

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PROBLEMATIKA PCB NA OBMOČJU BELE KRAJINE IN
NJENO POZNAVANJE S STRANI PREBIVALCEV SEMIČA**

TJAŠA KELC

Velenje, 2023

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PROBLEMATIKA PCB NA OBMOČJU BELE KRAJINE IN
NJENO POZNAVANJE S STRANI PREBIVALCEV SEMIČA**

TJAŠA KELC

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentorica: doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek

Velenje, 2023

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Fakultete za varstvo okolja **Tjaša Kele** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

PCB pollution in the area of Bela krajina and the knowledge of this issue by residents of Semič

Mentorica: **doc. dr. Samar Al Savegh Petkovšek**

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

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



Prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan



Fakulteta za varstvo okolja
Trg mladosti 7 | 3320 Velenje
t: 03 898 64 10 | e: info@fvo.si
www.fvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisana **Kelc Tjaša**, z vpisno številko **34200010**, študentka dodiplomskega/podiplomskega (obkrožite) študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom: **Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča**, ki sem ga izdelala pod mentorstvom **doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek**.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

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

V Velenju, dne _____

Podpis avtorice

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek za vso podporo, nasvete in strokovno pomoč pri pisanju diplomskega dela. Zahvaljujem se družini, fantu in prijateljem za podporo, pomoč in za vse vzpodbudne besede. Hvala tudi direktorici Kulturnega centra Semič, Ireni Plut, ki mi je pomagala in mojo anketo razdelila ustreznim anketirancem. Hvala tudi vsem drugim, ki so kakor koli pripomogli k pisanju moje diplomske naloge.

IZVLEČEK

Diplomsko delo analizira problematiko onesnaženja Bele krajine s polikloriranimi bifenili (PCB) in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča. Onesnaženje je posledica nepremišljenega in nepravilnega odlaganja odpadkov proizvodnje kondenzatorjev podjetja Iskra Semič, kar je bilo prvič zaznano leta 1983, ko so v rekah Lahinji in Krupi izmerili visoke koncentracije polikloriranih bifenilov. Za določitev obremenjenosti okolja na območju Bele krajine s PCB je bilo izvedenih nekaj monitoringov, kjer so spremljali vsebnost PCB v Krupi in Lahinji, v zraku, v prašni usedlini, v tleh, v krmi in živilih, kot so jajca in meso, in v ribah Krupe, Lahinje in Kolpe. Zaradi izmerjenih vsebnosti PCB so omejili uživanje živil, pridelanih v ožjem območju ob rekah Krupi in Lahinji, ter odsvetovali uživanje rib iz obeh rek. Leta 1984 so po odkritju PCB na območju Bele krajine začeli izvajati sanacijski program in vzpostavili odlagališče odpadkov. Kljub sanaciji okolje še vedno bremenijo ostanki PCB; ribe so bile tudi leta 2013 onesnažene s PCB. Izvira reke Krupe še vrsto let ne bo mogoče uporabiti kot vir pitne vode. Upad vsebnosti PCB se opaža zlasti v živilih živalskega in rastlinskega izvora na območju vasi Krupa. Opravljena je bila tudi anketa. Ciljna skupina so bili prebivalci Semiča. Izkazalo se je, da so tamkajšnji prebivalci o problematiki dobro ozaveščeni in da je tema za njih še vedno aktualna.

KLJUČNE BESEDE: reka Krupa, podjetje Iskra, poliklorirani bifenili, onesnaženje vodnih virov, monitoringi.

ABSTRACT

The thesis analyzes the issue of contamination of Bela Krajina with PCBs and its knowledge of the local inhabitants of Semič. The pollution is the result of reckless and improper disposal of Iskra Semič capacitor production waste, which was first detected in 1983, when high concentrations of polychlorinated biphenyls were observed in the Lahinja and Krupa rivers. I focused on causes, consequences, implemented monitoring and measures for improvement. I was interested in what consequences this negligence had left in the environment and whether adequate remediation had been carried out. In order to determine the pollution of the environment in the area of Bela Krajina with PCBs, several monitorings were carried out, where the content of PCBs was measured in the Krupa and Lahinja rivers, in fish from the aforementioned rivers, feed, in the air and dust deposits, in the soil and in drinking water, in feed and in foods such as eggs and meat. They restricted the consumption of eggs and prohibited the consumption of foods grown in the narrower polluted area along the Krupa and Lahinja rivers. The greatest number of PCB exceedances in the mentioned rivers occurred in the years from 1987 to 2010 and later in 2011 in the Krupa River. In 1984, after the discovery of PCBs in the area of Bela Krajina, a remediation program was started and a waste disposal site was established. Despite the remediation, the environment is still burdened by PCB residues, and the Krupa River remains polluted to this day. The water source will not be able to be captured for local use for many years, a decline in PCB content is observed, especially in foods of animal and plant origin, grown in the village of Krupa by the Krupa River. We also conducted a survey. The target group was the inhabitants of Semič. It turned out that the local residents are well aware of the issue and that the topic is still topical.

KEYWORDS: Krupa river, Iskra company, polychlorinated biphenyls, pollution of water sources, monitoring.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1.1 Opredelitev teme	1
1.2 Cilji in namen diplomskega dela	2
1.3 Hipoteze	2
1.4 Metode dela	2
2 OPIS OBMOČJA OBRAVNAVE	3
2.1 Naravne in družbeno-geografske značilnosti Bele krajine	3
2.2 Reka Krupa	4
2.3 Pokrajinska občutljivost	6
3 POLIKLORIRANI BIFENILI	7
3.1 Zakonodaja, ki obravnava odstranjevanje PCB	7
3.2 Zakonodaja o dovoljenih vsebnostih PCB v živilih rastlinskega in živalskega izvora	8
3.3 Zgodovina PCB	9
3.4 Uporaba in lastnosti PCB	9
3.5 Vpliv PCB na okolje in zdravje ljudi	11
3.5.1 Prenos PCB v organizme	11
3.5.2 Vpliv na zdravje ljudi	12
4 PODJETJE ISKRA SEMIČ	13
4.1 Zgodovinski pregled in problematika onesnaženja	13
5 OBREMENJENOST BELE KRAJINE S PCB	15
5.1 Vsebnost PCB v okoljskih segmentih	15
5.1.1 Zrak in prašna usedlina	15
5.1.2 Tla	16
5.1.3 Vodni viri	Napaka! Zaznamek ni definiran.
5.2 Vsebnosti PCB v živilih rastlinskega in živalskega izvora	16
5.2.1 Živila rastlinskega izvora	16
5.2.2 Živila živalskega izvora	17
5.2.3 Ribe	19
5.3 Raziskave vpliva PCB na zdravje ljudi v Beli krajini	21
5.3.1 Raziskava o vplivu PCB na zdravje zob	21
5.3.2 Študija o pojavnosti skrajnih oblik obolevnosti (rak)	21
6 SANACIJA ONESNAŽENJA	23

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Velenje, 2023.

7 ANKETA	25
7.1 Osnovni podatki o anketirancih	25
7.2 Poznavanje PCB s strani anketirancev	27
7.3 Zdravstvene težave anketirancev, povezane s PCB	30
7.4 Mnenje anketirancev o sanacijskem programu	31
8 SKLEP	33
9 POVZETEK	34
10 VIRI IN LITERATURA	37

KAZALO TABEL

Tabela 1: Odpadki, ki vsebujejo PCB.....	8
Tabela 2: Normativi v okolju za PCB v živilih, vodi in zraku (Vir: Polič, 1997).....	17
Tabela 3: Kriteriji za oceno obremenitev rib (Vir: ZZV_ MB, 2012)..... Napaka! Zaznamek ni definiran.	
Tabela 4: Vsebnosti PCB v ribah Krupe, Lahinje in Kolpe (ZZV_ MB, 2012)	19
Tabela 5: Rezultati vzorčenja prostoživečih sladkovodnih rib v Kolpi, Lahinji in Krupi (Vir: Kirinčič, S. in Blaznik, U., 2016)	20
Tabela 6: Rezultati raziskave o vplivu PCB na zdravje zob..... Napaka! Zaznamek ni definiran.	
Tabela 7: Kraj bivanja v odvisnosti od odgovorov na vprašanje, ali anketiranci vedo, kaj so poliklorirani bifenili	28

KAZALO SLIK

Slika 1 Onesnaženje s PCB v Beli krajini (Vir: cma_ Krupa)	1
Slika 2: Območje obravnave – Bela krajina (Vir: Wikipedija)	3
Slika 3: Izvir reke Krupe, označen z rdečo piko, in tovarna Iskra Semič z oranžno (Vir: Atlas okolja) ...	5
Slika 4: Strukturna formula molekule PCB (Vir: researchgate)	10
Slika 5: Mobilnost PCB (Vir: Nature Reviews Earth & Environment).....	11
Slika 6: Tovarna Iskra Semič (rdeči krogec) in odlagališče PCB (rumeni krogec) (Vir: Atlas).....	13
Slika 7: Pregled količin emisij odpadnega PCB v širšem okolju tovarne Iskra (Vir: Polič, 1997).....	14
Slika 8: Skladišče odpadnega PCB (Vir: Val 202, 2020).	23
Slika 9: Spol anketirancev.	25
Slika 10: Starost anketirancev.....	26
Slika 11: Stopnja izobrazbe anketirancev.	26
Slika 12: Kraj bivanja anketirancev.	27
Slika 13: Odgovor na vprašanje, ali vedo, kaj so poliklorirani bifenili.....	27
Slika 14: Odgovor na vprašanje, kje so izvedeli za PCB.	28
Slika 15: Zavedanje anketirancev o okoljski problematiki in povečanih vsebnostih PCB.....	29
Slika 16: Zdravstvene težave anketirancev zaradi polikloriranih bifenilov.	30
Slika 17: Odgovor na vprašanje, ali poznajo koga z zdravstvenimi težavami zaradi PCB.	30
Slika 18: Seznanjenost anketirancev z izvedenimi ukrepi in okoljsko sanacijo območja.....	31
Slika 19: Mnenje anketirancev glede uspešnosti sanacijskih ukrepov.....	32

SEZNAM KRATIC

ARSO:	Agencija Republike Slovenije za okolje
DVH:	Direktorat za varno prehrano
EPA:	Environmental Protection Agency
MKO:	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
MN:	Merilna negotovost
MOP:	Ministrstvo za okolje in prostor
NIJZ:	Nacionalni inštitut za javno zdravje
PCB:	Poliklorirani bifenili
PCDD:	Poliklorirani dibenzodioksini
PCDF:	Poliklorirani dibenzofurani
POPs:	Obstojna organska onesnažila
SZO:	Svetovna zdravstvena organizacija
WHO:	World Health Organization
ZZZS:	Zavod za zdravstveno zavarovanje Slovenije

1 UVOD

1.1 Opredelitev teme

Med okoljskimi problemi je v Sloveniji odmevalo onesnaženje reke Krupe s polikloriranimi bifenili. Poliklorirani bifenili (PCB) so ekstremno nevarni, toksični, rakotvorni in izjemno trajni organski kemični odpadki oziroma snovi (Zadnik in sod., 2011).

Strupene PCB je semiško podjetje Iskra uporabljalo do leta 1985 kot impregnant (zaščitni premaz) v proizvodnji kondenzatorjev. Pri tem so nastajale večje količine tehnološkega odpadka PCB. Okoli 30 ton so ga varno shranili na odlagališču ob tovarni, okoli 13 ton pa je bilo neustrezno odloženih v okolje in je z izcejanjem v kraško podzemlje onesnažilo belokranjsko okolje predvsem v vodnem zaledju reke Krupe (Zupanc, 2008).

Meritve, ki so bile izvedene leta 1985, so pokazale kar 400-kratno prekoračitev mejne vrednosti omenjenega toksina v vodnih vzorcih izvira reke Krupe, kar je izvir reke Krupe uvrstilo med s PCB najbolj onesnaženimi izviri na svetu in edini vodni vir v Evropi s tako visoko koncentracijo. Na območju je bilo izvedenih tudi več monitoringov (Zupanc, 2008; Lapajne in sod., 2012; Kirinčič in Blaznik, 2016).

Kljub temu da je bila tam pred leti izvedena sanacija, strupeni PCB na občutljivem belokranjskem Krasu že skoraj 40 let pronicajo v reko Krupo.



Slika 1: Onesnaženje s PCB v Beli krajini (Vir: cma_Krupa).

1.2 Cilji in namen diplomskega dela

V diplomskem delu sem predstavila problematiko onesnaženja Bele krajine s PCB (poliklorirani bifenili). Osredotočila sem se na vzroke, posledice, izvedene monitoringe in ukrepe za izboljšanje ter predstavila mnenje prebivalcev Semiča o tej problematiki.

Cilji diplomskega dela so bili naslednji:

- predstaviti značilnosti PCB in vpliv na okolje ter zdravje ljudi;
- analizirati problematiko onesnaženja na območju Bele krajine;
- proučiti izvedene monitoringe na tem območju od leta 1983 pa vse do danes;
- predstaviti ukrepe za izboljšanje stanja;
- izvesti anketo med prebivalci Semiča o poznavanju problematike in posledic.

1.3 Hipoteze

V sklopu diplome sem preverjala naslednje hipoteze:

H1: Reki Krupa in Lahinja nista primerni kot ribolovni vodi.

H2: Prebivalci so še vedno izpostavljeni PCB preko prehranske verige živil živalskega izvora.

H3: Prebivalci Semiča so premalo ozaveščeni o problematiki PCB v njihovem okolju.

1.4 Metode dela

V teoretičnem delu diplomskega dela sem z opisno metodo in metodo analize ter sinteze pregledala in analizirala relevantne vire, ki se nanašajo na problematiko PCB na območju Bele krajine in širše. Osredotočila sem se na opravljene monitoringe in sintezno prikazala stanje okolja. V okviru diplomskega dela sem opravila spletno anketo, v kateri sta sodelovala 102 udeleženci; izvajala se je od aprila do junija 2023. Ciljna skupina so bili prebivalci Semiča. Z anketo sem želela izvedeti, koliko je problematika po vseh teh letih zanje še aktualna in v kolikšni meri so ozaveščeni o tem okoljskem problemu.

2 OPIS OBMOČJA OBRAVNAVE

2.1 Naravne in družbeno-geografske značilnosti Bele krajine

Občina Semič leži na severnem obrobju belokranjskega kraškega ravnika, ob vznožju Kočevskega roga in obronkov Gorjancev. Meri 147 km², šteje 3849 prebivalcev in ima 47 naselij. 66 % občine prekriva gozd, preostalo pa je plitvi vrtačasti kraški svet s steljniki, travniki in njivami. Na Gabru se od magistrale odcepi cesta v dolino, in prav na dnu leži središče naselja Semič (Veselič, 2009).

Osrednji del pokrajine je nizek kraški ravnik z nadmorsko višino od 160 do 200 m. Tektonsko delovanje in apnenčeva podlaga sta omogočila nastanek kraškega površja, ki je ponekod pred nadaljnjim zakrasedanjem zaščiteno z debelo odejo rdeče glin. Kamnine so nastale v mezozoiku. Apnenec in dolomit sta najpomembnejši gradbeni prvini Bele krajine. Prevlada tektonsko razpokanih karbonatnih kamnin iz krede je vtisnila površju kraško podobo. V območju vinorodnih Drašičev in Radovice je značilen kredni fliš s peščenjaki, laporji in konglomerati. V kanižarski kadunji, južno od Črnomlja, so ohranjene pliocenske usedline z glino in kvarcitnimi peski. Pokrajina se uvršča med potresno razmeroma močno ogrožena področja (Veselič, 2009).

Za Belo krajino je značilen zelo razpršen poselitveni vzorec. Prevladujejo razložena naselja z gručastim jedrom, gručasta naselja in raztresena naselja. Obcestne vasi so v glavnem v obkolpskem delu. Črnomelj in Metlika sta mesti z gručastim starim jedrom.

Največ ljudi živi v manjših naseljih, kjer je do 200 prebivalcev. Leta 1869 je v pokrajini živelo skoraj 26.000 ljudi, zaradi izseljevanja pa je število prebivalcev kljub visoki rodnosti začelo upadati. Tako je bilo leta 1910 tam manj kot 22.000 prebivalcev. Tudi po prvi svetovni vojni se kljub izgradnji železniške proge med Karlovcem in Novim mestom izseljevanje ni ustavilo. Število prebivalcev je začelo rahlo naraščati šele v sedemdesetih letih 20. stoletja. Leta 1991 je tam živelo 25.435 ljudi, kar je nekaj manj kot leta 1869. Ustavitev izseljevanja po skoraj sto letih je bila posledica sicer pozne industrializacije. Največji upad prebivalstva po drugi svetovni vojni zaznavajo območja ob Kolpi in višje ležeča naselja. Zaradi možnosti zaposlitve je v območjih okoli večjih zaposlitvenih središč, zlasti v Črnomlju, Metliki, Semiču in Kanižarici, število prebivalcev začelo naraščati (Veselič, 2009).

Po drugi svetovni vojni se je pričela obnova Semiča in celotne Bele krajine. Semič je 1. aprila 1951 zaživel predvsem z izgradnjo tovarne Iskra kondenzatorji Semič. Poleg tovarne je kraj poznan tudi po dobrem vinu, bogatem kulturnem izročilu, uspešnih podjetnikih in obrtnikih.



Slika 2: Območje obravnave – Bela krajina (Vir: Wikipedija).

2.2 Reka Krupa

Reka Krupa prihaja na površje v močnih kraških izviri izpod 30 m visoke in 50 m dolge skalne stene. Pod njo je 7 metrov globoko izvirno jezero, ki obiskovalce očara s svojo smaragdno barvo. Po vodnatosti je izvir reke Krupe največji v Beli krajini. Povprečni minimalni pretok vode je 1000 litrov na sekundo. Temperatura vode je vse leto približno 10 stopinj Celzija vse let (plus ali minus dve stopinji). Voda priteka v ta izvir z visokih dinarskih hrbtov Kočevskega roga, Radohe in Gorjancev, kar so dokazali s sledilnimi poskusi z barvanjem (Plut in sod., 2013).

Krupa je v kraški ravnici vrezala izrazito, mestoma kanjonsko strugo. Po 2,5 km toka se izliva v reko Lahinjo. Višinska razlika med izviro Krupe in izlivom je 6 m, kar je nekoč omogočalo delovanje štirih mlinov in dveh žag (Medmrežje 1).

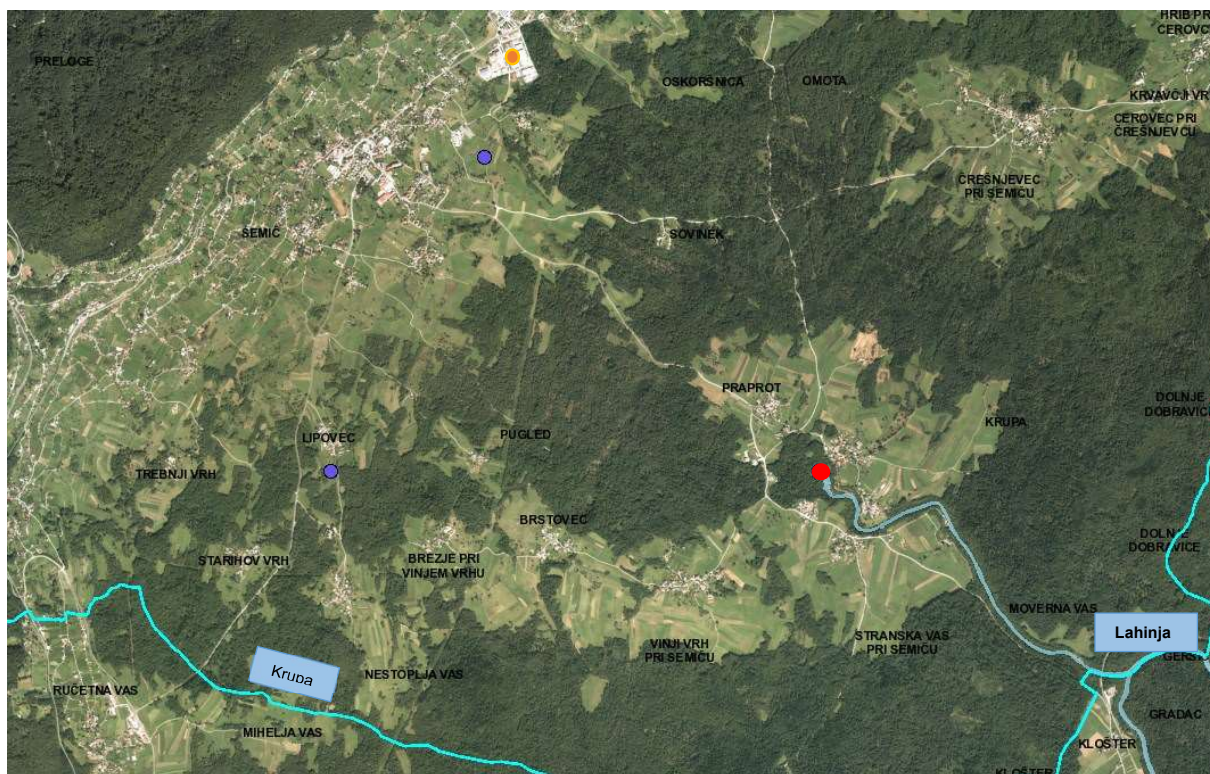
Območje ob reki je bilo poseljeno že v prazgodovini, o čemer pričajo edina znana paleolitska jamska postaja v Beli krajini, Judovska hiša, in najdbe iz prazgodovinskega naselja Moverna vas. V srednjem veku je imel izredno pomembno gospodarsko vlogo za Belo krajino grad Krupa na desnem bregu reke. Približno dober kilometer od izvira je znamenita baročna cerkev Svete Trojice na Vinjem Vrhu, pred izlivom Krupe v Lahinjo pa stoji nekdanja romarska cerkev žalostne Matere Božje v Kloštru. Do leta 1983 je bil izvir Krupe edini primerni vir za regionalno zajetje (Medmrežje 1).

Zaledje Krupe predstavlja obrobje visokih dinarskih hrbtov Kočevskega roga, Radohe in celo Gorjancev ter plitvi kras s kraškim ravnikom in vrtačastim površjem. V zaledju je več kraških ponikalnic: Bajer v Rožnem Dolu, Rečica pri Vrčicah, Ponikve pod Mirno goro in Reka na Gorjancih. Njihove podzemeljske povezave s Krupo so bile dokazane s sledilnimi poskusi z barvanjem. Na površju pobočja Gorjancev prevladuje neenakomerno prepusten zgornje kredni fliš. V zahodnem delu zaledja si je voda utrla pot v globino ob topliškem in žužemberškem prelomu ter na stiku triasnega dolomita z bolj zakraselim apnencem kredne starosti (Pezdir, 2008).

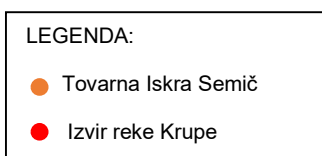
Reka Krupa je ena najbolj privlačnih naravnih znamenitosti semiške občine. Izvira v vasi Krupa, ki je od Semiča oddaljena štiri kilometre v smeri proti Gradacu. Zaradi svojih geomorfoloških značilnosti, hidroloških lastnosti, redkih živalskih vrst in izjemne slikovitosti je uvrščena na seznam najpomembnejše naravne dediščine Slovenije.

Reka Krupa je naravovarstveno pomembna in je:

- zavarovana kot naravni spomenik;
- uvrščena v omrežje Natura 2000;
- vključno s kraškimi jamami ob njej opredeljena kot naravna vrednota;
- vključena v ekološko pomembno območje.



Slika 3: Izvir reke Krupe, označen z rdečo piko, in tovarna Iskra Semič z oranžno (Vir: Atlas okolja)



Izvir in okolica Krupe predstavljata izjemno naravno in kulturno dediščino semiške občine in Bele krajine. Razglasitev naravnega spomenika in njegovo aktivno varovanje predstavljata tudi nove razvojne priložnosti prebivalcev, saj ima območje ob reki že danes pomemben vzgojno-izobraževalni, turistični in rekreacijski pomen (Plut in sod., 2013).

Izvir reke Krupe in Izvir jamske školjke nižje ob reki sta edini znani nahajališči jamske školjke Jalžičeva kongerija (*Congerina kusceri*) v Sloveniji. Ta školjka je edina poznana jamska školjka na svetu.

V podzemskem zaledju Krupe so našli tudi endemne jamske polže (*Carychium spelaenum*), drobnega jamskega cevkarja (*Marifugia cavatica*) in človeško ribico (*Proteus anguinus*).

Območje ob Krupi je bogato tudi s pticami. Tam živi več kot štirideset vrst ptic, od tega devet z rdečega seznama ogroženih ptic v Sloveniji. Ob Krupi živi tudi želva sklednica (*Emys orbicularis*), ki je v Sloveniji znana kot edina avtohtona želva celinskih voda. Bregove reke naseljujejo tudi bober (*Castor*) in pižmovka (*Ondatra zibethicus Linnaeus*) (Medmrežje 2).

2.3 Pokrajinska občutljivost

Skoraj celotna Bela krajina se zaradi prevlade kraškega podzemeljskega pretakanja uvršča med območja z največjo občutljivostjo oziroma splošno ranljivostjo. Okvirna ocena hidrogeološke občutljivosti zaledja izvirov je bila izvedena z oceno lege in velikosti vodozbirnega zaledja glede na povprečne pretoke in s tem povezane specifične odtoke izvirov. Splošna hidrogeografska občutljivost okvirno ocenjenega zaledja izvirov izhaja iz njihove prevladujoče litološke sestave. Podobno velja tudi za vodne kraške jame, kjer smo izhajali iz prevladujoče litološke sestave njihovega bližnjega zaledja v krogu 500 m. Tako pri izviri kot kraških jamah so bili v razred največje hidrogeološke občutljivosti uvrščeni vodni viri z zaledjem, kjer je prevladoval apnenec.

V Beli krajini so apnenci najbolj razširjena kamnina, zato se dobrih 58 % evidentiranih zaledij izvirov in vodnih kraških jam uvršča v razred zelo velike občutljivosti za onesnaževanje. To pomeni, da lahko že relativno skromno obremenjevanje v občutljivem zaledju povzroči večjo onesnaženost vodnega vira. Prostorska razporeditev zaledij vodnih virov zelo velike občutljivosti kaže, da so najbolj občutljivi vodni viri belokranjskega nizkega krasa, vključno z največjimi kraškimi izviri (Krupa, Dobljica, izvir Lahinje, Podturnščice, Jelševnice itd.), ki imajo zaledje tako v nizkem krasu kot višjem apnenčastem zaledju Kočevskega roga, Poljanske gore in Gorjancev.

V razred velike hidrogeološke občutljivosti (več kot četrtnina vseh vodnih virov) so uvrščeni vodni viri s prevlado dolomitnega vodozbirnega zaledja, največ pa jih je v višjem SZ območju Bele krajine (okoli Črmošnjic). Vodni viri zmerne hidrogeološke občutljivosti zaledij (desetina evidentiranih vodnih virov) so v območjih prepletanja kraških in nekraških zaledij (flišna območja) skrajnega vzhodnega dela Bele krajine (Drašiči). Zaledja vodnih virov majhne občutljivosti (5 %) pa so praviloma prekrita z debelo plastjo prepereline (okoli Gribelj), ki povečuje samočistilne zmogljivosti (Plut in sod., 2013).

Iz ocene pokrajinske občutljivosti je razvidno, da izvir reke Krupe sodi v razred zelo velike občutljivosti za onesnaževanje.

3 POLIKLORIRANI BIFENILI

3.1 Zakonodaja, ki obravnava odstranjevanje PCB

Področje odstranjevanje PCB urejata uredbi, opisani v nadaljevanju.

Uredba o odstranjevanju polikloriranih bifenilov in polikloriranih terfenilov (Uradni list RS, št. 34/08, 9/09 in 44/22 – ZVO-2).

Za pravilno in odgovorno ravnanje s PCB sta pomembna 5. in 6. člen te uredbe.

5. člen:

(1) PCB in odpadni PCB se odstranjujejo s sežiganjem v skladu s predpisom, ki ureja sežiganje odpadkov.

(2) PCB in odpadne PCB se lahko odstranjuje tudi na drug način kot s sežiganjem, če so škodljivi vplivi na okolje manjši ali enaki vplivom na okolje, ki nastajajo pri sežiganju, in so izpolnjene zahteve za odstranjevanje PCB in odpadnih PCB, iz Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (ES) št. 850/2004 z dne 29. aprila 2004 o obstojnih organskih onesnaževalih in spremembi Direktive 79/117/EGS (UL L št. 158 z dne 30. 4. 2004, str. 7) zadnjič spremenjene z Uredbo Komisije (ES) št. 323/2007 z dne 26. marca 2007 o spremembi Priloge V k Uredbi (ES) št. 850/2004 Evropskega parlamenta in Sveta o obstojnih organskih onesnaževalih in spremembi Direktive 79/117/EGS (UL L št. 85 z dne 27. 3. 2007, str. 3) (v nadaljnjem besedilu: Uredba 850/2004/ES).

(3) Ne glede na določbo drugega odstavka 4. člena te uredbe se odpadne naprave, predmeti, materiali in tekočine, ki vsebujejo odpadne PCB ali so z njimi onesnaženi, lahko predelujejo ali odstranjujejo z odlaganjem, če vsebnost PCB v njih ne presega mejnih vrednosti koncentracije PCB in so izpolnjene druge zahteve za predelavo in odlaganje odpadkov iz Uredbe 850/2004/ES.

6. člen:

(1) Imetnik odpadnih PCB mora odpadne PCB skladiščiti ločeno od drugih odpadkov in vnetljivih snovi do njihove oddaje v nadaljnje ravnanje v skladu s to uredbo ter zagotoviti, da se odpadni PCB ne mešajo z drugimi odpadki, in z njimi ravnati tako, da je odpadne PCB mogoče odstraniti.

(2) Prepovedano je začasno skladiščenje odpadnih PCB pred oddajo v odstranjevanje ali skladiščenje odpadnih PCB pred njihovo odstranitvijo daljše od štiriindvajsetih mesecev.

(3) Prepovedano je začasno skladiščenje naprave pred njeno oddajo v odstranjevanje ali dekontaminacijo daljše od štiriindvajsetih mesecev.

(4) Količina začasno skladiščenih odpadnih PCB ne sme presegati količine odpadnih PCB, ki zaradi delovanja ali dejavnosti povzročitelja odpadnih PCB nastanejo v obdobju štiriindvajsetih mesecev.

(5) Začasno skladiščenje in skladiščenje odpadnih PCB je dovoljeno le v za to namenjenih in urejenih objektih ali napravah.

Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 77/22)

Uredba ureja celosten sistem ravnanja z odpadki, med katere sodijo tudi odpadki iz električne in elektronske opreme, ki vsebujejo nevarne snovi. Odpadki, ki so onesnaženi s PCB, so opredeljeni v klasifikacijskih številkah.

Tabela 1: Odpadki, ki vsebujejo PCB.

16 02	Odpadki iz električne in elektronske opreme
16 02 09*	Transformatorji in kondenzatorji, ki vsebujejo PCB.
16 02 10*	Zavržena oprema, ki vsebuje PCB ali je onesnažena s PCB in ni navedena pod 16 02 09*.
16 02 11*	Zavržena oprema, ki vsebuje klorofluorogljike, HCFC, HFC.
16 02 12*	Zavržena oprema, ki vsebuje prosti azbest.
16 02 13*	Zavržena oprema, ki vsebuje nevarne sestavine ¹ in ni navedena pod 16 02 09 do 16 02 12.
16 02 14	Zavržena oprema, ki ni navedena pod 16 02 09 do 16 02 13.
16 02 15	Nevarne sestavine ¹ , odstranjene iz zavržene opreme.
16 02 16	Sestavine, odstranjene iz zavržene opreme, ki niso navedene pod 16 02 15.
13 01 01*	Hidravlična olja, ki vsebujejo PCB.
13 03 01*	Olja za izolacijo ali prenos toplote, ki vsebujejo PCB.
15 01 10*	Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi.
15 02 02*	Absorbenti, filtrirna sredstva, čistilne krpe, zaščitne obleke, ki so onesnaženi z nevarnimi snovmi.
16 01 09*	Izrabljena vozila – sestavine, ki vsebujejo PCB.
17 09 02*	Gradbeni materiali in odpadki iz rušenja objektov, ki vsebujejo PCB (na primer tesnila, ki vsebujejo PCB; tlaki na osnovi smol, ki vsebujejo PCB; zatesnjene enote za zastekljevanje, ki vsebujejo PCB, kondenzatorji, ki vsebujejo PCB).

Opomba:

* Nevarne sestavine iz električne in elektronske opreme lahko vključujejo akumulatorje in baterije, navedene pod 16 06 in označene kot nevarne; živosrebrna stikala, steklo katodnih cevi in drugo aktivirano steklo ter podobno.

3.2 Zakonodaja o dovoljenih vsebnosti PCB v živilih rastlinskega in živalskega izvora

Področje dovoljenih vsebnosti PCB v živilih rastlinskega in živalskega izvora ureja naslednja zakonodaja.

- Direktiva 2002/32/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 7. maja 2002 o nezaželenih snoveh v živalski krmi (UL L 140, 30. 5. 2002).
- Uredba Komisije (ES) št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih (UL L 364, 20. 12. 2006). Na osnovi postavljenih mejnih vrednosti lahko pristojni organi sprejmejo ukrepe za zmanjšanje ali odpravo obstojnih organskih onesnaževal v ekosistemih. Mejne vrednosti so ločeno postavljene za dioksine in dioksinom podobne PCB.
- Pravilnik o pogojih za zagotavljanje varnosti krme (Ur. l. RS, št. 58/2011).
- Priporočilo Komisije z dne 23. avgusta 2011 o zmanjšanju prisotnosti dioksinov, furanov in PCB v krmi in živilih (Ur. list ES št. L218/2011). Opredeljene so vrednosti pragov ukrepanja (PU).

- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. list RS št. 68/1996 in 41/2004).

3.3 Zgodovina PCB

Leta 1865 so odkrili prvo molekulo PCB v katranski smoli, prvič pa je bila sintetizirana leta 1881. Svetovna raba PCB se je začela leta 1929 in je trajala vse do leta 1979, ko so ZDA prepovedale njihovo uporabo. Samo v Ameriki so v tem časovnem obdobju izdelali okoli 6,8 milijona ton PCB (Ogrinc in sod., 2020).

Zaradi fizikalnih in kemijskih lastnosti se je njihova uporaba v industriji hitro razširila. Na trgu so bili dobro sprejeti, saj so zamenjali izdelke, ki so bili vnetljivi, manj stabilni ali so zavzemali več prostora. Nova skupina kemikalij je omogočala izdelavo manjših, lažjih in, kot so sprva mislili, varnejših električnih naprav.

Najpogosteje so bili uporabljeni kot toplotno izmenjevalne tekočine v električnih transformatorjih in kondenzatorjih. Najdemo jih tudi v hidravličnih pripomočkih, samokopirnem papirju in kot dodatke v oljnih barvah, lepilih in lepilnih trakovih, plastiki in radirkah, v katerih so delovali kot mehčalec (Pezdirc, 2008).

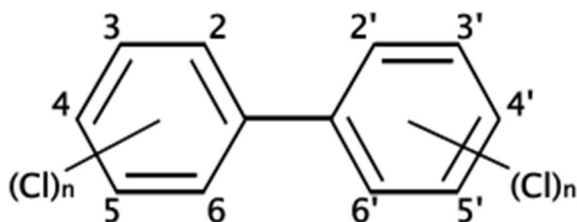
3.4 Uporaba in lastnosti PCB

Poliklorirani bifenili (PCB) so razred 209 umetnih kemijskih spojin, v katerih je od 1 do 10 klorovih atomov, vezanih na bifenil. Večinoma je PCB brezbarven in brez vonja. Je zelo stabilna spojina, težko razgradljiva ter slabo vnetljiva, zato se je velikokrat uporabljala za izolacijo in hlajenje električnih naprav, kot so transformatorji in kondenzatorji, ter v hidravličnih tekočinah in sredstvih za podmazanje. Bolj pa so se razširili, ko so jih začeli uporabljati kot plastifikatorje, v črnilih in barvilih, kot sestavino pri pripravi pesticidov, v lepilih, spojinah za zavarovanje lesa in pri izdelavi kopirnega papirja. Uničljiva je s kemičnimi, toplotnimi in biokemičnimi procesi; okoljska razgradnja poteka počasi (Robertson, 2015; Likar, 1998).

Po definiciji Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) in Ameriške agencije za varstvo okolja (EPA) so PCB zelo nevarne, toksične, rakotvorne in izjemno obstojne organske spojine. Glede na stik z okoljem ločimo uporabo PCB na odprto uporabo, delno odprto uporabo in zaprto uporabo. Glede na vsebnost PCB ločimo kontrolirane vire PCB (vsebnost PCB nad 5 dm³) in razpršene vire PCB (vsebnost PCB pod 5 dm³).

V primeru Bele krajine najdemo PCB tako v kontroliranih virih kot tudi razpršenih virih, saj so se pojavljali v kondenzatorjih, ki se delijo na močnostne in majhne kondenzatorje; oboji spadajo pod kontrolirane vire PCB. Pri razpršenih virih je poudarjen problem majhnih kondenzatorjev, ki so bili uporabljeni v beli tehniki, gospodinskih napravah in so že odvrženi na komunalnih deponijah, v njih pa je še vedno vsebnost PCB (Ministrstvo za okolje in prostor, 2023).

V vodi PCB niso topni, plavajo na vodni površini, kjer jih pojedjo vodne živali; tako vstopijo v prehranjevalno verigo. PCB so topni v maščobi, zato hitro vstopijo v sistem, a jih je težko izločiti (Pezdirc, 2008).



Slika 4: Strukturna formula molekule PCB (Vir: researchgate)

Molekula PCB je sestavljena iz bifenila, na katerega so vezani klorovi atomi. Verjetne pozicije klorovih atomov na benzenovih obročih so označene s številkami na ogljikovih atomih.

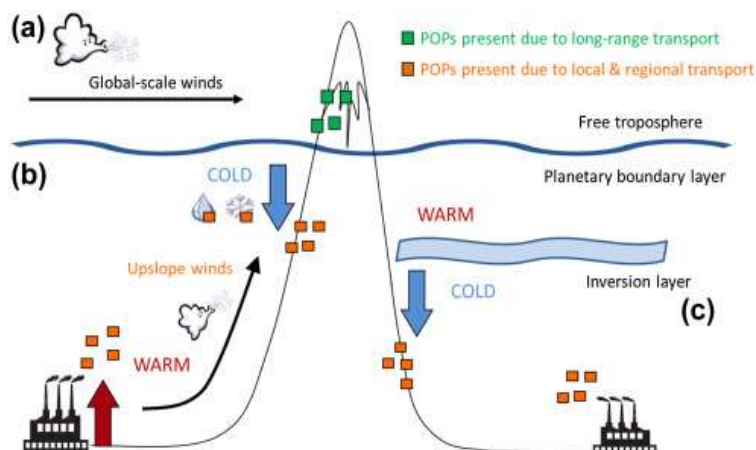
Zaradi svojih zelo dobrih tehnoloških lastnosti so bili PCB v široki uporabi, še posebno v industriji, in sicer kot:

- dielektrična sredstva za transformatorje;
- motorni in energetski kondenzatorji;
- kondenzatorji za razsvetljavo;
- sredstva za termoizolacijo;
- sredstva za maziva (hidravlična olja, mazila za črpalke);
- aditivi za plastične mase,
- aditivi za barve, lake, lepila, sukanec, kavčuk, tekstil, papir itd.;
- aditivi pri pripravi pesticidov in insekticidov;
- dodatki za impregnatorje.

PCB se v okolju prenaša z izhlapevanjem, sedimentacijo, izpiranjem in asimilacijo v organizme.

Obstojna organska onesnažila, med njimi tudi PCB, se po svetu širijo s prenosom, ki posnema skakanje kobilice. Pri višjih temperaturah organska onesnažila izhlapijo in se adsorbirajo na delce v atmosferi. Tako vezana lahko prepotujejo velike razdalje, dokler ne pridejo na območja nižjih temperatur, kjer se ponovno odložijo. Proces se ponovi, ko se temperatura znova zviša, kar povzroči da PCB ponovno izhlapijo in nadaljujejo pot.

Kljub lokalni uporabi in kasnejši prepovedi proizvodnje in uporabe v razvitih delih sveta je onesnaženje s PCB globalno. Njihovo prisotnost so določili v vodnih vzorcih iz Severnega morja, Južnega Pacifika, Indijskega oceana ter v morjih okoli Arktike in Antarktike, daleč od izvora onesnaženja, kjer zaradi nizkih temperatur tudi ostanejo (najbolj furani, dioksini in PCB) (Zupanc, 2008).



Slika 5: Mobilnost PCB (Vir: Nature Reviews Earth & Environment)

3.5 Vpliv PCB na okolje in zdravje ljudi

3.5.1 Prenos PCB v organizme

PCB so prisotni v okolju v vseh okoljskih segmentih: v tleh, zraku in vodi. Najvišje koncentracije teh snovi zasledimo blizu prometnih ali industrijskih središč. V okolju se vežejo na različne organske snovi. Rastline jih vsrkavajo iz onesnaženega zraka oziroma preko korenin iz onesnažene zemlje ali vode. Rastlinojede živali jih vsrkavajo iz onesnaženih rastlin, mesojede živali iz mesa onesnaženih živali («bolj zamaščene živali» jih kopičijo več), obe skupini pa jih vsrkavata iz onesnažene vode. Na takšen način prihaja do akumulacije oziroma kopičenja teh snovi v maščevju izpostavljenih organizmov v večji koncentraciji kot v okolju. Ker se PCB kopičijo v maščobi, se njihove najvišje koncentracije ugotavljajo v živilih živalskega izvora (mleko, meso, jajca, ribe). Onesnaženje živil je možno tudi naknadno, na kateri koli stopnji živilske verige. Pri sesalcih, tudi pri ljudeh, prihaja do prenosa predmetnih spojin na potomce preko materinega mleka. Ker dojenje oziroma uživanje materinega mleka dokazano zmanjšuje umrljivost in obolevnost otrok, večina strokovnjakov meni, da prednost dojenja pretehta tveganje za zaužitje možnih onesnaževalcev v materinem mleku. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) v svojih študijah ugotavlja, da je na območju evropske regije vnos PCB preko materinega mleka takšen, da ne predstavlja tveganja za zdravje. Izpostavljenost PCB v nosečnosti predstavlja večje tveganje za plod kot samo dojenje, saj PCB prehajajo v placento (posteljico). Zato se priporoča nosečnicam, naj ne uživajo mastnega mesa, masla in mastnih rib, uživajo pa naj veliko zelenjave in manj mastno mleko.

Kopičenje PCB so raziskovali tudi pri beli človeški ribici, ker je dolgoživa žival s počasnim metabolizmom in se toksične snovi v njenem telesu dolgotrajno kopičijo. Raziskovalce je začudilo, da je človeška ribica v reki Krupi preživela tako dolgo in močno izpostavljenost nevarni snovi. Kopičenje velikih količin PCB in njihove posledice na telesu človeške ribice še niso raziskani, zato je težko predvideti, kakšna usoda čaka lokalno populacijo (Perharič in Družina, 2007).

3.5.2 Vpliv na zdravje ljudi

Človek lahko v svoje telo PCB vnese na več načinov: z vdihavanjem onesnaženega zraka, direktno preko kože, največ pa z uživanjem živil – onesnaženih rastlin in živali – in vode. Ljudje so na samem vrhu prehranske verige in so zato v primerjavi z drugimi organizmi najbolj izpostavljeni. Danes se ocenjuje, da ljudje z uživanjem živil v svoje telo vnesejo 90 % PCB (Perharič in Družina, 2007).

Zdravstvene posledice izpostavljenosti PCB so odvisne od količine, ki jo je človek prejel, od deležev različnih kemičnih spojin v mešanici PCB in od individualne dovzetnosti posameznika. Mnenja glede obsega nevarnosti in poškodb pri človeku so še vedno deljena. Dokazano je, da zaradi akutne izpostavljenosti PCB prihaja do kožnih sprememb (klorovih aken), prebavnih motenj, poslabšanja vida, motenj v delovanju žlez z notranjim izločanjem in motenj v imunskem sistemu. Sumi se še, da PCB ob vstopu v človekovo telo povzroča kromosomske spremembe ter tako vpliva na kvaliteto in kvantiteto potomstva ter zavira otrokov duševni in motorični razvoj (Perharič in Družina, 2007).

Klinični znaki zastrupitve

PCB so strupene učinkovine, ki pri ljudeh in živalih povzročajo akutne in kronične okvare. Pri izpostavljenih ljudeh lahko pride do bolezenskih sprememb na koži, v dihalnem, prebavnem in srčnožilnem sistemu, jetrih, do motenega delovanja žlez z notranjim izločanjem in motenega delovanja imunskega sistema. PCB lahko povzročijo spremembe genetskega materiala, okvare ploda, obstaja pa tudi sum, da so rakotvorni. Novejše raziskave so pokazale, da ima izpostavljenost PCB iz okolja pred in po rojstvu zaviralen učinek na otrokov duševni in motorični razvoj, razvoj zobne sklenine in kvaliteto semenčic pri moških potomcih. PCB se razgrajujejo zelo počasi in so razvrščeni med dvanajst za okolje najbolj škodljivih obstojnih organskih onesnaževal, za katere so sprejeti najstrožji ukrepi nadzora tehnologij in varstva okolja (Zupanc, 2008).

Zdravljenje

Ker specifičnih protisredstev pri akutni zastrupitvi s PCB ni, so prvi ukrepi pri zastrupitvi takojšnje zdravljenje morebitnega bronhospazma in nadziranje povišanih koncentracij jetrnih encimov, kloraken, nespecifičnih nevroloških simptomov in simptomov na očeh. V primeru zastrupitve zaradi vdihavanja PCB je žrtev treba umakniti s kontaminiranega območja in ji, če je mogoče, nuditi vdihavanje kisika. Pri zastrupitvi preko oči in kože je treba kontaminirana oblačila in izpostavljene dele kože oprati z vodo in milom. Oči je treba izpirati z velikimi količinami mlačne vode. Pri peroralni zastrupitvi pomaga zaužitje aktivnega oglja. Če je bilo aktivno oglje pravočasno zaužito, izpiranje želodca pri vnosu večjih količin PCB ni potrebno (Zupanc, 2008).

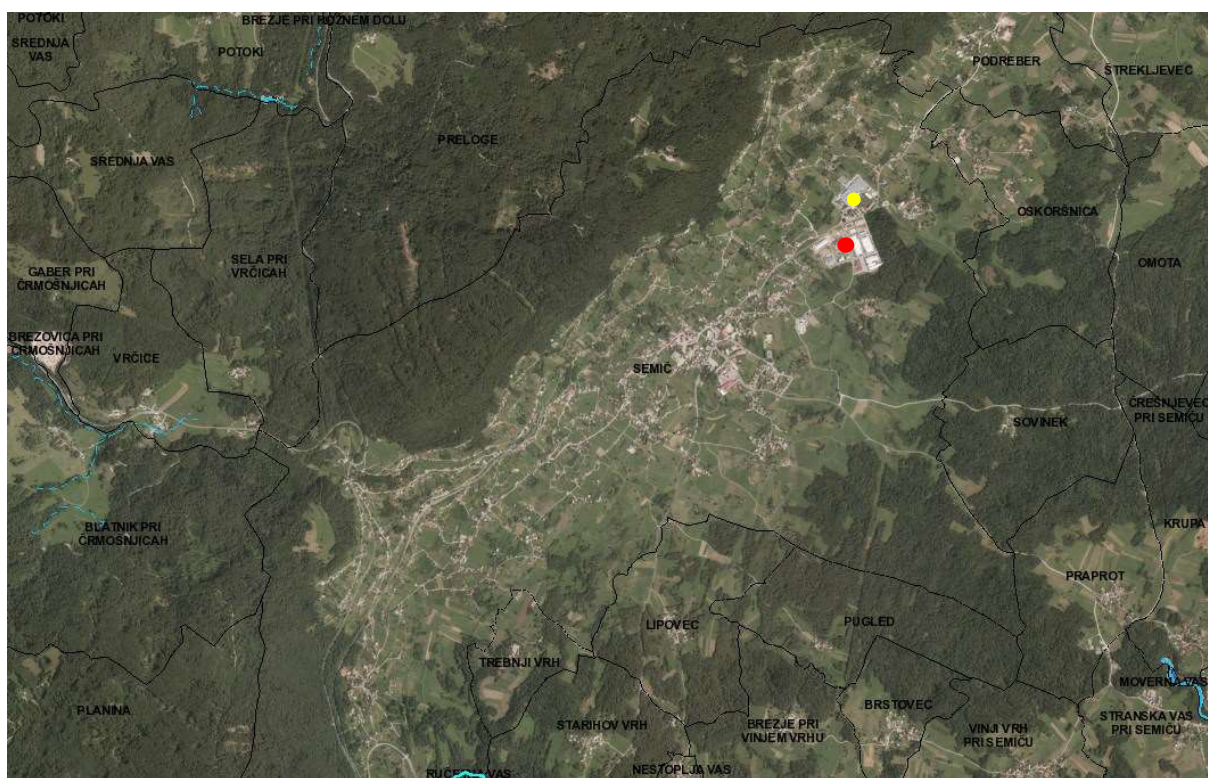
V primeru kronične zastrupitve so toksični učinki PCB po navadi posledica njihovega kopičenja v telesu med daljšim obdobjem in ne enkratnega vnosa. Zaradi njihove lipofilne narave odpornost višje kloriranih PCB na metabolno razgradnjo in s tem počasnega izločanja se v telesu nalagajo predvsem v maščobnem tkivu (biološka akumulacija). Po določenem času presežejo za naš organizem še sprejemljive količine, kar vodi do kronične zastrupitve (Zupanc, 2008).

4 PODJETJE ISKRA SEMIČ

4.1 Zgodovinski pregled in problematika onesnaženja

Leta 1951 je bilo v Semiču ustanovljeno podjetje Iskra, kjer so začeli izdelovati kondenzatorje za potrebe telekomunikacijske industrije. PCB se je uporabljal v majhnih in močnostnih kondenzatorjih. Za kondenzatorje, ki so vsebovali PCB, je imelo podjetje posebno oznako, kot so KPK, KPVK, KTKV, KPM in KPF (Zupanc, 2008).

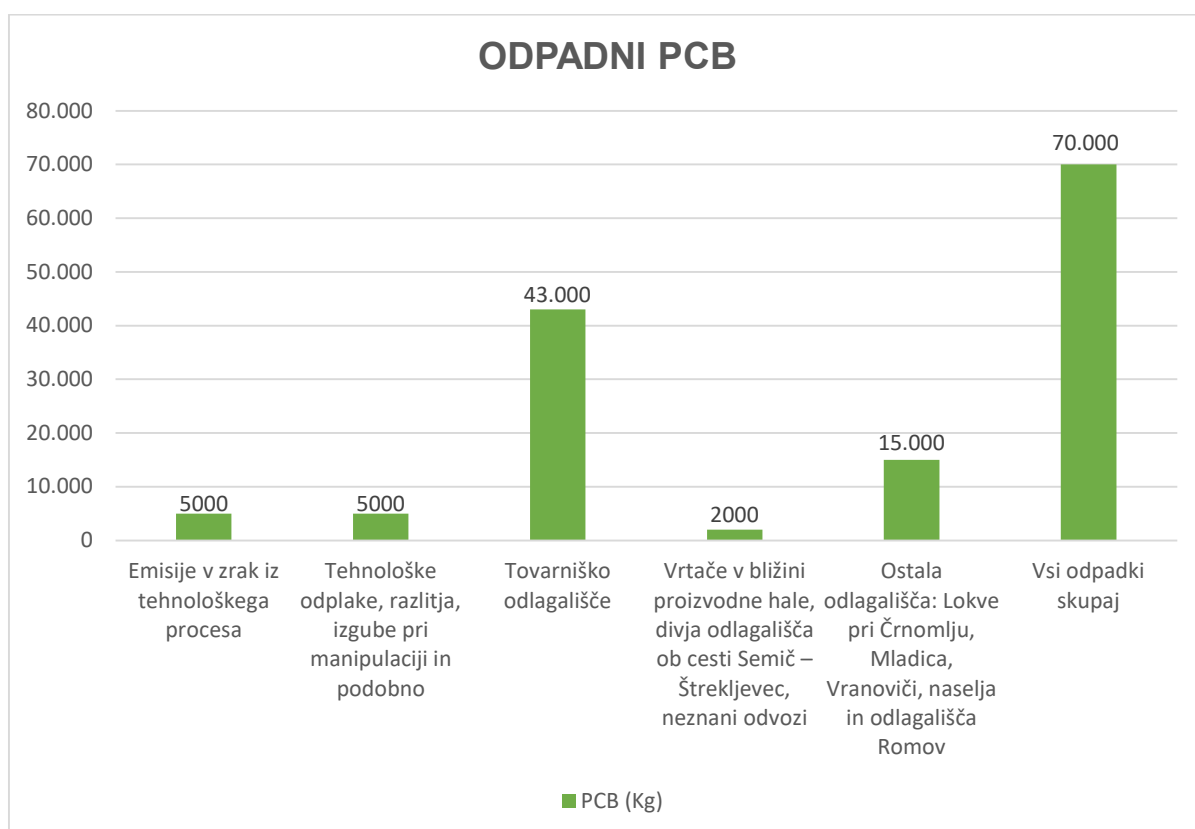
Uporaba PCB med letoma 1962 in 1985 ni bila prepovedana, saj jih takratni odlok o maksimalnih dopustnih koncentracijah nevarnih snovi še ni uvrščal med nevarne snovi. Do leta 1975 je bila uporaba polikloriranih bifenilov vsesplošna in razširjena po svetu, saj so veljali za enega najboljših impregnantov (premazov). V tovarni Iskra Semič so od leta 1962 do leta 1985 uporabili okoli 3700 ton PCB. V letu 1985 je Slovenija dobila pravilnik o varnostnih ukrepih za delo s snovmi, ki vsebujejo PCB, vendar je do takrat po raziskavah in izračunih Poliča (1997) skupna teža odpadnega PCB v okolju že znašala od 70 do 75 ton (Polič, 1997; Plut, 1988).



Slika 6: Tovarna Iskra Semič (rdeča pika) in odlagališče PCB (rumena pika) (Vir: Atlas okolja).

V novejših raziskavah, ki so bile izvedene kasneje, je Lindič - Dragaš (2012) navedla, da naj bi tovarna Iskra okoli 30 ton PCB shranila na odlagališče ob tovarni, okoli 13 ton pa ga je bilo odloženega na divja odlagališča, od koder je preko odpadnih voda z izcejanjem prišel v kraško podzemlje reke Krupe (Lindič, 2012). Preiskovanje onesnaženja je prevzela Republiška sanitarna in vodnogospodarska inšpekcija, ki je 14. 3. 1984 pregledala celotno območje tovarne Iskra Semič. Takratne ugotovitve so pokazale, da tovarna z odpadki ni ravnala pravilno. PCB niso pravilno skladiščili, prevažali ali uporabljali, poleg tega niso ustrezno ravnali z njegovimi odpadki. Kasneje istega leta je inšpekcijska služba izdala prepoved oziroma ureditev odločbe, odgovorne osebe pa so bile prijavljene javnemu tožilcu. Na sodišču je bila leta 1985 izdana oprostilna sodba, vendar je javni tožilec na podlagi novih informacij podal nov obtožni predlog, ki obtožuje Iskro Semič, da je od junija 1981 do maja 1984 odlagala kondenzatorje z vsebnostjo PCB na odlagališča v Vranovičih in Mladinici brez vodnogospodarskega dovoljenja. Delovno organizacijo in predsednika KPO so v Novem mestu spoznali za krive (Plut, 1988).

Spodnji graf prikazuje količine odpadnega PCB v širšem okolju tovarne kondenzatorjev Iskra v Semiču, 1962–1985 (Polič, 1997):



Slika 7: Pregled količin emisij odpadnega PCB v širšem okolju tovarne Iskra (Vir: Polič, 1997).

Največ odpadnega PCB je bilo v tovarniškem odlagališču, in sicer kar 43.000 kg, nato sledijo druga odlagališča, ki so se nahajala v Lokvah pri Črnomlju, Mladici, Vranovičih in v naseljih in odlagališčih Romov, kjer je količina odpadnega PCB znašala 15.000 kg. Po 5000 kg PCB je bilo v tehnoloških odplakah, razlitjih, izgubah pri manipulaciji in pri emisijah v zrak iz tehnološkega procesa. Za okoli 2000 kg odpadnega PCB predvidevajo, da so ga odložili v vrtačah v bližini proizvodne hale, na divja odlagališča ob cesti Semič–Štrekljevec oziroma na neznano lokacijo.

5 OBREMENJENOST BELE KRAJINE S PCB

Obremenjenost Bele krajine s PCB predstavljamo na podlagi pregleda in sinteze pomembnejših virov (Polič, 1997; Perharič in Družina, 2007; Harlander, 2011) ter še posebej »Pregledne ocene stanja obremenitve okolja s PCB v Beli krajini, z njimi povezanimi tveganji za zdravje ljudi, predlogi priporočil in ukrepov za prebivalce Bele krajine in za druge deležnike, povezane s prehrano prebivalcev« (Lapajne in sod., 2012) ter nekaterih poročil in raziskav, ki so bili objavljeni v novejšem času (Jesenovec, 2015; Kirinčič in Blaznik, 2016; Pučko, 2017; Jan, 2020; Rečnik, 2020; Ogrinc in sod., 2020).

Pregledna ocena stanja, ki je naš najpomembnejši vir, vključuje:

- Izdelavo ocene tveganj za ljudi po starostni strukturi na posameznih različno obremenjenih območjih v Beli krajini v povezavi z uživanjem doma pridelanih živil, vključno z ribami, na podlagi obstoječih podatkov o vsebnostih polikloriranih bifenilov.

- Izdelavo predloga priporočil in ukrepov na podlagi izdelane ocene tveganja in znanih podatkov o toksikoloških lastnostih PCB ter vsebnostih v živilih za prebivalce Bele krajine glede uživanja doma pridelanih živil, kot tudi za druge deležnike, med njimi uradni nadzor in lokalno skupnost.

V nadaljevanju povzemamo rezultate različnih poročil po posameznih segmentih okolja oziroma raziskav.

5.1 Vsebnost PCB v okoljskih segmentih

5.1.1 Zrak in prašna usedlina

V Sloveniji in v EU v času izdelave pregledne ocene stanja obremenitve okolja s PCB v Beli krajini ni bilo zakonodaje, s katero bi bile opredeljene imisijske vrednosti PCB za zunanji zrak. Splošna ocena stanja zraka z vidika obremenitev s PCB je v preteklem obdobju pa vse do leta 2012 nepregledna in nepopolna. Kljub temu je na osnovi podatkov za obdobje 1984–1986 ocenjeno, da so (podatek za leto 1991, Perov mlin) vsebnosti presegle vrednosti PCB v zraku, ki so značilne za območja brez posebnih obremenitev okolja in presegle ali pa bile vsaj primerljive z vsebnostmi v zraku na industrijskih območjih. Velja poudariti, da so bile emisije v zrak in posledično transport PCB po zraku ter spiranje tehnoloških površin in onesnaženih tal ključni okoljski procesi, ki so vplivali na dinamiko, način in obseg obremenitev vseh prvin okolja Bele krajine (Lapajne in sod., 2012).

Leta 1991 je bilo odvzetih 10 vzorcev, 5 v zimskem in 5 v poletnem času. Meritve zraka so se izvajale na naslednjih lokacijah: Semič, Krupa (Jurjevčič), Perov mlin (reka Krupa), Črnomelj in Metlika. Izmerjene vsebnosti v poletnem obdobju so bile v povprečju za 70 % nižje v primerjavi z zimskim obdobjem. Oktobra je bila najvišja koncentracija 380 ng (10^{-9} g)/m³ izmerjena v reki Krupi (Perov mlin) in Jurjevčič 140 ng/m³. Novembra istega leta je bila najvišja koncentracija PCB 140 ng/m³ izmerjena v Metliki in pa 110 ng/m³ v Semiču. Na drugih merilnih mestih ni bilo posebnosti.

V obdobju 1984–1986 so najvišje koncentracije PCB v zraku na območju tovarne dosegale od 10 µg (10^{-6} g)/m³ do 40 µg/m³, pri bližnjih stanovanjskih objektih od 100 ng/m³ do 600 ng/m³ in v soteski reke Krupe: na izviru od 300 ng/m³ do 1000 ng/m³, v srednjem toku Krupe 200 ng/m³, na izlivu Krupe v Lahinjo 2000 ng/m³ (Lapajne in sod., 2012). Upoštevaje, da vrednost 10 fg

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

(10^{-15} g) TE/m³ glede na podatke v literaturi predstavlja ozadje, lahko ugotovimo, da so vse izmerjene vrednosti višje od ozadja.

5.1.2 Tla

Za oceno obremenitev tal s PCB so uporabljeni kriteriji opredeljeni z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Uradni list RS, št. 68/96, 41/04 – ZVO-1 in 44/22 – ZVO-2), v kateri so določene mejna, opozorilna in kritična imisijska vrednost (mejna: 0,2 mg/kg; opozorilna: 0,6 mg/kg; kritična: 1,0 mg/kg).

V obdobju od leta 1987 do leta 2011 so analizirali 99 vzorcev tal, največ leta 1991, ko je bilo analiziranih 72 vzorcev tal v različni oddaljenosti od tovarne Iskra Kondenzatorji Semič. V tem letu je bila presežena mejna imisijska vrednost PCB, in sicer je na območju od 100–1000 m od tovarne Iskra Kondenzatorji Semič maksimalna vrednost znašala 1,53 mg/kg, povprečna vrednost pa 0,045 mg/kg; na območju z oddaljenostjo, večjo od 1000 m od tovarne Iskra Kondenzatorji Semič, je maksimalna vrednost znašala 0,269 mg/kg, povprečna pa 0,023 mg/kg (Lapajne in sod., 2012).

5.1.3 Vodni viri

Že več let se spremljajo koncentracije PCB v vodnih vzorcih Krupe in Kolpe, leta 2015 pa je bil izveden tudi monitoring Lahinje. Na merilnem mestu Kolpa Radoviči (Metlika) so bili vzorci za analizo PCB v okviru monitoringa kakovosti vodotokov v obdobju 2006–2015 odvzeti in analizirani v letih 2006, 2013, 2014 in 2015. Na merilnem mestu Lahinja Geršiči je bilo vzorčenje za analizo PCB izvedeno le leta 2015. Mejna vrednost za dobro stanje ni presežena, zato je to merilno mesto glede na vsebnost PCB leta 2015 označeno kot dobro stanje.

Na merilnem mestu reke Krupe Klošter so se analize izvajale vsako leto od leta 2007 naprej, in sicer s frekvenco 4 meritve na leto. Izjema je leto 2015, ko je bilo vzorčenje izvedeno 2-krat. Rezultati kažejo, da je v navedenem obdobju standard kakovosti za dobro ekološko stanje iz Uredbe presežen v letih 2009, 2010, 2012, 2013 in 2015. To pomeni, da je za to merilno mesto v navedenih koledarskih letih določeno zmerno stanje. Najvišja vsebnost (0,021 µg/L) je bila določena leta 2009 (Lapajne in sod., 2012).

5.2 Vsebnosti PCB v živilih rastlinskega in živalskega izvora

5.2.1 Živila rastlinskega izvora

V obdobju 1992–1997 je bila krma rastlinskega izvora (zeleni deli) obremenjena s polikloriranimi bifenili. Vzorčenje krme je potekalo od leta 1992 do leta 2011. Skupno je bilo odvzetih 44 vzorcev krme. Mejna vrednost za rastlinsko krmo je 0,2 mg/kg; prag ukrepanja znaša 10 µg/kg (0,01 mg/kg).

Največje vrednosti PCB so izmerili med letoma 1992 in 1997. V tem obdobju je maksimalna vrednost na območju, ki je bilo oddaljeno več kot 1000 metrov od tovarne, znašala 15 mg/kg (mediana = 0,2 mg/kg), za območje 500–1000 metrov od tovarne je znašala 0,1 mg/kg in za območje do 500 metrov od tovarne 3,2 mg/kg (mediana = 1,2 mg/kg). Leta 2011 prisotnost PCB v krmi rastlinskega izvora ni bila ugotovljena (Lapajne in sod., 2012).

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

Ugotovljene vsebnosti PCB v krmi v obdobju 1992–1997 so bile višje od praga za ukrepanje oziroma višje od mejne vrednosti in so lahko predstavljale vir vnosa PCB v živila živalskega izvora.

Za sadje in vrtnine je bilo skupno odvzetih 67 vzorcev. Raziskave so potekale v letih 1992–2011. Pri sadju za območje do 500 metrov od tovarne je v obdobju 1992–1997 najvišja mediana znašala 2800 ng/kg, najvišja maksimalna vrednost pa 5320 ng/kg. Pri vrtninah za območje do 500 metrov od tovarne (1992–1997) je najvišja mediana znašala 420 ng/kg maksimalna vrednost pa 2380 ng/kg. Rezultati analiz sadja in vrtnin kažejo na prisotnost PCB, vendar so izmerjene vsebnosti nizke in ne presegajo vrednosti praga ukrepanja.

5.2.2 Živila živalskega izvora

K izpostavljenosti splošne populacije PCB v 90 % prispevajo živila in zato so bile tudi raziskave na območju rek Krupe in Lahinje usmerjene predvsem v analizo živil. Onesnaženost živil s PCB je posledica kopičenja izpustov PCB različnega izvora v okolju in posledične akumulacije v prehranski verigi, zlasti v maščobah. Katera živila prispevajo največ k izpostavljenosti prebivalcev, je odvisno od več dejavnikov, zlasti od posameznikovih prehranjevalnih navad (Lapajne in sod., 2012).

Tabela 2: Maksimalno dovoljene koncentracije PCB v živilih (Vir: Polič, 1997).

VZOREC	MAKSIMALNO DOVOLJENE KONCENTRACIJE (mg/kg)
Ribe, školjke	1,5
Mleko in mlečni izdelki (maščobni del)	1,5
Perutnina (maščobni del)	3,0
Meso (maščobni del)	2,0
Jajca	0,3
Otroška hrana	0,2

Leta 2005 so v okviru raziskave »Posledice vpliva PCB na okolje v Beli krajini v letu 2005« odvzeli in analizirali 70 vzorcev doma pridelanih živil. Pri vsakem odvzemu na posameznem odzemnem mestu so odvzeli 10 kurjih jajc, eno polovico očiščene kokoši in 1 liter kravjega mleka. V sklopu monitoringa vsebnosti PCB v živilih so vzorčenje ponovili štirikrat v enakih časovnih razmikih. Na ta način so želeli dobiti povprečni letni vzorec iz opredeljenega področja raziskave.

Vzorčna mesta za odzem izbranih, doma pridelanih živil in rib iz Krupe in Lahinje, so izbrali glede na radialno oddaljenost od centra onesnaženja v vasi Vrtača, kjer je locirana tovarna Iskra Semič, in glede na dejstvo, da na tem področju vse leto prevladujejo zahodni in jugozahodni vetrovi. Tako so vzorčna mesta razdelili na center onesnaženja. Nadomestna mesta za vas Vrtača sta bila Semič (Vajdova ulica) in Anzlova Gora. Izbrali so še dve vasi v prvi liniji onesnaženja (Podreber in Oskoršnica) in dve vasi v drugi liniji onesnaženja (Praprot in Krupa).

Na podlagi meritev vsebnosti PCB so ugotovili, da je pri nekaterih vzorcih iz okolja (jajca, mleko) obremenjenost s PCB celo višja v primerjavi z rezultati analiz iz prejšnjih let. Povprečna vrednost vsote PCB v kurjih jajcih na primerljivem področju je bila 4,5-krat višja leta 2005 kot na primer leta 1992.

ZZV Maribor in ZZV Novo mesto sta leta 2012 podala oceno obremenitve okolja s PCB v Beli krajini in tveganja za zdravje ljudi ter podala ukrepe ter priporočila, ki so povezani s prehrano prebivalcev na območjih, kjer so merili prisotnost PCB v krmi rastlinskega izvora, kravjem mleku in mišičnem tkivu govedu, kokošjih jajcih in mišičnem tkivu perutnine, mišičnem tkivu svinjine in jagnjetine ter v sadju in vrtninah. Meritve so izvajali v letih 2010 in 2011, in sicer v območjih do 500 metrov od tovarne Iskra kondenzatorji, v območju od 500 do 1000 metrov stran od tovarne in v območju nad 1000 metrov od tovarne.

Ugotovili so, da vsebnosti PCB v vseh analiziranih vzorcih (kravje mleko, kokošja jajca, govedina, jagnjetina in svinjina) lahko presegajo mejne vrednosti ob določenih vremenskih pogojih in na posameznih lokacijah. Ugotovitve torej kažejo, da je obremenjenost okolja s PCB v Beli krajini vsekakor večja kot drugod v Sloveniji, za ljudi pa največjo izpostavljenost PCB predstavljajo živila živalskega izvora, kar je odvisno od več različnih dejavnikov (Lapajne in sod., 2012).

Priporočili so tudi omejitve vnosa pridelanih živil na onesnaženem območju:

- od 2 do 4 jajca na teden za odraslo osebo in do 2 jajci na teden za otroke;
- do 2 dcl mleka na dan za odrasle in do 1 dcl mleka na dan za otroke ter
- od 1-krat do 2-krat tedensko uživanje perutninskega mesa brez kože.

Poleg zgoraj naštetega so odsvetovali tudi uživanje perutninskega mesa in jajc iz vasi Krupa, Praprot in Anzlova Gora ter doma pridelanih živil v vaseh ob reki Krupi in opozorili, da v kolikor grede živila v promet, je treba nadzorovati njihovo vsebnost PCB.

Pri oceni tveganja za zdravje ljudi v povezavi s hrano so ugotavljali tudi koncentracije PCB v materinem mleku, saj te koncentracije odražajo izpostavljenost mater PCB med celotnim življenjskim obdobjem: od izpostavljenosti pred rojstvom, preko izpostavljenosti po rojstvu (dojenje), do izpostavljenosti preko preostalega življenjskega obdobja (živila). Koncentracije PCB v materinem mleku so odvisne od številnih faktorjev: od števila predhodno že dojenih otrok, bivalnega okolja, osebnostnih značilnosti (starost, prehranjevalne navade, poklicna izpostavljenost) in toksikokinetičnih faktorjev. Zaradi dojenja so preko materinega mleka tudi otroci izpostavljeni PCB. Njihova izpostavljenost PCB med dojenjem, izražena na kg telesne teže, je od 1-krat do 2-krat večja kot izpostavljenost odraslih, vendar je tovrstna izpostavljenost časovno omejena. Študije dojenčkov so pokazale, da je dojenje kljub prisotnosti PCB v materinem mleku povezano s številnimi pozitivnimi učinki. Zaenkrat raziskave niso potrdile potrebe po spremembi priporočil WHO glede dojenja, kljub prisotnosti PCB v materinem mleku (Lapajne in sod., 2012).

5.2.3 Ribe

Obremenjenost rib s PCB je predstavljena v posebnem poglavju zaradi velike problematike (velike izmerjene vsebnosti). Za oceno obremenitev rib s PCB so uporabljeni kriteriji, določeni z Uredbo Komisije (ES), št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih (Ur. list ES, št. L364/2006 s spremembami), kjer maksimalna dovoljena vrednost PCB za ribe znaša 125 ng/g.

Tabela 3: Vsebnosti PCB v ribah (ng/g) Krupe, Lahinje in Kolpe (ZZV-MB, 2012).

Leto/letno obdobje	Območje	Mediana	Maksimalna	Število podatkov (vzorcev)
1987–1993	Krupa	48.000	177.000	9
1987–1993	Lahinja	2000	77.000	17
1987–1993	Kolpa	1000	5800	19
2010	Krupa	2050	4950	8
2010	Lahinja	350	430	2
2011	Krupa	0,77	2,3	3
2011	Krupa	67	130	3
2011	Krupa	68	130	3
2011	Lahinja	0,2	0,21	3
2011	Lahinja	1,4	1,6	3
2011	Lahinja	1,6	1,8	3

Opombe: Z rdečo barvo so označene vrednosti, ki prekoračujejo maksimalno dovoljeno vrednost (125 ng/g).

Na osnovi rezultatov analiz rib iz rek Krupe in Lahinje je bilo ocenjeno, da so bile v devetdesetih letih 20. stoletja ribe zelo onesnažene s PCB. Tudi v obdobju 2010–2011 so vsebnosti PCB presegale mejne vrednosti. Skupaj je bilo od leta 1987 do leta 2011 vzeti 73 vzorcev. Največ prekoračitev je bilo v letih od 1987 do 2010 v obeh rekah in kasneje še leta 2011 v reki Krupi. Ocenili so, da uživanje rib iz reke Krupe predstavlja tveganje za zdravje ljudi, saj je bila mejna vrednost 125 ng/g močno presežena. Največja vrednosti je bila izmerjena v letih 1987–1993, ko je maksimalna vrednost znašala kar 177.000 ng/g (več kot 1000-krat prekoračena dovoljena vsebnost), srednja vrednost pa 48.000 ng/g (več kot 300-krat prekoračena dovoljena vsebnost). Kasneje (2010, 2011) so se izmerjene vsebnosti PCB sicer zmanjšale, vendar so bile še vedno visoke: leta 2010 je maksimalna vrednost v reki Krupi znašala 4950 ng/g, v reki Lahinji pa 430 ng/g. Leta 2011 so odvzeli še 18 vzorcev, in sicer 9 vzorcev rib v reki Krupi in 9 v reki Lahinji. Maksimalna vrednost PCB v reki Krupi je znašala 130 ng/g, kar še zmeraj presega mejno vrednost, medtem ko so se vsebnosti v ribah iz reke Lahinje zmanjšale in niso presegale mejne vrednosti. Srednje vrednosti so znašale od 0,21 ng/g do 1,8 ng/g.

Treba je poudariti, da so izmerjene vsebnosti PCB v ribah odvisne od vrste rib ter tudi od teže in starosti. Zato obstaja možnost, da lahko izmerjene vsebnosti PCB v ribah iz reke Lahinje presegajo mejne vrednosti ali vrednosti pragov ukrepanja ter s tem predstavljajo tveganje za zdravje ljudi. Vsebnosti PCB v ribah, ki se lovijo kot športni lov, ne predstavljajo tveganje za zdravje ljudi (Lapajne in sod., 2012).

Leta 2012 oziroma 2013 je bila opravljena raziskava »Biomonitoring sladkovodnih rib iz prostega ulova s presojo tveganja za zdravje ljudi« (Kirinčič in Blaznik, 2016). Analize je izvedel Zavod za ribištvo Slovenije (Kirinčič in Blaznik, 2016).

Pri ocenjevanju obremenjenosti rib s PCB in primerjavah je treba upoštevati, da na koncentracijo PCB v ribah vpliva starost ribe, teža ribe, vrsta ribe (npr. način prehranjevanja), voda, iz katere je odvzeta, in čas odvzema (čas v letu).

Ribe so bile vzorčene v Kolpi, Lahinji in Krupi. Vsebnosti PCB, izražene kot vsota šestih PCB, so prikazane v spodnji tabeli.

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

Tabela 4: Vsota PCB ICES-6 (ug/kg) v prostoživečih sladkovodnih ribah v rekah Kolpa, Lahinja in Krupa (Vir: Kirinčič in Blaznik, 2016).

Reka	Mesto vzorčenja	Leto vzorčenja	Vrsta ribe	Vsota PCB ICES-6 z območji MN* (ug/kg mokre teže)
Kolpa	Radoviči (Metlika)	2013	Klen	1747 (874–2621)**
Lahinja	Geršiči	2013	Klen	427 (214–641)
Krupa	Klošter	2013	Potočna postrv	8620 (4310–12.930)

Opombe: *MN pomeni merilna negotovost.

**Mejna vrednost (MV) iz Uredbe (ES) št. 1881/2006 (8) za vsoto PCB ICES-6 (mokra teža) znaša 125 ug/kg. Izmerjene vrednosti, ki so prekoračevale MV, so obarvane rdeče.

Iz tabele je razvidno, da vsote prisotnih PCB v ribah iz prostega ulova iz Kolpe, Lahinje in Krupe presegajo zakonsko mejno vrednost, zato naštetih vzorci niso varni za zdravje ljudi (Kirinčič in Blaznik, 2016).

Na podlagi analiziranih podatkov so zaradi ugotovljenih prekomernih vsebnosti PCB odsvetovali uživanje dolgoživečih sladkovodnih rib iz prostega ulova na območju Lahinje pri Geršičih in Krupe pri Kloštru. Pri tem so tudi opozorili, da podatki ne omogočajo ocene varnosti za ribe, ki živijo izven omenjenih merilnih mest. Poleg tega so poudarili, da imajo nekatere ribe velik življenjski prostor in lahko zato nekatere, ki so bolj obremenjene s PCB, živijo tudi v vodotokih izven omenjenih odsekov. Predlagali so izvajanje trajnostnih ukrepov za zmanjševanje onesnaženosti in intenzivnejše spremljanje kritičnih onesnaževal v omenjenih rekah po vsem toku v različnih obdobjih (Kirinčič in Blaznik, 2016).

5.3 Raziskave vpliva PCB na zdravje ljudi v Beli krajini

5.3.1 Raziskava o vplivu PCB na zdravje zob

Vplive izpostavljenosti PCB na zdravje zob pri otrocih je raziskala Janova (2012). Ugotovila je značilne razlike v koncentraciji PCB v dentinu zob pri otrocih, kar je razvidno iz spodnje tabele. Dentin je dober bioindikator za ugotavljanje srednje vrednosti dolgotrajne izpostavljenosti PCB.

V zaključku raziskave je zapisala, da so PCB vzročni dejavnik pri nastanku razvojnih okvar sklenine stalnih zob. Zaključila je, da rezultati kažejo, da izpostavljenost PCB vpliva na povišano prevalenco otrok z vsaj enim prizadetim stalnim zobom in povišano prevalenco prizadetih stalnih zob. Rezultati te naloge ne potrjujejo domneve, da so PCB vzročni dejavnik za nastanek razvojnih okvar sklenine mlečnih zob (Lapajne in sod., 2012).

Na neobremenjenem področju je vsebnost PCB v dentinu znašala 7 ng/g, medtem ko na obremenjenem področju 38 ng/g (Jan, J., 2012).

Leta 2007 so bili objavljeni rezultati raziskave, ki je bila izvedena na Slovaškem. Med seboj so primerjali količino PCB v dentinu mlečnih in stalnih zob pri otrocih, ki so od rojstva živeli na obremenjenem in neobremenjenem območju s PCB. V eksperimentalni skupini je bilo 209 otrok, v kontrolni pa 224. Otroci v obeh skupinah so bili stari od 8 do 9 let. Ugotovili so, da so napake sklenine tako mlečnih kot stalnih zob posledica vpliva dejavnika iz okolja, v katerem živijo. Razloge za napake na zobni sklenini so pripisali prehrani. Ker so manjši delež poškodb našli na mlečnih zobeh, so sklepali, da je izpostavljenost PCB preko placente v času nosečnosti in kasneje preko dojenja manjša v primerjavi s časom, ko so se otroci že prehranjevali sami. Zato je bila sklenina stalnih zob bolj poškodovana. Zaključili so z ugotovitvijo, da PCB znatno prispevajo k nastanku nepravilnega razvoja zobne sklenine stalnih zob pri otrocih (Jan in Vrbič, 2000).

5.3.2 Študija o pojavnosti raka

Že leta 1987 je Mednarodna agencija za raziskovanje raka uvrstila PCB v skupino dejavnikov, ki so dokazano rakotvorni za živali in zelo verjetno tudi za človeka. Izpostavljenost PCB naj bi povečala tveganje za jetrnega raka ter raka žolčnika in žolčevodov.

Raziskava je bila izdelana na podlagi rutinsko zbranih podatkov iz podatkovne zbirke Registra raka Republike Slovenije in drugih državnih podatkovnih virov. Informacijo o različnih stopnjah onesnaženosti okolja s PCB v Beli krajini je za potrebe študije priskrbel ZZV Novo mesto. Vsa Bela krajina je bila razdeljena na del, ki je (bil) najbolj onesnažen, na mejno onesnažen del ter na neonesnažen del. Analiza je bila opravljena za 46-letno obdobje (1962–2007) za vse rake skupaj, za posamezne najpogostejše lokacije rakov ter za vse rake, katerih nastanek je lahko povezan z izpostavljenostjo PCB. V prvem delu raziskave so primerjali tveganje za raka v statistični regiji Jugovzhodna Slovenija s tveganjem v celotni Sloveniji. Za ugotavljanje morebitnih presežkov raka med prebivalci Bele krajine so tveganje v celotni jugovzhodni Sloveniji primerjali s tveganjem v dveh belokranjskih upravnih enotah Črnomelj in Metlika. V tretjem delu analize so primerjali tveganje za raka znotraj Bele krajine in ugotavljali morebitne presežke na območjih, ki so (bila) onesnažena s PCB (Zadnik in sod., 2011).

Prišli so do naslednjih ugotovitev:

- Tveganje za raka prebivalcev Bele krajine (upravni enoti Črnomelj in Metlika) je ves čas opazovanja v primerjavi s tveganjem prebivalcev celotne JV Slovenije podpovprečno.
- Najpogostejši raki, za katerimi zbolevalo prebivalci slovenske jugovzhodne regije in območja Bele krajine, so nemelanomski kožni rak, pljučni rak, rak dojke, prostate, debelega črevesa, danke ter raki glave in vratu. Seznam najpogostejših rakov in vrstni red je sicer povsem primerljiv s tistim v celotni Sloveniji.
- Znotraj Bele krajine so se v posameznih območjih nakazovali presežki tveganja za nekatere najpogostejše rake (npr. presežki rakov glave in vratu v naseljih SV od Metlike). Območja večjih tveganj se niso v nobenem primeru ujemala z mejami območij glede na onesnaženost s PCB. Menijo, da so razlike v pojavljanju najpogostejših rakov znotraj Bele krajine minimalne in naključne.

V raziskavi so posebno pozornost namenili rakom, katerih nastanek je lahko povezan z izpostavljenostjo PCB. Poleg že naštetih najpogostejših rakov so tako analizirali še jetrnega raka, raka žolčnika in žolčevodov, raka trebušne slinavke in NeHodgkinove limfome. Incidenca raka žolčnika in žolčevodov ter raka trebušne slinavke je bila tako v celotni državi kakor v Beli krajini v JV Sloveniji vseh 46 let opazovanja relativno stabilna. Nasprotno incidenca NeHodgkinovih limfomov povsod strmo raste. Veča se tudi incidenca jetrnega raka. Zanimiva je ugotovitev, da incidenca jetrnega raka v JV Sloveniji raste precej hitreje kot drugje v državi.

Med raki, katerih nastanek je lahko povezan z izpostavljenostjo PCB, opažajo v JV Sloveniji v primerjavi z ostalo Slovenijo v zadnjih 25 letih značilno večje tveganje za jetrnega raka pri moških. Ugotovili so, da v Beli krajini ni mogoče izpostaviti območij, kjer bi imeli prebivalci večje tveganje za jetrnega raka, raka trebušne slinavke ali NeHodgkinovih limfomov. Prav tako pri teh rakih v Beli krajini niso ugotovili povezave z onesnaženostjo s PCB. Nasprotno pa je analiza pokazala, da so imeli prebivalci območij, ki so bila opredeljena kot onesnažena s PCB, večje tveganje za razvoj raka žolčnika in žolčevodov. Ženske, ki so živele v območju, ki je onesnaženo s PCB, so imele v primerjavi z belokranjskim povprečjem takrat 4- ali 3-krat večje tveganje za razvoj raka žolčnika in žolčevodov. Ker je tveganje prebivalk onesnaženega področja v zadnjih desetih letih padlo pod belokranjsko povprečje, lahko s precej veliko zanesljivostjo predvidevamo, da je presežek zbolelih že dosegel vrh in tako v naslednjih letih v Beli krajini novih primerov rakov žolčnika in žolčevodov, ki bi bili posledica izpostavljenosti PCB v bivalnem okolju, ni pričakovati (Zadnik in sod., 2011).

6 SANACIJA ONESNAŽENJA

Novembra 1984 je Izvršni svet RS imenoval posebno komisijo za koordinacijo strokovnega dela pri reševanju onesnaženosti reke Krupe. Njene glavne naloge so bile:

- Izdelati začasna navodila z izdelki, ki vsebujejo PCB.
- Stalen inšpekcijski nadzor tovarne Iskra Semič in kontroliranje izvajanja ukrepov o prepovedi uporabe vode iz reke Krupe.
- Sanacija odlagališč odpadnih kondenzatorjev.
- Nadzor nad uživanjem prehrabnih artiklov.
- Meritve onesnaženosti zraka, vode, zemljine in bioloških vzorcev.
- Spremljanje zdravstvenega stanja delavcev Iskre in prebivalcev.
- Prepoved uporabe vode iz reke Krupe za pitje, napajanje, ribolov in kopanje.
- Dokončna izgradnja vodovoda.
- Izgradnja skladišča posebnih odpadkov, onesnaženih s PCB (Polič, 1997).

Avgusta 1985 so bili na sežig v Francijo odpeljani zadnji odpadki, ki so vsebovali PCB. Po 1. februarju 1985 je Iskra Semič nadaljevala proizvodnjo kondenzatorjev z uporabo nekloriranih impregnantov.

Maja leta 1986 je Iskra začela graditi posebno betonsko vodotesno pokrito skladišče, imenovano triprekadni zabetonirani objekt brez vhoda in izhoda, kamor so odložili vso onesnaženo zemljo, označeno kot »nečisto« (vsebnost PCB: 10 mg PCB/kg). Izkopali so okoli 18.000 m³ kontaminirane zemljine, od katere je bilo 7000 m³ označene z oznako »nečisto« in je bila posledično odložena v skladišče. Po ocenah je v skladišču od 30 do 40 ton odpadnega PCB, ki je bil fizično odstranjen z vseh evidentiranih odlagališč (Polič, 1997).



Slika 8: Skladišče odpadnega PCB (Vir: Val 202, 2020).

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

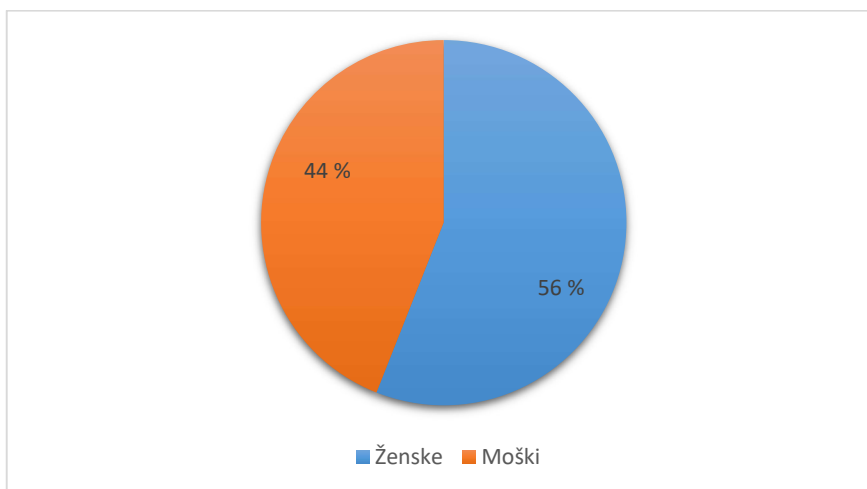
Objekt imenujejo »sarkofag«, v njem pa po pripovedovanju zaposlenih ni le vsa kontaminirana zemljina, temveč tudi veliko odpadnih kondenzatorjev s PCB, razne krpice in različni pripomočki, na katerih so sledi PCB. Sarkofag ima tudi kontrolni jašek, kjer pooblaščenim zaposlenim vsak mesec preverja gladino vode v skladu s Poslovnikom za obratovanje in vzdrževanje zbirnega jaška meteorne vode izpod skladišča posebnih odpadkov »SPO 86«. Nivo vode se meri enkrat mesečno, evidenco vodijo v obratovalnem dnevniku. Če bi se nivo vode v določenem mesecu zelo dvignil, bi to lahko pomenilo grožnjo za izliv vode, ki bi lahko vsebovala PCB. Leta 2015 so izvedli vzorčenje odpadne vode, ki ga je izvedel NLZOH, ki izvede prečiščevanje z aktivnim ogljem, na podlagi katerega potem razišče nadaljnje ravnanje z odpadno vodo. Vzorec vode je bil brez barve, z neizrazitim vonjem, tekočina pa je bila bistra. Vsebnost PCB je znašala 0,0005 mg/l, kar je pod mejo dovoljenega PCB za izpust v kanalizacijo, ki znaša 0,001 mg/l (Rečnik, 2020; Polič, 1997).

7 ANKETA

V okviru diplomskega dela sem opravila spletno anketo, v kateri sta sodelovala 102 udeleženca. Izvajala se je od aprila do junija 2023. Ciljna skupina so bili prebivalci Semiča. Z anketo sem želela izvedeti, koliko je problematika po toliko letih še aktualna in koliko so prebivalci Semiča ozaveščeni o tem okoljskem problemu. V nadaljevanju predstavljam odgovore anketirancev in rezultate ankete po posameznih vprašanjih.

7.1 Osnovni podatki o anketirancih

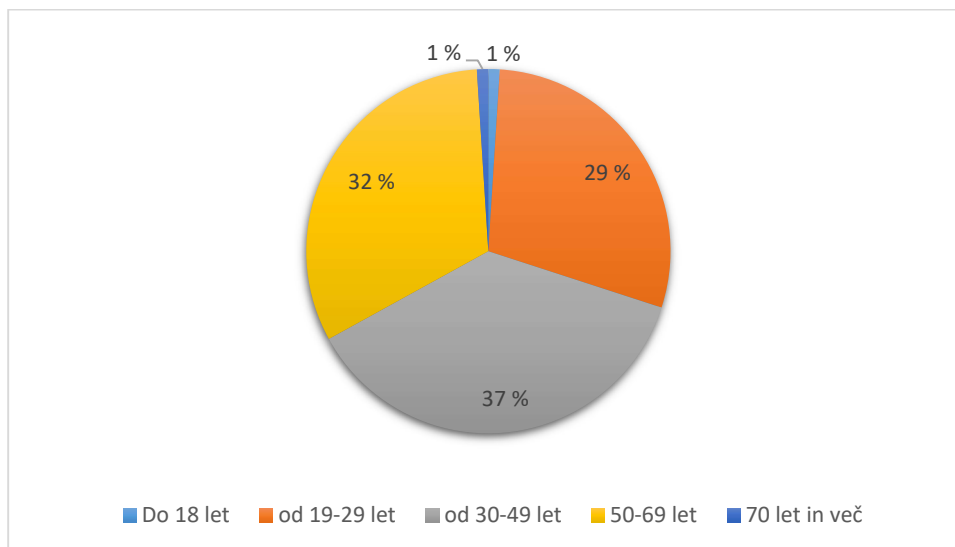
Spol anketirancev



Slika 9: Spol anketirancev.

Od vseh anketirancev, ki so sodelovali v anketi, jih je bilo 45 moškega spola (44 %) in 57 ženskega (56 %).

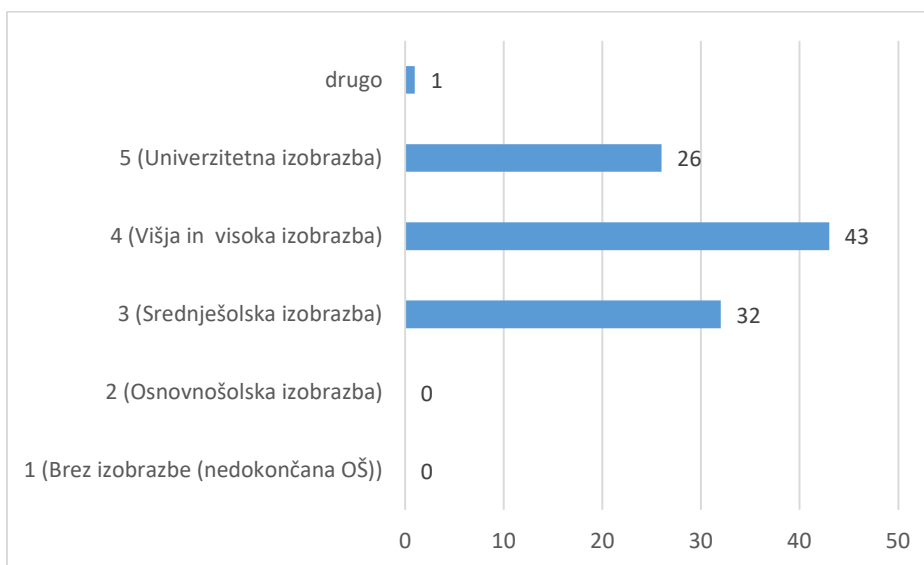
Starost anketirancev



Slika 10: Starost anketirancev.

Največji delež anketirancev je spadal v starostno skupino od 30 do 49 let (37 %), sledi od 50 do 69 let (32 %), nato od 19 do 29 let (29 %); po 1 % predstavljajo anketiranci do 18 let in 70 ali več let. Starost anketirancev je primerna, saj je bil velik delež anketirancev starih med 30 in 69, to pa je skupina, ki bi jo lahko zanimala problematika onesnaženosti s PCB.

Stopnja izobrazbe

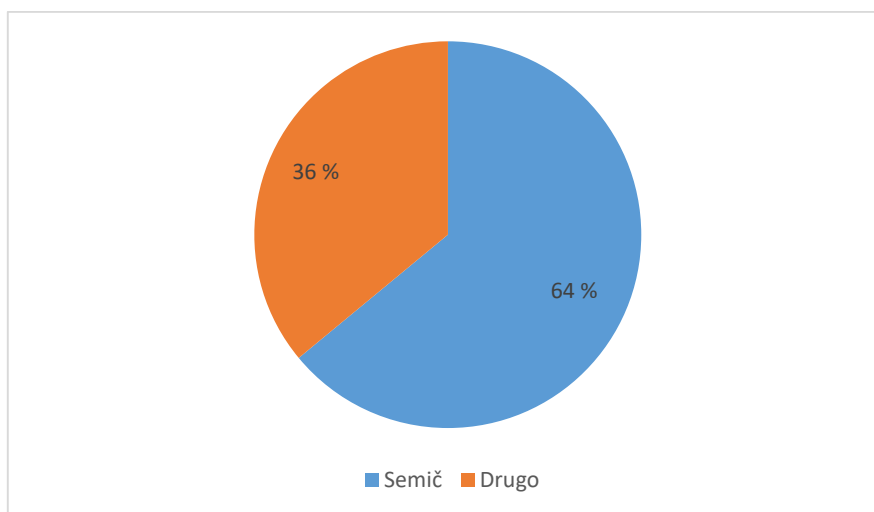


Slika 11: Stopnja izobrazbe anketirancev.

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

Med anketiranci jih ima 43 (42 %) višjo ali visoko izobrazbo (6/1 in 6/2), 32 jih ima srednješolsko izobrazbo (31 %), 26 univerzitetno, torej 7. stopnjo (26 %), in eden, ki je bil zapisan pod »drugo« ima magisterij (1 %).

Kraj bivanja

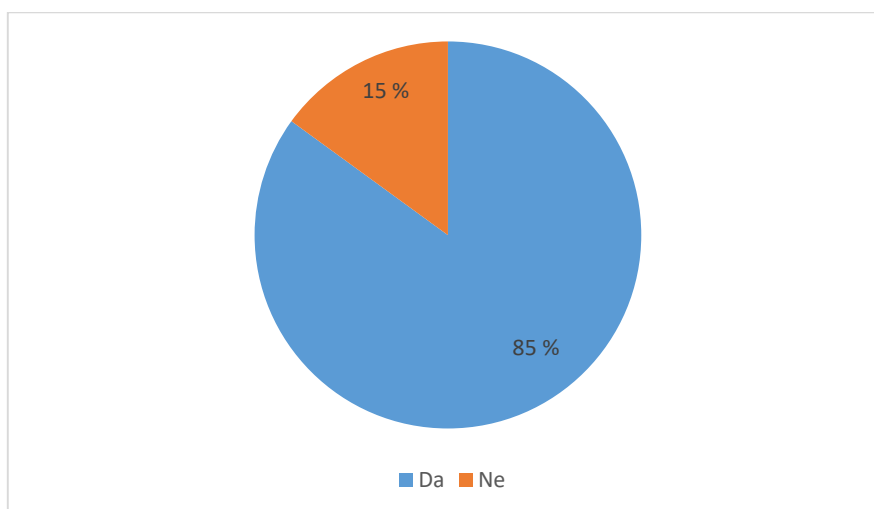


Slika 12: Kraj bivanja anketirancev.

Največji delež anketirancev (64 %) so predstavljali prebivalci Semiča (65 anketirancev), drugo možnost pa je izbralo 37 anketirancev (36 %). Ti so morali v nadaljevanju zapisati, iz katerega okoliškega kraja prihajajo. Vpisali so naslednje okoliške kraje: Metlika, Črnomelj, Vinica, Mirna in Ajdovščina. Glede na to, da so bili moja ciljna skupina ravno prebivalci Semiča, sem bila nad rezultatom pozitivno presenečena.

7.2 Poznavanje PCB s strani anketirancev

Ali veste, kaj so PCB (poliklorirani bifenili)?



Slika 13: Odgovor na vprašanje, ali vedo, kaj so poliklorirani bifenili.

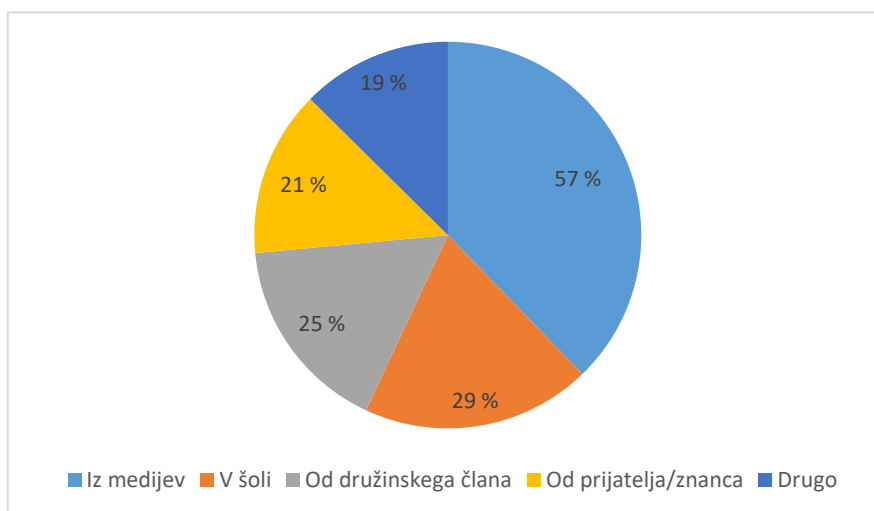
Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

Na vprašanje, ali vedo, kaj so PCB (poliklorirani bifenili), je pritrdilno odgovorilo 86 anketirancev (85 %), 16 jih je odgovorilo z ne (15 %), kar pomeni, da je ozaveščenost o problematiki s PCB še vedno dobra. Spodnja tabela prikazuje, da je od vseh anketirancev, ki so na vprašanje odgovorili pritrdilno, kar 60 od 65/66 prebivalcev Semiča, ki so bili moja ciljna skupina.

Tabela 5: Kraj bivanja v odvisnosti od odgovorov na vprašanje, ali anketiranci vedo, kaj so poliklorirani bifenili.

Kraj bivanja	Ali veste, kaj so PCB (poliklorirani bifenili)?			
	Možni odgovori	DA	NE	SKUPAJ
SEMIČ		60 (91 %)	6 (9 %)	66 (100 %)
DRUGO		26 (72 %)	10 (28 %)	36 (100 %)
SKUPAJ		86 (85 %)	15 (15 %)	102 (100 %)

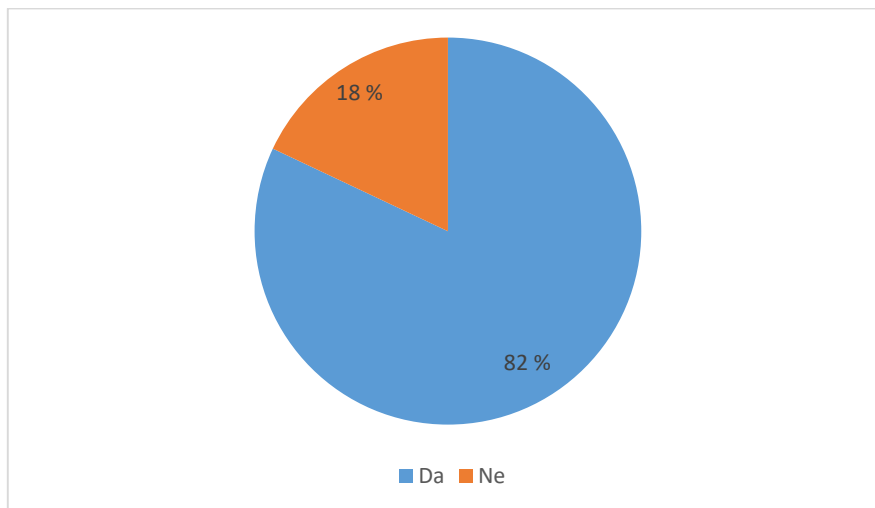
Kje ste izvedeli za PCB?



Slika 14: Odgovor na vprašanje, kje so izvedeli za PCB.

Pri vprašanju, kje so izvedeli za PCB, je bilo možnih več odgovorov. Največ anketirancev (58) je odgovorilo, da so za PCB izvedeli v medijih (57 %), 30 v šoli (29 %), 26 od družinskega člana (25 %), 21 od prijatelja/znanca (21 %), 19 pa jih je izbralo drugo možnost (19 %). Pod »drugo« so nekateri navedli, da se spomnijo tistega časa, da so živeli v okoliški vasi in so bili zato določeni prebivalci tudi testirani na UKC Ljubljana, štirje pa so napisali, da so bili tam celo zaposleni.

Ali veste, da je bila v Sloveniji okoljska problematika povezana z uporabo PCB najbolj pereča prav v Beli krajini oziroma v Semiču in da so še danes v nekaterih živilih (ribe, jajca ...) povečane vsebnosti PCB?

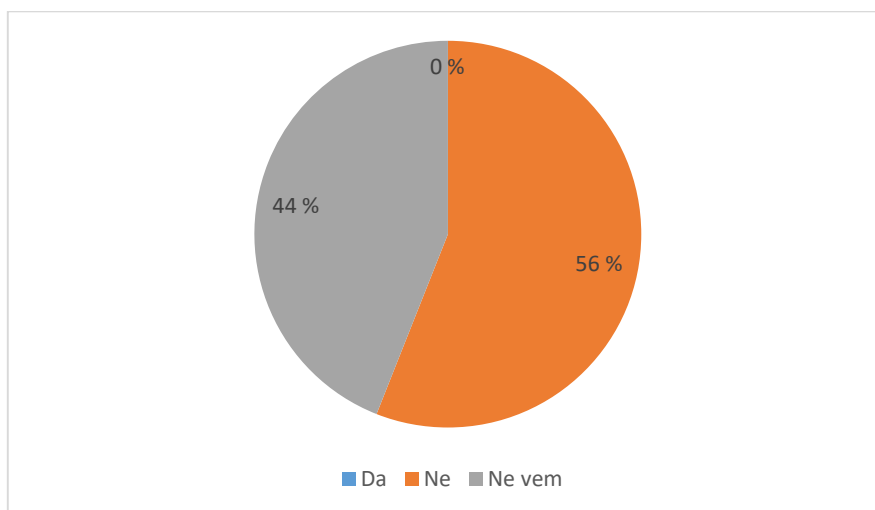


Slika 15: Zavedanje anketirancev o okoljski problematiki in povečanih vsebnostih PCB.

Na vprašanje, ali vedo, da je problematika PCB najbolj pereča v Beli krajini, je 84 anketirancev odgovorilo z da (82 %) in 18 z ne (18 %). Rezultat ankete prikazuje, da so tamkajšnji prebivalci in prebivalci okoliških vasi dobro ozaveščeni o onesnaženju s PCB, ki se je odkrilo leta 1983 v Semiču. Prav tako so spremljali izvedene monitoringe in navodila glede povečanih vsebnosti PCB v tamkajšnjih živilih, predvsem ribah.

7.3 Zdravstvene težave anketirancev, povezane s PCB

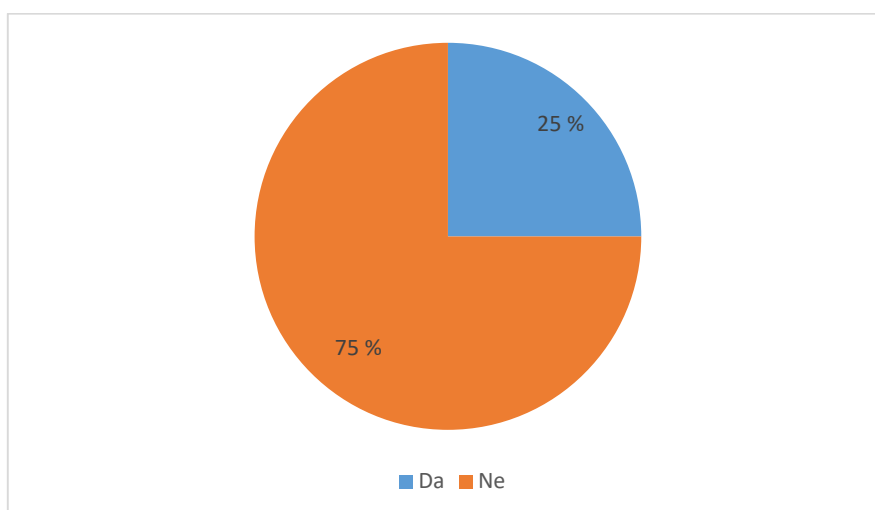
Ali ste imeli v preteklosti kdaj zdravstvene težave zaradi PCB?



Slika 16: Zdravstvene težave anketirancev zaradi polikloriranih bifenilov.

Največ anketirancev (57) je odgovorilo z ne (56 %), pritrdilno ni odgovoril nihče (0 %), 45 pa jih je izbralo možnost ne vem (44 %). Razlog, zakaj je 45 anketirancev izbralo možnost »ne vem« namesto »ne«, je verjetno v tem, da se veliko ljudi takrat ni testiralo, mogoče se jim niti ni zdelo verjetno, da bi lahko onesnaženje vplivalo na njihovo zdravje ali da je lahko ravno PCB razlog bolezni.

Ali poznate koga, ki je imel zdravstvene težave zaradi PCB?



Slika 17: Odgovor na vprašanje, ali poznajo koga z zdravstvenimi težavami zaradi PCB.

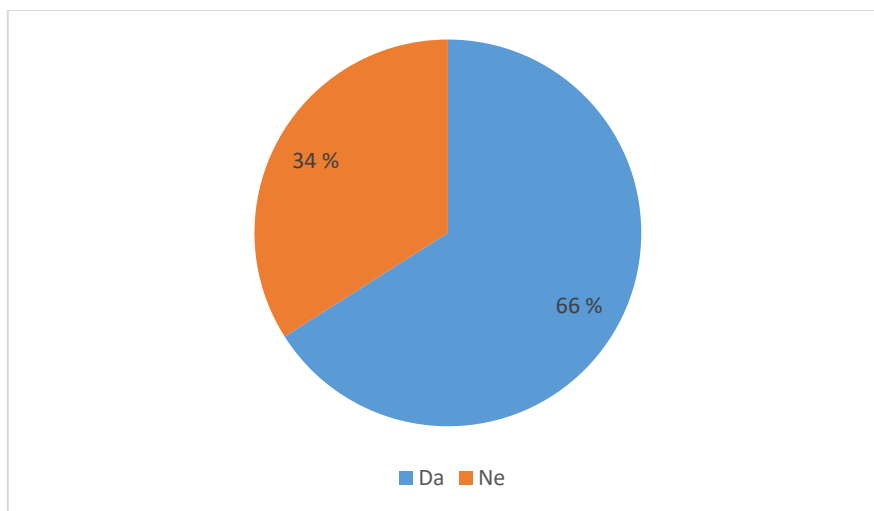
Na vprašanje, ali poznajo koga, ki je imel zdravstvene težave zaradi PCB, je 76 anketirancev izbralo možnost ne (75 %), 26 pa jih je odgovorilo pritrdilno (25 %). Delež ljudi, ki je na vprašanje odgovorilo z da je večji, kot sem pričakovala. Na podlagi tega lahko vidimo, da so

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

PCB in onesnaženje s PCB dejansko vplivali na zdravstveno stanje ljudi ter da celotna stvar ni bila tako nedolžna, kakor se je marsikomu sprva zdela, zato niso bolje ukrepali.

7.4 Mnenje anketirancev o sanacijskem programu

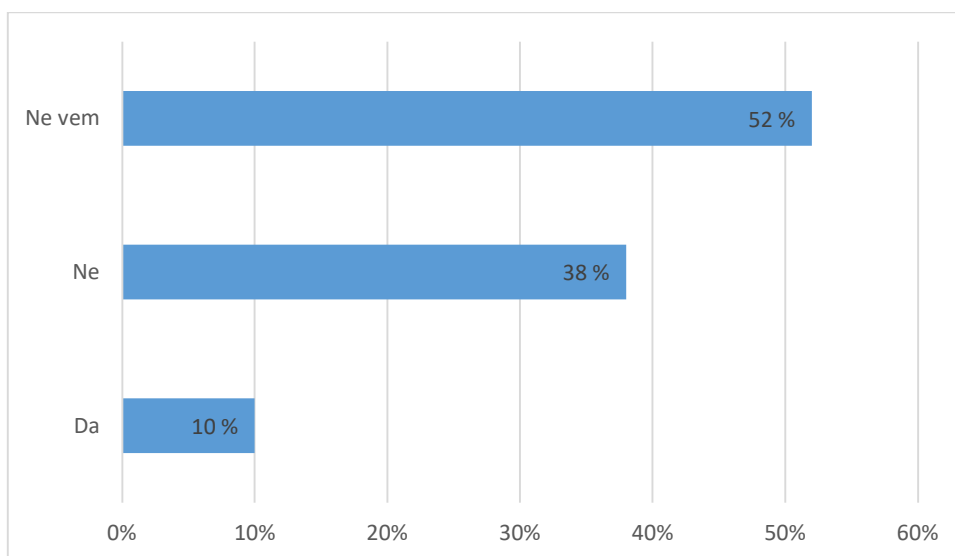
V obdobju po koncu uporabe PCB so bile z namenom okoljske sanacije območja narejene številne raziskave in izvedeni ukrepi. Ali ste z njimi seznanjeni?



Slika 18: Seznanjenost anketirancev z izvedenimi ukrepi in okoljsko sanacijo območja.

Na vprašanje, ali so seznanjeni z okoljskimi sanacijami in izvedenimi ukrepi, je 67 anketirancev (66 %) označilo, da so seznanjeni z izvedenimi ukrepi in sanacijami, 35 pa jih je odgovorilo z ne (34 %). Ozaveščenost glede okoljskih sanacij, raziskav in izvedenih ukrepov je zadovoljiva, saj je večina anketirancev odgovorila, da so z njimi bili seznanjeni.

Ali so bili po vašem mnenju sanacijski ukrepi uspešni?



Slika 19: Mnenje anketirancev glede uspešnosti sanacijskih ukrepov.

Največ anketirancev (53) je izbralo možnost ne vem (52 %), 39 udeležencev meni, da sanacijski ukrepi niso bili uspešni (38 %), in 10, da so po njihovem mnenju bili uspešni (10 %). Če so označili možnost »ne«, so morali to tudi argumentirati. Večina anketirancev je zapisala, da je PCB še vedno prisoten v reki Krupi in v tamkajšnjih ribah; navedli so tudi, da sanacija po njihovem mnenju ni bila pravilno izvedena; da se problematika ni razrešila do konca, kot bi se morala; posledice naj bi bile vidne še danes in problemi naj bi bili še vedno isti. Zapisali so tudi, da država ni naredila ničesar, da bi rešila stara okoljska bremena, kar naj bi bila izključno njena naloga, in da država ni dala sredstev za sanacijo. Eden izmed anketirancev je zapisal, da so na območju podjetja Iskra v Semiču v tako imenovanem sarkofagu še vedno shranjene velike količine PCB, ki počasi, a vztrajno pronicajo v podtalnico, ter da so še vedno zaznane povečane količine PCB. Pravi tudi, da tamkajšnja voda še vedno ni primerna za pripravo pitne vode.

8 SKLEP

Namen diplomskega dela je bil predstaviti problematiko onesnaženja Bele krajine s PCB (polikloriranimi bifenili). Osredotočila sem se na vzroke, posledice, izvedene monitoringe in ukrepe za izboljšanje. Zanimalo me je, kakšne so posledice te malomarnosti na okolje in ali so se odgovorni ustrezno lotili sanacije. Na začetku diplomskega dela so bile postavljene tri hipoteze.

H1: Reki Krupa in Lahinja nista primerni kot ribolovni vodi.

Hipotezo lahko potrdim, saj sem s pregledom raziskav, kjer so spremljali vsebnost PCB v ribah reke Lahinje in reke Krupe, ugotovila, da so vrednosti presegle dovoljeno mejno vrednost (125 ng/g). Ocenili so, da uživanje rib iz reke Krupe predstavlja tveganje za zdravje ljudi. Najbolj so bile mejne vrednosti preseže v letih 1987–1993, ko je maksimalna vrednost znašala kar 177.000 ng/g, srednja vrednost pa 48.000 ng/g. Z leti so se izmerjene vsebnosti PCB začele zmanjševati, vendar rezultati iz leta 2013 kažejo, da ribe iz Krupe in Lahinje še vedno niso primerne za prehranjevanje.

H2: Prebivalci so še vedno izpostavljeni PCB preko prehranske verige živil živalskega izvora.

Leta 2012 so s pregledno oceno stanja obremenitve okolja s PCB ugotovili, da je v doma pridelanih živilih, vključno z ribami, še vedno prisoten PCB, zato so njihovo uživanje odsvetovali v vaseh Krupa, Praprot in Anzlova Gora. Najvišje vsebnosti PCB so bile ugotovljene v živilih živalskega izvora z visokim deležem maščobe; to so npr. jetra, živalske maščobe (loj, slanina), meso, ribe, mleko in jajca.

H3: Prebivalci Semiča so premalo ozaveščeni o problematiki PCB v njihovem okolju.

V okviru diplomskega dela sem izvedla anketo, katere ciljna skupina so bili prebivalci Semiča. Izkazalo se je, da so prebivalci dobro ozaveščeni o problematiki s PCB, čeprav se je okoljska nesreča zgodila pred 30 leti. Kar 85 % vseh anketiranih je potrdilo, da vedo kaj so PCB, in kar 82 % meni, da so vrednosti PCB še danes povečane in prisotne v reki Krupi in v tamkajšnjih ribah ter drugih živilih. Te hipoteze zato nisem potrdila.

9 POVZETEK

Diplomsko delo analizira problematiko onesnaženja Bele krajine s PCB in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča. Onesnaženje je posledica nepremišljenega in nepravilnega odlaganja odpadkov proizvodnje kondenzatorjev v podjetju Iskra Semič, ki je bilo prvič zaznано leta 1983, ko so v reki Lahinji in Krupi izmerili visoke koncentracije polikloriranih bifenilov. Osredotočila sem se na vzroke, posledice, izvedene monitoringe in ukrepe za izboljšanje. Zanimalo me je, kakšne posledice je to pustilo v okolju in ali je bila izvedena ustrežna sanacija. Cilji diplomskega dela so bili naslednji: predstaviti značilnosti PCB in njihov vpliv na okolje ter zdravje ljudi; analizirati problematiko onesnaženja s PCB na območju Bele krajine; proučiti izvedene monitoringe na tem območju od leta 1983 do danes; predstaviti ukrepe za izboljšanje stanja ter med prebivalci Semiča izvesti anketo o poznavanju problematike in posledic. V diplomskem delu sem preverjala naslednje hipoteze: reki Krupa in Lahinja nista primerni kot ribolovni vodi; prebivalci so še vedno izpostavljeni PCB preko prehranske verige živil živalskega izvora; prebivalci Semiča so premalo ozaveščeni o problematiki PCB v njihovem okolju. Prvi dve hipotezi sem potrdila, zadnjo pa ovrgla, saj so rezultati ankete pokazali, da so prebivalci Semiča dobro ozaveščeni o problematiki.

V teoretičnem delu diplomskega dela sem z opisno metodo in metodo analize ter sinteze pregledala in analizirala relevantne vire, ki se nanašajo na problematiko PCB na območju Bele krajine in širše. Osredotočila sem se na opravljene monitoringe in sintezno prikazala stanje okolja. Hkrati sem opravila spletno anketo, v kateri sta sodelovala 102 udeležencev, izvajala se je od aprila do junija 2023. Ciljna skupina so bili prebivalci Semiča. Z anketo sem želela izvedeti, koliko je problematika po toliko letih zanje še aktualna in koliko so prebivalci Semiča ozaveščeni o tem okoljskem problemu.

Za določitev obremenjenosti okolja na območju Bele krajine s PCB je bilo izvedenih več monitoringov, kjer so izmerili vsebnost PCB v Krupi in Lahinji, v ribah iz omenjenih rek, v krmi, v zraku in v prašni usedlini, v tleh, v krmi in v živilih, kot so jajca in meso. Omejili so uživanje jajc in prepovedali uživanje pridelanih živil ožjega onesnaženega območja ob Krupi in Lahinji. Največ prekoraitev maksimalno dovoljenih vsebnosti PCB je bilo ugotovljenih v letih od 1987 do 2010 v ribah iz Krupe in Lahinje, kasneje (2013) pa tudi v različnih vrstah rib iz rek Krupe, Lahinje in Kolpe. Leta 1984 so po odkritju PCB na območju Bele krajine začeli izvajati sanacijski program in uredili odlagališče odpadkov. Kljub sanaciji okolje še vedno bremenijo ostanki PCB, reka Krupa pa ostaja onesnažena. Izvira reke Krupe še vrsto let ne bo mogoče uporabiti kot vir pitne vode. Opaža se upad vsebnosti PCB zlasti v živilih živalskega in rastlinskega izvora na območju vasi Krupa ob reki Krupi.

Z izvedeno anketo sem ugotovila, da se prebivalci Semiča in okolice dobro zavedajo, kaj se je tam zgodilo pred leti in kakšne posledice je nesreča pustila v okolju. Kar 82 % anketirancev je potrdilo, da so z okoljsko problematiko seznanjeni, in komaj 10 % anketirancev je menilo, da je bila sanacija uspešna. Domačini trdijo, da sanacija ni bila uspešno izvedena in da država ni namenila niti dovolj sredstev niti truda, da bi območje sanirali, kot je treba.

Onesnaževanje vodnega vira, kot je bilo v primeru Bele krajine, je velik problem, ki bi moral vsakega posameznika spodbuditi k premisleku o svojem odnosu do narave. Problematika obremenjenosti reke Krupe s PCB je še vedno živa, onesnaženi odpadki pa so še vedno v sarkofagu na odlagališču ob podjetju. Upamo lahko, da se bo v bližnji prihodnosti pripravil sanacijski program, ki bo vključeval očiščenje odpadkov iz sarkofaga v podjetju Iskra, in da se bodo tokrat odložili in uničili brez večjega vpliva na okolje. Glede na resnost problematike PCB na območju občine Semič bi morala država, ne glede na drag postopek, zagotoviti varno odstranitev vseh kontaminiranih odpadkov s tega območja. Menim, da je cena, ki jo je oziroma jo bodo plačali narava in prebivalci Semiča, neprimerljivo večja.

SUMMARY

The thesis analyzes the issue of contamination of Bela Krajina with PCBs and its knowledge of the local inhabitants of Semič. The pollution is the result of reckless and improper disposal of Iskra Semič capacitor production waste, which was first detected in 1983, when high concentrations of polychlorinated biphenyls were observed in the Lahinja and Krupa rivers. I focused on causes, consequences, implemented monitoring and measures for improvement. I was interested in what consequences this negligence had left in the environment and whether adequate remediation had been carried out. The objectives of the thesis were as follows: to present the characteristics of PCBs and their impact on the environment and human health; analyze the issue of pollution in the Bela Krajina area; to examine the monitoring carried out in this area from 1983 until today; to present measures to improve the situation and conduct a survey regarding the knowledge of the problems and consequences of the inhabitants of Semič. The target group was the inhabitants of Semič. As part of my diploma, I tested the following hypotheses: the rivers Krupa and Lahinja are not suitable as fishing waters, the inhabitants are still exposed to PCBs through the food chain of foods of animal origin, and the inhabitants of Semič are not sufficiently aware of the issue of PCBs in their environment. I confirmed the first two hypotheses and refuted the last one, as the results of the survey showed that the inhabitants of Semič are well aware of the issue. In the theoretical part of the thesis, I reviewed and analyzed the relevant sources related to the issue of PCBs in the area of Bela Krajina and beyond, using the descriptive method and the method of analysis and synthesis. I focused on the completed monitoring and presented a synthesis of the state of the environment. I conducted an online survey in which 102 participants took part, it was conducted from April to June 2023. The target group was the residents of Semič. With the survey, we wanted to find out to what extent the problem is still relevant for them after all these years and how aware the residents of Semič are about this environmental problem.

In order to determine the pollution of the environment in the area of Bela Krajina with PCBs, several monitorings were carried out, where the content of PCBs was measured in the Krupa and Lahinja rivers, in fish from the aforementioned rivers, feed, in the air and dust deposits, in the soil and in drinking water, in feed and in foods such as eggs and meat. They restricted the consumption of eggs and prohibited the consumption of foods grown in the narrower polluted area along the Krupa and Lahinja rivers. The largest number of exceedances occurred in the years 1987-2010 in both mentioned rivers and later in 2011 in the Krupa River. In 1984, after the discovery of PCBs in the area of Bela Krajina, a remediation program was started and a waste disposal site was established. Despite the remediation, the environment is still burdened by PCB residues, and the Krupa River remains polluted to this day. The water source will not be able to be captured for local use for many years, a decline in PCB content is observed, especially in foods of animal and plant origin, grown in the village of Krupa by the Krupa River. With the help of the survey we conducted, we found that the inhabitants of Semič and the surrounding area are well aware of what happened years ago and what consequences the accident left in the environment. As many as 82% of the respondents confirmed that they are familiar with the environmental issue, and barely 10% of the respondents were of the opinion that, in their opinion, the remediation was successful. The locals claim that the rehabilitation was not successfully carried out and that the state did not allocate enough resources or effort to rehabilitate the area as needed.

Pollution of a water source, as was the case in our case, is a big problem that should encourage every individual to think about their relationship with nature. Given that 30 years have passed since the problem, it is pointless to look for the culprit at this point, and the consequences have been visible for some time. In any case, control over the discharge of waste water should be tightened, especially in industries where there is a lot of this water. It would be necessary to introduce regular controls of water quality and suitability for discharge into nature. The entire pollution area and the Krupa River are left open for the time being, as the river is still polluted despite the past years, and the waste is still in the company's sarcophagus. For the future, we

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

can hope that another remediation program will be put together in the future, which will include the cleaning of the waste from the sarcophagus at the company Iskra, which this time will be deposited and destroyed in the right way without major impact on the environment. Considering the seriousness of the PCB problem in the area of the Semič municipality, the state should ensure the safe removal of all contaminated waste from this area, regardless of the expensive procedure, which would require the help of all competent authorities. I believe that the price paid by nature is incomparably greater.

10 VIRI IN LITERATURA

ARSO (2020). Kemijsko stanje podzemne vode v Sloveniji (Poročilo za leto 2020). Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.

Dobnikar - Tehovnik, M., Ambrožič, Š., Rotar, B. (2008). Kakovost voda v Sloveniji, Agencija RS za okolje, 2008.

Harlander, D. (2011). Posledice vpliva PCB na okolje v Beli krajini z oceno tveganja za zdravje ljudi zaradi uživanja doma pridelanih živil (jajca, mleko, perutnina) in rib iz reke Krupe, glede na vsebnost PCB, poročilo zavoda za zdravstveno varstvo Maribor.

Hribar, P. (2008). Razvoj analitske metode za določanje vsebnosti polikloriranih bifenilov v divjačinskem mesu različnih lokacij. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani; Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo.

Ivanovič, M., Plut, D., Polič, S. (2020). Zgibanka Naravni spomenik Reka Krupa. Občina Semič.

Jan, J. (1997). Vpliv polikloriranih bifenilov na zobni organ: Magistrska naloga, Ljubljana.

Jan, J., Uršič, M., Pogačnik, A. in Vrecl, M. (2003). Poliklorirani bifenili v materinem mleku kot dejavnik tveganja za nastanek razvojnih okvar sklenine. Zobozdravstveni vestnik; raziskovalni prispevek, 2003.

Jan, J., Brankovič, J., Fazarinc, G. in Vrecl, M. (2020). Bone tissue morphology of rat offspring lactationally exposed to polychlorinated biphenyl 169 and 155. Članek: revija Scientific Reports. Na povezavi: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-76057-7>

Jesenovec, B. (2015). Poročilo o spremljanju ekološkega stanja vodotokov Krupa, Kolpa in Lahinja glede na vsebnost polikloriranih bifenilov. Poročilo Ministrstva za okolje in prostor, Ljubljana.

Kirinčič, S. in Blaznik, U. (2016). Povzetek analize podatkov biomonitoringa sladkovodnih rib iz prostega ulova (Biota 2012–2013) glede vsebnosti onesnaževal s presojo tveganja za zdravje ljudi. Elektronske novice s področja nalezljivih bolezni in okoljskega zdravja, NIJZ.

Kmetič, I., Murati, T., Kvakar, K., Ivanjko, M. in Šimić, B. (2012). Poliklorirani bifenili – toksičnost i rizici. Prehrambeno – biotehnološki fakultet, laboratorij za toksikologijo, Zagreb.

Lapajne in sod. (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. Elaborat, Zavod za zdravstveno varstvo Maribor.

Ogrinc, M., Pangerc, N., Šubic, E. (2020). PCB ostaja, zavedanje pohaja – zavedanje pomembnosti ekoloških nesreč. Raziskovalna naloga s področja Ekologije.

Polič, S. (1997). Ekološka sanacija onesnaževanja s PCB – polikloriranimi bifenili ogroženega območja reke Krupe: zaključno poročilo o rezultatih opravljenega znanstveno-raziskovalnega dela na področju aplikativnega raziskovanja.

Polič, S. in Leskovšek, H. (2000). PCB pollution of the karstic environment (Krupa river, Slovenia). Acta carsologica, letnik 29, številka 1, str. 141–152.

Pučko, K. (2017). Spremljanje vsebnosti polikloriranih bifenilov v živilih z oceno vnosa. Magistrsko delo, Univerza v Mariboru: Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede.

Perharič, L. in Družina, B. (2007). PCB kot povzročitelji endokrinih motenj, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije, Visoka šola za zdravstvo Univerze v Ljubljani.

Kelc T.: Problematika PCB na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča, Fakulteta za varstvo okolja, Slovenj Gradec 2023.

Pravno informacijski sistem (16. 3. 2023). Na povezavi:
<http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1244>

Rajh, I. (2010). Določanje polikloriranih bifenilov v odpadnih oljih s plinsko kromatografijo. Diplomsko delo, Fakulteta za kemijo in kemijske tehnologije, Maribor.

Rečnik, G. (2020). Oddaja Okolje ne pozablja: PCB v Beli krajini, RTV Slovenija.

Robertson, L. in Hansen, L. (2001). PCBs: Recent Advances in Environmental Toxicology and Health Effects. The University Press of Kentucky. Na povezavi:
https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1007&context=upk_medicine_and_health_sciences

Štraus, K. (2020). Analiza primera onesnaženja reke Krupe s polikloriranimi bifenili. Diplomsko delo visokošolskega študijskega programa Varnost in policijsko delo, Ljubljana.

Trobec, T., Plut, D., Lampič, M. (2013). Regionalni viri Slovenije – Vodni viri Bele krajine. Založba Univerze v Ljubljani.

Veselič, M. (2009). Gospodarstvo Bele krajine. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Ekonomska fakulteta.

Vrščaj, B., Sušin, J. (2021). Ocenjevanje stanja tal v kmetijski pridelavi – presoja vsebnosti težkih kovin in hranil v tleh. Kmetijski inštitut Slovenije: Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire.

Zadnik in sod. (2011). Geografska analiza incidence raka v Beli krajini in okolici. Ugotavljanje morebitnega presežka incidence raka zaradi izpostavljenosti PCB. Zaključno poročilo, Onkološki inštitut Ljubljana.

Zupanc, M. (2008). Vsebnost polikloriranih bifenilov v ribah iz reke Idrijce, diplomsko delo. Ljubljana: Univerza v Ljubljani.

Zupančič, M. (2018). Črna človeška ribica, Zavod RS za varstvo narave, Ljubljana.

Medmrežje 1: <https://www.kc-semic.si/tic/izvir-reke-krupe/> (15. 3. 2023).

Medmrežje 2: <https://www.semic.si/objave/175> (15. 3. 2023).

Medmrežje 3: <https://www.semic.si/objava/195009> (20. 3. 2023).

PRILOGA

Vprašanja spletne ankete

Sem Tjaša Kelc in sem študentka dodiplomskega študija na Fakulteti za varstvo okolja v Velenju. Pripravljam diplomsko delo z naslovom: **Problematika polikloriranih bifenilov (PCB) na območju Bele krajine in njeno poznavanje s strani prebivalcev Semiča.** Anketni vprašalnik je anonimen, zbrani podatki bodo obravnavani zaupno in uporabljeni samo za pripravo diplomske naloge. Za vaše sodelovanje se Vam iskreno zahvaljujem!

1. Spol:

- a) Moški
- b) Ženska

2. Starost:

- a) Do 18 let
- b) Od 19-29
- c) Od 30-49
- d) Od 50-69
- e) 70 let in več

3. Stopnja izobrazbe:

- a) Brez izobrazbe (nedokončana OŠ)
- b) Osnovnošolska izobrazba
- c) Srednješolska izobrazba
- d) Višja in visoka

4. Kraj bivanja:

- a) Semič
- b) Drugo: _____

5. Ali veste kaj so PCB?

- a) Da
- b) Ne

6. Kje ste izvedeli za PCB?

- a) Iz medijev
- b) V šoli
- c) Od družinskega člana
- d) Od prijatelja/ znanca
- e) Drugo: _____

7. Ali veste, da je bila v Sloveniji okoljska problematika povezana z uporabo PCB najbolj pereča prav v Beli krajini oz. v Semiču in da so še danes v nekaterih živilih (ribe, jajca, orehi ...) povečane vsebnosti PCB?

- a) Da
- b) Ne

8. Ali ste imeli v preteklosti kdaj zdravstvene težave zaradi PCB?

- a) Da
- b) Ne
- c) Ne vem

V kolikor ste obkrožili DA, navedite katere: _____.

9. Ali poznate koga, ki je imel zdravstvene težave zaradi PCB?

- a) Da
- b) Ne

10. V obdobju po koncu uporabe PCB so bile z namenom okoljske sanacije območja narejene številne raziskave in izvedeni ukrepi. Ali ste z njimi seznanjeni?

- a) Da
- b) Ne

11. Ali so bili po vašem mnenju sanacijski ukrepi uspešni?

- a) Da
- b) Ne
- c) Ne vem

V kolikor ste obkrožili NE, navedite zakaj: _____.