

OSNOVNA ŠOLA LIVADA VELENJE
Efenkova 60, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**ALI JE RABA SREDSTEV ZA MEHČANJE VODE PRI PRALNIH
STROJIH SMISELNA?**

Tematsko področje: KEMIJA, EKOLOGIJA

Avtorici:

Jona Žohar, 8. razred
Katarina Šulek, 8. razred

Mentorja:

Simona Žohar, univ. dipl. pedagog, učiteljica biologije
Boris Bubik, prof. fizike

Velenje, 2011

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Livada Velenje.

Mentorja:

Simona Žohar, univ. dipl. pedagog, učiteljica biologije

Boris Bubik, prof. fizike

Datum predstavitve:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD OŠ Livada, 2010/2011
- KG vodni kamen / trda voda / sredstva za mehčanje vode pri pralnih strojih
- AV ŽOHAR Jona, ŠULEK Katarina
- SA ŽOHAR Simona, BUBIK Boris
- KZ 3320 Velenje, Slovenija, Efenkova ulica 60
- ZA Osnovna šola Livada Velenje
- LI 2011
- IN ALI JE RABA SREDSTEV ZA MEHČANJE VODE PRI PRALNIH STROJIH
SMISELNA?
- TD raziskovalna naloga
- OP VI, 41 s, 3 tab., 10 graf., 25 fotograf., 1 pril.
- IJ SL
- JI SL
- AI Voda v Sloveniji ima različno trdoto. Soli v trdi vodi povzročajo nabiranje vodnega kamna na grelnih telesih pralnih strojev. Televizijske reklame ponujajo sredstva, ki to preprečujejo. Nikjer pa niso predstavljeni vplivi in posledice uporabe teh sredstev. Med te vplive in posledice spadata vpliv teh sredstev na okolje in ekonomska upravičenost nakupa. Ugotovitve kažejo na ekonomsko neupravičenost nakupa teh sredstev. Strokovne službe, ki se ukvarjajo z vplivi na okolje, ne morejo potrditi neškodljivega vpliva kemičnih sredstev na okolje, eksperimenti v raziskovalni nalogi pa kažejo negativen vpliv na kalitev semen.

KAZALO

1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 TRDA VODA	2
2.2 MERJENJE TRDOTE VODE	4
2.3 PREGLEDNICA TRDOTE VODE	4
2.4 KAKŠNA JE VODA V SLOVENIJI?	5
2.5 KAKŠNA JE VODA V VELENJSKI OBČINI?	6
2.6 KAJ SE ZGODI, ČE PRI PRANJU V PRALNEM STROJU UPORABLJAMO TRDO VODO?	10
2.7 MEHČANJE TRDE VODE.....	11
2.7.1 <i>Prevretje</i>	11
2.7.2 <i>Destilacija</i>	11
2.7.3 <i>Ionski izmenjevalci</i>	11
2.7.4 <i>Kemijske metode</i>	12
2.8 ALI SO SREDSTVA ZA MEHČANJE VODE, KI JIH KUPIMO V TRGOVINAH, OKOLJU ŠKODLJIVA?	13
2.9 ALI JE RABA SREDSTEV ZA MEHČANJE VODE EKONOMIČNA?	15
3 METODOLOGIJA	16
3.1 DESKRIPTIVNA METODA	16
3.2 METODA ANKETIRANJA	16
3.3 INTERVJU	16
3.4 METODA EKSPERIMENTIRANJA.....	17
4 IZSLEDKI IN RAZPRAVA	18
4.1 ANKETA.....	18
4.2. EKSPERIMENT: UGOTAVLJANJE TRDOTE VODE S TITRACIJSKO METODO	24
4.3. EKSPERIMENT: ODSTRANJEVANJE VODNEGA KAMNA Z ALKOHOLNIM KISOM IN KUPLJENIM SREDSTVOM V OBLIKI PRAŠKA (ZA ZAŠČITO DELOV PRALNEGA STROJA PRED VODNIM KAMNOM).....	28
4.4. EKSPERIMENT: KALITEV SEMENA FIŽOLA IN SEMENA PŠENICE V NAVADNI VODI IN V VODI S SREDSTVOM ZA MEHČANJE VODE.....	31
4.5. EKSPERIMENT: SEGREVANJE GRELCEV PRALNEGA STROJA NA RAZLIČNIH TEMPERATURAH (30°C, 60°C IN 90°C) IN OPAZOVANJE NABIRANJA VODNEGA KAMNA	34
5 ZAKLJUČEK	36
6 POVZETEK	37
7 ZAHVALA 8 PRILOGE:	38
8 PRILOGE:	39
9 VIRI IN LITERATURA	41

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Voda v velenjski vodovodni napeljavi.....	18
Graf 2: Tedenska uporaba pralnega stroja.....	19
Graf 3: Temperatura pranja	19
Graf 4: Pogostost pranja pri 90°C	20
Graf 5: Primernost temperature 60°C za pranje intimnega perila	20
Graf 6: Uporaba sredstev za mehčanje vode	21
Graf 7: Pogostost uporabe sredstva za mehčanje vode	21
Graf 8: Starost pralnega stroja.....	22
Graf 9: Menjava grelca zaradi vodnega kamna.....	23
Graf 10: Čas uporabe stroja pred menjavo grelca	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Nastanek trde vode.....	2
Slika 2: Prehodna in trajna trdota.....	3
Slika 3: Razširjenost kraškega površja.....	5
Slika 4: Vrste kamnin glede na nastanek.....	6
Slika 5: in Slika 6: Čistilna naprava Grmov vrh v Florjanu.....	6
Slika 7: Izvir Ljubije.....	7
Slika 8: Čistilna naprava; usedanje s koagulacijo.....	7
Slika 9: Huda luknja.....	8
Slika 10: Potek meje glede na vodne vire (rdeča črta).....	9
Slika 11: Grelec, obložen s kamnom.....	10
Slika 13: Uporaba ionskega izmenjevalca.....	11
Slika 12: ionski izmenjevalec.....	11
Slika 14: Oznake z embalaže.....	14
Slika 15: Uporaba elektronske pipete.....	24
Slika 16: Dodajanje znrc indikatorja eriokrom črno.....	25
Slika 17: Preskok barve ob uporabi titripleksa B.....	26
Slika 18: Nutrafin test.....	27
Slika 19: Kis in prašek.....	28
Slika 20: Tehtanje grelcev.....	29
Slika 21: Namakanje grelcev (levo: prašek; desno: kis).....	29
Slika 22: Namakanje semen fižola (levo: prašek; desno voda).....	31
Slika 23: Kalitev fižola.....	32
Slika 24: Segrevanje vode.....	34
Slika 25: Nabiranje vodnega kamna.....	35

1 UVOD

Že stotič sem videla to reklamo. Začela sem se spraševati, ali je to res. Na televiziji je reklama predstavljala sredstvo za mehčanje vode, zaradi katerega naj bi pralni stroj "dlje živel", ali drugače povedano, na njegovih pomembnih delih se naj ne bi nabiral vodni kamen. Doma tega ne uporabljamo in ko sem vprašala mamo, je rekla, da ne ve, koliko to pomaga pri daljši življenjski dobi pralnega stroja. Dodala je še: »Pa razišči!« Naslednji dan sem se v šoli o tem pogovarjala s sošolko. Razmislili sva in nastala je ideja za raziskovalno nalogo.

Naslov je pričakovan: »ALI JE RABA SREDSTEV ZA MEHČANJE VODE PRI PRALNIH STROJIH SMISELNA?«

Seveda so se nama ob tem porodila najrazličnejša vprašanja:

Koliko ljudi uporablja ta sredstva?

Ali je voda v naši občini trda?

Je voda glede trdote enaka po celotnem slovenskem ozemlju, saj reklamo vrtijo povsod po naši deželi?

Kaj se pokvari pri pralnem stroju, če je voda trda in je ne mehčamo?

Ali lahko vodo mehčamo še na kak drug način?

Je mehčanje vode s kupljenimi sredstvi okolju prijazno?

Je raba sredstev za mehčanje vode ekonomična?

Kako so vodo mehčali včasih, ko še ni bilo teh sredstev?

Kaj sploh je trda voda?

Ena reklama je povzročila vihar vprašanj, ki sva jih skušali oblikovati v hipoteze.

Raziskovanje se je pričelo.

HIPOTEZE

Hipoteza 1: Voda v Šaleški dolini je trda.

Hipoteza 2: Velenjčani vedo, kako vodo (glede trdote) imamo v vodovodni napeljavi.

Hipoteza 3: Sredstev za mehčanje vode ljudje ne uporabljajo redno.

Hipoteza 4: Alkoholni kis enako uspešno preprečuje nabiranje vodnega kamna na pomembnih delih pralnega stroja kot kupljena kemična sredstva za mehčanje vode pri pralnih strojih.

Hipoteza 5: Izločanje vodnega kamna se povečuje z višanjem temperature vode.

Hipoteza 6: Večina gospodinjstev najpogosteje pere pri temperaturi 60°C.

Hipoteza 7: Redna uporaba sredstev za mehčanje vode ni ekonomična.

Hipoteza 8: Uporaba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih povzroča onesnaženje okolja in škoduje živim organizmom.

2 PREGLED OBJAV

2.1 Trda voda

Kaj sploh je trda voda?

Kot vemo, je voda odlično topilo, zato se na poti do zbiralnika vanjo raztopi veliko snovi. V naravi popolnoma čiste vode ni. V njej so vedno prisotne raztopljene različne snovi. Vrsta in količina raztopljenih snovi je odvisna predvsem od področja, kjer voda izvira, ter od kemične sestave podlage preko in skozi katero voda teče, preden priteče na plano. Niso vse vode enake. Med osnovnimi lastnostmi lahko razločujemo vode tudi po trdoti.

Trda voda vsebuje raztopljene kalcijeve in magnezijeve spojine. To so predvsem :

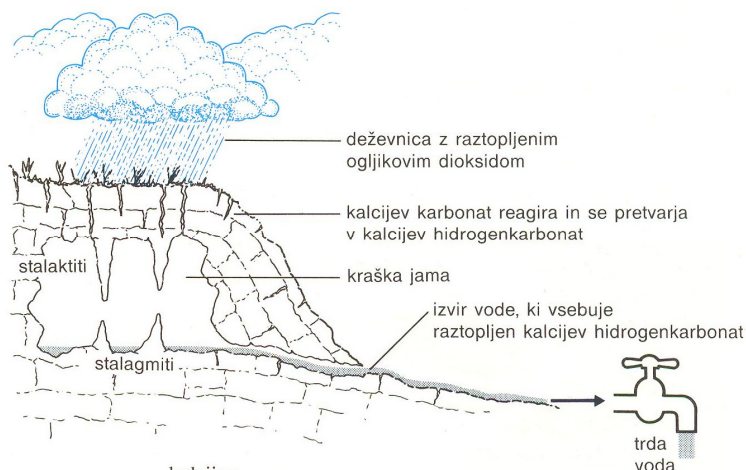
kalcijev hidrogenkarbonat,
kalcijev sulfat,
magnezijev hidrogenkarbonat,
magnezijev sulfat.

Preko 95 % vseh raztopljenih snovi predstavlja osem ionov, štirje negativni: klorid, sulfat, karbonat in hidrogenkarbonat ter štirje pozitivni ioni: kalcij, magnezij, natrij in kalij. Ostali elementi so prisotni le v sledih. Med njimi so fosfati, nitrati, silikati in jod (negativni ioni) ter baker, cink ter ostali kovinski (pozitivni) ioni.

Relativne koncentracije teh ionov podajajo dve pomembni lastnosti vode: trdoto in slanost.

Trdoto vode največkrat povzroča kalcijev hidrogenkarbonat. Ta nastaja, ko pada dež po kamninah, kot sta apnenec in kreda. Obe sestojita pretežno iz kalcijevega karbonata, ki v vodi ni topen. Vendar pa deževnica ni čista voda. Ko pada dež skozi zrak, raztaplja ogljikov dioksid, pri tem pa nastaja šibka ogljikova kislina. Ta raztaplja kalcijev karbonat, ki pri tem preide v kalcijev hidrogenkarbonat.

Slika 1: Nastanek trde vode



Vir: Naravoslovje, kemija, str. 108

voda + ogljikov dioksid + kalcijev karbonat → kalcijev hidrogenkarbonat

$\text{H}_2\text{O} (l) + \text{CO}_2 (g) + \text{CaCO}_3 (s) \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 (aq)$

Druge spojine, ki povzročajo trdoto, pridejo v vodo, kadar pride deževnica v stik s kamninami, kot sta dolomit in sadra, ter iz zemlje.

Dolomit: $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$

Sadra: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

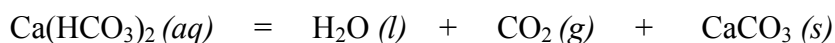
Trdota vode se izračunava v stopinjah, pri katerih ločimo nemške in francoske; 10° nemške (°H) je enaka 10 mg kalcijevega oksida po litru vode, medtem ko je 1° francoske (°F) enaka 10 mg kalcijevega karbonata na liter vode.

O trdoti govorimo pri analizi vode, vendar pa se trdota ukvarja le z delom vseh raztopljenih snovi. Je merilo določenih kovinskih ionov, prisotnih v vodi, predvsem kalcija in magnezija.

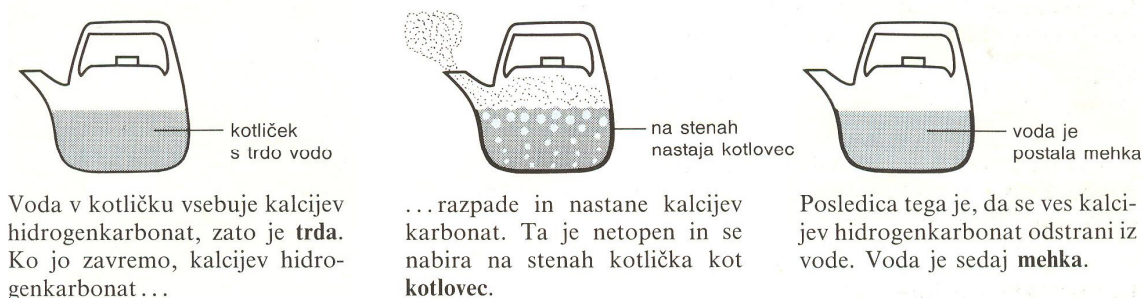
Skupna trdota (oznaka GH) oz. celotna trdota vode označuje celotno vsebnost vseh teh kombinacij soli.

Razdelimo jo lahko na:

- začasno ali prehodno trdoto, ki se izloči pri prekuhavanju (pri vretju se kalcijev hidrogenkarbonat razkrajja in nastane kalcijev karbonat, ki je netopen in se nabira na stenah kotlička, posode ...);



Slika 2: Prehodna in trajna trdota



Vir: Naravoslovje, kemija, str. 109

- trajno (permanentno), ki ostane v vodi tudi po prekuhavanju (druge kalcijeve spojine, npr. kalcijevega sulfata iz sadre z vretjem ne moremo odstraniti).

Trda voda z visoko vsebnostjo karbonata ima okus, ki blaži žejo, zato je idealna kot pitna voda. Mineralne soli so v vodi zaželene iz zdravstvenega – fiziološkega vidika. Zato se tudi priporoča, da ima pitna voda minimalno trdoto 5°H.

Po drugi strani pa visoka vsebnost kalcijevega karbonata povzroča nastajanje vodnega kamna. Zaradi izločanja karbonatov (kotlovca in bele soli) v kotlih, bojlerjih, vodovodnih ceveh, grelcih in posodah iz tehničnega pogleda trda voda ni zaželena. Če kuhamo v takih posodah, se poveča poraba energije.

Milo se v trdi vodi slabo peni, zato je poraba mila in pralnih sredstev večja. Dokler vse kalcijeve in magnezijeve spojine, ki so raztopljene v vodi, ne reagirajo z milom, toliko časa se ne more tvoriti prava pena. Trdota vode torej povečuje porabo mila.

2.2 Merjenje trdote vode

Trdoto vode lahko merimo na več različnih načinov.

Najpogostejši način je kemijska titracijska metoda, ki je dodajanje dveh kemikalij v vzorec, dokler ne pride do definirane spremembe barve. Različne titraže uporabljamo za merjenje skupne in začasne trdote.

Skupno trdoto lahko merimo tudi z milnim reagentom. Ta postopek temelji na dejstvu, da se milo peni močnejše v mehki vodi kot v trdi. Tako dodajamo večjo količino milnega reagenta v trdo vodo, preden se ustvari trajna pena.

Merjenje električne prevodnosti vode nam pove podatek o trdoti vode, saj voda z mnogo ioni bolje prevaja električni tok. Tako z uporabo elektronskega inštrumenta merimo prevodnost vode z elektrodo, potopljeno v vzorec vode. Odčitek na inštrumentu je izražen v mikro Siemensih. Ta metoda je sicer res zelo hitra, žal pa ne loči med trajno in začasno trdoto (meri skupno), poleg tega je inštrument relativno drag.

2.3 Preglednica trdote vode

Trdoto lahko izražamo z različnimi merili, čeprav se v strokovni literaturi uporablja standardizirana enota, ki je izražena v miligramih kalcijevega karbonata na liter (mg/l CaCO₃). Za lažje pretvorbe je podana tabela.

Enota	Izvor	Ekvivalent mg/l	Faktor
°trdote	ZDA	1mg/l CaCO ₃	1
°Clark	VB	14.3 mg/l CaCO ₃	14.3
°H	Nemčija	17.9 MG/L CaCO ₃	17.9
°F	Francija	20 mg/l CaCO ₃	20

Preglednica trdote vode

	°H	°F
Mehka voda	do 7	do 13
Srednje trda voda	7–15	13–27
Trda voda	15–21	27–37
Zelo trda voda	nad 21	nad 37

2.4 Kakšna je voda v Sloveniji?

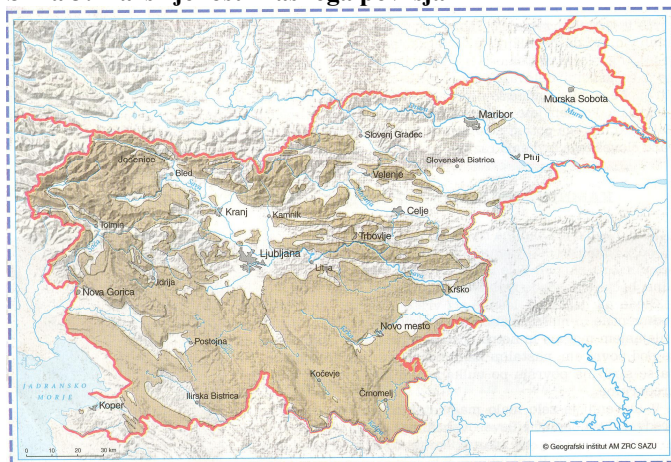
Kamninsko podlago v Sloveniji v glavnem sestavljajo sedimentne, predvsem karbonatne kamnine. V severnem in osrednjem delu Slovenije pa najdemo tudi nekaj magmatskih in metamorfni kamnin. V pitni vodi so raztopljene različne snovi, njihova količina in vrsta je odvisna od področja, kjer voda izvira, in od kemične sestave podlage, skozi katero teče. Trdo vodo povzročajo mineralne snovi, ki jih voda raztaplja iz prsti in kamnin. Najtršo vodo imajo na Štajerskem, medtem ko imajo najmehkejšo vodo na Goričkem v Prekmurju in na Dolenjskem pod Gorjanci.

Voda po Sloveniji je večinoma srednje trda.

Apnenec v Sloveniji pokriva kar dobro četrtino površja (Alpe, Dinarske planote ...). Apnenec je trda kamnina, ki je prepustna za vodo. Voda pa apnenec raztaplja. Dolomit je apnencu podobna kamnina.

KRAŠKO POVRŠJE je površje, kjer prevladujejo apnenci in njim po kemični sestavi sorodne prepustne kamnine, na katerih nastane kraški pojav. Kraškemu površju pravimo tudi Kras. V Sloveniji je takšnega površja skoraj polovica.

Slika 3: Razširjenost kraškega površja



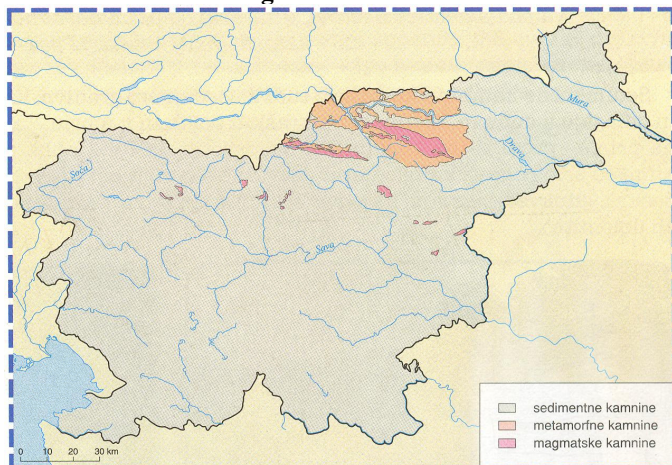
Vir: Živim v Sloveniji, geografija za 8. razred osnovne šole, str. 20

Na tej karti lahko vidimo, da je Velenjska občina na kraškem površju.

METAMORFNIH KAMNIN je v Sloveniji malo, omejene so na severovzhodno predalpsko hribovje (Pohorje, Kozjak).

MAGMATSKIH KAMNIN je v Sloveniji malo, omejene so predvsem na območje severozahodnega predalpskega hribovja (Pohorje). Najbolj znan je pohorski tonalit.

Slika 4: Vrste kamnin glede na nastanek



Vir: Živim v Sloveniji, geografija za 8. razred osnovne šole, str. 22

Na tej karti lahko vidimo, da je Velenjska občina na območju sedimentnih kamnin (apnenci in dolomiti), kjer se začne proces zakrsevanja.

2.5 Kakšna je voda v velenjski občini?

Opravili sva intervju z gospo Bernardo Stropnik, ki je na Komunalnem podjetju Velenje zaposlena kot vodja nadzora kakovosti na Centralni čistilni napravi Šoštanj, služba kemijsko-biološke tehnologije.

Pod njenim vodstvom sva si ogledali čistilno napravo Grmov vrh v Florjanu.

Iz opravljenega intervjuja sva pridobili naslednje podatke.

Slika 5: in Slika 6: Čistilna naprava Grmov vrh v Florjanu



Vir: Lastni

Trdota vode v Šaleški dolini je zelo različna, od zelo trde do srednje trde vode, kar je odvisno od tipa vodnega vira.

Prebivalce Velenja komunalno podjetje oskrbuje iz dveh različnih vodovodnih sistemov. Zahodni vodni vir je vir Ljubija, kjer je voda površinska in izvira pod planotama Golte in Smrekovec. Na zajetju Ljubija je nameščen biološki kontrolnik vode, s katerim se ugotavlja strupenost vode. Vodni vir je zaščiten z obsežnimi vodovarstvenimi pasovi.

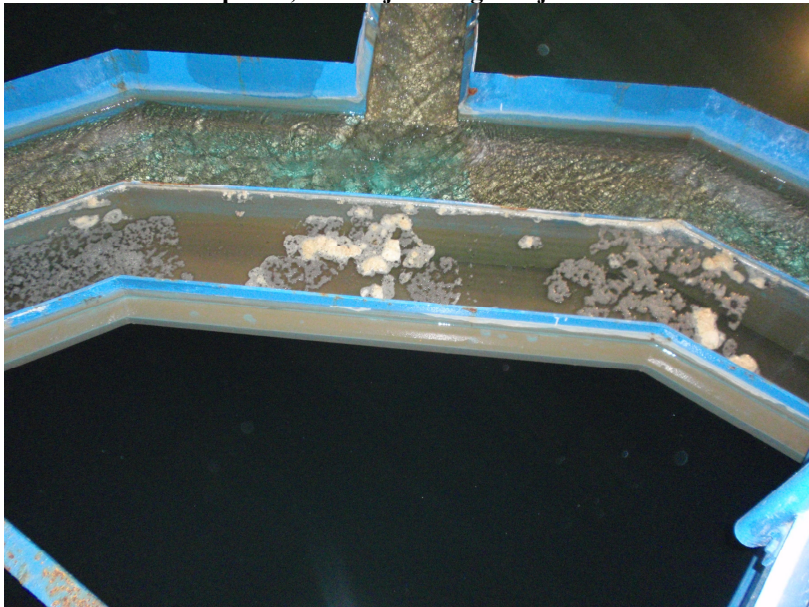
Slika 7: Izvir Ljubije



VIR: <http://www.hribi.net/slika.asp?razmere=5900>.

Zajeta voda teče na čistilno napravo Grmov vrh gravitacijsko. Vodni vir Ljubija je površinski vodni vir, zato je priprava vode nujna, saj je voda na poti do vodnega zajetja izpostavljena različnim zunanjim vplivom (dež, veter, sneg ...). Čistilna naprava Grmov vrh je locirana v Florjanu. Na njej se izvaja kompleksno čiščenje pitne vode, ki zajema usedanje s koagulacijo, filtriranje skozi peščene in hidroantracitne filtre ter filtre z aktivnim ogljem ter preventivno kloriranje.

Slika 8: Čistilna naprava; usedanje s koagulacijo



Vir: Lastni

Na napravi je možno očistiti do 180 l vode/sek. Povprečno pa očistijo 100 l vode/sek in z njo oskrbujejo približno 19.000 uporabnikov v zahodnem delu Velenja, Pesju, Šoštanju, Lokovici, Andražu, Šentilju.

Naprava deluje že od leta 1985, v prihodnosti pa jo nameravajo posodobiti in nadgraditi z sodobno ultrafiltracijsko napravo za čiščenje.

Zahodni vodni vir Ljubija je površinska voda, zato je trdota nekoliko nižja, povprečno okrog 8 H, kar pomeni srednje trdo vodo (do 7 H je mehka voda).

Za primerjavo, prebivalci Šmartnega ob Paki se oskrbujejo iz podtalnice, zato je tam trdota vode precej višja, povprečno okrog 18 H, kar pomeni trdo vodo.

Drugi vodni vir je vzhodni vir Huda luknja. To so kraški vodni viri, Doliči 1, 2, 3, Toplice, Lampreti 1, 2, Ločan, Jablanice in Čujež.

Slika 9: Huda luknja



VIR:

http://kraj.eu/PICTURES/korosko_savinjska/velenje_z_okolico/huda_luknja/IMG_2915_huda_luknja_most_big.jpg&imgrefurl=http://kraj.eu/slovenija/huda_luknja/IMG_2915_huda_luknja_most/slo&usg=__J3vuPDjz9dbCOYZZ_CRB

Ti vodni viri imajo trdoto povprečno okrog 12 H, kar pomeni srednje trdo vodo (od 15 H dalje je trda voda). Kvaliteta vode teh kraških virov niha zaradi vremenskih razmer. Glede na to, da jih je veliko, za uporabo izberejo le najbolj kvalitetne, zato vode na teh virih samo klorirajo. Največ vode se zajame iz vodnega vira Toplice, ki je tudi najbolj kvaliteten vodni vir.

Iz vzhodnih vodnih virov oskrbujejo 19.000 uporabnikov v vzhodnem delu Velenja, Šembrica, Gaberk, Pristave, Bevč, Črnove in del Vinske Gore.

Če nekoliko poenostavimo, lahko razdelimo Velenje glede na vodne vire na zahodni in vzhodni del, meja pa je Kidričeva cesta. Prebivalci Velenja imamo glede na lokacijo, kjer živimo, različno trdo vodo.

Slika 10: Potek meje glede na vodne vire (rdeča črta)



Vir: www.najdi.si/zemljevid

2.6 Kaj se zgodi, če pri pranju v pralnem stroju uporabljamo trdo vodo?

Opravili sva intervju z gospodom Marijanom Grešovnikom, ki je odgovoren za servis in razvojno tehnologijo servisiranja pralnih in sušilnih aparatov v Gorenju.

Iz opravljenega intervjuja sva pridobili naslednje podatke:

Vodni kamen se izloča pri segrevanju vode na grelni element – grelec pralnega stroja. Grelec segreva vodo v pralnem stroju. Grelec je sestavljen iz temperaturnega senzorja, grelnega telesa in termične varovalke. Zaradi vodnega kamna se na grelcu nabirajo obloge. Ko se na grelec nabere dovolj debela obloga vodnega kamna, temperatura težje prehaja in varovalka pregori. Tako grelec preneha delovati.

Lahko pa se zaradi pregrevanja uniči zaščitna plast na grelcu in pride do kratkega stika med žičko in vodo, kar uniči grelec.

Do leta 2008 se je v garancijski dobi pralnega stroja (2 leti) pokvarilo približno 20 % grelcev, zato so v Gorenju strokovnjaki izboljšali grelec – podaljšali so ga, ponikljali in odstranili termično varovalko. Vodni kamen se pri novem tipu grelca znatno manj nabira. S to posodobitvijo grelca so v Gorenju podaljšali garancijsko dobo z dveh na pet let. Procent pokvarjenih grelcev zaradi nabiranja vodnega kamna pa se je iz 20 % zmanjšal na 1 %.

Vodni kamen se lahko nabere tudi na gumijasti cevi za izliv vode iz pralnega stroja, zato guma počí.

Pri raziskovalni nalogi sva se osredotočili na poškodbe grelcev, ki so pogostejše.

Vodni kamen se z zviševanjem temperature bolj izloča, torej pranje pri nižjih temperaturah (30°C, 40°C) naj ne bi ogrožalo grelca. Bolj intenzivno naj bi se vodni kamen izločal pri temperaturah, ki so višje od 60°C.

V servisni službi svetujejo strankam uporabo kisa za vlaganje kot zaščito grelca pred nalaganjem vodnega kamna. Pri pranju nad 60°C naj se doda približno 1–1,5 decilitra kisa.

Slika 11: Grelec, obložen s kamnom



VIR: <http://www.elektronik.si/phpBB2/viewtopic.php?p=137555&sid=7ddbee54a33df5876d81954e3cdae69>

2.7 Mehčanje trde vode

Zaradi težav, ki jih povzroča trda voda, jo pred uporabo v tovarnah in gospodinjstvih lahko mehčamo. To pomeni, da iz nje odstranimo kalcijeve in magnezijeve spojine.

Kako to dosežemo?

2.7.1 Prevretje

Na ta način odstranimo prehodno oz. začasno trdoto. Pri tem se obori kalcijev karbonat, kot sva razložili že v poglavju 2.1, kjer sva opisali, kaj je trda voda.

Ta metoda ni uporabna za mehčanje vode, ki jo uporabljamo za pranje v pralnem stroju.

2.7.2 Destilacija

Z destilacijo vode se znebimo obeh vrst trdote. Iz vode pri segrevanju nastane para, raztopljene snovi pa ostajajo. Para se nato kondenzira v čisto vodo. Destilirana voda je najmehkejša, kar je lahko dobimo. Postopek pa je drag, saj za destilacijo potrebujemo energijo (gorivo) in aparature. Potreben je tudi nadzor.

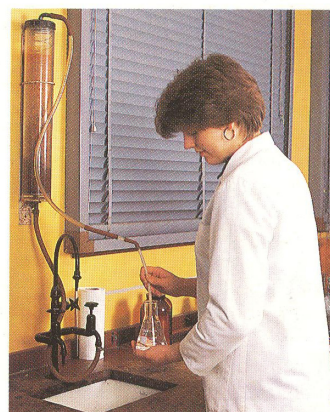
Za uporabo v gospodinjstvih, za pranje v pralnem stroju, ni primerna.

2.7.3 Ionski izmenjevalci

Ionski izmenjevalci odpravijo obe vrsti trdote s tem, da odstranijo iz vode kalcijeve in magnezijeve ione. Izmenjalna kolona je napolnjena z ionskim izmenjalcem v obliki drobnih kroglic. Te so iz posebnih umetnih snovi, ki se imenujejo ionsko izmenjalne smole in imajo šibko vezane npr. natrijeve ione. Ko voda teče skozi izmenjalno kolono, se kalcijevi in magnezijevi ioni, ki so v njej, izmenjajo z natrijevimi in se namesto njih vežejo na smolo. Natrijevi ioni pa raztopljeni preidejo v vodo.

Slika 13: Uporaba ionskega izmenjevalca

Slika 12: ionski izmenjevalec



Vir: Naravoslovje, kemija, str. 111

Čez čas, ko v smoli ni več natrijevih ionov, ta ne more več mehčati vode in jo je treba regenerirati. V ta namen spustimo v kolono koncentrirano raztopino natrijevega klorida.

Natrijevi ioni izpodrinejo kalcijeve in magnezijeve ione iz smole, ki je tako spet pripravljena za uporabo. Te naprave zahtevajo ogromne količine soli.

Tako spremenjena voda se ne priporoča za uživanje starejšim osebam in otrokom, ker izločanje kalcija in magnezija osiromaši vodo za pomembne sestavine, koncentracija natrija pa je lahko škodljiva. Isto velja tudi za živali in rastline.

Ta način je primeren za industrijo, ne pa za domačo uporabo. Poleg tega izločanje soli vpliva na »zdravje« okolja.

2.7.4 Kemijske metode

Karbonatno trdoto vode povzročata predvsem dva elementa, kalcij in magnezij. Pri spremembah temperature iz kristalnih jeder nastanejo najprej majhni kristalčki kalcita, ki potem stalno rastejo in se pri določeni velikosti začnejo izločati iz vode.

Polifosfati v vodi vplivajo na rast kristalov kalcita, dodatek polifosfatov v vodo pa rast kalcita ovira. Z dodajanjem polifosfatov v vodo se prepreči izločanje vodnega kamna.

Zelo pomembne so negativne lastnosti fosfatov:

- povzročajo efekte gnojenja na vodno vegetacijo, še posebno na alge, kar lahko spremeni ekološko ravnovesje v jezerih in rekah.

2.7.4.1 Dodajanje sredstev za mehčanje vode pri pranju v pralnem stroju, ki jih kupimo v trgovini

Ta sredstva vsebujejo kemijske spojine, ki naj bi preprečevale nalaganje vodnega kamna.

V naših trgovinah prevladuje sredstvo enega proizvajalca. Prav reklamiranje tega sredstva naju je vzpodbudilo k najini raziskavi o smiselnosti uporabe tega sredstva. Ko omenjava smiselnost uporabe, misliva tako na potrebo (ali je naša voda res tako trda), okolje (ali z uporabo ne škodimo živim organizmom v okolju), kot tudi na ekonomičnost (ali se cenovno splača kupovati drage izdelke, ali je racionalneje menjati grelec, ko se pokvari).

V trgovinah sva našli to sredstvo v treh oblikah:

- kot prašek,
- kot tekoče sredstvo,
- v obliki tablet.

Na embalaži tega sredstva so navodila za uporabo, ki pravijo, da je treba sredstvo uporabljati pri vsakem pranju in pri vseh temperaturah. Prav tako je v razpredelnici navedeno, koliko sredstva naj se dozira, glede na trdoto vode.

Na embalaži tudi piše, da se vodni kamen lahko prične nabirati na grelcu pralnega stroja in na perilu že na začetku vsakega pranja in pri vseh temperaturah (tudi pri 30°C).

2.8 Ali so sredstva za mehčanje vode, ki jih kupimo v trgovinah, okolju škodljiva?

Na embalaži sva poiskali podatke o sestavi.

Sestavine:

- polikarboksilati, manj kot 5 %,
- zeolit, več kot 30 %.

To so bili vsi podatki o sestavi. Podatki niso popolni, zato sva iskali naprej. Iskali sva podatke o sestavi izdelka na medmrežju, vendar tudi tam nisva odkrili nič novega. Na straneh, ki so predstavljale izdelek, je bilo to le v reklamne namene.

V poročilu Komisije evropskemu parlamentu in svetu o biorazgradljivosti glavnih organskih sestavin detergentov, ki niso površinsko aktivne, v skladu s členom 16. Uredbe (ES) št. 648/2004 Evropskega parlamenta in sveta z dne, 31. 3. 2004 o detergentih je zapisano, da polikarboksilati niso lahko biorazgradljivi in čeprav ni razpoložljivih podatkov o spremljanju, so koncentracije v tleh, obdelanih z blatom iz čistilnih naprav, lahko precejšnje.

»Negotovosti ostanejo glede usode v okolju glede polikarboksilatov, ki se uporabljajo v precejšnjih tonskih količinah v formulah gospodinjskih detergentov, za katere ni dovolj podatkov, da bi lahko izključili možnost tveganja za okolje.«

Nadalje v besedilu sledi, »da je za polikarboksilate v bližnji prihodnosti predvidena dopolnjena ocena tveganja HERA (Human and Environmental Risk Assessment, ocena tveganja za ljudi in okolje), ki bi morala razjasniti preostale negotovosti pri možnih tveganjih za okolje.«

Izvedeli sva tudi, da je Zveza potrošnikov Slovenije v letih 2006 do 2008 izvajala raziskave o ustreznosti oznak na čistilnih sredstvih, kamor sodijo tudi pralna sredstva, zato sva poiskali tudi nekaj njihovih ugotovitev na spletni strani Zveze potrošnikov, kjer je zapisano:

»Presenetljivo težko se je dokopati do odgovora na vprašanja, kaj vse se skriva v čistilih in detergentih, ki jih uporabljamo v naših domovih. In to kljub zakonu, ki določa, da morajo proizvajalci zagotoviti tudi podrobne informacije o sestavi njihovih izdelkov.«

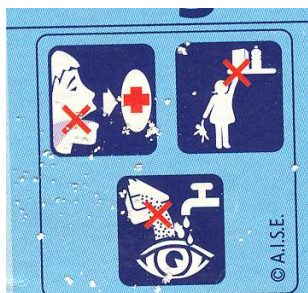
V sklopu pregleda označevanja izbranih skupin čistilnih sredstev, ki ga je izvedla Zveza potrošnikov Slovenije, se je pokazalo, da sta slabi dve tretjini pregledanih izdelkov pomanjkljivo označeni, desetina pa neustrezno.

O zeolitu sva na medmrežju našli podatke, da so to minerali, ki so nastali ob oblikovanju kontinentov s kristalizacijo lave v morski vodi.

Zeolit je eden redkih naravnih mineralov, ki imajo negativni naboj. To kristalu omogoča, da deluje kot »kletka«, ki lovi snovi s pozitivnim nabojem. Zeolit ima redko sposobnost visoke adsorpcije (adsorpcija - proces, kjer se določene molekule prilepijo na površino porozne trdne snovi) oziroma ionske izmenjave pozitivno nabitih snovi iz okolice, ne da bi pri tem izgubil ali spremenil lastno strukturo. Uporablja se tudi pri alternativnih oblikah zdravljenja.

Na embalaži sva našli tudi tri narisane oznake, v modrih okvirčkih. Komaj sva našli slovensko opozorilo (zaradi majhnosti črk in številnih napisov v tujih jezikih), ki pravi, »hraniti izven dosega otrok. Če pride do zaužitja, takoj poiskati zdravniško pomoč in pokazati embalažo ali etiketo.«

Slika 14: Oznake z embalaže



Vir: Lastni

To bi razložilo dve modri oznaki, razlage za tretjo oznako nisva našli.

Ponovno sva informacije iskali na medmrežju, kjer sva na straneh Wikipedije našli naslednje:

- »obvestilni stavki oziroma stavki R (angl. risk = nevarnost) so standardna obvestila o nevarnih snoveh in pripravkih. Vsak opozorilni stavek ima tudi številčno oznako. Standardna opozorila R opozarjajo na posebna tveganja pri uporabi in ravnanju z nevarnimi snovmi in izhajajo iz ugotovljenih nevarnih lastnosti snovi. Uporabljajo se v mednarodnem prostoru, v Evropski uniji so bili objavljeni v direktivi 67/548/EEC. Za nevarne snovi, ki se dajejo v promet v Republiki Sloveniji, pa velja Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi: Uradni list, št. 101/2002.«
Pregledali sva oznake R in tretji oznaki ustreza obvestilni R stavek:

R 36 Draži oči.

- »Obvestilni stavki oziroma stavki S (angl. safety = varnost) so standardna obvestila o nevarnih snoveh in pripravkih, vsak obvestilni stavek ima tudi številčno oznako. Uporabljajo se v mednarodnem prostoru, v Evropski uniji so bili objavljeni v direktivi 67/548/EEC.«
Pregledali sva S stavke in ugotovili, da znaki na embalaži, ki sva jo preučevali, lahko ustrezajo naslednjim S stavkom:

S 2 Hraniti izven dosega otrok.

S 26 Če pride v stik z očmi, takoj izpirati z obilo vode in poiskati zdravniško pomoč.

S 46 Če pride do zaužitja, takoj poiskati zdravniško pomoč in pokazati embalažo ali etiketo.

Iz ugotovljenega lahko sklepava, da je za okolje boljše, če se izogibamo uporabi tega sredstva.

2.9 Ali je raba sredstev za mehčanje vode ekonomična?

Ekonomično pomeni gospodarno, varčno.

Pregledali sva cene tega sredstva in se za lažji izračun odločili za embalažo, ki vsebuje 18 tablet. Cena tega izdelka je 3,98 €.

Ko sva anketirali naključno izbrana gospodinjstva, sva izvedeli, da povprečna družina pere v pralnem stroju petkrat tedensko.

Če upoštevamo navodila proizvajalca, je potrebno pri vsakem pranju uporabljati sredstvo za mehčanje vode, kar pomeni eno tableto.

Če zaokrožimo za lažji izračun: 18 pranj na mesec, 18 tablet = ena škatla tablet.

Na mesec porabimo 3,98 €.

Poraba na leto: 47,76 €.

Poraba v osmih letih: 382,08 € (upoštevali sva dejstvo, da je življenjska doba grelca 8 let).

Poraba v petih letih: 238,80 € (upoštevali sva dejstvo, da je garancijska doba pralnega stroja 5 let).

Ko sva opravili intervju v servisni službi pralnih strojev, sva izvedeli, da je cena:

- novega grelca 11 €
- servisne storitve (s šest mesečno garancijo na storitev) 39,6 €.

Menjava grelca: 50,6 €.

Izvedeli sva tudi, da je življenjska doba grelca približno 8 let.

Garancijska doba pralnega stroja je 5 let.

Hipoteza 7: Redna uporaba sredstev za mehčanje vode ni ekonomična.

Ugotovitve:

Po opravljenem izračunu sva ugotovili, da redna raba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih ni ekonomična, s tem je Hipoteza 7 **potrjena**.

3 METODOLOGIJA

Pri raziskovalnem delu sva uporabili različne metode dela.

3.1 Deskriptivna metoda

Podatke sva zbrali iz obstoječe literature o vodi, raztopljenih solih in o izločanju vodnega kamna. Večino podatkov sva poiskali na internetu, nekaj pa tudi v knjigah. Podatke o nabiranju vodnega kamna na grelcih pralnih strojev in podatke o vodi, ki teče po vodovodni napeljavi Šaleške doline, pa sva dobili preko ustnih virov.

3.2 Metoda anketiranja

Hipoteze pri anketi so bile naslednje:

1. Velenjčani vedo, kakšno vodo (glede trdote) imamo v vodovodni napeljavi.
2. Ljudje redno ne uporabljajo sredstev za mehčanje vode.
3. Večina gospodinjstev pere najpogosteje pri temperaturi 60°C.

Anketa je vsebovala kratek uvod, v katerem je bil pojasnjen namen anketiranja in njena anonimnost. Anketni list je priložen v prilogi.

Uporabili sva odprta in zaprta vprašanja. Anketa je bila namenjena naključno izbranim gospodinjstvom. Sestavljena je bila iz vprašanj, ki so temeljila predvsem na pridobivanju informacij o načinu pranja, temperaturi pranja, pogostosti pranja in uporabi sredstev za mehčanje vode. Anketiranih je bilo 60 naključno izbranih gospodinjstev.

Po končanem anketiranju je bilo potrebno vsako vprašanje posebej obdelati in prešteti odgovore. S pomočjo analize anket sva prišli do zelenih rezultatov in jih prikazali v obliki grafov.

3.3 Intervju

Opravili sva intervju z gospo Bernardo Stropnik, ki se ukvarja s kvaliteto vode na čistilni napravi. Opisala in predstavila nama je pot vode od vodnega zajetja do vodovodnih pip v naših stanovanjih. Intervju sva opravili tudi z zaposlenima pri podjetju Gorenje, in sicer gospodom Marijanom Grešovnikom, odgovornim za servis in tehnologijo servisiranja pralnih in sušilnih aparatov, ter gospo Polonco Lesjak, odgovorno za razvoj in tehnologijo pranja. Pri njiju sva izvedeli veliko o določanju trdote vode in o poškodbah pralnega stroja zaradi vodnega kamna.

3.4 Metoda eksperimentiranja

Izvedli sva štiri eksperimente.

Pri prvem sva ugotavljali trdoto vode v Šaleški dolini in jo primerjali s trdoto vode z drugih območij Slovenije.

Hipoteza 1: Voda v Šaleški dolini je trda.

Pri drugem sva ugotavljali, ali vodni kamen raztaplja samo sredstvo za mehčanje vode ali ga raztaplja tudi kis.

Hipoteza 4: Alkoholni kis enako uspešno mehča trdo vodo kot kupljena sredstva za mehčanje vode.

Pri tretjem poskusu sva ugotavljali, koliko vodnega kamna se izloča iz vode pri segrevanju grelca na 30°C, 40°C in 90°C.

Hipoteza 5: Izločanje vodnega kamna se povečuje z višanjem temperature vode.

Pri četrtem poskusu sva ugotavljali, kako sredstvo za mehčanje vode pri pralnem stroju vpliva na naravo. Kalili sva semena fižola in pšenice z navadno vodo in pa simulirano vodno odplako s sredstvom za mehčanje vode pri pralnem stroju.

Hipoteza 8: Uporaba sredstev za mehčanje vode povzroča dodatno onesnaženje okolja. :

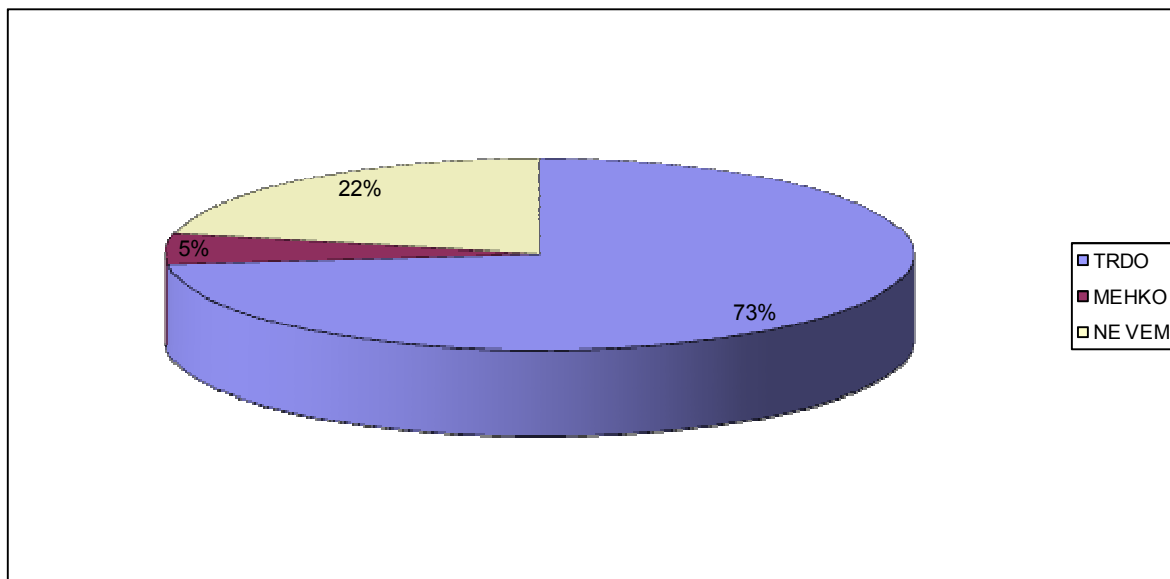
4 IZSLEDKI IN RAZPRAVA

4.1 ANKETA

Rezultati so podani v obliki grafov, in sicer v odstotnih vrednostih oz. z besedilnimi rezultati. Anketirali sva 60 naključnih gospodinjstev.

1. Kakšno vodo imamo v velenjski vodovodni napeljavi?

Graf 1: Voda v velenjski vodovodni napeljavi



VIR: Vsi grafi so lastni

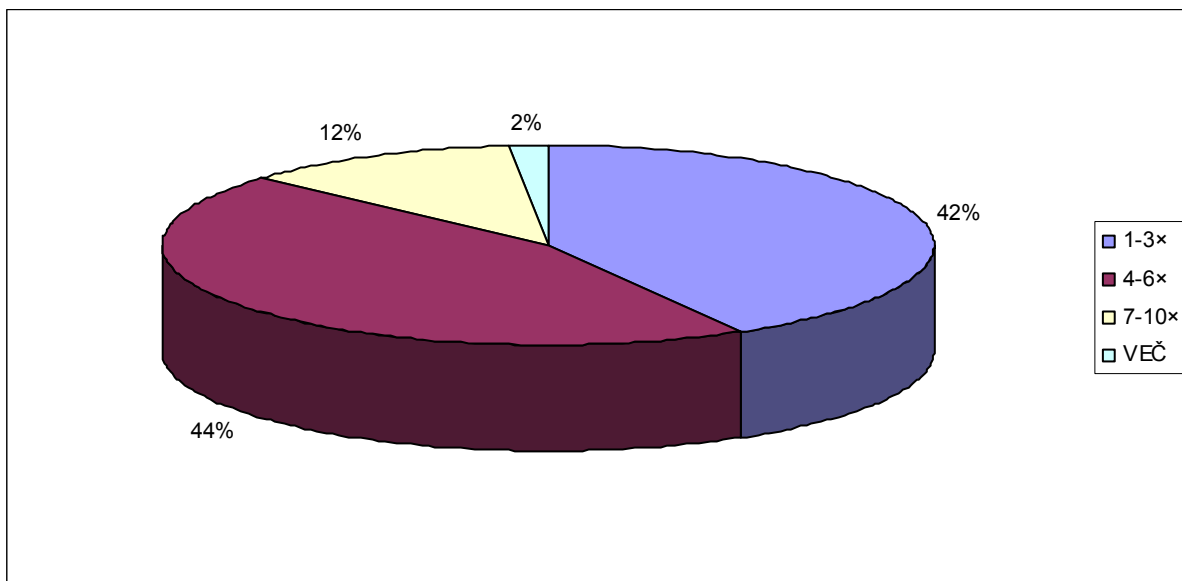
Zanimala naju je osveščenost ljudi glede trdote vode v njihovi vodovodni napeljavi. 73 % anketirancev je odgovorilo, da je voda trda.

Postavili sva hipotezo, da Velenjčani vedo, kakšno vodo (glede trdote) imamo v vodovodni napeljavi.

Glede nato, da so to gospodinjstva, ki redno uporabljajo pralne stroje, bi pričakovali, da so bolj osveščeni glede trdote vode, ki teče po njihovih vodovodnih napeljavah.

2. Kolikokrat na teden uporabljate pralni stroj?

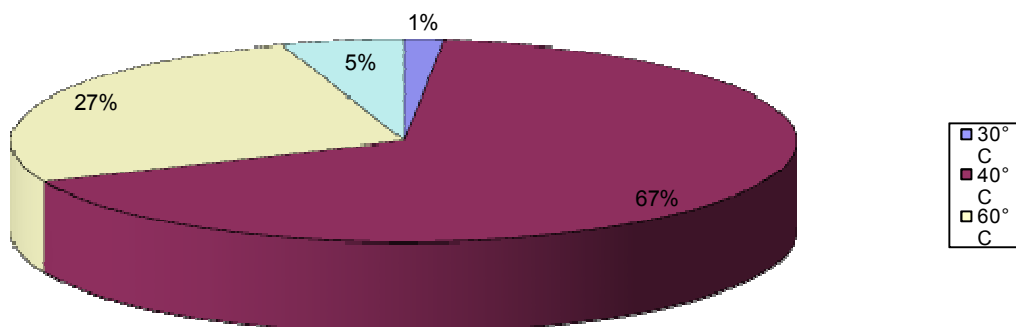
Graf 2: Tedenska uporaba pralnega stroja



Ugotovili sva, da največ anketirancev pere 4–6-krat na teden.

3. Pri kateri temperaturi perete najpogosteje?

Graf 3: Temperatura pranja

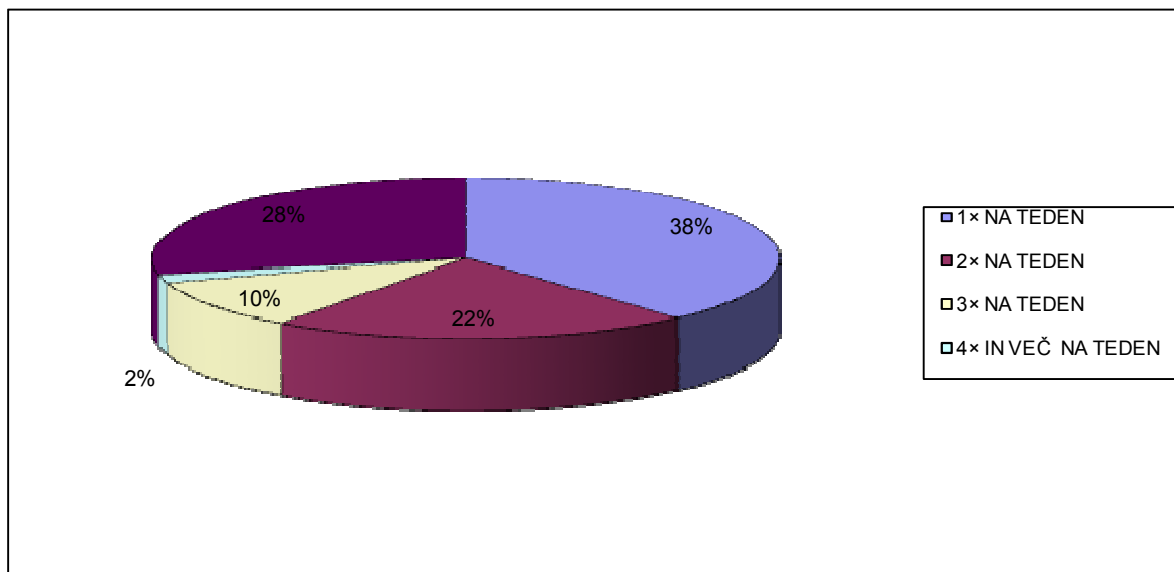


Iz grafa je razvidno, da največ gospodinjstev najpogosteje pere pri temperaturi 40°C.

Postavili sva hipotezo, da večina gospodinjstev pere najpogosteje pri temperaturi 60°C. Te hipoteze ne moreva potrditi, ker je iz odgovorov anketirancev (66 %) razvidno, da perejo najpogosteje pri temperaturi 40°C.

4. Kako pogosto perete pri temperaturi 90°C?

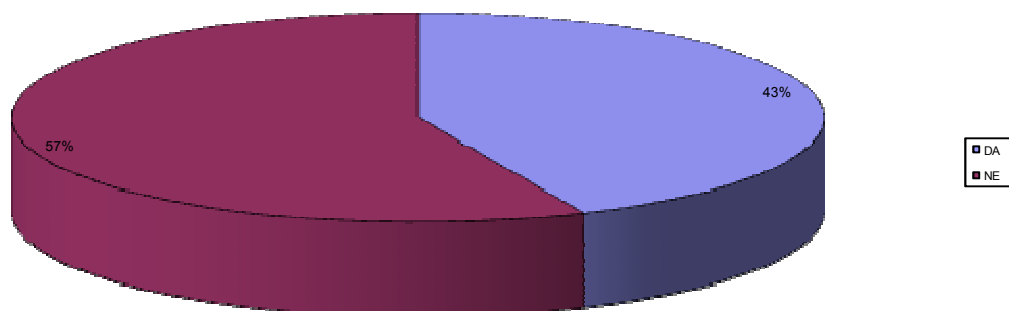
Graf 4: Pogostost pranja pri 90°C



Pri 90°C največ anketirancev pere 1-krat na teden, malo manj jih pere pri 90°C manj kot 1-krat tedensko, še manj jih pri tej temperaturi pere 2-krat tedensko, samo 10 % jih pere pri tej temperaturi 3-krat na teden in le 2 % jih pri 90°C pere 4-krat ali večkrat tedensko.

5. Ali je za temeljito pranje spodnjega perila, brisač in posteljnine dovolj temperatura 60°C?

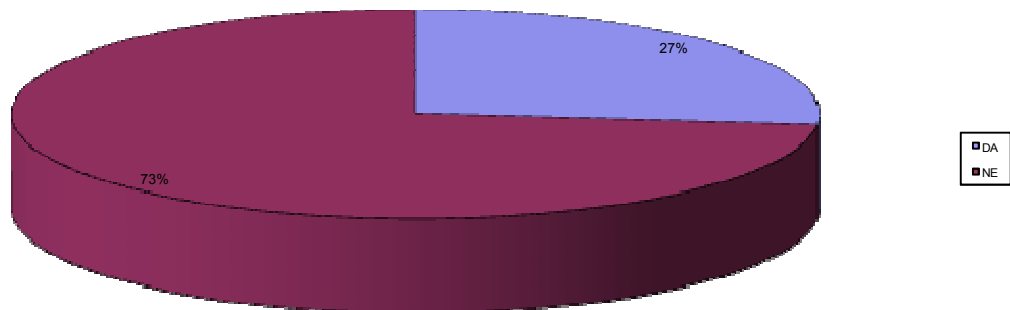
Graf 5: Primernost temperature 60°C za pranje intimnega perila



57 % anketirancev je odgovorilo, da temperatura 60°C ni primerna za pranje intimnega perila. Ta rezultat naju je presenetil, saj so v današnjem času spodnje perilo, brisače in posteljnine narejeni iz takšnih materialov in barv, da je že na izdelkih označeno, da je najvišja dovoljena temperatura 60°C.

6. Ali uporabljate sredstva za mehčanje vode pri pralnem stroju (ne mehčalec za perilo)?

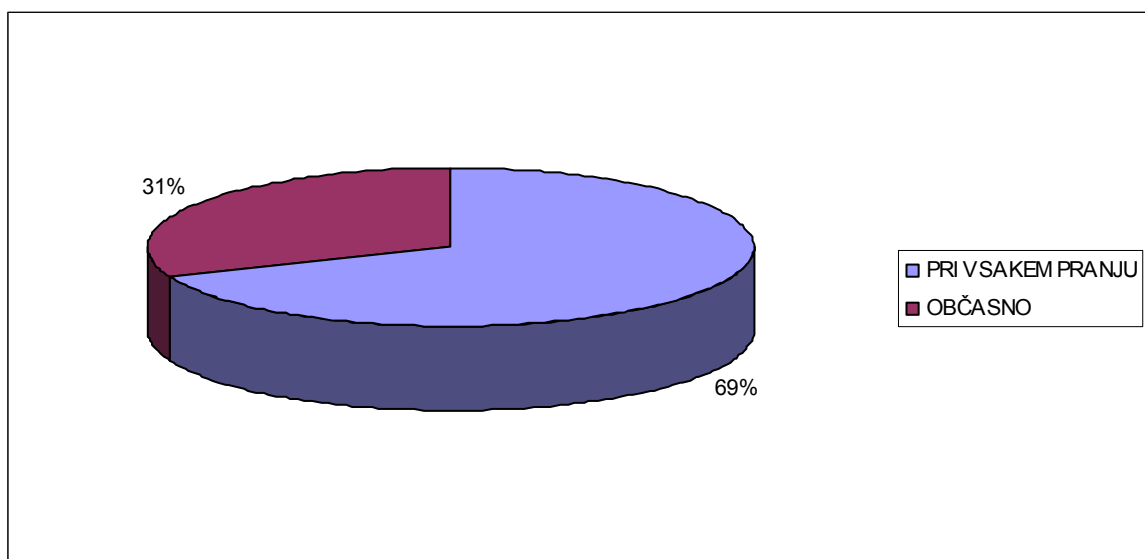
Graf 6: Uporaba sredstev za mehčanje vode



Izvedeli sva, da sredstva za mehčanje vode uporablja le 27 % vseh anketirancev. Postavili sva hipotezo, da ljudje sredstev za mehčanje vode ne uporabljajo redno.

7. Če ste odgovorili, da uporabljate sredstva za mehčanje vode pri pralnem stroju, navedite kolikokrat.

Graf 7: Pogostost uporabe sredstva za mehčanje vode

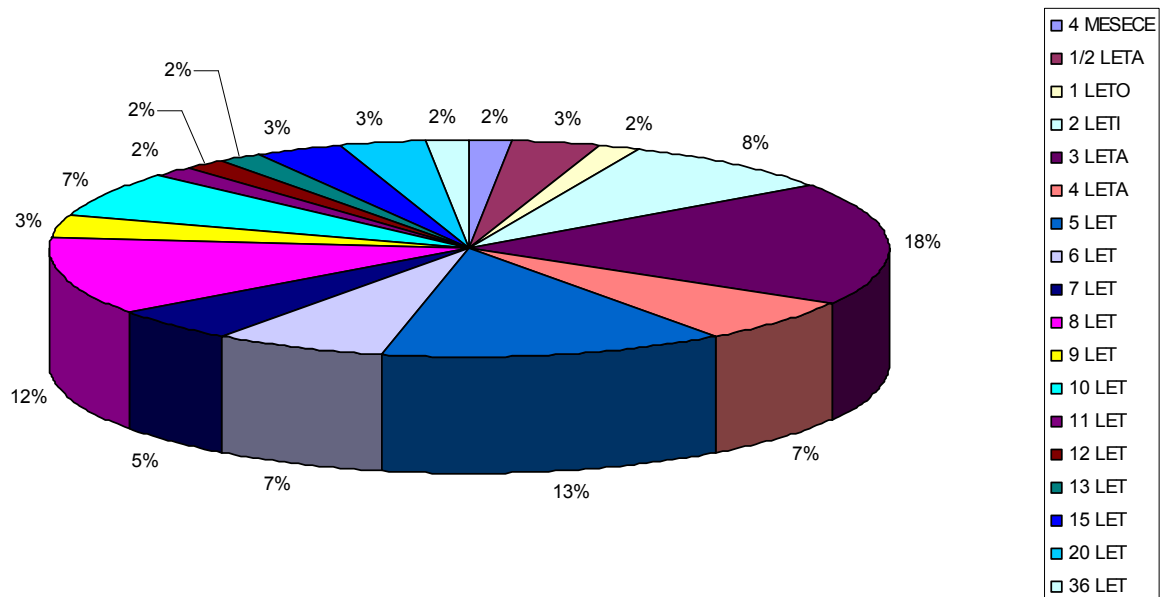


Od manj kot tretjine anketirancev jih je 69 % odgovorilo, da sredstvo za mehčanje vode pri pralnih strojih uporabljajo pri vsakem pranju. Pri ostalih 31 %, ki so odgovorili z občasno, pa so se pojavljali različni odgovori, od najpogosteje 2-krat tedensko, do najredkeje 1-krat na 2 meseca.

Hipotezo 3 lahko **potrdiva**, saj večina ljudi ne uporablja sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih. Tisti, ki pa jih, jih pa ne vsi redno.

8. Koliko je »star« vaš pralni stroj?

Graf 8: Starost pralnega stroja



Iz odgovorov sva ugotovili, da imajo ljudje pralne stroje, ki jih uporabljajo, različno dolgo.

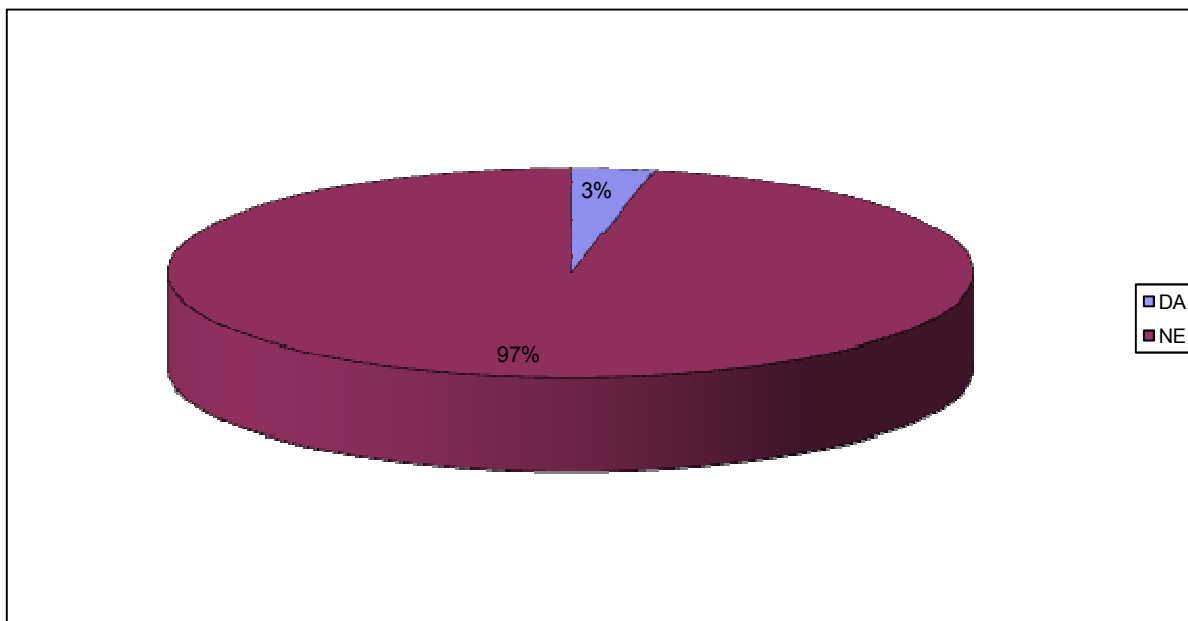
Največ jih je odgovorilo:

- 3 leta (18 %),
- 5 let (13 %),
- 8 let (12 %).

Kar nekaj anketirancev (21 %) ima delujoči pralni stroj že 10 let in več. Presenetil naju je podatek, da ima pralni stroj življenjsko dobo tudi 36 let.

9. Ste že morali zamenjati grelec zaradi vodnega kamna?

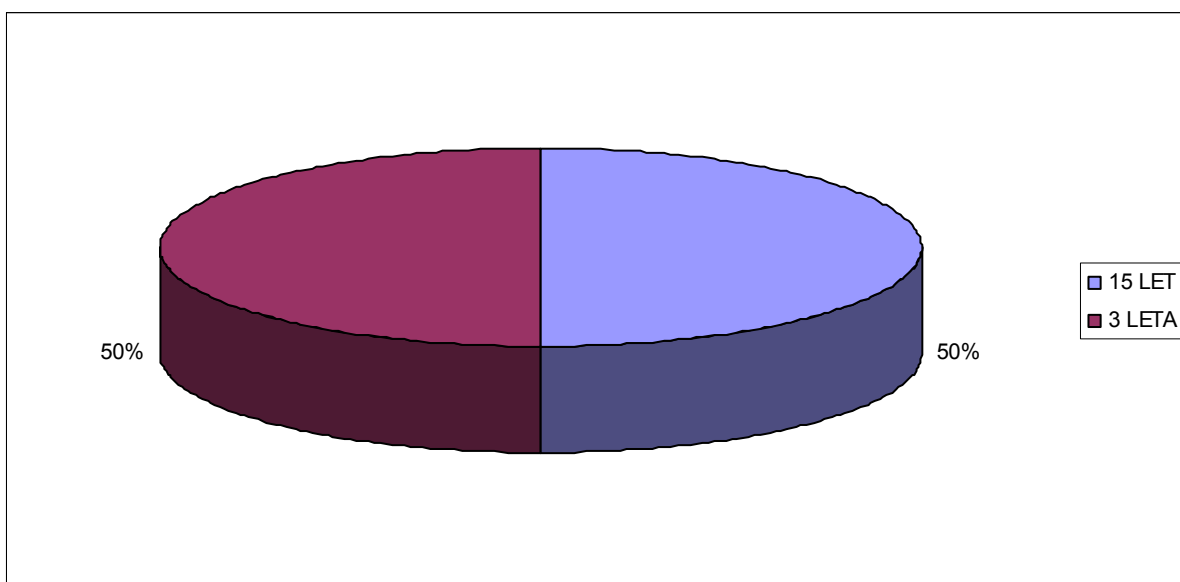
Graf 9: Menjava grelca zaradi vodnega kamna



Na to vprašanje je z ne odgovorilo kar 97 % anketirancev, 3 % pa so odgovorili z da. Sklepava lahko, da vodni kamen ni pogost povzročitelj okvare pralnega stroja.

10. Če ste odgovoril z da, navedite, koliko časa je bil v uporabi.

Graf 10: Čas uporabe stroja pred menjavo grelca



Od 3 % anketirancev, ki so morali zamenjati grelec zaradi oblog vodnega kamna, je en anketiranec odgovoril, da je uporabljal pralni stroj 15 let, drugi pa 3 leta.

4.2. Eksperiment: UGOTAVLJANJE TRDOTE VODE S TITRACIJSKO METODO

Hipoteza 1: Voda v Šaleški dolini je trda.

Namen: Želeli sva ugotoviti trdoto vode v Šaleški dolini, v velenjski občini, kjer imamo dva vodna vira in v Šmartnem ob Paki. Primerjati sva jo želeli s še dvema pitnima vodama iz drugih geografskih območij, in sicer iz Sežane in Lovrenca na Pohorju. Ta dva vzorca pitne vode sta bila izbrana naključno, pomembna je bila le kamninska podlaga.

Material:

- pet vzorcev pitne vode iz vodovodnega omrežja
- destilirana voda za izpiranje
- pufer 10
- indikator eriokrom črno
- titripleks B

Pripomočki:

- elektronska pipeta
- elektronska bireta
- čaše
- erlenmajerice

Slika 15: Uporaba elektronske pipete



Vir: Lastni

Eksperimente sva opravili v Gorenju, v razvojnem laboratoriju pralno pomivalnih aparatov, z gospo Polonco Lesjak, ki je tam zaposlena, in naju je pri delu vodila in usmerjala z nasveti in izkušnjami.

S titracijsko metodo sva ugotavljali trdoto vode..

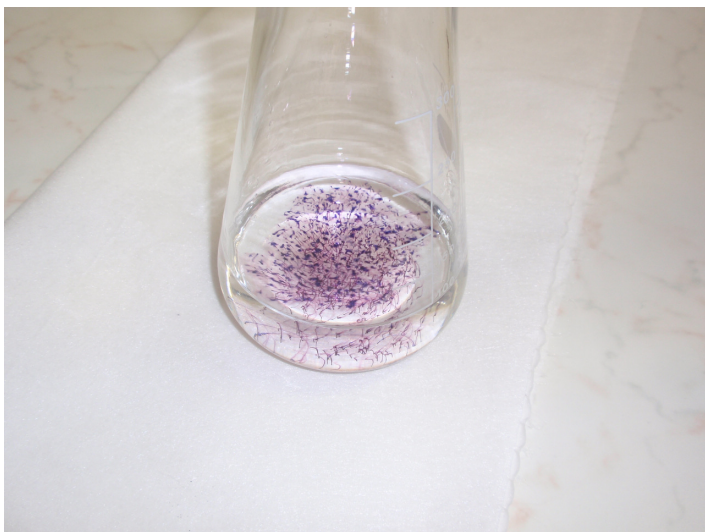
Imeli sva 5 vzorcev vode, in sicer dva vzorca iz vodovodne napeljave v Velenju.. En vzorec je bil iz razreda v šoli, kar pomeni vzhodni vodni vir, drugi vzorec pa je bil od doma,

Cankarjeva cesta, kar pomeni, zahodni vodni vir. Poleg teh dveh vzorcev sva imeli še vzorec vode iz Šmartnega ob Paki, Sežane in Lovrenca na Pohorju.

Potek dela:

Od vsakega vzorca sva odpipetirali 100ml vode in vanjo dodali 2ml pufra 10 ter dobro premešali. K temu sva dodali par zrnč erikroma črno. Vse skupaj sva premešali, da se je voda obarvala intenzivno vijolično.

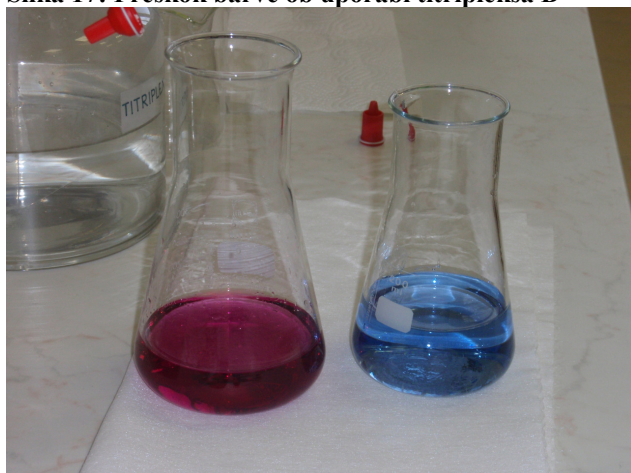
Slika 16: Dodajanje zrnč indikatorja erikrom črno



Vir: Lastni

Nato sva po kapljicah previdno dodajali titripleks B, dokler se ni zgodil preskok in se je voda obarvala modro. Med dodajanjem titripleksa B sva erlenmajerico z raztopino ves čas mešali. Iz števila kapljic porabljenega titripleksa B sva razbrali, kolikšna je trdota vode po nemških stopinjah (ena kapljica je ena nemška stopinja, 1dH).

Slika 17: Preskok barve ob uporabi titripleksa B



Vir: Lastni

Tako sva testirali vseh pet vzorcev vode. Pipeto sva izpirali z destilirano vodo, da se ne bi vzorci mešali med seboj.

Uporabljali sva elektronsko pipeto in elektronsko bireto. Elektronska bireta je vrsta laboratorijskega pribora, ki se uporablja za natančno merjenje volumna tekočine. Z njo sva odmerili natančno količino pufra 10 in titripleksa B.

Uporabljali sva tudi elektronsko pipeto (za merjenje volumna tekočine). Pri tem poskusu sva jo uporabljali za odmerjanje stotih mililitrov vode.

Rezultati eksperimenta:

Voda iz:	Titracijska metoda	Nutrafin test	Opombe (titracija)
Velenje, Cankarjeva (Vzorec 1)	7,69 dH	GH = 40mg/l (0–60 je mehka voda)	do 7 je mehka voda
Velenje, Efenkova (Vzorec 2)	9,56 dH	/	od 7 do 15 je srednje trda voda
Sežana (Vzorec 3)	16,69 dH	/	od 15 do 21 je trda voda
Šmartno ob Paki (Vzorec 4)	18,50 dH	GH = 40mg/l (0 – 60 je mehka voda)	od 15 do 21 je trda voda
Lovrenc na Pohorju (Vzorec 5)	1,59 dH	GH = 20mg/l (0–60 je mehka voda)	do 7 je mehka voda

Naredili sva tudi Nutrafin test, ki ga sicer lahko uporabljamo pri merjenju trdote vode v akvarijih. Kupili sva ga v trgovini z malimi živalmi in pripomočki za njih.

Prebrali sva navodila, ki so priložena, in jih natančno upoštevali.

Slika 18: Nutrafin test



Vir: Lastni

Najprej sva odmerili 5 mililitrov vode in vanjo dodali 1 kapljico GH reagenta. Z zamaškom sva zaprli epruveto in dobro premešali, pojavila se je rožnata barva. Nato sva pričeli dodajati posamezne kapljice KH reagenta, po vsaki dodani kapljici pa sva epruveto dobro premešali. Kapljice sva prenehali dodajati, ko se je voda obarvala modro. Vrednost GH v mg/l sva dobili tako, da sva število kapljic pomnožili z 20. Test sva opravili s tremi vodnimi vzorci (Velenje – Cankarjeva, kjer je srednje trda voda, Šmartno ob Paki, kjer je trda voda in Lovrenc na Pohorju, kjer je voda zelo mehka).

Ko sva opravili poskuse z vsemi tremi vodami, sva ugotovili, da ta test ni natančen. Test je pri vseh treh vzorcih pokazal mehko vodo. Pri določanju trdote vode s titracijsko metodo, ki je ob pravilni izvedbi natančna, so imele te tri vode zelo različno trdoto.

Ugotovitve:

Ugotovili sva, da je dokazana trdota vzorcev voda skladna s podatki, ki sva jih napisali v poglavjih 2.4 in 2.5, razen za vzorec vode Velenje, Cankarjeva. Zapisali sva, da leži Velenje na kraškem površju in da imamo dva različna vodna vira. Tako je razlika v trdoti obeh velenjskih vzorcev voda pričakovana. Presenetilo naju je, da je voda iz zahodnega vodnega vira (Velenje, Cankarjeva) skoraj mehka oziroma malo nad mejno vrednostjo, ki razmejuje mehko in srednje trdo vodo.

Trda voda je pričakovana za občino Šmartno ob Paki, ki se oskrbuje s podtalnico, Sežana ima prav tako trdo vodo, ker leži na kraškem površju, Lovrenc na Pohorju, kjer prevladujejo magmatske kamnine, pa ima zelo mehko vodo.

Hipoteze 1 **ne moreva popolnoma potrditi**, saj voda v celotni Šaleški dolini ni trda.

Če se vrneva na ključno vprašanje najine raziskovalne naloge, ali je raba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih smiselna, razmišljava, da ne povsod enako, ker je voda različno trda, ponekod celo mehkejša, kot sva predvidevali.

4.3. Eksperiment: ODSTRANJEVANJE VODNEGA KAMNA Z ALKOHOLNIM KISOM IN KUPLJENIM SREDSTVOM V OBLIKI PRAŠKA (za zaščito delov pralnega stroja pred vodnim kamnom)

Hipoteza 4: Alkoholni kis enako uspešno preprečuje nabiranje vodnega kamna na pomembnih delih pralnega stroja kot kupljena kemična sredstva za mehčanje vode pri pralnih strojih.

Namen: Želeli sva ugotoviti, ali tudi alkoholni kis odstranjuje obloge vodnega iz grelnih teles pralnega stroja.

Material:

- dva rabljena grelca pralnih strojev, obložena z vodnim kamnom
- prašek za raztapljanje vodnega kamna v pralnih strojih, ki sva ga kupili v trgovini
- alkoholni kis za vlaganje, ki vsebuje 90 g očetne kisline, pridobljene s suho destilacijo lesa na en liter

Pripomočki:

- tehtnica
- čaše
- merilni valj
- dve prozorni plastični posodi

Potek dela:

Grelca sva označili s številčkama 1 in 2.

Pripravili sva raztopini, v kateri sva namočili grelca tako, da sta bila cela potopljena.

Priprava raztopin:

- prva raztopina:
iz navodil na embalaži praška sva preračunali, koliko sredstva morava raztopiti v enem litru vode iz vodovodnega omrežja.
Odmerili sva 2,25 ml praška in ga dodali v 1 l vode. Dobro sva premešali, da se je prašek raztopil.
- Druga raztopina:
Glede na podatke, ki sva jih pridobili z intervjujem v servisni službi pralnih strojev, da naj pri pranju v pralnem stroju dodamo 1 do 1,5 dl kisa, sva preračunali, da na en liter vode iz vodovodnega omrežja dodava 10 ml kisa.

Slika 19: Kis in prašek



Vir: Lastni

Tehtanje grelcev:

Grelca sva pred namakanjem stehtali z natančno tehtnico.

Slika 20: Tehtanje grelcev



Vir: Lastni

Rezultati tehtanja:

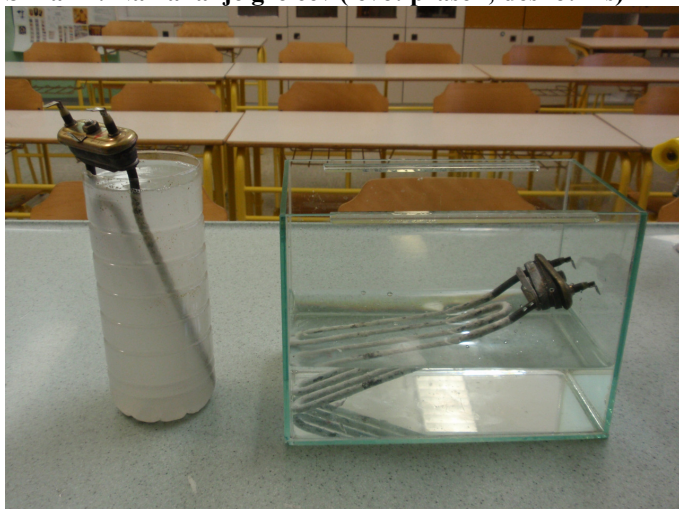
Grelec 1 (namakal se bo v raztopini s praškom): 224,2 g

Grelec 2 (namakal se bo v raztopini s kisom): 225,0 g

Grelca sva namočili v raztopini in ju opazovali.

1. dan: ni bilo opazne razlike.
2. dan: opaziti je bilo majhne manjkajoče prostorčke pri grelcu, ki je bil namočen v kis.
3. dan: enako kot drugi dan.
4. dan: nekaj vodnega kamna v obliki drobnega peska je bilo opaziti na dnu obeh posod.
5. dan: ni bilo sprememb.
15. dan: grelca sva vzeli iz posod in jih položili na papirnato brisačo.
16. dan: grelca sta bila suha, na grelcih je bil še vedno prisoten vodni kamen, nekaj pa ga je nadrobljenega ležalo na papirnati brisači. Grelca sva ponovno stehtali.

Slika 21: Namakanje grelcev (levo: prašek; desno: kis)



Vir: Lastni

Rezultati tehtanja:

Grelec 1 (namakal se je v raztopini s praškom): 223,4 g

Grelec 2 (namakal se je v raztopini s kisom): 223,2 g

Rezultat eksperimenta:

Grelec 1: teža se je zmanjšala za 0,8 g.

Grelec 2: teža se je zmanjšala za 1,8 g.

Sklepava lahko, da se je toliko vodnega kamna odstranilo iz grelca, ves kamen se ni raztopil, nekaj ga je odpadlo v obliki drobnega peska.

Iz rezultatov eksperimenta lahko potrdiva najino hipotezo, da alkoholni kis prav tako uspešno raztaplja vodni kamen kot kupljena kemična sredstva, namenjena mehčanju vode v pralnih strojih

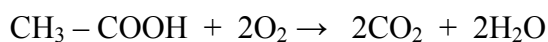
Pri tem eksperimentu se je pokazalo, da celo bolje.

Ob upoštevanju vseh ugotovitev in opažanj pri tem eksperimentu pa ne moreva zagotovo trditi, da je kis ali kupljeno kemično sredstvo raztopilo ves vodni kamen, ki je »manjkal« na grelcih ob ponovnem tehtanju, ker ga je nekaj razdrobljenega ležalo na dnu posode, nekaj pa ga je odpadlo iz posušenih grelcev na papirnato brisačo.

Meniva, da je uporaba kisa okolju bolj prijazna, saj ne škoduje živim organizmom.

Kaj se zgodi s kisom, ko z odplakami preide v naravo?

Ocetna kislina ali etanova kislina $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ razpade na ogljikov dioksid in vodo.



To pa sta naravni sestavini.

Ugotovitve:

Kis je domače naravno sredstvo, ki naravi in živim organizmom ne škoduje, saj razpade na naravni sestavini. Za kemično sredstvo, ki ga kupimo v trgovini, pa ne moreva trditi, da je njegova raba glede vpliva na okolje neoporečna – o tem sva pisali v poglavju 2.8.

4.4. Eksperiment: KALITEV SEMENA FIŽOLA IN SEMENA PŠENICE V NAVADNI VODI IN V VODI S SREDSTVOM ZA MEHČANJE VODE

Hipoteza 8: Uporaba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih povzroča onesnaženje okolja in škoduje živim organizmom.

Namen: Želeli sva ugotoviti, ali uporaba kemičnih sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih škoduje živim bitjem, v najinem primeru rastlinam.

Material:

- 12 semen fižola
- 100 semen pšenice
- papirnate brisače
- sredstvo za mehčanje vode v pralnih strojih

Pripomočki:

- pladnja
- nizki posodi
- zalivalki

Potek dela:

Pripravili sva raztopino za zalivanje semen s sredstvom za mehčanje vode v pralnih strojih. Na embalaži sredstva za mehčanje vode sva prebrali, koliko sredstva moramo dodati, če je voda zelo trda. Na 15 l (toliko vode porabi pralni stroj pri enkratnem pranju, podatek sva izvedeli v razvojnem laboratoriju pralne tehnike v Gorenju) bi morali dodati 64 g praška. Izračunali sva, koliko praška morava uporabiti za 1 l vode. 64 g sva delili s 15 in dobili 4,3 g. Zmešali sva sredstvo za mehčanje vode z vodo, v razmerju 4,3 g na 1 l vode. V nadaljevanju bova uporabljali izraz mešanica.

Želeli sva oponašati (simulirati) odpadno vodo, ki odteka iz pralnega stroja v kanalizacijo. Zanimarili sva prisotnost pralnih praškov in mehčalcev perila, odstranjevalcev madežev in umazanije, saj naju je zanimal izključno vpliv sredstva za mehčanje vode na okolje oz. na žive organizme.

Slika 22: Namakanje semen fižola (levo: prašek; desno voda)



Vir: Lastni

Dve posodici sva napolnili z navadno vodo, dve pa z mešanico. V eno posodo z navadno vodo sva dali 12 semen fižola v drugo posodo z navadno vodo pa sva dali 100 semen pšenice. V posodo, v kateri je bila mešanica, sva prav tako dodali 12 semen fižola, v drugo posodo z enako mešanico, pa sva dali 100 semen pšenice.

Vse to sva namakali 2 uri.

Medtem sva pripravili 2 pladnja in 2 posodi. Nanje sva zložili papirnate brisače, ki sva jih prej namočili v navadni vodi oz. v mešanici.

En pladenj sva pripravili za 100 semen pšenice, ki bodo kalila ob zalivanju z navadno vodo, drug pladenj pa za 100 pšeničnih semen, ki bodo kalila ob zalivanju z mešanico.

Prav tako sva eno posodo pripravili za deset fižolovih semen, ki bodo kalila ob navadni vodi in drugo posodo za deset fižolovih semen, ki bodo kalila ob zalivanju z mešanico.

Semena sva nato zložili v posode in na pladnja.

Slika 23: Kalitev fižola



Vir: Lastni

Vsak dan sva jih zalivali z ustrezno tekočino in jih opazovali.

Semena fižola

1. dan: ni razlike.
2. dan: fižolova semena, zalivana z vodo, imajo popokano semensko lupinico (8), tista, zalivana z mešanico pa 3.
3. dan: pri semenih, zalivanih z navadno vodo, je opaziti majhno koreninico (2 mm), pri semenih zalivanih z vodo in s sredstvom za mehčanje vode ni razlik.
4. dan: pri nekaterih semenih, zalivanih z navadno vodo, že lahko opazimo majhno koreninico – približno 0,7 cm. Semena, zalivana z vodo, zmešano s sredstvom za mehčanje vode, so še vedno nespremenjena.
8. dan: pri nekaterih semenih, zalivanih z navadno vodo, že lahko opazimo steblo

(približno 2 cm), pri semenih, zalivanih s sredstvom za mehčanje vode, ni razlik.

10. dan: vsa semena fižola, zalivana z navadno vodo, že imajo koreninico in steblo. Pri semenih, zalivanih s sredstvom za mehčanje vode, ni razlik.

14. dan: semena fižola, zalivana z navadno vodo, imajo že zelo dolge korenine (tudi do 19 cm), stebila so zrasla tudi do 7 cm, vidijo se že zeleni listi. Semena fižola, zalivana z vodo, zmešano s sredstvom za mehčanje vode, še vedno niso zrasla.

Semena pšenice:

1. dan: ni razlike

2. dan: ni razlike

3. dan: ni razlike

4. dan: ni razlike

5. dan: pri semenih, zalivanih z navadno vodo, je pri 62 semenih opaziti majhno koreninico (1–2 mm), pri semenih, zalivanih z mešanico, pa ni sprememb.

6. dan: pri semenih, zalivanih z navadno vodo, je pri 68 semenih opaziti majhno koreninico, pri semenih, zalivanih z mešanico, ni sprememb.

7. dan: stanje enako

8. dan: pri semenih, zalivanih z navadno vodo, je pri 77 semenih opaziti majhno koreninico, pri semenih, zalivanih z mešanico, ni sprememb.

9. dan: semena sva zaradi odsotnosti ene od raziskovalk selili na drugo lokacijo, stanje enako

10. dan: stanje enako

11. dan: stanje enako

12. dan: stanje enako

13. dan: stanje enako

14. dan: stanje enako

Ugotovili sva, da semena, ki so bila zalivana z mešanico niso kalila.

Opazili sva, da so semena fižola, zalivana z navadno vodo, hitro in uspešno kalila in se razvila v mlade rastlinice. Semena pšenice, zalivana z navadno vodo, pa so v prvih osmih dneh uspešno kalila, potem pa so prenehala. Ko sva iskali vzroke, zakaj je do tega prišlo, sva sklepali na dve možnosti – da sva jih s selitvijo izpostavili premrzlemu ozračju in je to vplivalo na neuspešno kalitev, ali pa so bila premalo zalivana. Po teh ugotovitvah sva ponovno nastavili celoten eksperiment, ki ga izvajava na eni lokaciji, z bolj kontroliranim zalivanjem. Opazovanje poteka, dobljene rezultate pa bova predstavili na predstavitvi raziskovalne naloge.

Rezultat eksperimenta:

Iz najinega opazovanja (upoštevali sva samo dogajanje pri semenih fižola) in ugotovitev lahko **potrdiva** Hipotezo 8, da uporaba sredstev za mehčanje vode povzroča onesnaženje okolja in škoduje živim organizmom.

4.5. Eksperiment: SEGREVANJE GRELCEV PRALNEGA STROJA NA RAZLIČNIH TEMPERATURAH (30°C, 60°C IN 90°C) IN OPAZOVANJE NABIRANJA VODNEGA KAMNA

Hipoteza 5: Izločanje vodnega kamna se povečuje z višanjem temperature vode.

Namen: Želeli sva ugotoviti, ali se vodni kamen enako intenzivno nabira na grelcu pralnega stroja pri segrevanju na 30°C, 60°C in 90°C.

Material:

- trije še neuporabljeni grelci (brez oblog vodnega kamna)
- tri različne soli:
kalcijev klorid
magnezijeva sol
natrijev hidrogenkarbonat

Pripomočki:

- tri plastične posode (od marmelade)
- trije termostati
- tri steklene posode (za vlaganje)
- plastična pipeta

Potek dela:

Iz dna plastičnih posod sva s pomočjo mentorjev izrezali luknje in vanje vstavili grelce. V steklene posode sva nalili vodo (približno 1,5 l), vanjo sva s pipeto nakapljali petnajst kapljic kalcijevega klorida, petnajst kapljic magnezijeve soli in petnajst kapljic natrijevega hidrogenkarbonata. S tem sva želeli ustvariti zelo trdo vodo, da bi eksperiment hitreje potekal. Predvidevali sva, da če bo voda zelo trda, se bo na grelcih prej nabral vodni kamen. Podatke o količini soli, ki jih morava dodati, sva dobili pri gospe Lesjak v laboratoriju, kjer sva opravljali titracijo (10 kapljic vsake soli na 1 liter vode).

Slika 24: Segrevanje vode



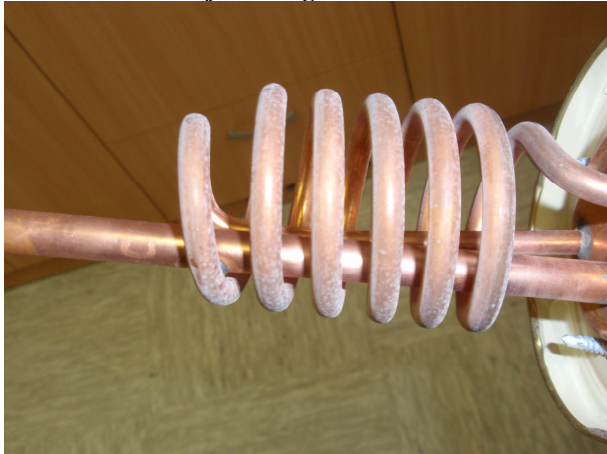
Vir: Lastni

V posode sva nato postavili grelce in jih vklopili. Grellec je segreval vodo do 30°C 2 min 40 s, do 60°C 4 min 45 s in do 90°C 5 min 20 s. Ko se je voda v vsaki posodi segrela na določeno temperaturo, sva vodo s to temperaturo segrevali še deset minut. Ta postopek sva ponovili osemindvajsetkrat za vsako temperaturo. Vsakič sva nalili novo vodo s solmi.

Rezultati eksperimenta:

Po dvajseti ponovitvi so se na grelcu, ki je vodo segreval na 90°C, začele pojavljati sledi vodnega kamna. Na grelcih, ki sta segrevala vodo na 40°C in 60°C, pa ni bilo nobene razlike.

Slika 25: Nabiranje vodnega kamna



Vir: Lastni

Ugotovitve:

Iz rezultatov eksperimenta lahko **potrdiva** najino Hipotezo 5, da se izločanje vodnega kamna povečuje z višanjem temperature vode, ker se vodni kamen izloča na grelec, kadar le-ta greje.

Iz ankete sva ugotovili, da anketirana gospodinjstva največkrat perejo perilo pri temperaturi 40°C, kar pomeni, da grelci niso tako izpostavljeni nabiranju vodnega kamna, zato po najinem mnenju uporaba kupljenih sredstev za mehčanje vode ni smiselna pri vseh temperaturah.

5 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi sva postavili 8 hipotez. Nekatere sva potrdili, drugih ne. Ko sva zbrali vse ugotovitve in jih sistematično zapisali, sva ugotovili, da sva se pri delu veliko naučili. Obiskali in ogledali sva si čistilno napravo, laboratorij v Gorenju, v njem sva celo izvajali eksperimente. Učili sva se in se imeli fino.

Imeti se fino in se učiti – tega do sedaj nisva prav pogosto povezovali. Pa gre.

Ko sva pregledovali in pisali rezultate ankete in eksperimentov, so se nama porodile nekatere zamisli.

Predvidevali sva, da vsako gospodinjstvo, ki uporablja naprave, ki črpajo vodo iz vodovodne napeljave, pozna trdoto te vode. Pa temu ni tako. Predlagava, da Komunalno podjetje Velenje na računih, ki jih vsak mesec pošilja gospodinjstvom, objavi tudi podatek o trdoti vode, ki jo redno spremljajo. Ne le da bi bili občani osveščeni o trdoti vode, razmišljali bi lahko tudi o takšnih vprašanjih kot midve, ali je raba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih smiselna.

Ugotovili sva, da ne gre verjeti reklamnim sporočilom, ki nas skušajo prepričati v nakupe stvari, ki jih ne potrebujemo. Pa ne samo to, da jih ne potrebujemo, z njimi lahko tudi škodujemo okolju, za katerega smo odgovorni in ga moramo zanamcem pustiti vsaj takšnega, kot smo ga dobili v uporabo.

Zato se zelo strinjava s predlogom Zveze potrošnikov Slovenije, da morajo biti informacije o sestavi čistil, detergentov, kozmetičnih izdelkov ipd. dostopne potrošnikom. Če ni prostora na embalaži teh izdelkov, naj bo na njej naveden internetni naslov, kjer si morebitni kupci lahko pogledamo sestavo, primerjamo različne izdelke med seboj in se nato odločimo za nakup.

Če kupujemo stvari, ki jih ne potrebujemo, mečemo denar skozi okno. Dokazali sva, da kupovanje sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih ni ekonomično. Svetujeva, da si reklamne oglase vedno kritično ogledamo, poiščemo informacije o izdelkih, ki nam jih ponujajo, in se šele po razmisleku odločimo, ali je nakup nujen.

Meniva, da so informacije ključnega pomena pri osveščanju potrošnikov in tukaj je tudi najina vloga. Na šoli sva pripravili predstavitev raziskovalne naloge in prenesli nekaj ugotovitev sošolcem. Pričakujeva, da jih bodo predali naprej.

6 POVZETEK

Za raziskovalno nalogo z naslovom »Ali je raba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih smiselna?« sva se odločili, ker se nama je po večkratnem ogledu enake reklame porodilo veliko vprašanj.

Raziskali sva, kakšno vodo imamo v Sloveniji, predvsem v Šaleški dolini. Bili sva radovedni, od kod pravzaprav pride voda v naše domače vodovodne pipe. Imamo v Velenju vsi občani enako trdo vodo? Ugotovili sva, da ne.

Ugotavljali sva, ali je smiselno in ekonomično kupovati sredstva za mehčanje vode pri pralnih strojih. Zanimalo naju je, ali lahko uporabljamo za mehčanje vode kakšno naravnejše sredstvo in kaj se zgodi s pralnim strojem, če peremo brez mehčalnih sredstev.

Opravili sva štiri eksperimente. Pri prvem sva ugotavljali trdoto vode iz petih različnih krajev po Sloveniji.

Pri drugem sva ugotavljali, ali vodni kamen raztaplja samo sredstvo za mehčanje vode ali ga raztaplja tudi kis. Ugotovili sva, da kis uspešno raztaplja vodni kamen in ne onesnažuje okolja.

Pri tretjem sva ugotavljali, koliko vodnega kamna se izloča iz vode pri segrevanju grelca na 30°C, 60°C in 90°C.

S četrtem eksperimentom sva ugotavljali, ali sredstva za mehčanje vode škodljivo vplivajo na okolje. Semena fižola in pšenice sva zalivali z navadno vodo in z vodo, kateri je bilo dodano sredstvo za mehčanje vode. Semena sva opazovali pri kalitvi. Opazovali sva tudi spremembe pri mladih rastlinah, kjer sva nadaljevali s takšnim zalivanjem.

Z anketo sva ugotavljali, pri kateri temperaturi najpogosteje perejo naključno izbrana gospodinjstva v naši občini, kolikokrat tedensko uporabljajo pralni stroj in kako dobro poznajo podatek o trdoti vode, ki teče po njihovih vodovodnih napeljavah.

Opravili sva tudi nekaj intervjujev s strokovnjaki, ki se ukvarjajo s pralno tehniko in vodami.

7 ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujema najinima mentorjema, Simoni Žohar in Borisu Bubiku, za nasvete, usmerjanje in pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge. Zahvaljujema se tudi gospodu Mitju Ocepku za pomoč pri eksperimentu odstranjevanje vodnega kamna v alkoholnem kisu in kupljenem sredstvu za odstranjevanje vodnega kamna ter ge. Jasni Novak, ki je raziskovalno nalogo lektorirala. Zahvala gre tudi vsem tistim, ki so si vzeli čas za intervju in izpolnjevanje ankete.

8 PRILOGE:

ANKETA

Sva Jona Žohar in Katarina Šulek, učenki osmega razreda OŠ Livada. Delava raziskovalno nalogo z naslovom »Ali je raba sredstev za mehčanje vode pri pralnih strojih smiselna?«. Pred vami je vprašalnik. Na vprašanja odgovorite tako, da obkrožite en ustrezen odgovor ali napišete, kar vprašanje zahteva od vas. Vprašalnik je anonimen. Že vnaprej hvala za vaš trud, saj imajo vaši odgovori velik pomen za najino raziskavo.

1. Kakšno vodo imamo v velenjski vodovodni napeljavi?

- a) trdo
- b) mehko
- c) ne vem

2. Kolikokrat na teden uporabljate pralni stroj?

- a) 1–3×
- b) 4–6×
- c) 7–10×
- č) več _____

3. Najpogosteje perete na:

- a) 30°C
- b) 40°C
- c) 60°C
- č) 90°C

4. Na 90°C perete :

- a) 1× na teden
- b) 2× na teden
- c) 3× na teden
- č) 4× in več na teden
- d) manj kot 1× na teden

5. Ali je za temeljito pranje spodnjega perila, brisač in posteljnine dovolj temperatura 60°C?

- a) da
- b) ne

6. Ali uporabljate sredstva za mehčanje vode pri pralnem stroju (**ne** mehčalec za perilo)?

- a) da
- b) ne

7. Če ste odgovorili z da, navedite kolikokrat.

- a) pri vsakem pranju
- b) občasno

Če ste odgovorili z občasno (b), navedite kolikokrat.

8. Koliko je star vaš pralni stroj, ki ga trenutno uporabljate?

9. Ste že morali zamenjati grelec zaradi vodnega kamna?

- a) da
- b) ne

10. Če ste odgovorili z DA, navedite, koliko časa je bil pralni stroj v uporabi?

9 VIRI IN LITERATURA

1. SENEGAČNIK, J. / DROBNJAK, B. / OTIČ, M. 1999. Živim v Sloveniji, geografija za 8. razred osnovne šole. 1. izdaja, Ljubljana, Modrijan, 150 str.
2. GLAŽAR, S. A. / PRETNAR, T. 1995. Kemija za sedmi razred. 13. prenovljena izdaja, Ljubljana, DZS, 143 str.
3. MIRTIC, B. / MLADENOVIC, A. / RAMOUŠ, A. / SENEGAČNIK, A. / VESEL, J. / VIŽINTIN, N. 1999. Slovenski naravni kamen. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije (in) Zavod za gradbeništvo Slovenije (in) Oddelek za geologijo NTF, 131 str.
4. GALLAHER, R. M. / INGRAM, P. 1990. Naravoslovje, kemija. 1. izdaja, Ljubljana, Državna založba Slovenije, 208 str.
5. KORNHAUSER, A. 1982. Organska kemija za 8. razred osnovne šole. 9. izdaja, Ljubljana, Državna založba Slovenije, 128 str.
6. RYAN, L. 2000. Kemija, preproste razlage kemijskih pojavov. 1. izdaja, Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 320 str.
7. PARKER, S. 1991. Veselje z znanostjo: Kemija, Voda, Zrak. Murska Sobota, Pomurska založba.
8. <http://eur-lex.europa.eu/Notice.do?mode=dbl&lang=en&ihmlang=en&lng1=en,sl&lng2=bg,cs,da,de,el,en,es,et,fi,fr,hu,it,lt,lv,mt,nl,pl,pt,ro,sk,sl,sv,&val=494316:cs&page=> (28. 2. 2011)
9. http://sl.wikipedia.org/wiki/Seznam_stavkov_R (1. 3. 2011)
10. <http://www.panaceo-sport.si/zeolit> (1. 3. 2011)