

I. GIMNAZIJA V CELJU

Ekološka spornost sveč

Autorja:

*Jure Črepinšek, 3. d
Manja Mlakar, 4. e*

Mentorica:

*Mojca Plewnik Žnidarec,
prof. kemije*

*Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2010*

Zahvale

Rada bi se zahvalila mentorici, prof. Mojci Plevnik Žnidarec, ki nama je bila v veliko pomoč ne samo pri izvajanju eksperimentalnega dela, povezanega z raziskovalno nalogo, ampak tudi pri usklajevanju raziskovalnih dejavnosti z vsakodnevnimi šolskimi obveznostmi. Brez njene velikodušne pomoči te raziskovalne naloge danes ne bi bilo pred vami.

V šolskem laboratoriju nama je bila v veliko pomoč ga. Darja Farčnik s svojimi praktičnimi nasveti. Prav tako nama je pomagala pri iskanju ustreznega laboratorijskega inventarja.

Zahvala gre tudi prof. Marčičevi za vsa navodila, kako narediti dobro raziskovalno nalogo. Posebna zahvala gre Inštitutu Jožefa Stefana, še posebej dr. Petru Kumpu, ki so nam omogočili izvajanje analize vsebovanega klora v vzorcih s pomočjo rentgenske fluorescenčne spektroskopije.

Zahvaljujeva se tudi dr. Marinki Vovk in dr. Janji Klinčar za vse koristne informacije v zvezi s projektom »Manj plastike na pokopališča« in o ravnanju z odpadki.

Povzetek

Ljudje letno uporabimo na milijone nagrobnih sveč in posledično tudi zavržemo ogromno njihovih ostankov. Negativnih učinkov teh dejanj se v veliki večini sploh ne zavedamo. Da zadnje res drži, smo dokazali z anketo med mladimi. Ravno to nas je motiviralo, da smo izvedli naše raziskovalno delo, s katerim smo poskušali pokazati javnosti, da so tovrstni odpadki v veliki večini zgrajeni iz polivinilklorida (PVC) in posledično zaradi vsebnosti klora zelo obremenjujejo okolje. Prisotnost klora v plastičnem ohišju smo dokazali z Beilsteinovo reakcijo, nato pa še z metodo rentgenske fluorescenčne spektroskopije s totalnim odbojem na inštitutu Jožefa Stefana. Z opravljeno analizo smo določili njegovo natančno vsebnost. Rezultati so potrdili našo domnevo o zgradbi ohišij in posredno tudi o ekološki nevarnosti, ki je lahko povzročena z nepravilnim odlaganjem tovrstnih odpadkov. Na podlagi rezultatov in ugotovitev, dobljenih z eksperimentalnim delom, smo izvedli več predavanj in izdelali propagandno gradivo, z namenom osveščanja in širjenja okoljske zavesti ter predvsem pozvati ljudi k spoštovanju novo sprejete uredbe o ločenem zbiranju odpadkov na pokopališčih. Želimo spremeniti miselnost in nenehno ravnanje ljudi. Na tak način lahko veliko prispevamo k varovanju okolja in ohranjanju narave v čim manj okrnjenem stanju.

Kazalo

Zahvale	II
Povzetek	III
Kazalo.....	1
Kazalo slik.....	2
Kazalo grafov	2
Kazalo tabel.....	3
Kazalo enačb	3
Kazalo shem	3
1 Uvod.....	4
1.1 Nagrobna sveča kot odpadek.....	4
1.2 PVC	5
1.2.1 Splošno o PVC	5
1.2.2 Zakaj je PVC tako škodljiv naravi in organizmom?	6
1.3. Statistika	7
1.4 Zakonodaja	7
1.5 Trenutne razmere po sprejetju uredbe v Sloveniji na področju ravnanja z odpadnimi svečami.....	8
1.6 Namen dela.....	10
1.7 Hipoteze	10
2 Eksperimentalno delo	11
2.1 Materiali	11
2.2 Inventar.....	11
2.3 Metode dela	12
2.3.1 Delo z literaturo.....	12
2.3.2 Anketiranje	12
2.3.3 Dokaz prisotnosti halogenih elementov v nagrobnih svečah z Beilsteinovo reakcijo	14
2.3.4 Ugotavljanje lastnosti in vrst plastičnih materialov embalaže nagrobnih sveč.....	15
2.3.5. Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem.....	15
2.3.6 Analiza rezultatov	17
2.3.7 Priprava zgibank.....	17
2.3.8 Osveščanje dijakov in širše javnosti.....	17
2.4 Meritve	18
2.4.1 Meritve z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo	18
3 Rezultati	20
3.1 Rezultati ankete	20
3.2 Beilsteinova reakcija	24
3.3 Ugotavljanje lastnosti in vrst plastičnih materialov embalaže nagrobnih sveč.....	25
3.4 Rentgenska fluoroescenčna spektroskopija.....	26
4 Zaključek.....	27
5 Literatura in viri	29
6 Priloge	30

6.1 Priloga I: Rezultati rentgenske fluorescenčne spektroskopije.....	30
6.2 Priloga II: Zgibanka	31

Kazalo slik

Slika 1: Strukturna zgradba PVC	5
Slika 2: Uporabnost polivinil klorida (PVC) ^[1]	6
Slika 3: PP sveče. ^[1]	8
Slika 4: Oznaka na eko vložku.....	8
Slika 5: Solarni nagrobni lučki. ^[10]	9
Slika 6: Stekleni sveči s PP vložki. ^[10]	9
Slika 7: Odlaganje odpadnih nagrobni sveč do sprejetja nove direktive. (foto: avtor raziskovalne naloge, 2010).....	9
Slika 8: Sveče, uporabljene za poskuse. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010)	11
Slika 9: Ločeno zbiranje sveč (vir: http://www.komunala-trbovlje.si/o_pic/3052l.jpg).....	12
Slika 10: Zeleno obarvan plamen pri Beilsteinovi reakciji. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010).....	14
Slika 11: Sajast plamen pri sežigu vzorca. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010).....	15
Slika 12: Shematski prikaz rentgensko-fluorescenčnega sistema s totalnim odbojem ^[10]	16
Slika 13: Totalnorefleksijski rentgenski spekter vzorca slin pacienta 3 ure po plombiranju zoba. ^[10]	16
Slika 14: Spektrometer za rentgensko fluorescenčno spektroskopijo (Foto: avtor raziskovalne naloge, 2010).....	17
Slika 15: Vsebnost klora v vzorcu 1.....	18
Slika 16: Vsebnost klora v vzorcu 2.....	19
Slika 17: Vsebnost klora v vzorcu 3.....	19
Slika 18: Vsebnost klora v vzorcu 4.....	20
Slika 19: Določevalni ključ polimerne materiale (Vir: Interno gradivo 7. Srečanja učiteljev kemije, 1988).....	25

Kazalo grafov

Graf 1: Prikaz odgovorov na prvo vprašanje	21
Graf 2: Prikaz odgovorov na drugo vprašanje.	21
Graf 3: Prikaz odgovorov na tretje vprašanje.....	21
Graf 4: Prikaz odgovorov na četrto vprašanje.....	22
Graf 5: Prikaz odgovora na peto vprašanje	22
Graf 6: Prikaz odgovorov na šesto vprašanje.....	22
Graf 7: Prikaz odgovorov na sedmo vprašanje.	23
Graf 8: Prikaz odgovorov na osmo vprašanje.	23
Graf 9: Prikaz odgovorov na deveto vprašanje.	23
Graf 10: Prikaz odgovorov na deseto vprašanje.....	24

Kazalo tabel

Tabela 1: Uporabljeni vzorci.....	11
Tabela 2: Potek predavanj v okviru raziskovalne naloge.....	18
Tabela 3: Rezultati anket.....	20
Tabela 4: Rezultati Beilsteinove reakcije.....	24
Tabela 5: Rezultati ugotavljanja lastnosti ohišij vzorcev nagrobnih sveč	25
Tabela 6: Rezultati identifikacije plastike	25
Tabela 7: Rezultati vsebovanega klora v vzorcih sveč	26

Kazalo enačb

Enačba 1: Izračun masnega deleža klora v polivinil kloridu	26
--	----

Kazalo shem

Reakcijska shema 1: Nastanek PVC.	5
Reakcijska shema 2: 1. faza Belsteinove reakcije.....	14
Reakcijska shema 3: 2. faza Belsteinove reakcije.....	14
Reakcijska shema 4: 3. faza Belsteinove reakcije.....	14

1 Uvod

Trenutno je stanje na področju ravnanja z odpadnimi nagrobnimi svečami porazno. Odpadne nagrobne sveče uvrščamo med komunalne odpadke, torej med odpadke z vrto, pokopališč in parkov. Po sprejemu uredbe o ravnanju z odpadno embalažo je odpadne sveče potrebno ločeno zbirati na pokopališčih in zbirnih centrih, na koncu pa pristanejo na odlagališčih.

Viri podajajo zelo različne podatke o količini uporabljenih sveč, saj je zaradi nepravilnega odlaganja natančnejše beleženje nemogoče. Na voljo so zgolj približni podatki, ki so vseeno zelo zaskrbljujoči.





V državi letno prižgemo približno 20 milijonov sveč, ki predstavljajo skupno maso 8000 ton. S tem ustvarimo tudi do 3000 ton odpadkov, največ okoli 1. novembra, ko nastane okoli 700 ton odpadkov. [1] Slovenci poleg Avstrijcev in Poljakov spadamo glede na te podatke v sam vrh onesnaževanja s porabljenih sveč.[2] Največji problem je v zgradbi materialov in v neosveščenosti ljudi, ki tovrstne sveče kupujejo. Na trgu namreč kljub jasno navedenim škodljivim učinkom prevladujejo PVC materiali, ki so izredno obstojni in s svojo dolgotrajno razgradnjo ter škodljivimi emisijami klora negativno vplivajo na okolje. Ekologi vsako leto priporočajo kot alternativo uporabo električnih, solarnih, keramičnih, PP (polipropilenskih) ali steklenih sveč. Zaradi premajhne osveščenosti pa se ljudje še vedno raje odločajo za nakup sveč, ki imajo ekološko sporna ohišja iz polivinilklorida.

Masa nagrobne sveče je sestavljena iz 70 % parafina in 30 % PVC, ki predstavlja ohišje. Parafin je zmes nasičenih ogljikovodikov (trdih alkanov) z več kot 20 ogljikovimi atomi, ki ga pridobivajo iz nafte. Polivinil klorid je polimer, ki nastane s polimerizacijo vinil klorida. Problematičen je zaradi vsebovanega klora. Klor je kemijski element, ki so ga že v I. svetovni vojni uporabljali kot bojni strup. Klasificiran je kot strup. Študije so pokazale, da pri povečani izpostavljenosti kloru tvegamo na razvoj različnih oblik raka. V vodi lahko reagira s številnimi organskimi snovmi, s katerimi lahko tvori izredno nevarne trihalometane (THM), ki so prav tako kancerogeni. Ob upoštevanju vseh podatkov o količini kupljenih sveč (8000 ton) in vsebnosti PVC lahko izračunamo maso tovrstnih odpadkov, ki znaša 2400 ton. Izračunana masa PVC odpadkov je postala izziv za naše raziskovanje.

1.1 Nagrobna sveča kot odpadek

Spomin na tiste, ki so že odšli, ohranjamo živ tudi s prižiganjem sveč. Pri tem velikokrat ne pomislimo, da so odpadne sveče težko razgradljiv odpadek, s katerim lahko zelo obremenimo okolje.

Po uporabi postane nagrobna sveča kot vsaka embalaža odpadek. Tovrstni odpadki so se do uvedbe nove uredbe o ravnanju s svečami odlagale med komunalne odpadke, kljub dejstvu, da so neprimerni za:

-  kompostiranje,
-  reciklažo,
-  sežig ali
-  dolgoročno odlaganje v naravi.

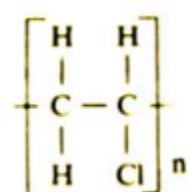
¹ Ministrstvo za okolje in prostor, Gradivo za novinarje. 2. november 2006

² http://24ur.com/novice/slovenija/tudi-sveca-postane-odpadek_comment_p7_a63.html?&page=7&p_all_items=63

Posledično predstavljajo za okolje hudo obremenitev, saj je edini način za njihovo uničenje sežig v sežigalnici, ki mora imeti ustrezno čistilno napravo za lovljenje emisij klora, takih sežigalnic pa v Sloveniji trenutno ni. Vzrok za njihove negativne lastnosti in težavno ravnanje po uporabi, je v zgradbi nagrobnih sveč. Najbolj razširjena uporaba je namreč značilna zlasti za polivinilkloridne sveče (tiste, katerih ohišje je zgrajeno pretežno iz PVC). Količina odpadnih nagrobnih sveč je tako enaka okoli 3 % vseh komunalnih odpadkov, ki se jih dolgoročno do leta 2012 v Sloveniji zaradi njihovih neprimernih lastnosti ne bo dalo predelati ali koristno uporabiti kot gorivo. Kopičenje tovrstnih odpadkov tako postaja velik ekološki problem.

1.2 PVC

1.2.1 Splošno o PVC



Slika 1: Strukturna zgradba PVC

PVC oziroma polivinil klorid je snov, iz katere je običajno proizvedeno ohišje nagrobne sveče, saj ima za oblikovanje zelo dobre lastnosti. Nastaja z adicijsko polimerizacijo vinil klorida (kloroetena). Obstajata dve možni polimerizaciji, ki dajeta ta produkt:

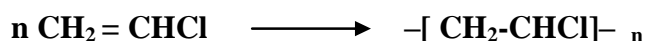
✓ polimerizacija v suspenziji (daje PVC-S)

Pod tlakom utekočinjeni vinil klorid vmešajo pri tlaku 500-1200 kPa v inertni atmosferi v vodo, ki vsebuje iniciator. Le-ta ob prisotnosti še drugih pomožnih reagentov sproži polimerizacijo v temperaturnem območju med 45-75 °C. Kot produkt nastanejo zelo čiste granule PVC.

✓ polimerizacija v emulziji (daje PVC-E)

Vodno emulzijo pod tlakom utekočinjenega vinil klorida segrevajo nekaj ur na 40 – 60 °C pri tlaku 500 – 800 kPa. V emulziji so vsebovani še iniciatorji in emulgatorji. Nastaja lateks iz katerega dobijo polimer v obliki prahu. Polimer je na koncu manj čist kot pri polimerizaciji v suspenziji.

PVC se pred uporabo še lahko obdela z raznimi mehčalci (pri čemer dobim mehek PVC), ekstrudiranjem, brizganjem in kalandriranjem.



Reakcijska shema 1: Nastanek PVC.

Lastnosti, ki odlikujejo PVC in so vzrok njegovi veliki uporabi pri proizvodnji nagrobnih sveč, so:

- ✓ poljubno barvanje;
- ✓ obstojnost proti bazam, vodi, neoksidirajočim kislinam in ogljikovodikom;
- ✓ nabrekanje v kloriranih ogljikovodikih;
- ✓ topnost v cikloheksanu;
- ✓ težko gorljiv;
- ✓ izredno samougasljiv;
- ✓ dober električni izolator.

Uporabljajo ga za izdelavo cevi, posode, armature, različnih predmetov v gospodinjstvu, materialih za izolacijo, talne obloge, prte, zaščitne obleke, igrače itd.^[3]

V nasprotju s proizvajalčevim vidikom je z ekološkega polivinil klorid izredno problematičen. Že prej navedeni razlogi dokazujejo, da je eden izmed najbolj spornih odpadkov za predelavo. Problem je tudi njegova velika obstojnost in zato zelo dolgotrajen razkroj v naravnem postopku.

Primeri uporabe PVC:



Slika 2: Uporabnost polivinil klorida (PVC)^[4]

1.2.2 Zakaj je PVC tako škodljiv naravi in organizmom?

Polivinil klorid je zgrajen iz ogljikovih, vodikovih in klorovih atomov. Od naštetih sta ogljik in vodik manj nevarna (nevarnost predstavlja le sajasti plamen pri sežigu). Vsebovani halogen – klor, ki se iz PVC sprošča v naravo zlasti s sežigom, daje izredno toksične dioksine in na ta način povzroča hude obremenitve za okolje in organizme v njem.^[5] Za dioksine je značilna akumulacija v človeški in živalski maščobi (bioakumulacija). Posledice kopičenja se izražajo v mnogih simptomih, kot npr. prizadet imunski sistem, endometrioza, poškodbe zarodka, razvoj anomalije pri tvorbi sklenine pri otrocih, kronična obstruktivna pljučna bolezen in sladkorna bolezen. Pri laboratorijskih živalih so zabeležili tudi povečanje verjetnosti za jetrni, pljučni in ščitnični rak.^[6]

³ Povzeto po: Veliki kemijski priročnik str. 629

⁴ Povzeto po: Veliki kemijski priročnik str. 629

⁵ <http://www.kemija.org/index.php/kemija-mainmenu-38/24-kemijacat/189-klor-raziskovalna-naloga-vse-akr-rabite-vedeti-o-kloru>, 8. 3. 2010

⁶ <http://sl.wikipedia.org/wiki/Dioksin>

Manjše količine klora, ki prehajajo v vodo, lahko zaužijemo s pitjem in imajo enak učinek kot običajna klorirana voda. Pride lahko do izsuševanja kože, alergij, izpuščajev, agresivnega vpliva na lase, razvoj srčnih obolenj in arterioskleroze. Klor ubija človeško črevesno floro, oži stene žil in povzroča zvišano raven holesterola.

Prav enormne količine odpadnih nagrobnih sveč lahko veliko prispevajo k povečanju tveganja za naštetе simptome. S sežigom sveč klor prehaja v zrak, po daljšem času na kompostu pa se škodljiv klor s talno vodo izpira v podtalnico.^[7]

1.3. Statistika

V Sloveniji je letno v prometu okoli 8.000 ton nagrobnih sveč. V njihovih ohišjih je v povprečju 70 % parafina. Ostalo maso nagrobne sveče predstavlja ohišje iz polimerne snovi in še pokrov nagrobne sveče, ki je kovinski. Zaradi uporabe nagrobnih sveč nastaja letno v Sloveniji okoli 3.000 t teh odpadkov, največ okoli 1. novembra, ko se zavrže okoli 700 t odpadnih nagrobnih sveč.

Letna količina nastajanja vseh komunalnih odpadkov v Sloveniji je nekaj več kot 600.000 t. Količina vseh komunalnih odpadkov v Sloveniji, ki jih zaradi neprimernih lastnosti ne bo mogoče kompostirati ali predelati v sekundarne surovine ali uporabiti kot gorivo v kurilnih napravah, je okoli 100.000 t. Prav nagrobne sveče predstavljajo 3 % vseh teh odpadkov (300 ton). Kljub obstoječim alternativam se Slovenci kar v 97 % odločajo za nakup sveče iz PVC materialov.^[8]

1.4 Zakonodaja

Odpadne nagrobne sveče so komunalni odpadki, ki se uvrščajo med odpadno embalažo s številko 15 01 06 iz klasifikacijskega seznama odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Po več kot desetletju se je na področju zakonodaje ravnanja z odpadnimi svečami marsikaj spremenilo, letos tudi pri nas. Uredba o ravnanju z odpadnimi nagrobnimi svečami je nastala v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta z dne 20. decembra 1994 o embalaži in odpadni embalaži. 16. marca 2005 so sprejeli še pravila ravnanja z odpadnimi nagrobnimi svečami. Zagotoviti je potrebno ločeno zbiranje zbranih frakcij komunalnih odpadkov, ter nemoteno gospodarjenje z njimi v smislu reciklaže in predelave. Za področje uporabe uredbe so bile določene nagrobne sveče, ki jih obiskovalci pokopališč puščajo kot odpadke v kombinaciji z ostalimi odpadki v zabojnikih le-teh na pokopališčih. Po uredbi je upravljavec pokopališča dolžen zagotoviti zabojnike za ločeno zbiranje sveč od ostalih komunalnih odpadkov, dolžen pa je tudi obveščati ljudi o uporabi posebnih zabojnikov. V primeru, da ločenega odlagališča ni, mora biti zagotovljeno sortiranje mešanih odpadkov. O zbiranju in primernem odstranjevanju nagrobnih sveč bo vodena tudi evidenca s strani države, organiziran bo tudi nadzor inšpektorjev, ki bi moral zagotoviti dosledno izvajanje uredbe. Za kršitelje je predvidena globa 3.500 do 10.000 evrov. Upravljavci pokopališč, izvajalci javnih služb, proizvajalci, pridobitelji in uvozniki ter zbiralci morajo zagotoviti izpolnjevanje obveznosti v zvezi z ravnanjem z odpadnimi nagrobnimi svečami po tej uredbi od 1. januarja 2010.^[9]

⁷ http://www.dile.si/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=112, 8. 3. 2010

⁸ Ministrstvo za okolje in prostor, Gradivo za novinarje. 2. november 2006

⁹ Uradni list Republike Slovenije

1.5 Trenutne razmere po sprejetju uredbe v Sloveniji na področju ravnanja z odpadnimi svečami

Upravljalci pokopališč morajo pripraviti podroben načrt gospodarjenja z nagrobnimi svečami. Okoljsko raziskovalni zavod (ORZ) Slovenske Konjice upravljavcem priporoča, da v načrtu gospodarjenja z nagrobnimi svečami planirajo zmanjšanje količin odpadka. To je skladno z okoljskimi cilji. Obiskovalce pokopališča bi bilo potrebno obveščati o možnostih uporabe nagrobnih sveč, ki imajo ohišje iz materialov z daljšo življenjsko dobo in so okolju prijazni.

V Okoljsko raziskovalnem zavodu (ORZ), smo se pozanimali o njihovih aktivnostih oziroma odmevnih projektih. S strani dr. Marinke Vovk in dr. Janje Klinčar smo pridobili nekatere zanimive informacije. ORZ si je zadal enako nalogo kot mi. Trudijo se osvestiti ljudi in vplivati predvsem na preprečevanje oz. zmanjševanje nastajanja odpadkov z odpadnimi nagrobnimi svečami. Ljudem želijo prikazati, da že sedaj obstajajo alternative kot je nakup manjše sveče, izdelane iz polipropilena (PP), ali nakup trajne sveče (ohišje iz keramike, stekla ali plastike), ki se uporablja več let in se menjuje samo vložek.«



Slika 3: PP sveče.^[10]

Polipropilenske sveče so odlične, saj niso nevarne okolju in so po raziskavi cenovno ugodnejše za kupca (razen videza - običajno so gladke in nesvetleče). Na njihovi deklaraciji je zabeleženo, da so okolju prijazne in da jih lahko recikliramo.



Slika 4: Oznaka na eko vložku.

¹⁰ Uradni list Republike Slovenije



Slika 5: Solarni nagrobni lučki. ^[10]

Solarna lučka za svoje delovanje izkorišča svetlobo. Je okolju prijazna lučka in dekorativni element na grobu. Izdelana je s postopkom taljenja stekla - fuzijo, ki omogoča enostavno dizajniranje ohišja, doseganje transparentnosti za solarni modul, oblikovanje potrebnih leč za svetlobni efekt in hermetično tesnjenje, kar omogoča dolgoletno delovanje brez baterij na prostem.



Slika 6: Steklene sveče s PP vložki. ^[10]

Takšna sveča ima privlačen videz in se da do popolnosti reciklirati.

Okoljsko raziskovalni zavod Slovenske Konjice izvaja projekt »Manj plastike na pokopališča«, s katerim želijo prispevati k boljšemu ravnanju z odpadki na praktičnem primeru. Projekt izvaja ORZ iz Slovenskih Konjic ob finančni podpori Norveškega finančnega mehanizma. Pokazati skušajo, da je potrebno pri izbiri sveče pomisliti na okolje in na sporočilno vrednost dejanja, ne pa na lepoto, obliko in barvo sveče. Vidike trajnostnega razvoja so predstavili prodajalcem sveč in kupcem. Dosegli so odobravanje, hkrati pa kupcem dokazali, da so se alternativne možnosti poleg manjše obremenitve za okolje izkazale tudi za cenejše. ^[11]







Slika 7: Odlaganje odpadnih nagrobnih sveč do sprejetja nove direktive. (foto: avtor raziskovalne naloge, 2010)

¹¹ http://www.orz.si/si/images/stories/rogaske_novice.pdf.

1.6 Namen dela

Kljub ukrepom, sprejetim s strani države, je po besedah poznavalcev stanje ravnanja z odpadnimi nagrobnimi svečami še vedno enako slabo. Z našo raziskovalno nalogo smo želeli razširiti okoljsko zavest, pridobiti rezultate in tako argumentirano zavarovati naravo in okolje v katerem živimo, pred onesnaženostjo in posledicami povezanimi z njo.

Želimo si:





-  pravilnega gospodarjenja in ravnanja z odpadnimi nagrobnimi svečami,
-  uporabo alternativnih, okolju manj nevarnih sveč,
-  osvestiti ljudi pred nevarnostmi uporabe nagrobnih sveč s PVC ohišji in
-  razmišljanju o simboličnem in ne kvantitativnem pomenu prižiganja sveč na grobovih.

Pri raziskovalnem delu smo si tako zastavili štiri raziskovalna vprašanja:









- Ali se uporabniki nagrobnih sveč zavedajo njihove ekološke spornosti?
- Za kakšne materiale nagrobnih sveč se odloča večina ljudi pri nakupu?
- Kolikšen delež klora dejansko vsebuje nagrobna sveča, ki ima ohišje iz polivinil klorida (PVC)?
- Ali polipropilenska (PP) ohišja nagrobnih sveč res ne vsebujejo klora?

1.7 Hipoteze

Glede na zastavljena vprašanja smo si pri raziskovalnem delu postavili naslednje hipoteze:

-  Predvidevali smo, da se uporabniki nagrobnih sveč ne zavedajo njihove ekološke spornosti.
-  Predvidevali smo, da večina potrošnikov nagrobnih sveč sega po tistih, ki imajo ohišja iz polivinil klorida.
-  Predpostavili smo, da je v ohišju nagrobne sveče iz polivinilklorida prisoten samo klor.
-  Predpostavili smo, da polipropilensko ohišje nagrobne sveče ne vsebuje klora.

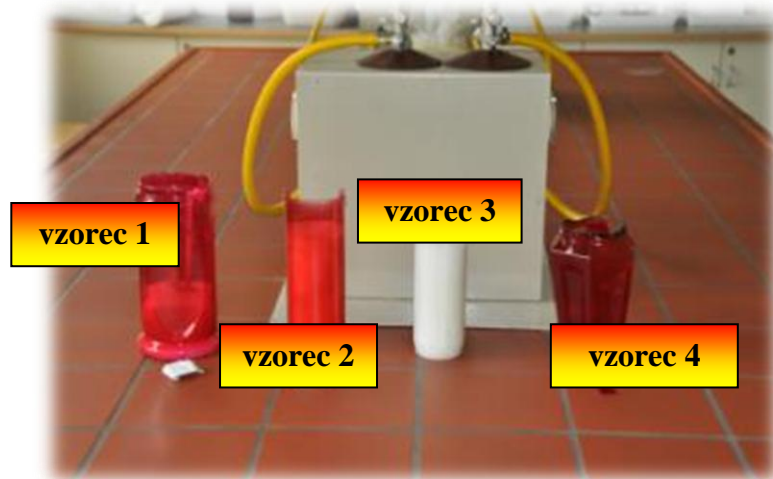
Pri našem eksperimentalnem delu smo uporabili naslednje metode dela:

-  delo z literaturo,
-  anketiranje,
-  Beilsteinovo dokazno reakcijo,
-  ugotavljanje lastnosti in vrst plastičnih materialov,
-  rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s totalnim odbojem,
-  analizo in vrednotenje vseh dobljenih rezultatov,
-  pripravo propagandnega materiala – zgibank ter
-  predstavitev rezultatov za osveščanje dijakov I. gimnazije v Celju.

2 Eksperimentalno delo





2.1 Materiali

Za eksperimentalno delo smo izbrali vzorce štirih različnih nagrobnih sveč, po katerih kupci po mnenju trgovcev segajo najraje.



Slika 8: Sveče, uporabljene za poskuse. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010)

Tabela 1: Uporabljeni vzorci

Izbrani vzorec	Ime vzorca
 vzorec 1	električna sveča, Elipsa
 vzorec 2	mali vložek, Merali
 vzorec 3	polipropilenski vložek
 vzorec 4	piramida, velika

2.2 Inventar

- ✓ plinski gorilnik,
- ✓ vžigalice,
- ✓ bakrena ploščica,
- ✓ urna stekla,
- ✓ škarje,
- ✓ klešče za prijemanje vzorca,
- ✓ svinčnik,
- ✓ čaša (250 ml),
- ✓ inventar za rentgensko fluorescenčno spektroskopijo,
- ✓ precizna analitska tehtnica OHAUS ($\pm 0,001$ g),
- ✓ ravnilo,
- ✓ material za izdelavo anket, zgibank in plakatov.

2.3 Metode dela

2.3.1 Delo z literaturo

Pregledali smo razpoložljivo literaturo o problematiki nagrobnih sveč in opravljenem delu na tem področju. Predvsem nas je zanimalo, kakšno stanje je bilo in je na tem področju v Sloveniji pred in po uvedbi nove uredbe in kako bi ga lahko trenutno stanje izboljšali. Proučili smo teorijo umetnih materialov, da bi na podlagi znanja lahko utemeljili predpostavko o škodljivost nagrobnih sveč.

2.3.2 Anketiranje

Na začetku raziskovanja nas je zanimalo kakšna je stopnja osveščenosti anketiranih dijakov naše gimnazije o nagrobnih svečah kot odpadkih. V anketi je sodelovalo 251 gimnazijcev izvedena pa je bila v mesecu decembru 2009, ko še realizacija nove uredbe o odlaganju odpadnih sveč ni povsod ugledala luč sveta.

Zanimalo nas je ali so anketiranci seznanjeni z ekološko problematiko nagrobnih sveč kot odpadkov. Glede na osvojena naravoslovna znanja anketirancev smo preverjali ali vedo, da so odpadki sveč nevarni. Iz ankete smo želeli izvedeti katere nagrobne sveče izberejo pri nakupu, koliko sveč prižgejo ob obisku grobov in kam jih odložijo, ko postanejo odpadki. Zaradi aktivnosti Okoljsko raziskovalnega zavoda »Manj plastike na pokopališča«, smo želeli izvedeti koliko pokopališč, ki jih anketiranci obiskujejo, že ločeno odlaga odpadke nagrobnih sveč in katera so ta pokopališča.



Slika 9: Ločeno zbiranje sveč (vir: http://www.komunala-trbovlje.si/o_pic/3052l.jpg)

2.3.2.1 Anketa

1. **Ste že kaj slišali o ekološki problematiki nagrobnih sveč?**
 - a) da
 - b) ne

2. **Če ste, od kod?**
 - a) RTV Slovenija
 - b) 24 ur
 - c) Žurnal 24
 - d) Delo
 - e) Strokovne revije
 - f) Drugo

3. **Se vam zdijo sveče naravi nevarern odpadek?**
 - a) Da
 - b) Ne

4. **Kakšne nagrobne sveče navadno kupite?**
 - a) Električne
 - b) Solarne
 - c) Steklene
 - d) Navadne nagrobne sveče

5. **Se vam zdi, da bi bilo potrebno odpadne sveče posebej zbirati?**
 - a) Da
 - b) Ne
 - c) Vseeno mi je

6. **Za nami je dan spomina na mrtve. Koliko sveč ste s sorodniki prižgali na enem grobu?**
 - a) 1
 - b) 2-5
 - c) Več

7. **Ali ste morda prešteli, koliko sveč je bilo prižganih na obiskanem grobu?**
 - a) Da
 - b) Ne

8. **Če ste odgovorili z da, obkrožite število prižganih sveč.**
 - a) 1
 - b) 2-5
 - c) Več

9. **Kaj naredite vi oz. vaši starši, sorodniki z odpadnimi svečami?**
 - a) Odvržemo jih v zabojnike z ostalimi odpadki na pokopališču
 - b) Zbiramo jih v ločenih zabojskih
 - c) Ne vem

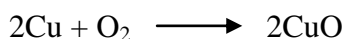
10. **Ali ste na pokopališču zasledili zabojnike za ločeno zbiranje sveč in pokrovčkov?**
 - a) Da —————→ Kje? _____
 - b) Ne

2.3.3 Dokaz prisotnosti halogenih elementov v nagrobnih svečah z Beilsteinovo reakcijo

Poskus, s katerim bi preverili, ali so v ohišjih nagrobnih sveč prisotni halogeni elementi, smo izvedli v januarju. Izbrane vzorce smo predstavili v tabeli 1. Pri vsakem vzorcu smo izrezali košček ohišja, velik približno 4 cm². Bakreno ploščico smo prežarili na gorilniku, da se je prevlekla z zaščitno oksidno plastjo (pasivacija). S sežigom smo hkrati odstranili nečistoče, ki so se na njej nabrale. Vzorce embalaže smo položili na bakreno ploščico ter jo segrevali nekaj časa v plamenu plinskega gorilnika. Pri navadnih nagrobnih svečah se je plamen sprva obarval rumeno-oranžno, pozneje pa je zaradi visoke vsebnosti ogljika v embalaži postal sajast. Baeva se je nato spremenila v živo zeleno. Zelena barva dokazuje prisotnost halogenih elementov. Vzorec iz ekološkega vložka polipropilenske (PP) sveče zelene barve ni dajal.

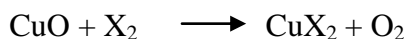
2.3.3.1 Potek Beilsteinove reakcije

Z uporabo Beilsteinove reakcije smo poskušali ugotoviti ali je v ohišju nagrobnih sveč prisoten klor. Klor je eden izmed halogenih elementov, torej elementov sedme skupine periodnega sistema. Beilsteinova reakcija daje značilno zeleno obarvanje ob prisotnosti katerega koli halogena. Potrditev točno določenega halogena pa je ravno zaradi tega nemogoča.



Reakcijska shema 2: 1. faza Beilsteinove reakcije

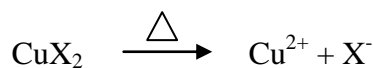
Bakrovo ploščico prežarimo, na zraku se prevleče z oksidno plastjo.



Reakcijska shema 3: 2. faza Beilsteinove reakcije

X = Cl₂, Br₂, I₂

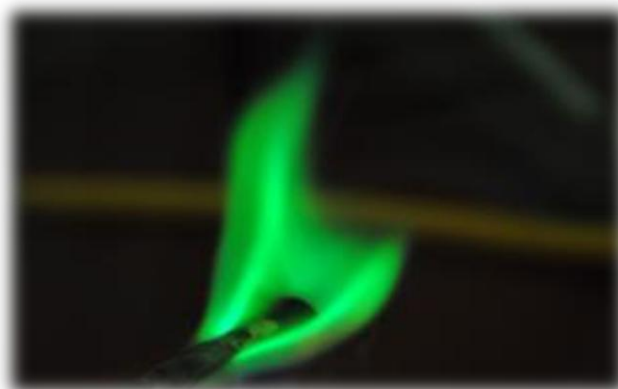
Oksidirana plast bakrove ploščice reagira s halogenim elementom, vezanim v vzorcu, nastane bakrov halogenid.



Reakcijska shema 4: 3. faza Beilsteinove reakcije

X = Cl₂, Br₂, I₂
X⁻ = Cl⁻, Br⁻, I⁻

Bakrovi halogenidi imajo nizko temperaturo termične disociacije, saj ob segrevanju kmalu razpadejo na ione, dovolj je že toplota iz navadnega plinskega gorilnika. Ob tem pa se plamen zeleno obarva.



Slika 10: Zeleno obarvan plamen pri Beilsteinovi reakciji. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010)

2.3.4 Ugotavljanje lastnosti in vrst plastičnih materialov embalaže nagrobnih sveč

Za natančnejšo identifikacijo embalaže vzorčnih nagrobnih sveč, smo izvedli serijo poskusov, pri katerih smo se osredotočili predvsem na določevanje fizikalnih lastnosti le-teh.

Zanimala nas je gostota vzorcev v primerjavi z vodo, trdnost, vsebnost ogljika, oetne kisline in negorljivih sestavin vzorcev. Pripravili smo si vzorce tako, da smo jih narezali na ploščice velikosti 2×2 cm in pričeli z identifikacijo:

- ❖ Vzorce nagrobnih sveč smo dali v čaše z vodo, da smo ugotovili, ali na vodi plavajo (ali je njihova gostota večja ali manjša od gostote vode).
- ❖ Nato smo vzorcem izmerili trdnost – s konico svinčnika smo preverjali ali pušča na vzorcu sled. Trdnost vzorca primerjamo s trdnostjo grafita.
- ❖ Sledilo je segrevanje vzorcev nad plinskim gorilnikom toliko časa, da so se le-ti vžgali. Pri tem nas je zanimalo, kako se bo obarval plamen, ali bo sajast in ali bo imel kakšen značilen vonj. Bolj kot je plamen pri zgorevanju nekega organskega vzorca sajast, večji je masni delež ogljika v njem. Če se plamen obarva zeleno pomeni, da je prisoten eden od halogenih elementov (Beilsteinova reakcija).
- ❖ Prižgane vzorce smo umaknili s plamena in jih upihnili. Ugotavljali smo ali dim diši po kisu. To bi pomenilo, da vzorec vsebuje oetno kislino.
- ❖ Nazadnje smo še preverili, če vzorci vsebuje negorljive sestavine. Vsakega posebej smo sežgali in pogledali, če je po sežigu ostal pepel.



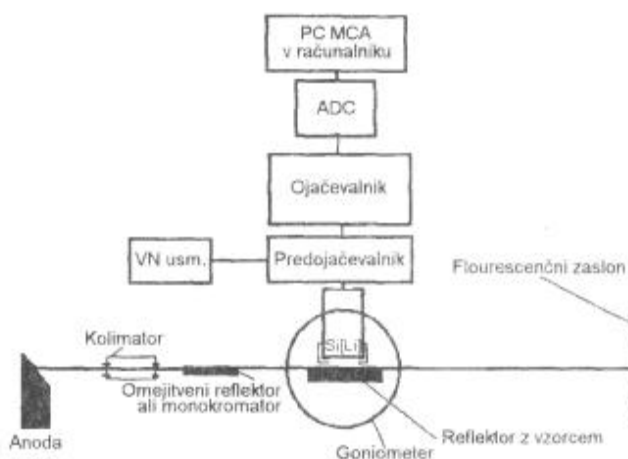
Slika 11: Sajast plamen pri sežigu vzorca. (Vir: avtor raziskovalne naloge, 2010)

2.3.5. Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem

Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem je izredno občutljiva instrumentalna metoda, za analizo sledi elementov v vzorcih, ki se nanesejo na gladko podlago iz primerne snovi. Z merjenjem kotne odvisnosti jakosti fluorescenčnih žarkov, vzbujenih ob vpadu pod majhnimi koti, je z istim instrumentom mogoče meriti tudi parametre tankih plasti ali večplastnih struktur, ki so nanešeni na ravno podlago.

Rentgenski žarki se na meji med dvema različnima homogenima snovema odbijajo in lomijo tako kot vsako elektromagnetno valovanje. Uporabimo lahko klasično disperzijsko relacijo, vendar je pri rentgenskih žarkih lomni količnik manjši od 1, ker je frekvenca valovanja

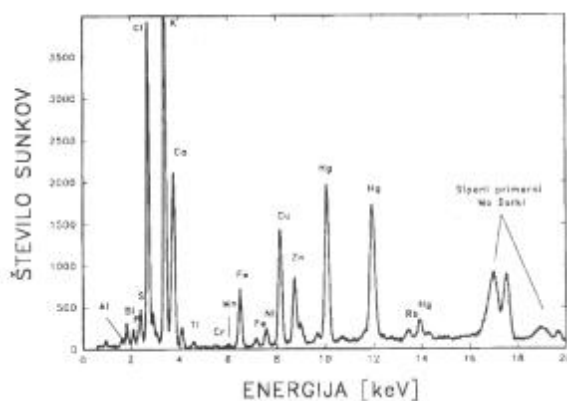
mного večja od lastnih frekvenc elektronov v atomih. Pri tankih plasteh ali večplastnih strukturah, ki so nanese enakomerno na gladko podlago, pa pride do interference med lomljenimi vhodnimi in odbitimi žarki na mejah zaporednih plasti na reflektorju. Ta pojav omogoča selektivne meritve elementov, ki te plasti sestavljajo in določitev njihove gostote oz. površinske gostote, debeline ter povprečne oddaljenosti od površine. Natančnost in globinska ločljivost teh meritev je odvisna predvsem od absorpcije rentgenskih žarkov v atomih snovi, ki te plasti sestavljajo.^[10]



Slika 12: Shematski prikaz rentgensko-fluorescenčnega sistema s totalnim odbojem^[10]

Eksperimentalni sistem je sestavljen iz rentgenske cevi, kot izvira rentgenskih žarkov, rentgenskega spektrometra s Si(Li) detektorjem in totalno refleksijskega modula. Visokoločljivostni rentgenski spektrometer s polprevodniškimi Si(Li) detektorjem sestavljajo še visokonapetostni izvir, ojačevalnik in analogno-digitalni pretvornik (ADC) ter večkanalni analizator (MCA), ki omogoča merjenje rentgenskega spektra v območju od 0,1 do 20 kV.

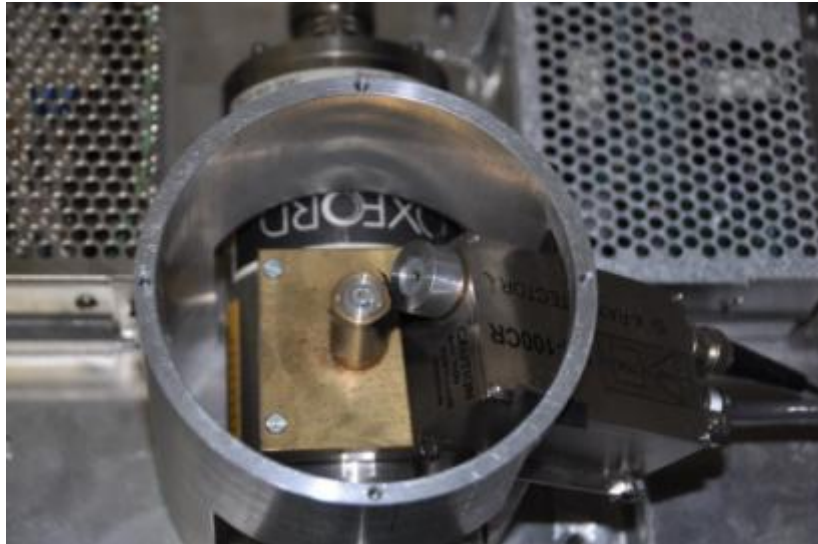
Curek rentgenskih žarkov usmerimo na kremenov reflektor pod kotom, manjšim od kritičnega kota za totalni odboj, detektor približamo reflektorju na razdaljo manj kot 1 mm. V primeru, da nanese na reflektor majhno količino vzorca nam vpadni žarek vzbuja fluorescenco v atomih vzorca. S kombinacijo primernih fizikalnih pogojev in s primerno kemijsko predpripravo vzorca se lahko s to metodo dosežejo občutljivosti pri analizi elementov nekje med 1 in nekaj 10 pg. S to metodo lahko določimo količino in vrsto elementa v vzorcu.^[12]



Slika 13: Totalnorefleksijski rentgenski spekter vzorca sline pacienta 3 ure po plombiranju zoba.^[10]

¹² Članek Petra Kumpa, Vakumist, 14.4. 1994, str. 15

Ker še vedno nismo vedeli, kateri halogeni element je prisoten v izbranih treh vzorcih embalaže nagrobnih sveč, smo se odločili, da to ugotovimo ravno z metodo rentgenske fluorenscentne spektroskopije. Z analizo smo želeli ugotoviti, če nagrobne sveče vsebujejo tudi kakšne druge strupene snovi, na primer težke kovine (svinec, kadmij...). Opreme za to nismo imeli na šoli, zato smo vzorce odnesli v Ljubljano na inštitut Jožefa Štefana, kjer smo s pomočjo priznanega strokovnjaka, dr. Petra Kumpa, analize tudi opravili.



Slika 14: Spektrometer za rentgensko fluorenscentno spektroskopijo (Foto: avtor raziskovalne naloge, 2010).

2.3.6 Analiza rezultatov

Na osnovi meritev pri eksperimentalnem delu, anketiranja in pregleda literature smo prišli do zanimivih ugotovitev in zaključkov. S pridobljenimi rezultati in izpeljanimi zaključki lahko potrdimo vse naše hipoteze.

2.3.7 Priprava zgibank

Naša prva hipoteza o neosveščenosti ljudi se je izkazala za pravilno. Ravno zaradi tega smo se odločili, da bomo izdelali zanimivo propagandno gradivo. Izdelali smo zgibanke z zbranimi zaključki in ugotovitvami našega raziskovanja za dijake naše šole, širšo javnost in se vključili v projekt Eko parlamenta podjetja Slopak, nacionalne družbe za ravnanje z odpadno embalažo, skupaj z Ministrstvom Republike Slovenije za okolje in prostor, pod okriljem UNESCO.

Z izdelavo propagandnih materialov (zgibank, plakatov) lahko tudi mi prispevamo k udejanjenju skupnega cilja. Želimo vzpodbuditi pravilno razmišljanje posameznikov, kakor širše skupnosti pri pravilnem ravnanju z nagrobnimi svečami kot odpadki ter uporabi okolju prijaznih materialov. Trajnostno urejena pokopališča bodo tako prispevala svoj delež k zmanjševanju globalnega onesnaženja.

2.3.8 Osveščanje dijakov in širše javnosti

Želeli smo, da bi z rezultati našega raziskovanja seznanili čim večjo populacijo gimnazijcev naše šole. Ravno zaradi tega smo se odločili, da bomo rezultate predstavili tudi članom Naravoslovnega društva, ki aktivno deluje na naši šoli. V ta namen smo organizirali

predavanja na temo Ekološke spornosti sveč za člane Naravoslovnega društva, oddelčnih skupnosti. Med udeležence predavanj bomo razdelili izdelane zgibanke. Izdelati bomo morali tudi plakat in ga namestili na vidna mesta v šoli, kakor tudi na zabojnike na pokopališčih in ji Predavanja bodo potekala po naslednjem razporedu:

Tabela 2: Potek predavanj v okviru raziskovalne naloge.

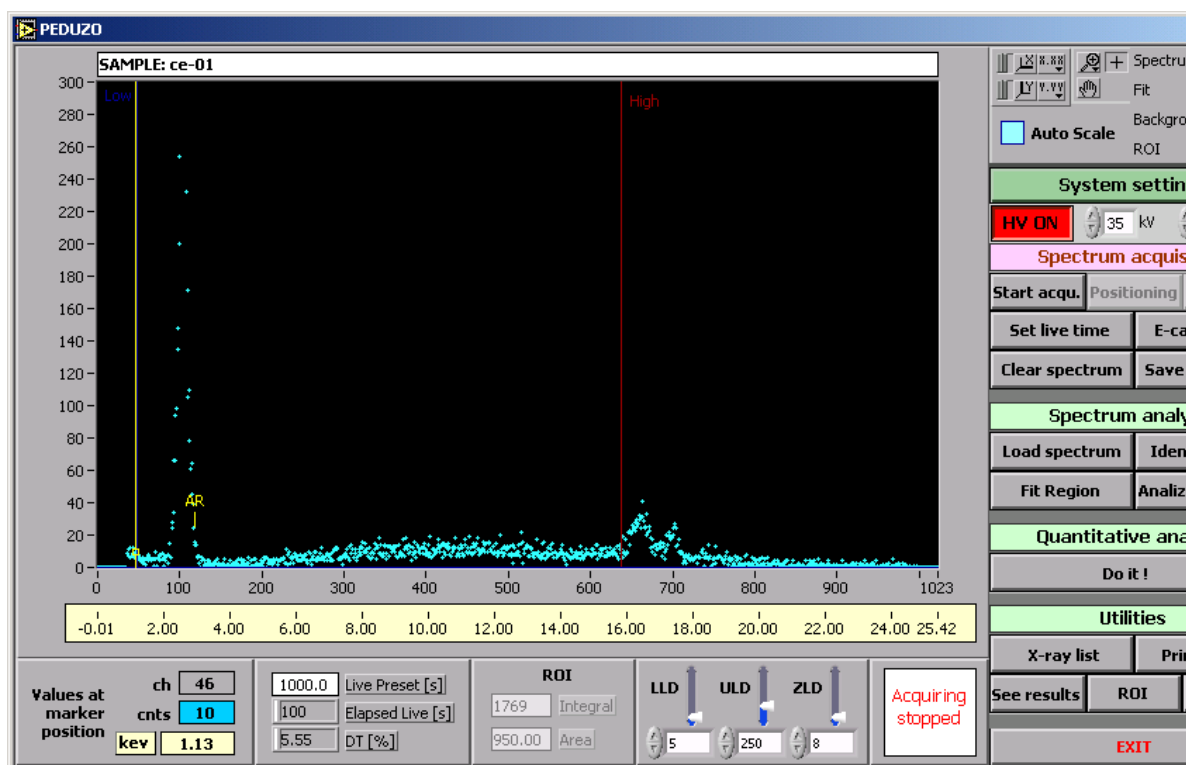
Datum predavanja	Čas predavanja	Poslušalci
25.3.2010	11.45-12.30	3.d razred
25.3.2010	12.35-13.20	4.b razred
24.3.2010	12.35-13.20	2.f razred
30.3.2010	11.45-12.30	člani Naravoslovnega društva

2.4 Meritve

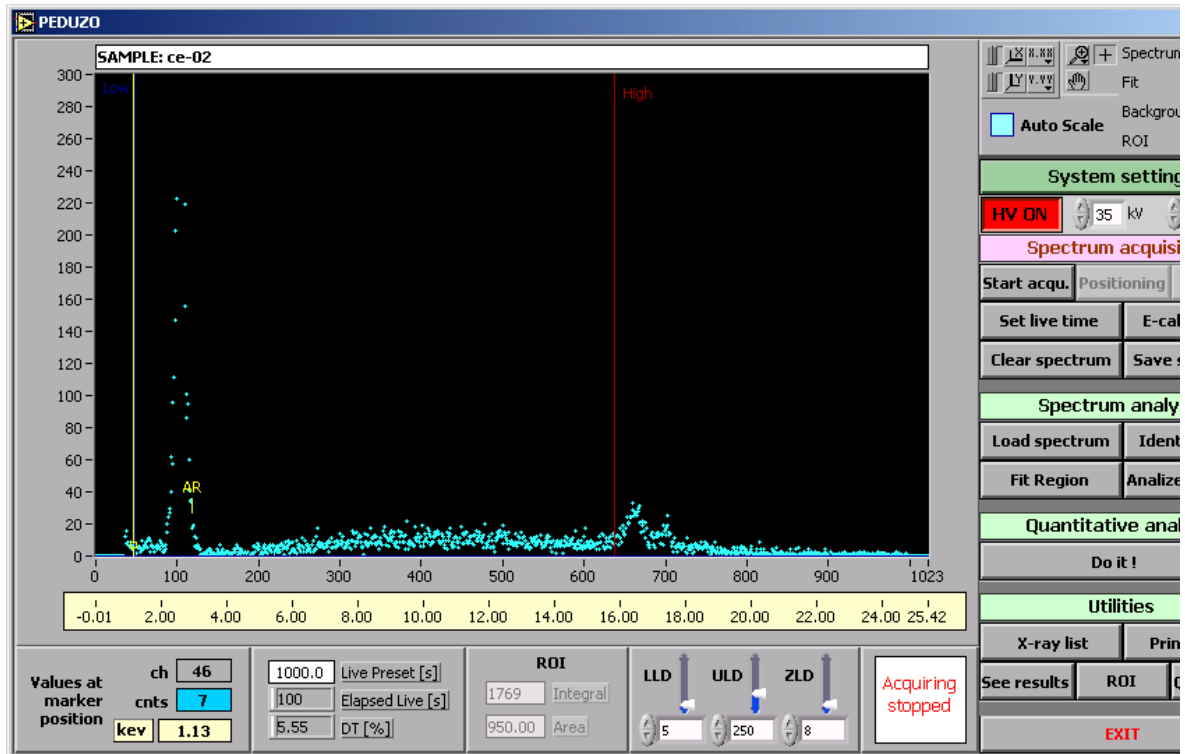
2.4.1 Meritve z rentgensko fluorescenčno spektrometrijo

Pripravljene vzorčke nagrobnih svečk, ploščice velikosti 4 cm², smo postavili direktno na rentgenski fluorescenčni spektrometer in čez kakšno minuto je detektor, povezan z njim izrisal rezultate v obliki krivulj z značilnimi vrhovi (piki). Metoda deluje na detekciji kemijskih elementov z molibdensko rentgensko cevjo. Molibdenovi žarki se odbijejo od vzorca v detektor, ki izriše vsebnost posameznih elementov v obliki pikov nad katerimi so imena le-teh.

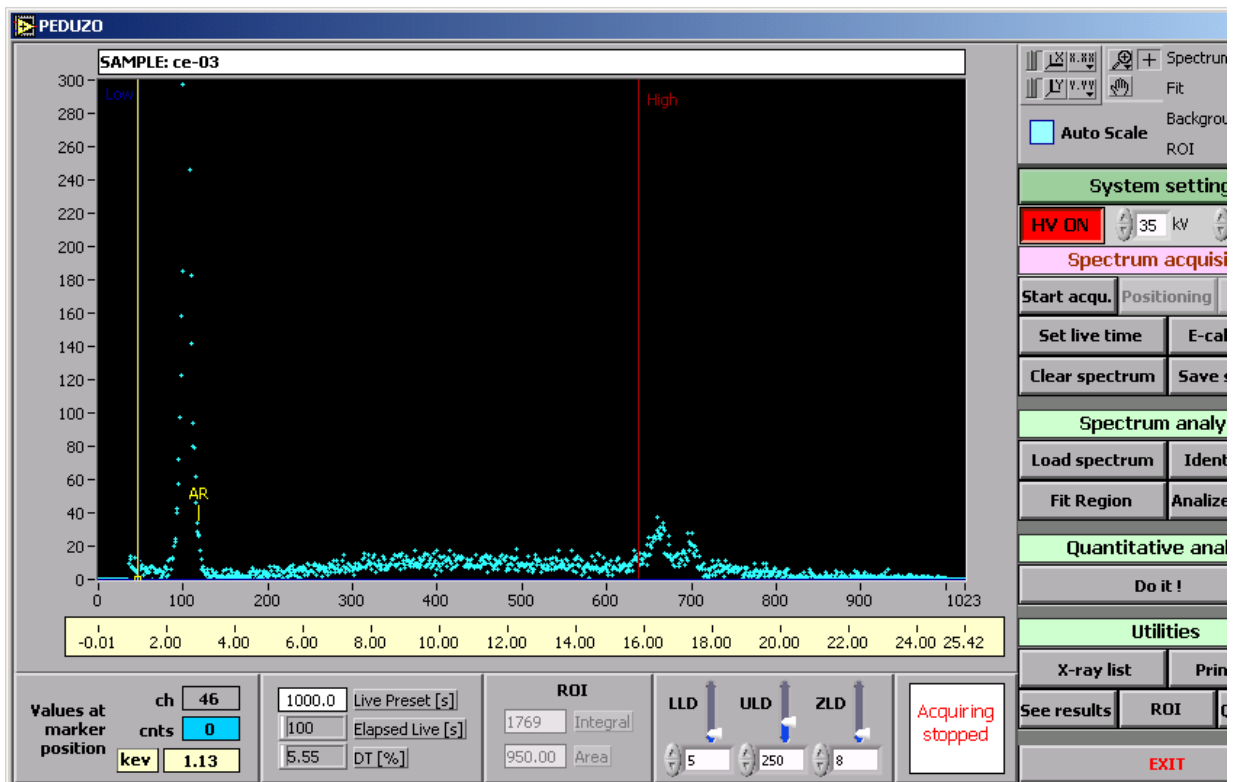
Detektor rentgenske fluorescenčne spektrometrije s totalnim odbojem je zabeležil naslednje meritve:



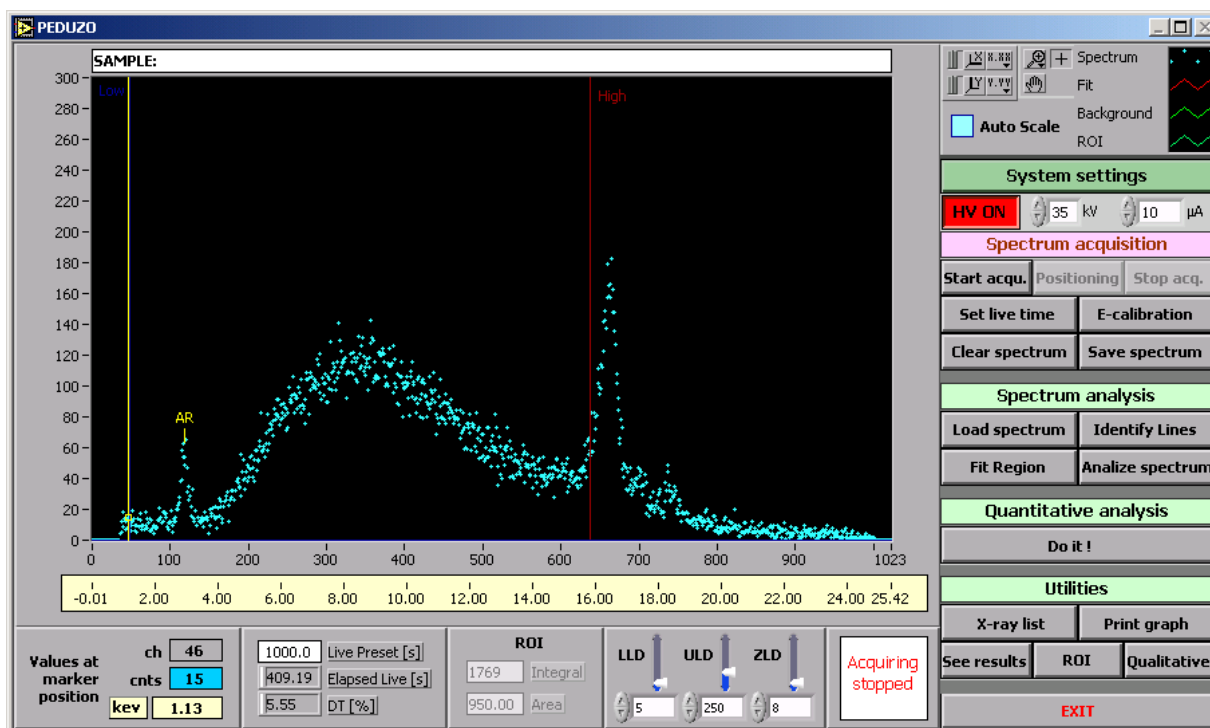
Slika 15: Vsebnost klora v vzorcu 1.



Slika 16: Vsebnost klora v vzorcu 2.



Slika 17: Vsebnost klora v vzorcu 3.



Slika 18: Vsebnost klora v vzorcu 4.

Računalniški program na podlagi meritve vrha (pika) v vzorcu, površine in mase merjenega vzorca izračuna koncentracijo iskanega elementa v vzorcu. v preiskovanem vzorcu.

3 Rezultati

3.1 Rezultati ankete

Anketo smo razdelili med 251 anketirancev in dobili naslednje rezultate:

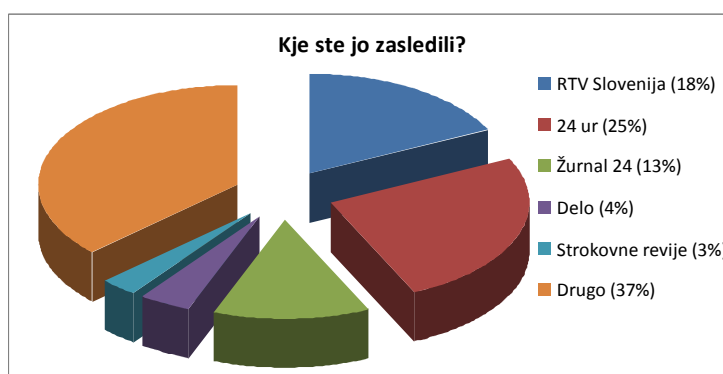
Tabela 3: Rezultati anket

Vprašanje/odgovor	a)	b)	c)	č)	d)	e)	f)
1	152	93	/	/	/	/	/
2	30	43	22	/	7	5	63
3	184	63	/	/	/	/	/
4	18	4	8	221	/	/	/
5	214	11	21	/	/	/	/
6	110	53	43	/	/	/	/
7	126	117	/	/	/	/	/
8	/	33	92	/	/	/	/
9	155	52	39	/	/	/	/
10	67	177	/	/	/	/	/



Graf 1: Prikaz odgovorov na prvo vprašanje

Večina anketirancev (62 %) je o problematiki nagrobnih sveč že slišala, a vseeno je zaskrbljujoče, da se je skoraj 40 % anketiranih ne zaveda.



Graf 2: Prikaz odgovorov na drugo vprašanje.

Rezultati tega vprašanja kažejo, da so anketiranci podatke o ekološki problematiki nagrobnih sveč zasledili v različnih virih (37 %), 25 % v dnevno informativni oddaji 24ur, sledijo pa RTV Slovenija z 18 %, Žurnal (13 %), Delo (4%) in razpoložljive strokovne revije (3 %).



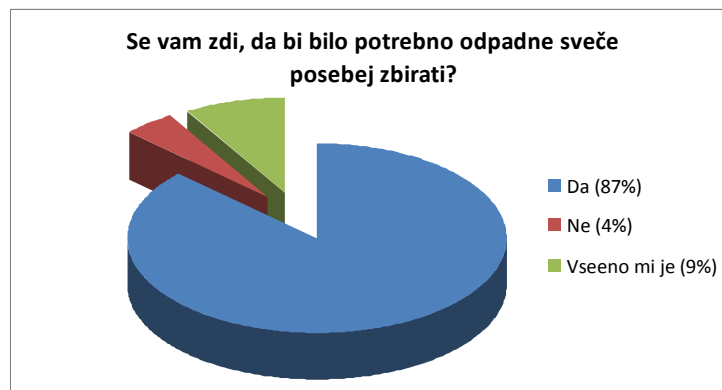
Graf 3: Prikaz odgovorov na tretje vprašanje

Kljub temu, da je skoraj 40 % anketirancev odgovorilo, da ne pozna problematike nagrobnih sveč, se jih 75 % zaveda, da so nagrobne sveče okolju nevarni odpadki.



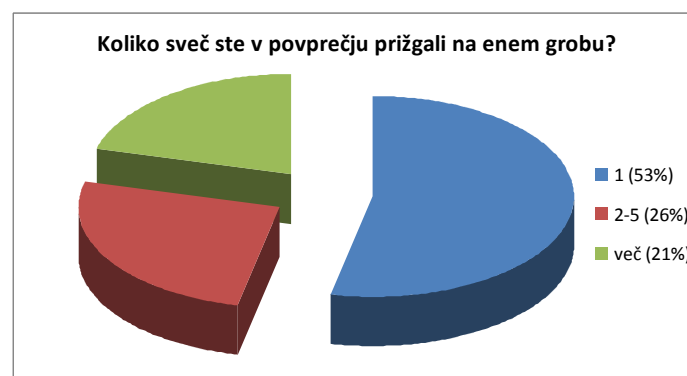
Graf 4: Prikaz odgovorov na četrto vprašanje

Po pričakovanih daleč največ anketirancev oz. njihovih družin kupuje navadne nagrobne sveče (88 %), nekaj električne (7 %) in ostali 3 % steklene sveče.



Graf 5: Prikaz odgovora na peto vprašanje

Skoraj 90 % vprašanih je odgovorilo, da bi bilo po njihovem mnenju potrebno nagrobne sveče ločevati od ostalih odpadkov.



Graf 6: Prikaz odgovorov na šesto vprašanje.

V šestem vprašanju ankete smo preverjali koliko sveč anketiranci in njihovi svojci prižgejo na enem grobu. Večina prižge po eno svečo (53 % anketiranih). Zaskrbljujoče pa je, da približno četrtina anketiranih prižge 2-5, 21 % pa več kot 5 sveč.



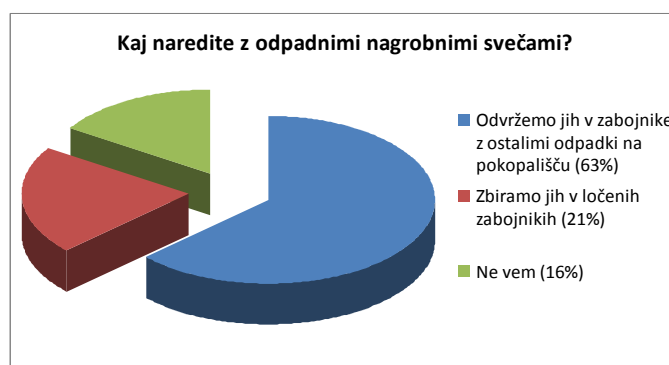
Graf 7: Prikaz odgovorov na sedmo vprašanje.

Zanimalo nas je ali anketiranci vedo koliko je prižganih vseh sveč na enem grobu. Malo več kot polovica (52 %) vprašanih je vedela, 48 % pa ne.



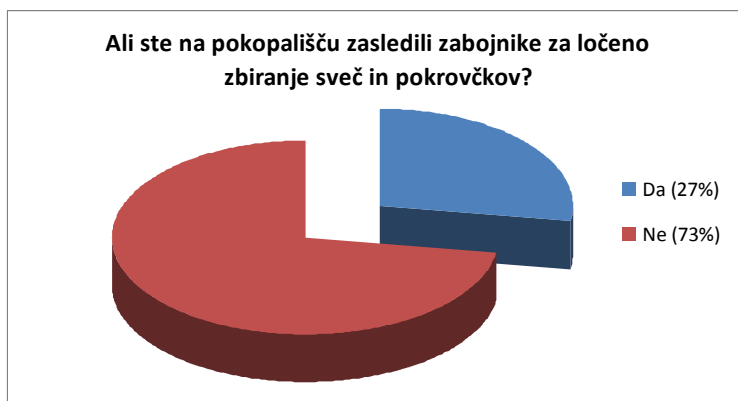
Graf 8: Prikaz odgovorov na osmo vprašanje.

Vprašanje o številu prižganih sveč se navezuje na prejšnje vprašanje. Anketiranci so večinoma naštel več kot 5 sveč (74 %) na posameznem grobu. Anketa je bila izvedena v mesecu decembru in anketiranci so bili še pod vtisom dneva spomina na mrtve (1. november).



Graf 9: Prikaz odgovorov na deveto vprašanje.

Pri vprašanju, v katerem so anketiranci odgovarjali, kaj naredijo z odpadnimi nagrobnimi svečami, je kar 63 % vprašanih odgovorilo, da jih odvržejo v zabojnike z ostalimi odpadki na pokopališču. 21 % odpadke nagrobnih sveč pravilno odlaga, kar 16 % pa ne ve kaj bi z nastalimi odpadki naredila. Rezultat je zaskrbljujoč, saj bi sveče nujno morali zbirati ločeno.



Graf 10: Prikaz odgovorov na deseto vprašanje

Z zadnjim vprašanjem smo želeli izvedeti v katerih krajih se nagrobne sveče ločeno zbirajo še pred izvajanjem nove uredbe o ločevanju nagrobnih sveč. 27 % anketirancev je na pokopališčih zasledila zabojnike za ločeno zbiranje sveč, kar 73 % pa ne.

Najpogosteje omenjeni kraji, katerih pokopališča bi naj imela zabojnike za ločeno zbiranje odpadkov, so:

- Slovenske Konjice,
- Zreče,
- Zibika,
- Ljubljana,
- Laško,
- Šmarje pri Jelšah,
- Štore,
- Polzela,
- Vojnik,
- Nova Cerkev,
- Šmarje pri Jelšah,
- Šentjur,
- Celje,
- Ponikva,
- Dobrna,
- Rogaška Slatina.

3.2 Beilsteinova reakcija

Pri Beilsteinovi reakciji – sežigu vzorcev v plamenu smo prišli do rezultatov, ki so zbrani v tabeli 4.

Tabela 4: Rezultati Beilsteinove reakcije


vzorec	barva plamenske reakcije
vzorec 1	zelena
vzorec 2	zelena
vzorec 3	rumeno-oranžna
vzorec 4	zelena

Trije vzorci so pri segrevanju v plamenu nad plinskim gorilnikom dali zeleno plamensko reakcijo. Iz tabele 5 vidimo, da so bili to vzorci 1, 2 in 4. Na osnovi dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da se v teh treh vzorcih nahaja klor. Za potrditev naše hipoteze smo morali izbrati še natančnejšo kvantitativno analizno metodo, ki je našo domnevo kasneje res potrdila.

3.3 Ugotavljanje lastnosti in vrst plastičnih materialov embalaže nagrobnih sveč





Potek dokazovanja, da je embalaža treh vzorčnih sveč iz polivinil klorida (PVC), ena pa iz polipropena (PP), je prinesel ugotovitve, ki so zbrane v tabeli 5.

Tabela 5: Rezultati ugotavljanja lastnosti ohišij vzorcev nagrobnih sveč

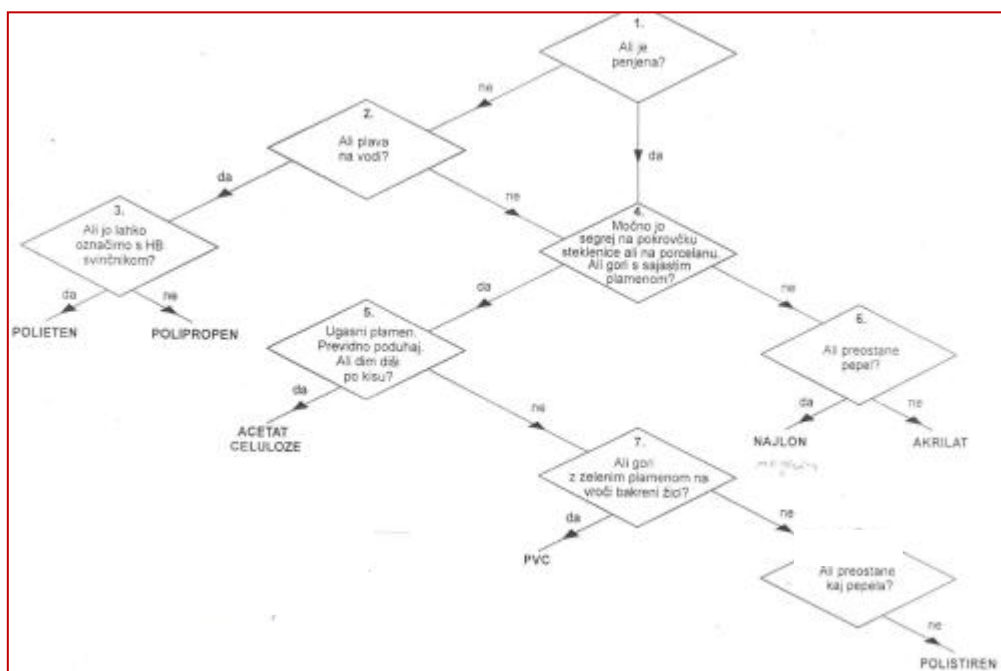
številka vzorca	gostota vzorca	trdnost vzorca	sajavost plamena	vonj plamena po kisu	ostanek pepela po sežigu
 vzorec 1	težji	ni sledi	da	ne	da
 vzorec 2	težji	ni sledi	da	ne	da
 vzorec 3	težji	ni sledi	da	ne	da
 vzorec 4	težji	ni sledi	da	ne	da

Na osnovi rezultatov, ki so zbrani v tabelah 4 in 5 lahko zaključimo, da so ohišja vzorcev treh nagrobnih sveč iz polivinil klorida (PVC) in eno polipropilena (PP).

Tabela 6: Rezultati identifikacije plastike

vzorec	material ohišja
 vzorec 1	PVC
 vzorec 2	PVC
 vzorec 3	PP
 vzorec 4	PVC

Pri identifikaciji plastike smo si pomagali z Določevalnim ključem (slika 18) z delavnice z naslovom: Prepoznavanje in ločevanje polimernih materialov, ki je potekala v Ptujju oktobra 1998 (Interno gradivo za delavnico, 1998).







Slika 19: Določevalni ključ polimerne materiale (Vir: Interno gradivo 7. Srečanja učiteljev kemije, 1988)

3.4 Rentgenska fluroescenčna spektroskopija

Na osnovi meritev vsebovanega klora v naših vzorcih sveč z rentgensko fluroescenčno spektroskopijo, ki so prikazani na slikah 14, 15, 16, 17 računalniški program direktno izračuna vsebnost klora. V program smo vstavili maso posameznega vzorca, njegovo izračunano površino in računalniški program vsebnost klora v %. Rezultati so zbrani v tabeli 7.

Tabela 7: Rezultati vsebovanega klora v vzorcih sveč

številka vzorca	masa vzorca (g)	površina vzorca (cm ²)	vsebnost klora (%)
 vzorec 1	0,5789	5,0379	53,04
 vzorec 2	0,4257	5,1477	59,81
 vzorec 3	/	/	0
 vzorec 4	0,3106	3,3250	57,46

Rezultati kažejo, da za izdelavo nagrobnih sveč treh vzorcev (1, 2, in 4) uporabljajo polivinil klorid. Rezultat analize pri vzorcu 3 kaže, da le-ta dejansko ne vsebuje klora in se tako ujema z napisom na deklaraciji PP (polipropen – okolju prijazen izdelek).

Kemijsko smo izračunali masni delež klora v čistem polivinil kloridu (PVC), ki ga določimo iz razmerja relativne atomske mase klora in molekulske mase polivinil klorida.

$$w_{(\text{Cl})} = \frac{A_r(\text{Cl})}{M_r(\text{CH}_2\text{CHCl})} = 0,568 \quad (1)$$

Enačba 1: Izračun masnega deleža klora v polivinil kloridu

- $A_r(\text{Cl}) = 35,5$; relativna atomska masa klora
- $M_r(\text{CH}_2\text{CHCl}) = 62,5$; relativna molekulska masa polivinil klorida

Dobljena vrednost izračunanega masnega deleža klora v čistem polivinil kloridu znaša 0,568 oziroma 56,8 %. Ohišja naših treh vzorcev nagrobnih sveč so praktično iz čistega polivinil klorida.

4 Zaključek

Slovenci smo pri porabi nagrobnih sveč v samem evropskem vrhu. Posledično zaradi tako velike porabe nagrobnih sveč nastaja velik delež odpadkov, ki okolju niso ravno prijazni. Podatki kažejo, da se porabi največ sveč v polivinil kloridni (PVC) embalaži. Termična izraba PVC-embalaže je zelo draga, saj je potrebno zagotoviti čiščenje nastalih emisij klora. V tem trenutku v Sloveniji takšne naprave nimamo. Za klor vemo, da je izredno toksičen, v čistem polivinilkloridu ga je 56,8 %. Zaradi predstavljenih dejstev je bilo nujno postaviti natančna pravila, za gospodarjenje in ravnanje s tovrstnimi odpadki, z uvedbo uredbe o ločenem zbiranju nagrobnih sveč. Pri našem raziskovanju nas je zanimalo, kakšna je osveščenost dijakov naše šole na tem področju. Ugotavljali smo, ali sploh razmišljajo o ekološki problematiki nagrobnih sveč, o njenih vzrokih in posledicah.

V prvi hipotezi smo predpostavili, da se uporabniki nagrobnih sveč ne zavedajo njihove ekološke spornosti. S pomočjo ankete smo prišli do zanimivih rezultatov. 62 % anketirancev je slišalo za ekološko problematiko nagrobnih sveč. Informacije so dobili iz strokovnih revij (37 %), televizijsko informativnih oddaj (24 ur – 25 %; RTV – 18 %) itn. 74 % anketiranih meni, da so nagrobne sveče nevarni odpadki, a se jih kljub temu 88 % odloča za nakup navadnih nagrobnih sveč. Prav tako 87 % vprašanih meni, da bi morali odpadne sveče zbirati ločeno. 53 % anketiranih pri prižiganju sveč uporabi eno svečo, 26 % 2-5 in 21 % več kot 5 sveč. 74 % anketiranih je odgovorilo, da je bilo na enem grobu prižganih več kot 5 sveč. 83 % vprašanih odvrže odpadne nagrobne sveče v zabojnike za komunalne odpadke, le 21 % jih zbira ločeno, kljub ugotovitvi, da je 61 % anketirancev zasledilo zabojnike za ločeno zbiranje nagrobnih sveč. Našo prvo hipotezo lahko potrdimo, saj več kot 80 % anketiranih dijakov odpadnih nagrobnih sveč ne ločuje, ampak pristanejo v zabojnikih z ostalimi komunalnimi odpadki. Nastaja torej preveč odpadkov, ki jih ni mogoče reciklirati oziroma količinsko zmanjšati ob trenutno razpoložljivih tehnologijah predelave.

V drugi hipotezi smo predvidevali, da večina potrošnikov posega po navadnih nagrobnih svečah, katerih embalaža je iz polivinilklorida. Tudi to hipotezo lahko potrdimo, saj je 88 % anketiranih odgovorilo, da se odloča za tovrsten nakup. Zaskrbljujoč je podatek, da od 8000 ton kupljenih sveč nastane 2400 ton PVC.

V tretji hipotezi smo predvidevali, da ohišja polivinil kloridnih (PVC) nagrobnih sveč vsebujejo klor. Tudi to hipotezo lahko v celoti potrdimo, saj smo z eksperimentalnim delom to tudi dokazali. Vsebnost klora smo najprej dokazali z Beilsteinovo reakcijo, ki je plamen treh analiziranih vzorcev obarvala zeleno. S tem smo potrdili prisotnost halogena, torej elementa VII. skupine periodnega sistema. Metoda je orientacijska, saj bi tudi za ostale elemente te skupine dala enake rezultate. S pomočjo določevalnega ključa lastnosti polimernih materialov smo sklepali, da imamo tri vzorce iz PVC, enega pa iz PP. Zaradi tega smo morali izbrati natančnejšo analizo metodo. Uporabili smo rentgensko fluorescenčno spektroskopijo, ki je potrdila naše domneve. S preračunavanjem smo zaključili, da so naši trije vzorci iz skoraj čistega PVC, ki se uporablja kot eden izmed materialov za izdelavo embalaže nagrobnih sveč.

V četrti hipotezi smo postavili domnevo, da polipropilenska (PP) embalaža ne vsebuje klora. Z uporabo rentgenske fluorescenčne spektroskopije smo tudi to hipotezo potrdili, saj preiskovani vzorec ni pokazal nobene sledi vsebovanega klora.

Raziskovanje je potekalo tekoče, brez večjih težav, saj so bili vsi deli naloge skrbno načrtovani. Prišli smo do zanimivih ugotovitev. Problematiko ekološke spornosti sveč bi morali začeti reševati pri samem izvoru. Prav gotovo bi bilo potrebno zmanjšati preveliko porabo nagrobnih sveč. To bi lahko rešili na več načinov. Morda z višjimi davki na navadne nagrobne sveče iz PVC-ja ali pa s široko pokrito medijsko propagandno akcijo za manjšo porabo le-teh. Prepričani smo, da bo nova uredba o ločenem zbiranju odpadnih nagrobnih sveč prispevala k boljšemu ravnanju s tovrstnimi odpadki in tako onemogočila mešanje z ostalimi komunalnimi odpadki, ki končajo na deponijah. S tem bo rešena problematika strupenega klora in njegovega prehajanja v vodo, tla oziroma zrak.

Odločili smo se, da bomo tudi sami prispevali nekaj k rešitvi tega problema, zato smo izdelali zgibanko, ki smo jo razdelili med dijake naše šole. Primer le-te je prikazan v prilogi raziskovalne naloge. Njen namen je poučiti uporabnike o nevarnostih nagrobnih sveč, za katere sveče se odločiti pri nakupu in kako zavestno prispevati k varovanju okolja. Rezultate svojega dela smo predstavili tudi ostalim oddelčnim skupnostim in članom Naravoslovnega društva na naši šoli. Izdelali smo tudi plakat, da bi svojo osveščevalno dejavnost še razširili. Posameznik lahko spremeni malo stvari, toda ko ljudje stopijo skupaj, je mogoče spremeniti mnogo.

5 Literatura in viri

- Bukovec, N. ; Dolenc, D.; Šket, B. 2000: Kemija za gimnazije 2, DZS, Ljubljana.
- Dimitrakakis, E.; Janz, A.; Bilitewski, B.; Gidakos, E. 2009: Determination of heavy metals and halogens in plastics from electric and electronic waste; Waste Management 29, str. 2700-2706.
- Kump, P. 1994: revija Vakumist, članek Rentgenska fluorescenčna spektroskopija s totalnim odbojem (TXRF), str. 14.
- Musil, V.; Denac, M.; Pohleven, J. 1998: 7. srečanje slovenskih učiteljev kemije, Interno gradivo za Delavnico prepoznavanje in ločevanje polimernih materialov.
- Schröter, W.; Lautenschläger, K.-H. 1993: Kemija splošni priročnik, TZS, Ljubljana.
- Skoog, A.; West, D., Holler, I. 1996: Fundamentals of Analytical Chemistry, Seventh edition, University of Kentucky; USA.
- Skoog, A.; West, D., Nieman, 1998: Principles of Instrumental analysis, Fifth edition, Har court Brace & Company, USA.
- Smrdu, A. 2005: Veliki srednješolski priročnik - Kemija, Ataja, Ljubljana.
- Stamejčič, B. 2009: Ko ugasnejo sveče..., Novi tednik št. 89, 13. november.
- Uradni list RS, št. 78/2008: Uredba o ravnanju z odpadnimi nagrobnimi svečami.
- http://www.plasson.com/images_2006/Pvc_pict.jpg
- http://www.kpv.si/novice/Odlaganje_odpadnih_svec.pdf
- http://www.lenntech.com/images/PVC_formula.gif
- <http://www.svecarstvo-jurkovic.si/shared/izdelki/izdelkiSlike/nalite/kocka-b.jpg>
- http://okna.dobraizbira.si/files/rtg-pvc-vrata_resized.jpg
- <http://www.orz.si/si/>
- <http://www.kemija.org/index.php/kemija-mainmenu-38/24-kemijacat/189-klor>
- <http://www.rtv slo.si/slovenija/svece-ki-gorijo-odpadki-ki-ostanejo/215847>
- http://mladiraziskovalci.scv.si/raziskovalne_detajl.php?raziskovalna=nagrobne-svece-odpadek?
- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Projekt:Polipropilen>
- <http://www.slopak.si/uporabniki.htm>
- <http://www.jh-lj.si/index.php?k=1381&p=7>
- <http://www.ozs.si/obrtnik/prispevek.asp?IDpm=3479>

6 Priloge

6.1 Priloga I: Rezultati rentgenske fluorescenčne spektroskopije

SAMPLE: **ce-01** RIX:[ARES= 0] WEIGHT [g/cm²): 0.115

El. E [keV]	Int [c/s]	S	T [g/cm ²]	Conc [g/g]	Uncert.[g/g]
CL 2.622	39.570	4.28E+04	0.0017	5.30E-01	6.44E-02

When analyzing the same sample with source please consider:
Absorption intercept: A0= 0 [Reduce ARES= 0 at C= 0.00 %]
Absorption slope: A1= -2.840

RESIDUAL MATRIX characterised by:
Absorption intercept: A0= 0 (0) [C= 53.04 %]
Absorption slope: A1= 0.000 (0.000) [CHI= 0.00]

Residual matrix most probably of: ORGANIC ORIGIN and
composed of
CHECK THE ANALYSIS!

Total matrix [%]= 90.60 (0.00)

ANALYSIS RESULTS

SAMPLE: **ce-02** RIX:[ARES= 0] WEIGHT [g/cm²): 0.083

El. E [keV]	Int [c/s]	S	T [g/cm ²]	Conc [g/g]	Uncert.[g/g]
CL 2.622	51.090	4.28E+04	0.0020	5.98E-01	7.30E-02

When analyzing the same sample with source please consider:
Absorption intercept: A0= 0 [Reduce ARES= 0 at C= 0.00 %]
Absorption slope: A1= -2.840

RESIDUAL MATRIX characterised by:
Absorption intercept: A0= 0 (0) [C= 59.81 %]
Absorption slope: A1= 0.000 (0.000) [CHI= 0.00]

Residual matrix most probably of: ORGANIC ORIGIN and
composed of
CHECK THE ANALYSIS!

Total matrix [%]= 102.15 (0.00)

C O M M E N T S:

ANALYSIS RESULTS

SAMPLE: **ce-03** RIX:[ARES= 0] WEIGHT [g/cm²): 0.098

El. E [keV]	Int [c/s]	S	T [g/cm ²]	Conc [g/g]	Uncert.[g/g]
CL 2.622	44.170	4.28E+04	0.0018	5.75E-01	6.98E-02

When analyzing the same sample with source please consider:
Absorption intercept: A0= 0 [Reduce ARES= 0 at C= 0.00 %]
Absorption slope: A1= -2.840

RESIDUAL MATRIX characterised by:
Absorption intercept: A0= 0 (0) [C= 57.46 %]
Absorption slope: A1= 0.000 (0.000) [CHI= 0.00]

Residual matrix most probably of: ORGANIC ORIGIN and
composed of
CHECK THE ANALYSIS!

Total matrix [%]= 98.15 (0.00)

6.2 Priloga II: Zgibanka



Problem...

- Vsebnost **klora**
- **Prevelika** količina odpadkov
- V Sloveniji **ni prostora** za odlaganje
- Sežig ni mogoč, ker ni čistilnih naprav za klor
- Ni možnosti reciklaže

Boljša izbira...

- Steklene sveče z vložki
- Električne sveče
- Solarne sveče

Kaj še lahko storimo mi?

- Prižgemo manj nagrobnih sveč
- Izbiramo polipropilenske (PP) sveče
- Pravilno odlagamo sveče
- Recikliramo PP sveče



PRAVA IZBIRA – TRAJNOSTNA SVEČA <small>(sveč bi uporabljamo isto embalažo sveče, razen kajena le vložek)</small>	Sveča X	
	Mali vložek za trajno svečo	
Materijal	PVC	PP
Čas goreanja	3 dni	3 dni
Število sveč v 1 m ³	994	3.480
Čas, v katerem napolnimo 1 m ³ kontajner s svečami	5 let	29 let
Cena/kos	1,15 €	0,40 €
Letni strošek za svečo	138 €	55 €*

