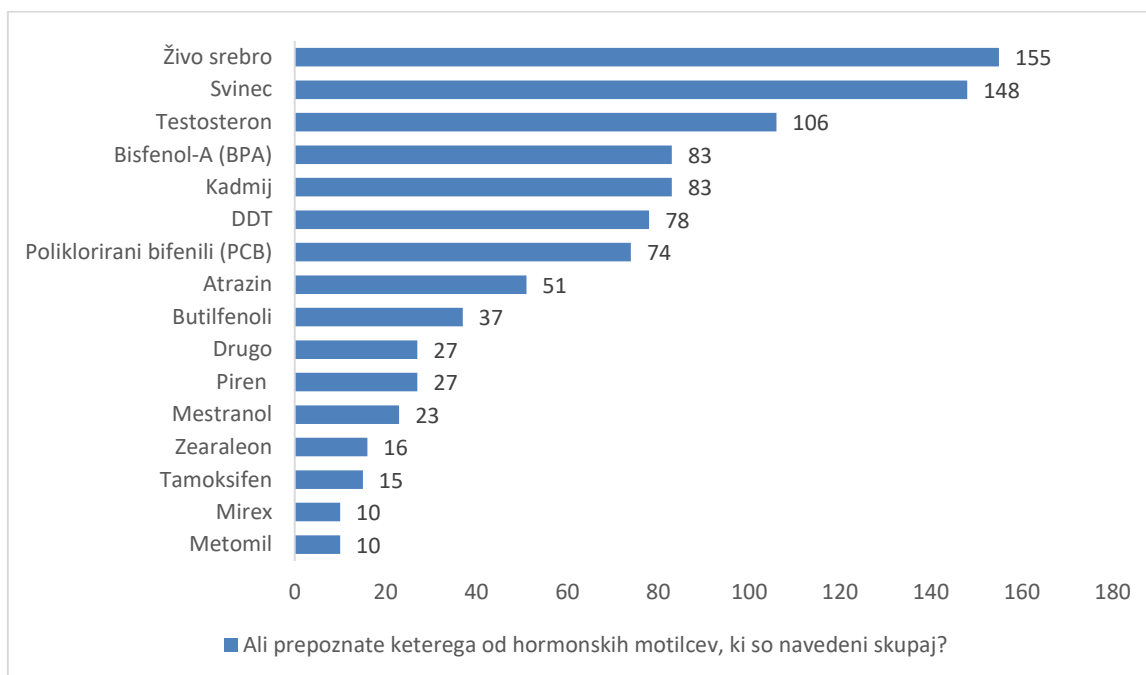
192 anketirancev meni, da farmacevtske učinkovine spadajo med hormonske motilce, sledijo jim pesticidi (188). 50 % anketirancev meni, da med hormonske motilce spadajo tudi kovine in fitoestrogeni. Alkilfenoli, organo-kositrove spojine, naravni hormoni in aromatski ogljikovodiki, pa so skupine, ki so najmanj prepoznane, le okrog 20 % anketirancev meni, da spadajo med hormonske motilce (Slika 19).



Slika 19: Prikaz skupin snovi, ki, po mnenju anketirancev, spadajo med hormonske motilce.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.15 Analiza vprašanja: Ali prepoznate katerega od hormonskih motilcev, ki so navedeni spodaj?



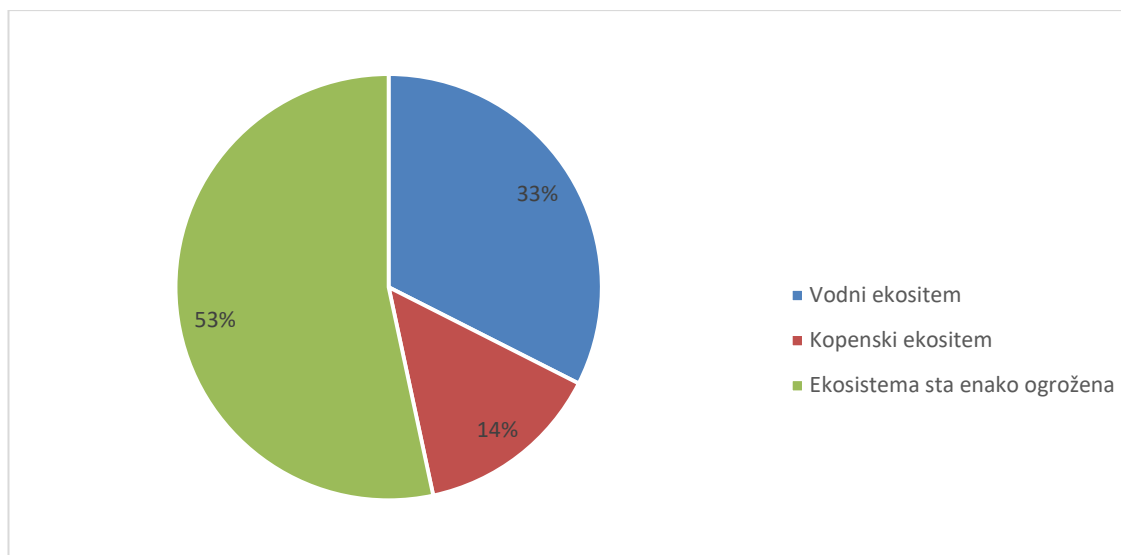
Slika 20: Prikaz odgovorov anketirancev glede poznavanja posameznih hormonskih motilcev.

Vir: I. Muršec, 2017

Največ anketirancev je prepoznalo živo srebro (155) kot hormonski motilec. Sledita mu še svinec (148) in testosteron (106). Najmanj anketirancev pa je prepoznalo metomil in mirex (10 anketirancev), kot je prikazano na Sliki 25. Anketiranci so pod drugo še navedli: dioksine, matiparaben, propilparaben, nonifenol, ftalate, permetrin in skvalen.

#### 4.16 Analiza vprašanja: Kaj menite, kateri ekosistem je bolj ogrožen zaradi hormonskih motilcev?

53 % anketirancev meni, da sta oba ekosistema enako ogrožena. 33 % anketirancev meni, da je bolj ogrožen vodni, medtem ko 13 % anketirancev meni, da je to kopenski ekosistem (Slika 21).



Slika 21: Prikaz ogroženosti ekosistema po mnenju anketirancev.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.17 Analiza vprašanja: Ali pri nakupu izdelka pogledate njegove sestavine?

49,6 % anketirancev pri nakupu izdelka pogleda njegove sestavine, medtem ko 50,4 % anketirancev ne pogleda sestave izdelkov – Preglednica 7. 54 % ženskih anketirancev pogleda sestavine izdelka, medtem ko je pri moških takih le 40 %. Na sestavine se ozira največ anketirancev z osnovnošolsko izobrazbo in gimnazijsko, srednje poklicno izobrazbo (56 %), najmanj pa anketiranci z višješolsko izobrazbo (38 %).

Preglednica 7: Prikaz odgovorov glede preverjanja sestavin izdelka ob nakupu.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali pri nakupu izdelka pogledate njegove sestavine?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	130	49,6
Ne	132	50,4

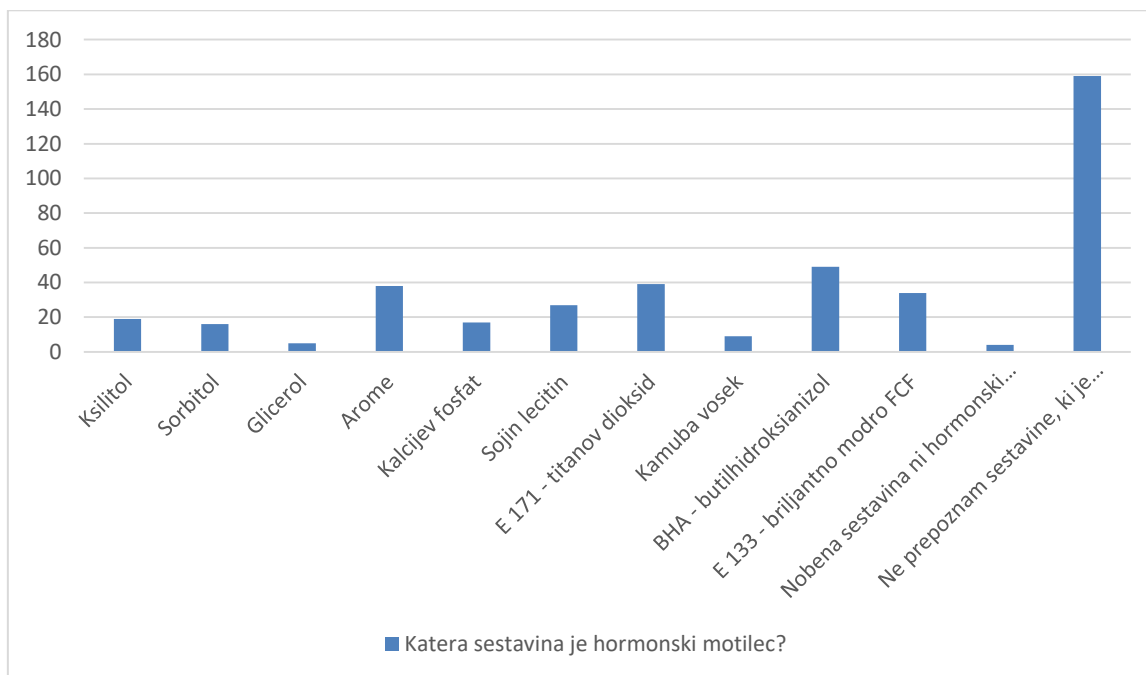
Preglednica 8: Primerjava odgovorov med moškimi in ženskimi anketiranci, glede preverjanja sestavn izdelka ob nakupu.

Vir: I. Muršec, 2017

	Da		Ne	
Moški	22	40 %	35	60 %
Ženske	108	54 %	96	46 %

#### 4.18 Analiza vprašanja: Katera sestavina je hormonski motilec?

Večina (149) anketirancev oz. (59,4 %) ne prepozna sestavine, ki je hormonski motilec. 49 anketirancev meni, da je butilhidroksianizol (BHA) hormonski motilec (Slika 22). 15 % jih meni, da so arome hormonski motilci, sledijo pa: E 133 - briljantno modro FCF in sojin lecitin. Le 4 anketiranci pa so odgovorili, da izdelek ne vsebuje hormonskega motilca. Kar 42 % anketirancev z univerzitetno izobrazbo je odgovorilo, da je BHA hormonski motilec.



Slika 22: Prikaz sestavin izdelka in prepoznavanje hormonskega motilca med njimi.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.19 Analiza vprašanja: Ali ste vedeli, da lahko živilo v konzervi vsebuje Bisfenol-A (BPA)?

194 (75 %) anketirancev ni vedelo, da živila v konzervi lahko vsebujejo BPA. Torej je le 25 % anketirancev vedelo, da živila v konzervi lahko vsebujejo BPA (Preglednica 9).

Preglednica 9: Prikaz odgovorov o možni prisotnosti Bisfenol-A v živilu iz konzerve.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali ste vedeli, da lahko živilo v konzervi vsebuje Bisfenol-A?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	64	25
Ne	194	75

#### 4.20 Analiza vprašanja: Ali veste, s čim je onesnažena Mežiška dolina?

Preglednica 10 prikazuje razmerje, kjer 160 anketirancev trdi, da poznajo snov, s katero je onesnažena Mežiška dolina, 40 % anketirancev pa ne pozna te snovi.

Preglednica 10: Prikaz odgovorov anketirancev glede poznavanja snovi, ki onesnažuje Mežiško dolino.

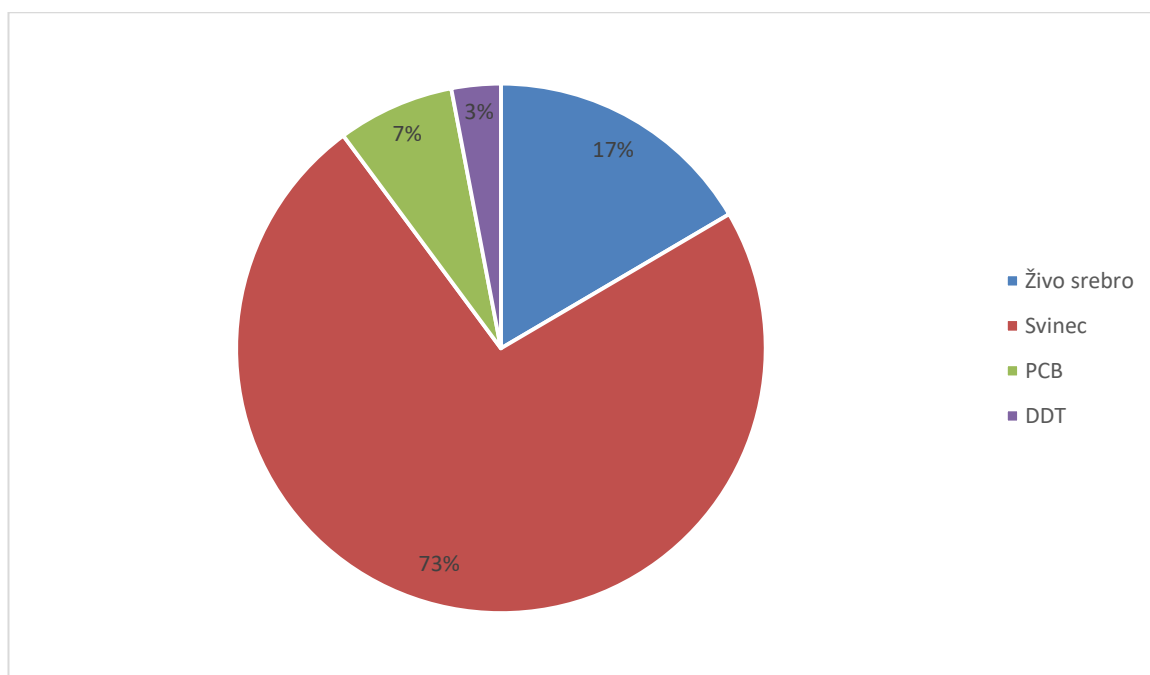
Vir: I. Muršec, 2017

Ali veste, s čem je onesnažena Mežiška dolina?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	160	60
Ne	106	40

#### 4.21 Analiza vprašanja: Mežiška dolina je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: (anketiranci so jih imeli na voljo več)

73 % anketirancev meni, da je Mežiška dolina onesnažena s svincem, medtem ko 17 % anketirancev meni, da je ta snov živo srebro. 7 % anketirancev navaja snov PCB, 3 % anketirancev pa trdi, da je ta snov DDT (Slika 23).

Pri obdelavi podatkov smo ugotovili še, da 138 (87 %) anketirancev, ki je odgovorilo na prejšnje vprašanje z Da, je pravilno odgovorilo, da je ta snov svinec. Ozaveščenost o prisotnosti svınca v Mežiški dolini se s starostjo veča. 61 % anketirancev, starostne skupine do 20 let, je pravilno odgovorilo na to vprašanje. V starostni skupini nad 60 let pa so pravilno odgovorili vsi, v starostni skupini od 51-60 let pa 94 %. Onesnaženost Mežiške doline najbolj poznajo anketiranci iz Koroške (100 %), posavske (100 %), primorske (85 %) in savinjske regije (83 %), najmanj pa iz goriške regije (63 %) in pomurske (58 %).



Slika 23: Prikaz odgovorov, glede poznavanja snovi, s katero je onesnažena Mežiška dolina.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.22 Analiza vprašanja: »Ali veste s čem je onesnažena reka Krupa?«

80 % anketirancev ne pozna snovi, s katero je onesnažena reka Krupa, 20 % pa jih trdi, da poznajo to snov kot prikazuje Preglednica 11.

Preglednica 11: Prikaz odgovorov na vprašanje: »Ali veste, s katero snovjo je onesnažena reka Krupa?«

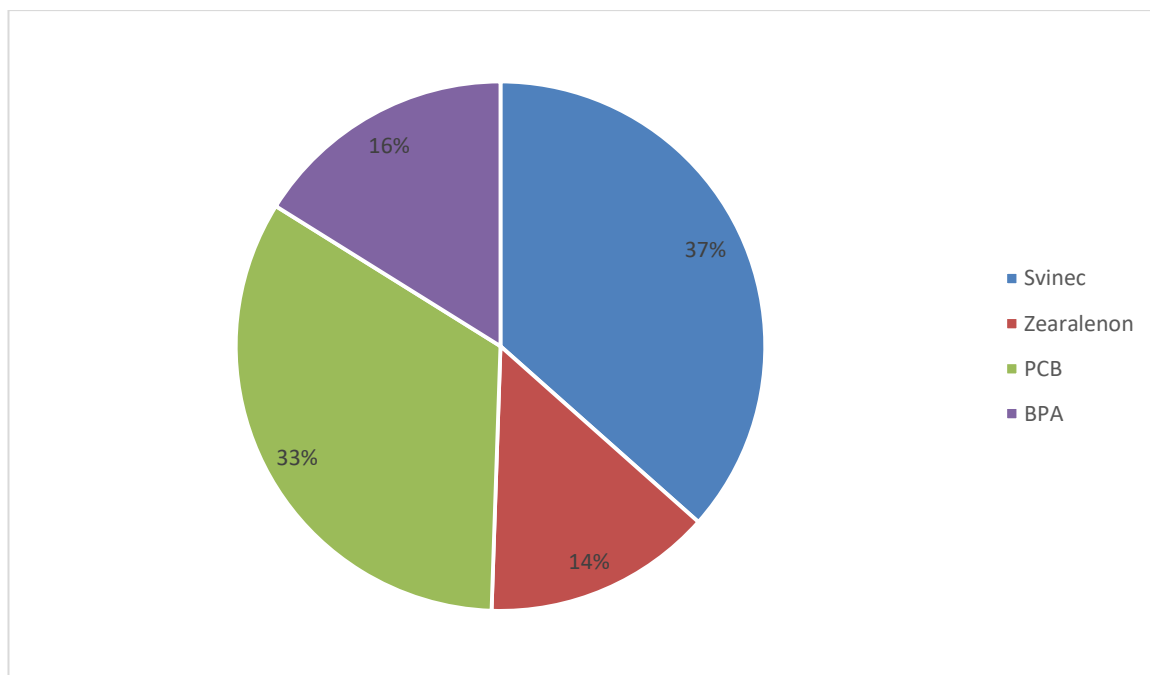
Vir: I. Muršec, 2017

Ali veste, s katero snovjo je onesnažena reka Krupa?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	52	80
Ne	216	20

#### 4.23 Analiza vprašanja: Reka Krupa je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: (anketiranci so jih imeli na voljo več)

37 % anketirancev trdi, da je reka Krupa onesnažena s svincem, 33 odstotkov je odgovorilo, da je ta snov PCB. 16 odstotkov anketirancev meni, da je to BPA, 14 % anketirancev pa, da je ta snov zearalenon (Slika 24).

Dodatna obdelava podatkov je pokazala še, da je 61 % anketirancev, ki so odgovorili, da poznajo snov, s katero je onesnažena reka Krupa, odgovorilo pravilno. Starejše starostne skupine bolje vedo, s katero snovjo je onesnažena reka Krupa, kot pa mlajše starostne skupine. Anketiranci z nedokončano osnovno šolo, osnovnošolsko izobrazbo in nižjo poklicno izobrazbo ne poznajo snovi, s katero je onesnažena reka Krupa. 40 % anketirancev z doktoratom in srednje poklicno izobrazbo pa je pravilno odgovorilo. To, da je reka Krupa onesnažena s PCB se najbolj zavedajo v primorski (46 %), gorenjski (38 %) in posavski regiji (38 %). Najmanj pa v goriški, zasavski in koroški regiji.



Slika 24: Prikaz rezultatov glede poznavanja snovi, s katero je onesnažena reka Krupa.

Vir: I. Muršec, 2017

#### 4.24 Analiza vprašanja: Ali ste vedeli, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje?

82 % anketiranih ni vedelo, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje. Le 48 anketirancev, t.j. 18 % jih je odgovorilo pritrdilno (Preglednica 12).

Preglednica 12: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prepovedi uživanja rib iz reke Krupe.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali ste vedeli, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	48	18
Ne	218	82

#### 4.25 Analiza vprašanja: »Ali ste vedeli, da pitna voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin (herbicid) in njegove metabolite?«

211 anketirancev (79 % anketirancev) ni vedelo, da pitna voda v severovzhodni Sloveniji vsebuje atrazin, 21 % anketirancev, pa trdi, da so vedeli da voda vsebuje atrazin kot prikazuje Preglednica 13.



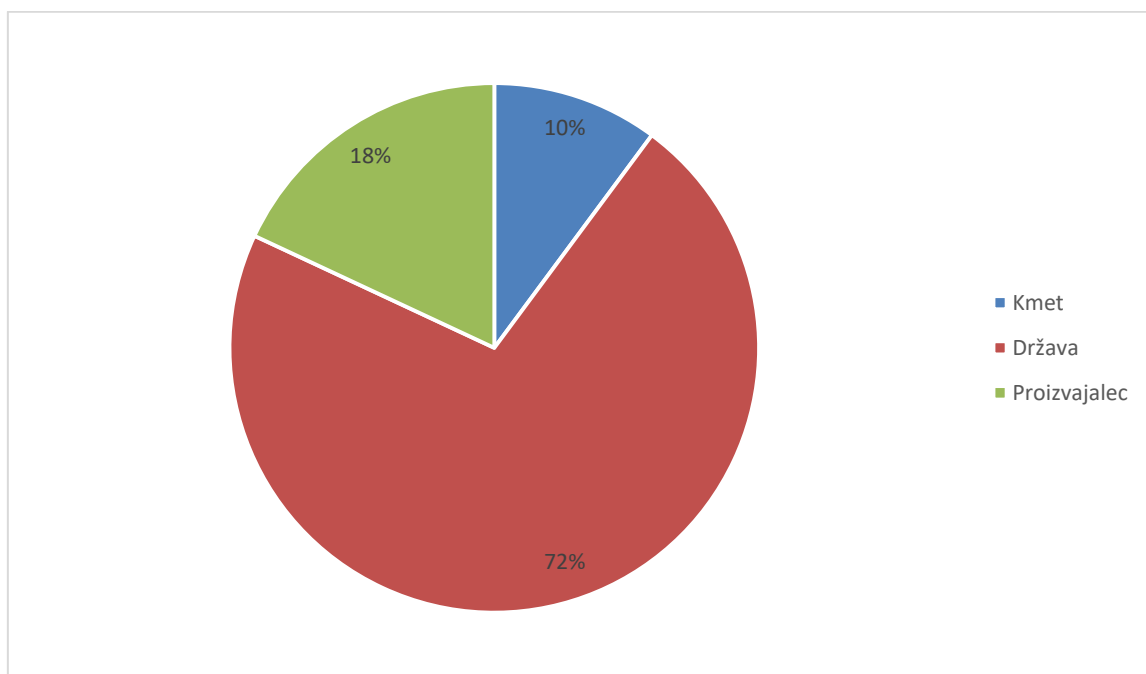
Dodatna analiza je pokazala še, da je v starostni skupini od 51-60 let, kar 65 % anketirancev pritrdilo poznavanju problematiki atrazina, medtem ko je v starostni skupini do 20 let temu pritrdilo 11 % anketirancev. 71 % anketirancev z univerzitetno izobrazbo ve, da voda vsebuje atrazin in njegove metabolite, medtem ko se tega zaveda 12 % anketirancev z gimnazijsko izobrazbo. Prisotnost atrazina v pitni vodi je manj znana pri anketirancih iz koroške, zasavske, primorsko-notranjske in gorenjske regije, medtem ko so anketiranci iz pomurske, posavske in obalno-kraške bolj seznanjeni s tem.

Preglednica 13: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prisotnosti atrazina in njegovih metabolitov v vodi SV Slovenije.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali ste vedeli, da voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin (herbicid) in njegove metabolite?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	55	21
Ne	211	79

191 anketirancev je prepričanih, da bi država, ki je dovolila uporabo herbicida, morala odgovarjati za onesnaženje. 18 % anketirancev meni, da bi za onesnaženje moral odgovarjati proizvajalec, le 10 % pa jih meni, da bi za onesnaževanje moral odgovarjati kmet, ki je uporabil herbicid (Slika 25).



Slika 25: Prikaz odgovorov anketirancev glede prevzema odgovornosti onesnaženja z atrazinom.

Vir: Muršec, 2017

#### 4.26 Analiza vprašanja: Ali bi morali izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, biti posebej označeni?

98 % anketirancev meni, da bi izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce morali biti posebej označeni, le 5 anketirancev pa meni, da za to ni potrebe (Preglednica 14).

Preglednica 14: Prikaz odgovorov na vprašanje glede posebnega označevanja snovi, ki vsebujejo HM.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali bi morali izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, biti posebej označeni?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	261	98
Ne	5	2

#### 4.27 Analiza vprašanja: Ali bi prepovedali uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce?

216 anketirancev meni, da bi morali prepovedati uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce, 19 % anketirancev pa meni, da to ni potrebno.

Dodatna analiza je pokazal še, da 27 odstotkov moških anketirancev meni, da teh izdelkov ne bi bilo potrebno prepovedati, medtem ko je takega mnenja le 16 odstotkov žensk.

Preglednica 15: Prikaz odgovorov na vprašanje glede prepovedi uporabe izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce.

Vir: I. Muršec, 2017

Ali bi prepovedali uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce?	Število odgovorov	Število odgovorov v odstotkih (%)
Da	216	81
Ne	50	19

## 5 RAZPRAVA

Izraz hormonski motilec pozna 67 % anketirancev in je bolje znan med žensko populacijo. Polovica mladih do 20 let pozna izraz hormonski motilec, vendar je bolje prepoznaven med starejšimi. Višja kot je izobrazba, bolj poznajo izraz hormonski motilec. Izraz hormonski motilec je najbolje poznan v posavski in savinjski regiji, najmanj pa v zasavski. V drugi regijah pa več kot polovico anketirancev trdi, da poznajo izraz hormonski motilec.

Največ anketirancev je za izraz hormonski motilec izvedelo na spletu in preko medijev. Zelo malo ljudi je za izraz hormonski motilec slišalo pri zdravniku, kar je zelo zanimiv podatek, saj bi bilo dobro, da bi stroka bila med tistimi, ki bi aktivno ozaveščala okolico. Prav tako bi se lahko o hormonskih motilcih več govorilo v izobraževalnih ustanovah.

Kar 255 anketirancev (od skupnega števila 267) je prepričanih, da so hormonski motilci naravne ali umetne snovi, ki posnemajo ali motijo delovanje hormonov v telesu.

Tri četrtine anketirancev je prepričanih, da so hormonski motilci nevarni že v majhnih količinah. Prav tako je 77 % anketirancev prepričanih, da hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke.

Anketiranci verjamejo, da lahko najdemo hormonske motilce predvsem v hrani, zdravilih in kozmetičnih izdelkih. Ne zavedajo pa se toliko, da so lahko hormonski motilci tudi v oblačilih in igračah. Kot način vnosa v telo, je največ anketirancev izbralo hrano in zdravila.

Anketiranci menijo, da hormonski motilci predvsem zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov, da motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter povzročajo pojav rakavih obolenj. Veliko manj anketirancev pa meni, da zmanjšujejo tudi biološko raznovrstnost in da vplivajo na razmerje spolov. Same razdelitve hormonskih motilcev v skupine, anketiranci skoraj ne poznajo. Pozna jih le slabih 10 odstotkov. Anketiranci so najbolj prepričani, da med hormonske motilce spadajo pesticidi in farmacevtske učinkovine, sledijo pa jima še fitoestrogeni in kovine. Medtem ko so aromatski ogljikovodiki, organske kositrove spojine med manj poznanimi skupinami hormonskih motilcev, po rezultatih ankete. Najbolj poznani hormonski motilci so tako živo srebro, svinec in testosteron. Med manj znanimi pa sta metomil in mirex.

Več kot polovica anketirancev meni, da hormonski motilci ogrožajo tako vodni kot kopenski ekosistem. Ena tretjina anketirancev pa meni, da je najbolj ogrožen vodni ekosistem.

Na etikete izdelkov se ozira le polovica anketirancev. Ženske se na etikete bolj ozirajo kot moški. Zanimivo je, da se na etikete ozira največ ljudi z osnovnošolsko izobrazbo, najmanj pa z višješolsko izobrazbo. Pred leti se je ljudi obveščalo, da naj spremljamo etikete in snovi, ki jih vnašamo v našo telo. Zadnja leta, se ljudi ne obvešča več toliko. Mislim, da anketiranci bolj spremljajo etikete, ampak ne prepoznajo toliko škodljivih snovi. Zanimalo me je predvsem, koliko ljudi dejansko prepozna škodljive snovi na etiketi. Izkazalo se je, da kar 60 odstotkov anketirancev na etiketi ni prepoznalo nobenega hormonskega motilca – naštetih je bilo več snovi (glej str. 35). Le 20 odstotkov anketirancev je namreč prepoznalo BHA – butilhidroksianizol, kot hormonski motilec, pri čemer so bili najuspešnejši med njimi tisti z univerzitetno izobrazbo. Pri tem je zanimivo še, da se le četrtina anketirancev zaveda, da lahko živila v konzervi vsebujejo bisfenol-A (BPA).

60 odstotkov anketirancev trdi, da poznajo snov, s katero je onesnažena Mežiška dolina. Skoraj tri četrtine anketirancev je izbralo pravilno snov, torej svinec. Onesnaženost Mežiške doline s svincem se bolj zavedajo starejši in bolj izobraženi ljudje. Prebivalci te regije in

sosednjih regij so bolj seznanjeni s svincem, kot bolj oddaljene regije. Edina izjema je primorska regija, kjer 85 % anketirancev pozna problematiko onesnaženosti Mežiške doline.

Onesnaženost reke Krupe pozna le 20 % anketirancev; kar 37 odstotkov anketirancev je namreč trdilo, da je reka Krupa onesnažena s svincem. Pravilno jih je odgovorilo le 33 odstotkov. Tudi tukaj se zazna trend, kjer bolj izobraženi in bolj starejši ljudje bolje poznajo problematiko reke Krupe. Največ anketirancev, ki poznajo onesnaženost reke Krupe, prihaja iz primorske, gorenjske in posavske regije. Zanimivo je, da v jugovzhodni regiji, kjer se nahaja reka Krupa, pozna onesnaženost reke Krupe le 33 anketirancev. Kar 82 odstotkov vseh anketirancev pa ni vedelo, da ribe iz reke Krupe niso primerne za uživanje.

80 % anketirancev se ne zaveda, da voda v severno vzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin in njegove metabolite. Tudi tu se zazna trend, da starejši ljudje in višje izobraženi anketiranci, bolj poznajo problematiko. Gledano s stališča po regijah: ljudje iz pomurske, posavske in obalno-kraške se bolje zavedajo te problematike.

72% (191) anketirancev meni, da bi morala država, ki je dovolila uporabo herbicida atrazina odgovarjati za onesnaženje z njim. Le 10 odstotkov pa jih meni, da bi zato moral odgovarjati kmet sam.

261 anketirancev meni, da bi izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, morali biti posebej označeni. 216 anketirancev pa meni, da bi takšne izdelke morali prepovedati.

Na začetku diplomske naloge smo zastavili 3 hipoteze:

Prva hipoteza se je glasila: *Izraz hormonski motilec je splošno sprejet, vendar večinoma slabo prepoznan posebej v povezavi z določenimi skupinami HM: zdravili (kontraceptivi), kozmetičnimi sredstvi...* Izraz hormonski motilec pozna 67 % anketirancev, tako da lahko ta del potrdim. Anketiranci vedo, da so hormonske motilce lahko najdemo v zdravilih in kozmetičnih sredstvih, vendar jih ne prepoznajo na seznamu. Drugi del hipoteze lahko tako le delno potrdimo.

Druga hipoteza se je glasila: *Več kot polovica anketirancev prepozna hormonski motilec na etiketi.* To hipotezo moramo zavreči, saj je HM na etiketi prepoznalo le 49 (19.5 %) anketirancev.

Tretjo hipotezo, ki se glasi: *Anketiranci vedo, da je Mežiška dolina onesnažena s svincem, ne vedo pa, da je reka Krupa onesnažena s PCB in da voda v severovzhodni Sloveniji vsebuje atrazin,* lahko potrdimo. 73 % anketirancev ve, da je Mežiška dolina onesnažena s svincem; da je reka Krupa onesnažena s PCB-ji je odgovorilo le 62 anketirancev, kar predstavlja le 33,3 % vseh anketirancev. Kar 211 (79 %) anketirancev pa ni vedelo, da voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin.

Ob pregledu literature smo naleteli na primerjalno študijo izvedeno na Danskem (Juriah, A., 2013), kjer so preučevali obnašanje mladih žensk v povezavi s hormonskimi motilci. V njihovi raziskavi 61 odstotkov respondentov meni, da hormonski motilci negativno vplivajo na telo in delovanje hormonskega sistema. V naši raziskavi je 95 odstotkov anketirancev odgovorilo, da HM motijo delovanje hormonov v telesu. Kot glavne tri vire vnosa HM v telo so Danci navedli hrano, izdelke za osebno higieno in embalažo. Navedli so še čistila, kontracepcijske tablete, kozmetiko, igrače in nezdravo hrano (sladkarije, čips...). Tudi Slovenci menimo, da HM v telo vnesemo s hrano in kozmetični izdelki. V Sloveniji smo mnenja, da so HM motilci tudi v zdravilih, medtem ko Danci v to niso prepričani, razen v primeru kontracepcijskih tablet.

V raziskavi na Japonskem (Inoue, M., 2006), ki se je preučevala dejavnike tveganja za pojav rakavih obolenj, sem zasledil, da 37 % anketirancev njihove raziskave trdi, da HM povzročajo raka. Tudi v naši raziskavi 35 % anketirancev meni, da HM povečujejo pojav rakavih obolenj.

Obe študiji in naša izvedena dokazujeta aktualnost problematike in sta vzpodbuda za nadaljne delo predvsem na področju ozaveščanja glede problematike in splošne prepoznavnosti posameznih snovi kot hormonskih motilcev.

## 6 POVZETEK

Hormonski motilci so snovi ali kemikalije, ki vplivajo na normalno delovanje hormonov. Med najbolj znane hormonske motilce spadajo DDT, atrazin, poliklorirani bifenil (BPA), svinec, dietilstilbestrol (DES), bisfenol-A,... V organizem jih lahko vnesemo preko diete, zdravil, lahko pa jih vnesemo tudi posredno z vdihavanjem fitofarmaceutskih sredstev ali nanosom kozmetičnih sredstev. Delujejo lahko na tri načine in sicer lahko v celoti ali le delno posnemajo naravne hormone, lahko blokirajo hormonske receptorje v celici, lahko pa tudi spremenijo koncentracijo naravnih hormonov. Hormonski motilci zmanjšujejo biološko raznovrstnost, povečujejo pojav rakavih obolenj, zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov, motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter vplivajo na razmerje spolov.

V Sloveniji imamo več območij, katera so prizadeta s snovmi, ki veljajo za hormonske motilce. Mežiška dolina je zaradi rudarjenja in predelave svinca onesnažena s svincem. Reka Krupa je zaradi malomarnega ravnanja tovarne Iskra v Semiču, onesnažena s polikloriranimi bifenili (PCB). Živila, kot so jajca, kokošje meso in mleko, ki so pridelane ob reki Krupi niso primerne za uživanje, prav tako ne ribe v sami reki. V severovzhodni Sloveniji je intenzivno kmetijstvo onesnažilo podtalnico z atrazinom. Čeprav je atrazin prepovedan že od leta 2003, je še vedno prisoten v podtalnici, prav tako njegov metabolit, metilatrazin.

Izraz hormonski motilec je v Sloveniji sorazmerno dobro prepoznan. Slovenci se zavedajo, da hormonske motilce v telo vnesemo predvsem preko hrane, zdravil in kozmetičnih izdelkov. Zavedajo so, da imajo HM vpliv na organizem že v majhnih količinah in da so najbolj ogroženi otroci. Prav tako se zavedajo, da zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost, motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter povzročajo rakava obolenja. Ne zavedajo pa se, da vplivajo tudi na razmerje spolov in da zmanjšujejo biološko raznovrstnost.

Anketiranci med hormonske motilce uvrščajo predvsem fitofarmaceutska sredstva, farmacevtske učinkovine, fitoestrogene in kovine. Samih skupin hormonskih motilcev pa ne poznajo. Največ anketirancev je kot hormonske motilce prepoznalo živo srebro, svinec, testosteron in bisfenol A (BPA). Anketiranci na dani etiketi niso prepoznali hormonskega motilca, prepoznalo jih je le slabih 20 %. To v bistvu predstavlja velik problem, saj laiki ne vedo za vse kemikalije, ki so potencialni hormonski motilci, še manj pa za njihove oznake. Zato bi bilo dobro, da so izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce ustrezno označeni. Tako meni tudi 98 % anketirancev, kar 81 % pa jih meni, da bi morali takšne izdelke umakniti iz prodaje.

Za problematiko Mežiške doline - onesnaženost s svincem - je vedelo 73 % anketirancev. Za okoljsko nesrečo reke Krupe glede PCB-jev, pa je vedelo le 33 odstotkov anketirancev. Prav tako malo ljudi, le 20 odstotkov, ve da voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin in njegov metabolit, metilatrazin.

Izraz hormonski motilec je največ anketirancev zasledilo na spletu in v medijih, najmanj pa pri osebnem zdravniku. Zdravniki so tisti, ki bi morali o tem najbolj ozaveščati, saj bi bilo dobro, da je stroka med tistimi, ki aktivno ozavešča okolico. Prav tako bi morale tudi izobraževalne ustanove prispevati svoj delež.

Slovenci se bolj zavedamo nevarnosti hormonskih motilcev kot Danci. Tako anketiranci na Danskem in v Sloveniji menijo, da najdemo hormonske motilce v hrani, kozmetičnih sredstvih, izdelkih za osebno higieno. Veliko Dancev je prepričanih tudi, da je eden izmed glavnih virov tudi embalaža, ne navajajo pa zdravil. Skoraj enak odstotek Japoncev in Slovencev meni, da HM povzročajo rakava obolenja.

Z anketnim vprašalnikom sem izvedel, da Slovenci sorazmerno dobro poznajo sam izraz hormonski motilec, vplive hormonskih motilcev na zdravje in izvor vnosa v telo. Vendar pa slabo poznajo posamične hormonske motilce in njihova imena, edina izjema je svinec. Upam, da sem z anketnim vprašalnikom ljudi tudi ozavestil in da bodo malo bolj pazili s čim se prehranjujejo in kaj uporabljajo v vsakdanjem življenju. Vsekakor bi bilo smotrno izvajati ozaveščevalne akcije z informacijami, ki smo jih raziskovali v nalogi in so se izkazale za pomanjkljivo poznane.

## 7 SUMMARY

Endocrine disruptors (ED) are substances or chemicals that affect the normal functioning of hormones. Among the most well-known hormonal disruptors are DDT, atrazine, polychlorinated biphenyl (BPA), lead, diethylstilbestrol (DES), bisphenol-A, .... They can enter the organism through diet, medicines or indirectly by inhalation of plant protection products or by the application of cosmetics. They have three different modes of action: they can completely or partially imitate natural hormones, they can block hormonal receptors in the cell, but they can also alter the concentration of natural hormones. Many scientific studies show, that endocrine disruptors can reduce biodiversity, increase the occurrence of cancer, reduce the reproductive ability of organisms, interfere with the development of the immune and nervous systems and influence the sex ratio.

In Slovenia, we have several areas, that are affected by substances which are considered to be endocrine disruptors. Due to the mining and processing of lead, the Mežica valley is contaminated with lead. The Krupa River is polluted by polychlorinated biphenyls (PCB) due to the negligent behavior of the Iskra plant in Semič. Foods such as eggs, chicken and milk that are produced along the Krupa River are not suitable for consumption, same goes also for the fish in the river itself. In the north-eastern Slovenia intensive agriculture has contaminated groundwater with atrazine. Although atrazine has been banned since 2003, it is still present in groundwater, as well as its metabolite, methyltriazine.

The term endocrine disruptor is relatively well recognized in Slovenia. Slovenians are aware that endocrine disrupting chemicals enter the body mainly through food, medicines and cosmetic products. They are aware that ED has an impact on the organism already in small quantities and that children are the most endangered. They are also aware that endocrine disruptors reduce reproduction, interfere with the development of the immune and nervous system and cause cancer. They are unaware that endocrine disruptor also have effect on the gender balance and reduce biodiversity.

Respondents mainly include among endocrine disruptors plant protection products, pharmaceuticals, phytoestrogens and metals. But they do not know any of the mentioned groups. Most respondents recognized mercury, lead, testosterone and bisphenol A (BPA) as endocrine disruptors). Only 20 % of respondents recognized endocrine disruptors on a given label. This actually presents a big problem, because laymen do not know all the chemicals that are potential endocrine disruptors, not either their labels. Therefore, it would be good that products containing endocrine disruptors are properly labeled. This is also a believe of 98 % of the respondents, where 81 % believe that such products should be withdrawn from sale.

73 % of the respondents knew about the problems of the Mežica valley - pollution with lead. Only 33 percent of the respondents knew about the environmental disaster of the Krupa River with PCBs. Likewise, only 20 percent of the respondents, knew that water in north-eastern Slovenia still contains atrazine and its metabolite, methyltriazine.

The term endocrine disruptor most respondents observed on the web and in the media, but at least they heard about it at their general practitioner - family doctor. Doctors are the ones who should also be involved in raising the awareness. Educational institutions should also contribute their share in the matter.

Slovenes are more aware of the hazards of hormonal disorders than the Danes. Both respondents in Denmark and Slovenia believe that endocrine disruptors can be found in food, cosmetics and personal hygiene products. Many Danes are also convinced that one of the main sources is packaging (plastic bottles, bags etc.), but they do not mention



pharmaceuticals. Almost the same percentage of Japanese and Slovenians believe that endocrine disruptors can cause cancer.

With the questionnaire I learned that Slovenians are relatively well acquainted with the term endocrine disruptors, their effect on human health and how they entry into the body. However, they do not know individual endocrine disruptors and their names, the only exception is lead. I hope, that with the questionnaire we also raised the awareness about endocrine disruptors and that they will pay more attention to what they eat and which products they use in their everyday life. In any case, it would be wise to carry out awareness-raising campaigns with the information that we gained during our research, especially with those EDs which appeared to be less known among respondents.

## 8 LITERATURA

- Agencija republike Slovenije za okolje, 2016: Pesticidi v podzemni vodi. Memdrežje: [http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind\\_id=753](http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=753) (12. 5. 2017)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology, 2003: Public health statement atrazine. Medmrežje: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp153-c1-b.pdf> (11.5. 2017)
- Bajrović, G (2015). Temelji patofiziologije s fiziologijo za študente zdravstvenih ved. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za patološko fiziologijo, str. 215-221.
- Bergman, Å., Heindel, J. J., Jobling S., Kidd, K. A., Zoeller, R. T. (2013). State of the science of endocrine disrupting chemicals 2012. United Nations Environment Programme and the World Health Organization, str. 4-237.
- Beyond Pesticides. Pesticides and Endocrine Disruption: Hormone disruptors unregulated in the marketplace. Medmrežje: <https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/health/endocrine.pdf> (15. 3. 2017)
- Carson, R. (2002). Silent spring. New York, Houghton Mifflin, 120.
- Connell, D. W., Hawker, D. W., Warne, M. S. J, Vowles, P. P. (1997). Basic concepts of environmental chemistry. New York, Boca Raton, str. 125- 142.
- Hayes, T. B., Case, P., Chui, S., Chung, D., Haefele, C., Haston, K., Lee, M., Pheng, Mai, V. P., Marjuoa, Y., Parker, J., Tsui, M. 2006 Pesticide mixtures, Endocrine disruption, and amphibian declines: Are we underestimating the impact? Medmrežje: <https://nctc.fws.gov/resources/course-resources/pesticides/Limitations%20and%20Uncertainty/Hayes%20et%20al%20in%20press%20EHP%20mixtures%20January%202006.pdf> (17. 3. 2016)
- Iavicoli, I., Fontana, L., Bergamaschi, A., (2009). The effects of metals as endocrine disruptors. V: Journal of Toxicology and Environmental Health. Taylor & Francis Group, str. 212 – 2016.
- Inoue, M., Iwasaki, M., Otani, T., Sasazuki, S., Tsugane, S. (2006). Public awareness of risk factors for cancer among the Japanese general population: A population-based survey. Medmrežje: <https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2458-6-2> (24. 6. 2017)
- Ivartnik, M., Kovač, N., Pavlič, H., Simetinger, M., Hudopisk, N., Ferin, I., Hočevnar, B. 2015: Visoke vsebnosti svinca v zgornji Mežiški dolini. Medmrežje: [http://www.biomonitoring.si/data/upload/enboz\\_avgust\\_2015\\_Visoke\\_vsebnosti\\_svinca.pdf](http://www.biomonitoring.si/data/upload/enboz_avgust_2015_Visoke_vsebnosti_svinca.pdf) (3. 5. 2017)
- Juriah, A., Blondin Poulsen, J. M. (2013). Young women's behavior in relation to endocrine disruptors. University College Sjælland, Ankerhus. Medmrežje: [https://www.ucviden.dk/student-portal/files/14744281/BA\\_f\\_rdig\\_Julie\\_med\\_bilag.pdf](https://www.ucviden.dk/student-portal/files/14744281/BA_f_rdig_Julie_med_bilag.pdf) (24. 6. 2017)

- Kemp, S. 2016: Anatomy of the Endocrine System. Medmrežje: [http://www.emedicinehealth.com/anatomy\\_of\\_the\\_endocrine\\_system/page2\\_em.htm](http://www.emedicinehealth.com/anatomy_of_the_endocrine_system/page2_em.htm) (12. 3. 2017)
- Komat, A. (2012). PCB – senca smrti. Zgodba o Krupi. Ribič: glasilo slovenskega ribištva. Ljubljana, LXXI, 3, str. 43 - 45.
- Kranvogel, R. (2014). Določevanje endokrinih motilcev v urinu z GS/MS in kemometrijska karakterizacija. Maribor, Univerza v Mariboru, 9 str.
- Maipas, S., Nicolopoulou P. 2015: Sun lotion chemicals as endocrine disruptors. Medmrežje: <http://www.hormones.gr/8548/article/article.html> (12. 3. 2017)
- Ministerstvo za zdravje, 2015: Monitoring pitne vode 2014: Letno poročilo o kakovosti pitne vode v letu 2014. Medmrežje : [http://www.mpv.si/uploads/PR14MonitPV\\_zakljucno\\_porocilo.pdf](http://www.mpv.si/uploads/PR14MonitPV_zakljucno_porocilo.pdf) (12. 5. 2017)
- Nacionalni inštitut za javno zdravje 2016: Poročilo o izvajanju programa ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v zgornji mežiški dolini v letu 2015. Medmrežje: [http://www.sanacija-svinec.si/public/PORO%C4%8CILO\\_2015.pdf](http://www.sanacija-svinec.si/public/PORO%C4%8CILO_2015.pdf) (2. 5. 2017)
- Nollet, L. M. L. (2011). Analysis of Endocrine Disrupting Compounds in Food. Iowa, Wiley-Blackwell, str. 10 – 45.
- Scheunert, I. 1992. Transformation and degradation of pesticides in soils.V: Cesar, A. (2008): Postopki čiščenja podtalnice onesnažene z atrazinom in njegovimi metaboliti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, str. 9-10.
- Smith, D., Alvey, S., Crowley, D. E. 2005. Cooperative catabolic pathways within an atrazine-degrading enrichment culture isolated from soil. FEMS Microbiology Ecology str. 265-273.
- Suhadolc, M., Lobnik, F. 2007. Učinek dodanega komposta tlem na razgradnjo atrazina v kolonskem poskusu. Acta agriculturae Slovenica 89-1, avgust 2007: 259-267. V: Cesar, A. (2008): Postopki čiščenja podtalnice onesnažene z atrazinom in njegovimi metaboliti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, str. 12.
- World Health Organization 2003: Atrazine in Drinking-water. Medmrežje: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/atrazinerev0305.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/atrazinerev0305.pdf) (12. 5. 2017)
- World Health Organization 2010: Exposure to lead: A major public health concern. Medmrežje: <http://www.who.int/ipcs/features/lead..pdf> (2. 5. 2017)
- World Health Organization, 2003: Polychlorinated biphenyls: Human health aspects. Medmrežje: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad55.pdf> (2. 5. 2017)
- World Health Organization, 2011: Atrazine and Its Metabolites in Drinking-water. Medmrežje: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/antrazine.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/antrazine.pdf) (11. 5. 2011)
- World Health Organization, 2002: International Programme on Chemical Safety: Global Assessment of the State-of-the-Science of Endocrine Disruptors. Medmrežje: [http://www.who.int/ipcs/publications/new\\_issues/endocrine\\_disruptors/en/](http://www.who.int/ipcs/publications/new_issues/endocrine_disruptors/en/) (12. 3. 2017)

- Zadnik, V., Ivanuš, U., Primic Žakelj, M. 2011: Geografska analiza incidence raka v Beli krajini in okolici: Ugotavljanje morebitnega presežka incidence raka zaradi izpostavljenosti PCB-jem. Medmrežje: [http://www.semic.si/Upload/files/Rak\\_Bela\\_krajina.pdf](http://www.semic.si/Upload/files/Rak_Bela_krajina.pdf) (10. 5. 2017)
- Zavod za zdravstveno varstvo Maribor 2012: Pregledna ocena stanja obremenitev okolja s PCB v Beli krajini, z njimi povezanih tveganj za zdravje ljudi, predlog priporočil in ukrepov za prebivalce Bele krajine in za druge deležnike, povezane s prehrano prebivalcev. Medmrežje: [http://www.semic.si/Upload/files/PCB\\_Belakrajina\\_Elaborat\\_Dopolnitev\\_II.pdf](http://www.semic.si/Upload/files/PCB_Belakrajina_Elaborat_Dopolnitev_II.pdf) (10. 5. 2017)
- Zimmermann, K. A. 2016: Endocrine System: Facts, Functions and Diseases. Medmrežje: <http://www.livescience.com/26496-endocrine-system.html> (13. 3. 2017)
- Zupan, M., Grčman, H., Lobnik, F. (2008). Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana, Agencija RS za okolje, str. 32 – 60.

## PRILOGA

# Hormonski motilci

\*Required

Pozdravljeni,

sem Igor Muršec, študent Visoke šole za varstvo okolja in pripravljam diplomsko delo z naslovom Ozaveščenost o hormonskih motilcih v Sloveniji. Namen tega vprašalnika je izvedeti in ozavesti ljudi o hormonskih motilcih. Vaše sodelovanje je za raziskavo ključno, saj le z vašimi odgovori lahko dobimo vpogled o ozaveščenosti širše javnosti o hormonskih motilcih.

Anketa je anonimna, za izpolnjevanje pa boste potrebovali približno 10 minut časa. Zbrani podatki bodo obravnavani strogo zaupno in analizirani na splošno (in nikakor na ravni odgovorov posameznika). Uporabljeni bodo izključno za pripravo te diplomske naloge.

## Podatki o anketirancu

### 1. Spol \*

Mark only one oval.

- Moški
- Ženski

### 2. V katero starostno skupino spadate? \* Mark only one oval.

- Do 20 let
- 21 - 30 let
- 31 - 40 let
- 41 - 50 let 51 - 60 let nad 60 let

3 Kakšna je vaša najvišja dosežena formalna izobrazba? \* Mark only one oval.

- Nedokončana osnovna šola
- Osnovnošolska
- Nižje poklicna izobrazba
- Srednje poklicna izobrazba
- Gimnazijska, srednje poklicna-tehniška izobrazba
- Višješolska izobrazba
- Visokošolska in univerzitetna izobrazba
- Magisterij
- Doktorat

4. V kateri regiji prebivate

\* Mark only one oval.

- Gorenjska
- Goriška
- Obalno - kraška
- Primorsko - notranjska
- Osrednjeslovenska
- Jugovzhodna Slovenija
- Posavska
- Zasavska Savinjska
- Koroška
- Podravska
- Pomurska
- 

## Hormonski motilci

5. Ali poznate izraz hormonski motilci? \* Mark only one oval.

- Da
- Ne

6 Od kod poznate izraz hormonski motilec?

Tick all that apply.

- V šoli
- V službi
- V medijih
- Na spletu
- V družbi
- Pri zdravniku Other:
- \_\_\_\_\_

7. Kaj so hormonski motilci? \* Mark only one oval.

- Hormonski motilci so naravne spojine ali umetne snovi, ki posnemajo ali motijo delovanje hormonov v telesu.
- Hormonski motilci so naravne spojine, ki ne vplivajo na delovanje hormonov v telesu.
- Hormonski motilci so snovi, ki jih dodajamo k prehrani za nemoteno delovanje hormonov v telesu.
- Other:
-

8. Hormonski motilci so nevarni že v majhnih količinah. \*

Ali se strinjate z zgoraj navedeno trditvijo? Mark only one oval.

Da

Ne

9. Hormonski motilci najbolj ogrožajo otroke. \*

Ali se strinjate z zgoraj navedeno trditvijo? Mark only one oval.

Da

Ne

10 Kje vse lahko najdemo hormonske motilce? \*

Tick all that apply.

V hrani

V zraku

V zdravilih

V kozmetičnih izdelkih

V igračah

V zemlji

V vodi

V oblačilih

V čistilih

Other: \_\_\_\_\_

11. Na kakšen način lahko vnesemo hormonske motilce v telo? \*

Tick all that apply.

Preko hrane

Z dihanjem

Z zdravili

Preko kože S pitjem vode Other:

\_\_\_\_\_

12. Ali veste kaj vse povzročajo hormonski motilci? \* Tick all that apply.

- Zmanjšujejo biološko raznovrstnost
- Povečajo pojav rakavih obolenj
- Zmanjšujejo razmnoževalno sposobnost organizmov
- Motijo razvoj imunskega in živčnega sistema
- Vplivajo na razmerje spolov. Nimajo vpliva na
- organizme. Other:
- \_\_\_\_\_

13. Ali veste na katere skupine se delijo hormonski motilci? \* Mark only one oval.

- Da
- Ne

14. Spodaj so navedene skupine snovi, če menite, da spada med hormonske motilce, jo označite. \* Tick all that apply.

- Pesticidi
- Halogenirani aromatski ogljikovodiki
- Alkifnoli
- Težke kovine
- Organske kositrove spojine
- Naravni hormoni
- Farmacevtske učinkovine
- Fitoestrogeni
- Aromatski ogljikovodiki



15. Ali prepoznate katerega od hormonskih motilcev, ki so navedeni spodaj? \*

Tick all that apply.

- Atrazin
- DDT
- Metomil
- Mirex
- Poliklorirani bifenili (PCB)
- Svinec
- Butilfenoli
- Živo srebro
- Kadmij
- Testosteron
- Mestranol
- Tamoksifen Zearalenon
- Bisfenol-A (BPA)
- Piren
- Other: \_\_\_\_\_

16. Kaj menite, kateri ekosistem je bolj ogrožen zaradi hormonskih motilcev?

\*

Mark only one oval.

- Vodni ekosistem
- Kopenski ekosistem
- Ekosistema sta enako ogrožena

17. Ali pri nakupu izdelka pogledate njegove sestavine?

Mark only one oval.

- Da
- Ne

18. Katera sestavina je hormonski motilec?

Spodaj so navedene sestavine enega izdelka, ki vsebuje eno ali več snovi, ki veljajo za hormonskega motilca. Tick all that apply.

- Ksilitol
- Sorbitol Glicerol
- Arome
- Kalcijev fosfat
- Sojin lecitin
- E171 - titanov dioksid
- Karnauba vosek
- BHA - Butilhidroksianizol
- E133 - briljantno modro FCF
- Nobena sestavina ni hormonski motilec
- Ne prepoznam sestavine, ki je hormonski motilec
- 

19. Ali ste vedeli, da lahko živilo v konzervi vsebuje Bisfenol-A (BPA)? Tick all that apply.

- Da
- Ne

20. Ali veste, s čem je onesnažena Mežiška dolina? \* Mark only one oval.

- Da
- Ne

21. Mežiška dolina je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: \* Označite snov, s katero je po vašem mnenju onesnažena Mežiška dolina. Mark only one oval.

- Živo srebro Svinec
- PCB DDT
- 
- 

22. Ali veste, s čem je onesnažena reka Krupa? \* Mark only one oval.

- Da
- Ne

23. Reka Krupa je onesnažena z eno izmed naslednjih snovi: Mark only one oval.

- Svinec
- Zeareleon
- PCB
- BPA

Muršec, I.: Ozaveščenost o hormonskih motilcih v Sloveniji, VŠVO, Velenje

24. Ali ste vedeli, da ribe iz reke Krupe niso dovoljene za uživanje? \* Mark only one oval.

- Da  
 Ne

25. Ali ste vedeli, da pitna voda v severovzhodni Sloveniji še vedno vsebuje atrazin (herbicid) in njegove metabolite? \* Mark only one oval.

- Da  
 Ne

26. Kaj menite, kdo bi moral odgovarjati za onesnaženje s atrazinom? \* Mark only one oval.

- Kmet, ki je uporabil herbicid  
 Država, ki je dovolila uporabo herbicida  
 Proizvajalec, ki je prodal herbicid

27. Ali bi morali izdelki, ki vsebujejo hormonske motilce, biti posebej označeni? \*

Mark only one oval.

- Da  
 Ne

28. Ali bi prepovedali uporabo izdelkov, ki vsebujejo hormonske motilce? \* Mark only one oval.

- Da  
 Ne

---

## Zaključek

Hormonski motilci (HM) so naravne spojine ali umetne snovi, ki posnemajo ali motijo delovanje hormonov v telesu. Nekateri so lahko prisotni v našem vsakdanjiku. Pogosto jih najdemo v kozmetičnih izdelkih in čistilih, lahko pa so tudi v zdravilih. Zaradi onesnaženega okolja, so lahko prisotni tudi v zraku, zemlji in vodi. V Sloveniji imamo več območij ogroženih zaradi HM; izpostavili smo tri. Eno je takšno območje je Mežiška dolina, kjer je rudarjenja svinca onesnažilo celotno dolino s svincom. Otroci v Mežiški dolini imajo še vedno veliko vsebnost svinca v krvi, vendar se situacija izboljšuje zaradi sanacije. Drugo območje je območje reke Krupe, kjer je tovarna Iskra Semič zaradi malomarnega ravnanja onesnažila okolje s polikloriranimi bifenili (PCB). Živila, predvsem jajca, kokoši in mleko, ki so pridelana v vaseh ob reki Krupi, niso primerna za prehrano. Prav tako velja za ribe iz reke Krupe in Lahinje, dolvodno od naselja Gradec. Na severovzhodu Slovenije je intenzivno kmetijstvo z uporabo pesticidov, ki so vsebovale snov atrazin, močno onesnažilo podtalnico. Atrazin je od leta 2003 v Sloveniji prepovedan, vendar še je vedno prisoten v podtalni vodi.

Hormonski motilci povzročajo rakava obolenja, neplodnost, motijo razvoj imunskega in živčnega sistema ter zmanjšujejo biološko raznovrstnost. Zato se moremo potruditi, da se jim čim bolj izogibamo. Izbira ekološko pridelane hrane, naravnih čistil, izogibanje pred pripravljene in plastificirani hrani ter branje etiket nas lahko obvaruje pred kakšno boleznijo.

Z reševanjem tega vprašalnika ste ustvaril osnovo za ozaveščenje ljudi o hormonskih motilcih v Sloveniji. Tako bomo izvedeli na katerih področjih je še potrebno ozavestiti splošno javnost in kateri način je pri tem najbolj učinkovit. Za vaše sodelovanje se vam prijazno zahvaljujem.

Zelo bom vesel, če boste anketo delili tudi med prijatelje, znance in družino.  
Anketa bo odprta do 24. oktobra 2016.

Hvala za vaš čas!

Igor Muršec

Muršec, I.: Ozaveščenost o hormonskih motilcih v Sloveniji, VŠVO, Velenje