

I. gimnazija v Celju

**PRIMERJAVA ODPORNOSTI EMAJLIRANIH,
LAKIRANIH IN POCINKANIH POVRŠIN NA
KEMIKALIJE, TEMPERATURO IN UDARCE**

Avtorici:

Iza HERMAN, 2. c

Eva VIDAK, 2. c

Mentorica:

mag. Janja Simoniti, univ. dipl. inž. kem. tehn.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje
Celje, 2010

Primerjava odpornosti
emajliranih, lakiranih in
pocinkanih površin
na kemikalije, temperaturo in
udarce

Kazalo

Kazalo	3
Kazalo slik	6
Kazalo grafikonov	7
Kazalo shem	7
Kazalo tabel	8
Kazalo matematičnih obrazcev	8
Zahvale	9
1 Povzetek	10
2 Uvod	11
2.1 Cilji	11
2.2 Hipoteze	11
2.3 Raziskovalne metode	11
3 Teoretični del	12
3.1 Korozija	12
3.1.1 Termodinamski vzroki korozije	12
3.1.2 Pojavne oblike korozije	13
3.1.3 Mehanizem korozije	13
3.1.4 Klasifikacija korozije glede na obliko razpadanja snovi	14
3.1.5 Klasifikacija korozije glede na okolje, v katerem poteka	14
3.1.5.1 Korozija zaradi padavin	14
3.1.5.2 Korozija v slani vodi	14
3.1.5.3 Mikrobiološka korozija	14
3.1.5.4 Atmosferska korozija	14
3.2 Korozija železa kot posledica reakcije z vodo in kisikom	15
3.3 Protikorozijska zaščita	16
3.3.1 Emajliranje	16
3.3.1.1 Vrste emajlov	16
3.3.1.2 Surovine za emajle	17
3.3.1.3 Priprava surovin za emajliranje	18
3.3.1.4 Taljenje emajla (frite)	18
3.3.1.5 Proces emajliranja	18
3.3.1.6 Žganje emajla	19
3.3.2 Vroče pocinkanje	19
3.3.2.1 Predobdelava površine za pocinkanje	19
3.3.2.2 Postopek vročega pocinkanja	20
3.3.2.3 Prevlaka in njena debelina	20
3.3.3 Lakiranje	21
3.3.3.1 Glavne sestavine premazov	21

5.1.6 Kateri izmed naštetih načinov zaščite pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo temperaturno odpornost?.....	42
5.1.7 Katera izmed naštetih zaščit pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo odpornost na slano atmosfero?.....	43
5.1.8 Kateri način zaščite po vašem mnenju zahteva največji porabljeni energijski vložek?	44
5.1.9 Katere načine zaščite lahko izvajamo v Celju in njegovi okolici? Ali veš, kje?	45
5.2 Rezultati eksperimentalnega dela	46
5.2.1 Primerjava vpliva kemikalij na emajlirane, pocinkane in lakirane površine ...	46
5.2.1 Primerjava vpliva udarca na emajlirane, pocinkane in lakirane površine	47
5.2.1 Primerjava vpliva temperature na emajlirane, pocinkane in lakirane površine	48
6 Zaključek.....	49
7 Literatura in viri	50
8 Priloge	51
8.1 Anketni vprašalnik	51
8.2 Rezultati anket, prikazani v tabelah	53

Kazalo slik

Slika 1: Rjavenje železa	15
Slika 2: Frita.....	17
Slika 3: Taljenje frite	18
Slika 4: Postopek vročega pocinkanja z vključeno predobdelavo jeklene pločevine	20
Slika 5: Vroče pocinkanje.....	20
Slika 6: Shematski prikaz tipične vroče pocinkane prevleke.....	21
Slika 7: Nanašanje praškastega laka	23
Slika 8: Pečenje izdelkov, zaščitениh z Ekolakom.....	24
Slika 9: Čaša	26
Slika 10: Lijak.....	26
Slika 11: Merilna pipeta in nastavek za pipeto	26
Slika 12: Steklene kapalke z gumijastim zamaškom	26
Slika 13: Merilni valj	27
Slika 14: Puhalka	27
Slika 15: Steklena palčka	27
Slika 16: Natrijev hidroksid.....	28
Slika 17: Natrijev klorid.....	28
Slika 18: Klorovodikova kislina	28
Slika 19: Ocetna kislina	28
Slika 20: Amoniak	29
Slika 21: Aceton.....	29
Slika 22: Destilirana voda.....	29
Slika 23: Merilna tehtnica KERN	31
Slika 24: Peč za žganje	31
Slika 25: Naprava za udarce PIKA	31
Slika 26: NIKON Coolpix P90	31
Slika 27: Postavitev.....	33
Slika 28: Vpliv na pocinkano površino.....	33
Slika 29: Vpliv na lakirano površino	33
Slika 30: Vpliv na pocinkano površino.....	34
Slika 31: Vpliv na lakirano površino	34
Slika 32: Vpliv na pocinkano površino.....	34
Slika 33: Vpliv na pocinkano površino.....	34
Slika 34: Vpliv na pocinkano površino.....	35
Slika 35: Vpliv na pocinkano površino.....	35
Slika 36: Vpliv na lakirano površino	35
Slika 37: Vpliv na emajlirano površino	36
Slika 38: Vpliv na lakirano površino	36

Slika 39: Vpliv 10% NaOH(aq).....	46
Slika 40: Vpliv 10 % NaOH(aq).....	46
Slika 41: Vpliv 10 % HCl(aq).....	46
Slika 42: Vpliv 10 % HCl(aq).....	46
Slika 43: Vpliv 10 % NaCl(aq).....	46
Slika 44: Vpliv 2 % NaCl(aq).....	47
Slika 45: Vpliv 4 % CH ₃ COOH(aq).....	47
Slika 46: Vpliv CH ₃ COCH ₃	47
Slika 47: Vpliv 10 % NH ₃ (aq).....	47
Slika 48: Vpliv udarca na pocinkano ploščico.....	48
Slika 49: Vpliv udarca na emajlirano ploščico.....	48
Slika 50: Vpliv udarca na lakirano ploščico.....	48

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Odvisnost časa od temperature pri pečenju Ekolaka.....	24
Grafikon 2: 2. letnik.....	37
Grafikon 3: 4. letnik.....	37
Grafikon 4: 2. letnik.....	38
Grafikon 5: 4. letnik.....	38
Grafikon 6: 2. letnik.....	39
Grafikon 7: 4. letnik.....	39
Grafikon 8: 2. letnik.....	40
Grafikon 9: 4. letnik.....	40
Grafikon 10: 2. letnik.....	41
Grafikon 11: 4. letnik.....	41
Grafikon 12: 2. letnik.....	42
Grafikon 13: 4. letnik.....	42
Grafikon 14: 2. letnik.....	43
Grafikon 15: 4. letnik.....	43
Grafikon 16: 2. letnik.....	44
Grafikon 17: 4. letnik.....	44
Grafikon 18: 2. letnik.....	45
Grafikon 19: 4. letnik.....	45

Kazalo shem

Shema 1: Pozitivni in negativni primeri korozije.....	12
---	----

Kazalo tabel

Tabela 1: Predobdelava.....	23
Tabela 2: Odvisnost časa od temperature pri pečenju Ekolaka	24
Tabela 3: Varnostne oznake, stavki 'R' in 'S'	31
Tabela 4: Izračuni za pripravo raztopin	33
Tabela 5: Primerjava vpliva kemikalij na emajlirane, pocinkane in lakirane površine	47
Tabela 6: Primerjava vpliva udarca na emajlirane, pocinkane in lakirane površine	48
Tabela 7: 2. letnik (vprašanje 1)	53
Tabela 8: 4. letnik (vprašanje 1)	53
Tabela 9: 2. letnik (vprašanje 2)	53
Tabela 10: 4. letnik (vprašanje 2)	53
Tabela 11: 2. letnik (vprašanje 3)	54
Tabela 12: 4. letnik (vprašanje 3)	54
Tabela 13: 2. letnik (vprašanje 4)	54
Tabela 14: 4. letnik (vprašanje 4)	54
Tabela 15: 2. letnik (vprašanje 5)	54
Tabela 16: 4. letnik (vprašanje 5)	55
Tabela 17: 2. letnik (vprašanje 6)	55
Tabela 18: 4. letnik (vprašanje 6)	55
Tabela 19: 2. letnik (vprašanje 7)	55
Tabela 20: 4. letnik (vprašanje 7)	55
Tabela 21: 2. letnik (vprašanje 8)	55
Tabela 22: 4. letnik (vprašanje 8)	55
Tabela 23: 2. letnik (vprašanje 9)	56
Tabela 24: 4. letnik (vprašanje 9)	56

Kazalo matematičnih obrazcev

Obrazec (1): Izračun masnega deleža	32
Obrazec (2): Izračun mase raztopine	32
Obrazec (3): Izračun gostote raztopine.....	32

Zahvale

Raziskovanje je zelo zahtevno delo, zato nama je pri tem pomagalo mnogo ljudi. Največjo pomoč in podporo nama je nudila najina mentorica gospa mag. Janja Simoniti, ki je skrbela tudi za to, da sva se s temo praktično spoznali. Gospa Darja Farčnik nama je pomagala pri eksperimentalnem delu na šoli.

Velika zahvala gre tudi zaposlenim v podjetjih EMO Frite (gospodu Tomažu Pavlinu, gospe Nuši Dimec, gospe Mariji Korenički in gospodu Tonetu Stoklasu), v Pocinkovalnici Celje (gospodu Hugu Ograjenšku in gospodu Matiji Založniku) in v Cinkarni Celje (gospe Aniti Hudohmet), ki so nama priskrbeli vzorčne ploščice, pogosto pomagali z nasveti ter nama dovolili uporabljati njihovo opremo za izvajanje poskusov.

Zahvaljujeva se tudi ge. Klari Pavšer Stropnik, ki si je vzela čas za lektoriranje najine raziskovalne naloge.

1 Povzetek

Sva Iza Herman in Eva Vidak, dijakinji 2. c-razreda I. gimnazije v Celju, in sva, pod mentorstvom ge. mag. Janje Simoniti, poskušali ugotoviti kakšne so prednosti in kakšne slabosti določenih protikorozijskih zaščit. Naslov najine naloge je »Primerjava odpornosti emajliranih, lakiranih in pocinkanih površin na kemikalije, temperaturo in udarce«.

Jeklena pločevina je močan, poceni in zaradi tega zelo uporaben material v različnih industrijah. Njena velika pomanjkljivost je, da niti v notranjih prostorih ni odporna na korozijo. Če takšne površine ne zaščitimo, lahko pride do velikih izgub v materialnem smislu ali celo do njenega propada. Zaščita kovine pred korozijo je zato bistvena za zagotavljanje njene ekonomičnosti.

Možnosti zaščite pred korozijo je več, kakšen način zaščite izberemo, je odvisno od okolja, v katerem se bo izdelek nahajal, od namena uporabe izdelka in navsezadnje tudi od samih stroškov zaščite. Že v preteklosti je bilo Celje poznano kot pomembno industrijsko središče. Podjetja EMO Frite, Pocinkovalnica in Cinkarna se posredno in neposredno ukvarjajo z zaščito jeklenih površin.

Z raziskovalno nalogo sva želeli ugotoviti, koliko o pojmi korozija, pocinkanje, lakiranje in emajliranje vedo najini vrstniki na šoli, eksperimentalno pa sva izvedli primerjavo odpornosti emajliranih, pocinkanih in lakiranih površin glede na različne kemikalije, udarce in temperature.

Z anketo, ki sva jo razdelili dijakom 2. in 4. letnikov (priprava na maturo iz kemije) sva ugotovili, da najini vrstniki poznajo pojem korozija, da znajo prepoznavati sisteme zaščite na izdelkih, da od vseh sistemov zaščite najslabše poznajo emajliranje.

Z eksperimentalnim delom sva ugotovili, da so pocinkane jeklene površine slabše odporne na kemikalije, zelo dobro na udarce, emajlirane površine so dobro odporne na kemikalije in visoko temperaturo, vendar zelo slabo na udarce, lakirane površine so bolj odporne na udarce od emajliranih površin, dobro kemijsko odporne, najslabše od vseh sistemov pa temperaturno odporne.

2 Uvod

2.1 Cilji

Korozija je zmeraj predstavljala pereč problem v industriji, zato je bilo nujno potrebno razviti določeno vrsto zaščite. V razvoj zaščite se še danes vlaga mnogo denarja, zato naju je zanimalo, kakšne so prednosti in kakšne slabosti določene zaščite. Osredotočili sva se predvsem na tri najpogosteje uporabljene oblike zaščite, in sicer emajliranje, lakiranje ter vroče pocinkanje. Da bi ugotovili, katere so njihove slabe in katere dobre plati, sva vse tri oblike zaščite testirali na različne kemikalije, na temperaturo in na udarce. Zanimalo naju je tudi, koliko o tem vedo najini vrstniki, saj je Celje mesto, v katerem je mogoče izvajati vse tri oblike zaščite.

2.2 Hipoteze

Glede na postavljene cilje sva postavili tudi določene hipoteze. Sklepali sva, da najini vrstniki sicer poznajo pojem korozije, vendar so slabo seznanjeni z oblikami zaščite. Prav tako sva predvidevali, da jih bo kar nekaj vedelo, da lahko izvajamo zaščito z vročim pocinkanjem v Pocinkovalnici Celje in da lahko izvajamo zaščito z lakiranjem v skoraj vsaki avtomobilski delavnici. Po najinem mnenju naj bi zgolj nekateri dijaki vedeli, da obstaja v Celju podjetje EMO Frite, ki izdeluje surovine za emajliranje. Glede poskusov sva predvidevali, da bodo na kemikalije bolj odporne emajlirane in lakirane ploščice, medtem ko naj bi se na preizkusu na udarce najbolj obnesle pocinkane ploščice. Predvidevali sva tudi, da bodo na temperaturo najbolj odporne emajlirane ploščice. Prepričani sva, da bova po končanem raziskovanju bolje razumeli smisel obstoja več oblik zaščite in specifična področja njihove uporabe.

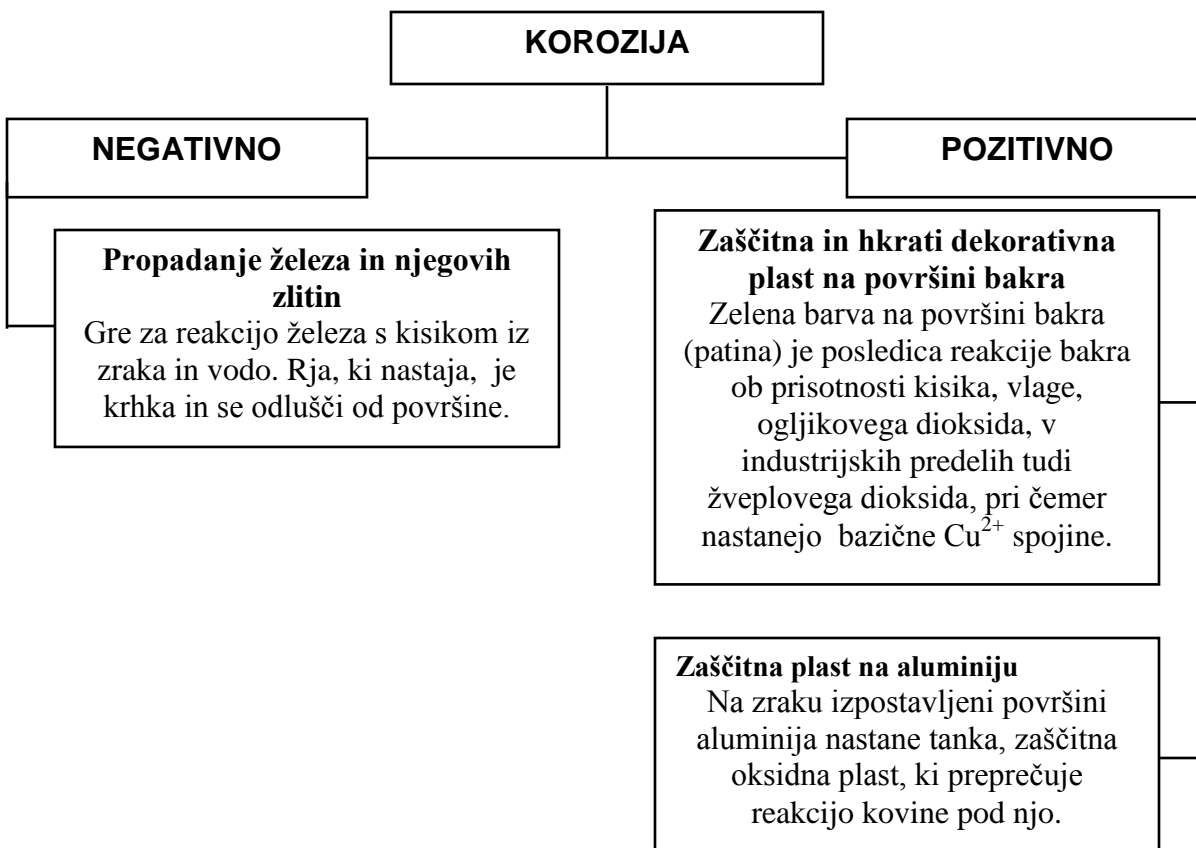
2.3 Raziskovalne metode

Raziskovanje sva začeli s pregledom in analizo dostopne strokovne literature. Potem sva si ogledali postopek vročega pocinkanja v Pocinkovalnici Celje in izdelave surovin za emajliranje v EMO Frite. Nadaljevali sva z izdelavo anketnega vprašalnika, ki sva ga razdelili med najine vrstnike. Nato sva pripravili vse potrebno za eksperimentalni del raziskovanja. Izvedli sva poskuse v zvezi z odpornostjo pocinkanih, emajliranih in lakiranih jeklenih površin na kemikalije, temperaturo in udarce. Da bi dobili veljavne rezultate, sva vse poskuse izvedli trikrat. Ves postopek priprave na izvedbo poskusov in tudi izvedbo sva fotografirali in hkrati beležili vse spremembe. Rezultate sva analizirali in vrednotili.

3 Teoretični del

3.1 Korozija

Korozija je kemijska reakcija kovine z njeno okolico. Najbolj znan primer korozije, ki povzroča tudi največjo gospodarsko škodo, je rjavenje železa in njegovih zlitin. V gospodarskem pogledu lahko korozija deluje negativno ali pozitivno.



Shema 1: Pozitivni in negativni primeri korozije¹

3.1.1 Termodinamski vzroki korozije

Glavni vzrok, da pride do korozije, je v termodinamski težnji kovine, da reagira (npr. s kisikom). Iz spremembe standardne proste reakcijske entalpije (Gibbsova energija) ΔG_r^0 je razvidno, ali obstaja težnja, da bo reakcija potekala spontano. Če je standardna prosta entalpija pri procesu negativna, je proces spontan, poteka sam od sebe (Atkins, et al., 1999, str. 168).

Primarni in odločilni dejavnik pri koroziji kovin in zlitin je njihova kemijska zgradba.

¹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (3.1.2010)

Za korozijo so pomembni dejavniki, ki pogosto niso zajeti v kemijske analize, npr.: vrsta zlitine, narava metalurškega dejavnika in oblika korozije. Metalurški dejavniki vključujejo kristalografijo, obliko in velikost zrn, heterogenost zrn, vrste primesi, stresne situacije pri ohlajevanju in segrevanju kovin oz. zlitin.

Poleg kemijske zgradbe ima velik vpliv na korozijo okolje. Četudi bi bila kovina popolnoma čista in homogena, bi korodirala zaradi termodinamskih in elektrokemijskih vzrokov (Kirk-Othmer, 1979, str. 114). Vpliv okolja na korozijo se kaže v:

- koncentraciji kisika v vodi ali atmosferi,
- pH elektrolita,
- koncentraciji ionov v raztopinah, ki so v stiku s kovino,
- temperaturi.

3.1.2 Pojavne oblike korozije

Korozija se pojavlja v različnih oblikah, glede na mehanizem, obliko razpadanja kovine, okolje, v katerem poteka, in druge dejavnike.

3.1.3 Mehanizem korozije

Korozija je zapleten proces, ki je lažje razumljiv, če ga obravnavamo kot elektrokemijski proces.

Proces rjavenja železa je redoks reakcija, ki poteka ob prisotnosti vode in kisika. Lahko rečemo, da železo tvori z vodo in kisikom neke vrste galvanski člen (Bukovec in Brenčič, 2000, str. 152).

Da poteče elektrokemijska korozija, morata biti prisotna anoda (področje, ki se lažje oksidira) in katoda (področje, ki se težje oksidira). Za to zadoščajo različne kovine ali enostavno različna področja na isti kovini. Na površini kovine, ki korodira, je veliko število »lokalnih« anod in katod, ki lahko zamenjajo svoja mesta. Prisoten mora biti tudi elektrolit, ki omogoča transport ionov. Vlogo elektrolita lahko prevzame tudi vodni film, ki nastane na vsaki kovinski površini zaradi atmosferske vlage. Korozija je povezana z nastankom velikega števila tako imenovanih mikrogalvanskih členov.

Na anodi kovina oksidira: $M(s) \rightarrow M^{n+}(aq) + ne^{-}$

Na katodi lahko potečeta:

- redukcija v vodi raztopljenega kisika ali
- redukcija oksonijevih ionov v vodi.

Kovine z nižjim standardnim elektrodnim potencialom (npr.: Mg, Al, Zn, Fe) so bolj nagnjene h koroziji kot kovine z višjim standardnim elektrodnim potencialom (npr.: Cu, Ag).

3.1.4 Klasifikacija korozije glede na obliko razpadanja snovi

1. oblike korozije, ki jih lahko odkrijemo s prostim očesom:
 - enakomerna korozija,
 - luknjičasta korozija,
 - korozija, ki povzroča razpoke,
 - galvanska korozija;
2. težje odkrite oblike korozije:
 - erozijska korozija,
 - kavitacijska korozija (korozija zaradi udara),
 - korozija zaradi obrabe,
 - medkristalna korozija;
3. oblike korozije, ki jih po navadi odkrijemo z mikroskopom:
 - izslojevanje,
 - selektivna korozija,
 - stres – korozijski zlom,
 - korozijska oslabelost materiala (korozijska »utrujenost«).

3.1.5 Klasifikacija korozije glede na okolje, v katerem poteka

3.1.5.1 Korozija zaradi padavin

Na proces korozije vplivajo v vodi raztopljeni plini – kisik, ogljikov dioksid, žveplo vsebujoči plini, soli – natrijeve soli v obliki kloridov, soli težkih kovin, itn.), organske snovi, npr.: detergenti, pa tudi različne vrste alg, bakterij in drugi organizmi.

3.1.5.2 Korozija v slani vodi

V morski vodi najdemo večino elementov, ki so tudi v prsti, v največji meri so prisotni kloridni ioni.

3.1.5.3 Mikrobiološka korozija

Mikrobiološko korozijo povzročata prisotnost in aktivnost mikroorganizmov oz. produktov njihovega metabolizma. Velika mikrobiološka aktivnost, ki vpliva na korozijo kovin in njihovih zlitin, je prisotna zlasti v prsti.

3.1.5.4 Atmosferska korozija

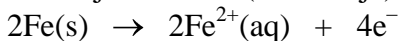
Atmosferska korozija je elektrokemijski proces v prisotnosti elektrolita. Na površini kovine nastane nevidna, tanka plast elektrolita. Za njen nastanek je potreben določen delež vlage v atmosferi, ki je odvisen od kovine, ki korodira, higroskopičnosti korozijskih produktov in prisotnosti onesnaževalcev v atmosferi (npr. za železo je kritična stopnja vlažnosti 60 %, če je atmosfera neonesnažena).

3.2 Korozija železa kot posledica reakcije z vodo in kisikom

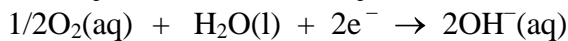
Korozija železa (rjavenje) poteka kot elektrokemijska reakcija. Voda in kisik reagirata z železom, pri tem pa sodelujejo tudi druge snovi, npr. ogljikov dioksid, žveplov dioksid, kloridni ioni itn. (Kirk-Othmer, 1979, str. 118).

Kovinska kristalna mreža zaradi nečistoč in napetosti v njej ni povsod enaka (Lewis, 1997, str. 91). Tudi voda, ki pride v stik z železom, je različna glede na delež kisika in nečistoč. Zaradi tega se pojavljajo v različnih delih kovine različni elektrodni potenciali, ki povzročajo nastanek lokalnih členov. Del železa, ki je v stiku z vodo in se oksidira do Fe^{2+} , je anoda. Železovi ioni pri tem prihajajo v raztopino. Elektroni potujejo do dela železa, ki je v stiku z vodo in kisikom ter predstavlja katodo. Raztopljeni kisik se pri tem reducira. Železovi ioni iz raztopine in hidroksidni ioni, ki nastanejo pri redukciji kisika, tvorijo oborino železovega (II) hidroksida, ki se oksidira z raztopljenim kisikom v rjo.

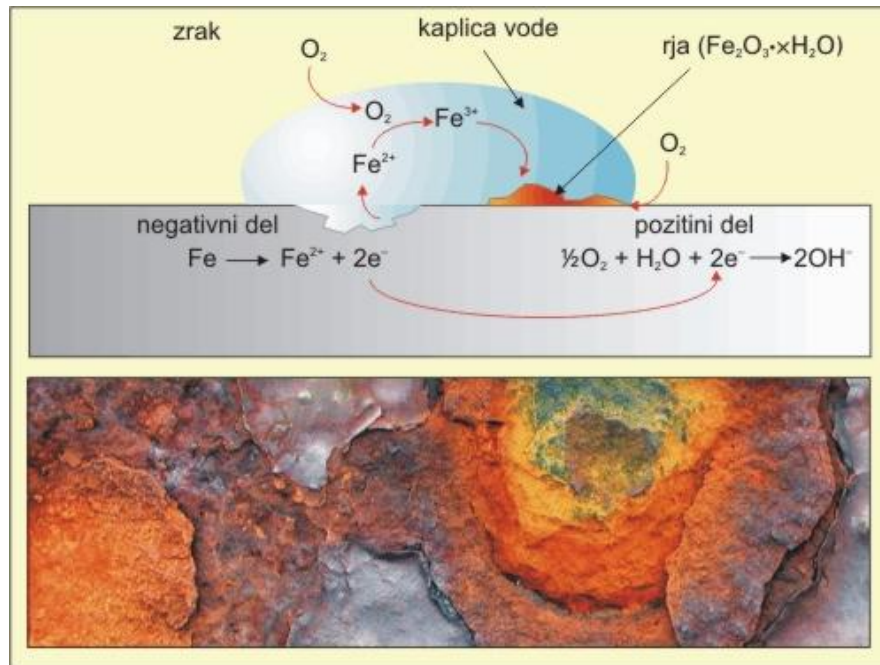
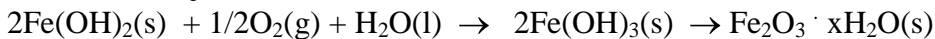
Reakcija na anodi (oksidacija):



Reakcija na katodi (redukcija):



Celotna reakcija:



Slika 1: Rjavenje železa²

² Vir: <http://www.kii2.ntf.uni-lj.si/e-kemija/file.php/1/output/galvanizacija/rja.jpg> (2.1.2010)

3.3 Protikorozijska zaščita

V večini primerov korozije ne moremo preprečiti, lahko pa jo v veliki meri upočasnimo oz. omejimo z uporabo optimalnih tehnologij protikorozijske zaščite.

Za železo in njegove zlitine sva izbrali tri različne sisteme zaščite, ki so anorganskega oz. organskega izvora:

- emajliranje,
- vroče pocinkanje in
- lakiranje.

3.3.1 Emajliranje

Emajl imenujemo s taljenjem pridobljeno anorgansko steklasto snov, ki jo z žganjem pritalimo na kovinsko podlago v eni ali več plasteh, da bi jo zaščitili pred kemijskimi vplivi ter izboljšali njeno funkcionalnost in njen estetski videz.

Emajl je anorganska (negorljiva) snov, ki se razlikuje od lakov; ti so organske snovi (gorljive in celo vnetljive) in pogosto nosijo napačen naziv »emajl-lak« ter s pravim emajlom nimajo skupnih lastnosti.

Emajl uvrščamo v skupino taljenih silikatov, v kateri je skupaj s steklom in keramičnimi glazurami. Steklo v ožjem pomenu je edini material, iz katerega izdelujejo samostojne izdelke, keramične glazure pritalijo na površino predmetov iz keramičnih mas, emajle pa fiksirajo izključno na kovinske predmete.

Ker med emajlom in kovinsko površino ni kemijske sorodnosti, so morali tehnologijo nanosa prilagoditi kemijskim in fizikalnim lastnostim kovinske podlage, in sicer:

- v smislu temperature taljenja (znižana v primerjavi z navadnim steklom),
- emajl se mora dobro vezati s površino kovine (specialno sestavljeni emajli in dobro očiščena kovinska površina),
- toplotno razteznost emajla je treba prilagoditi toplotnemu razteznostnemu koeficientu kovine.

3.3.1.1 Vrste emajlov

Glede na podlago, ki jo emajliramo, delimo emajle na:

- emajle za jekleno pločevino,
- emajle za lito železo,
- emajle za aluminij in njegove zlitine,
- emajle za legirana jekla,
- emajle za plemenite kovine (baker, srebro, redkeje zlato),
- emajle za steklo.

Glede na funkcijo, ki jo opravljajo, delimo emajle na:

- temeljne (zvežejo se s površino kovinskega predmeta),
- direktne (to so temeljni emajli, ki imajo istočasno lastnosti pokrivnih emajlov),
- krovne,
 - emajli določenih barv in površine,
 - specialni emajli določenih kemijskih in fizikalnih lastnosti (kislinoodporni, vodo- in paroodporni, odporni na visoke temperature...).

Glede na metode nanašanja delimo emajle na:

- emajli za mokro nanašanje in
- emajli za suho nanašanje.

3.3.1.2 Surovine za emajle

- Steklotvorne snovi (značilne komponente stekla):
 - snovi za uvajanje kislinskih oksidov (kremen, borova kislina),
 - snovi za uvajanje bazičnih oksidov (soda, pepelika, apnenec, magnezijev karbonat, barijev karbonat, cinkov in svinčev oksid),
 - snovi za uvajanje kislinskih in bazičnih oksidov (boraks, živec, kaolin ...);
- pomožne snovi:
 - oksidacijska sredstva (solitri),
 - vezni oksidi (kobaltov oksid, nikljev oksid),
 - motnostna sredstva (fosfati, fluoridi, antimonov oksid, titanov dioksid ...),
 - barve in barvila (oksidi bakra, kroma, mangana in pigmenti).

Pri surovinah za emajle je najbolj pomembno, da so dovolj čiste in po kvaliteti ter sestavi enakomerne (tudi v pogledu granulacije).



Slika 2: Frita³

³ Vir: <http://www.emo-frite.si/slo/osnovna.htm> (2.1.2010)

3.3.1.3 Priprava surovin za emajliranje

Če je talilnica opremljena s kontinuirnimi kadmimi talilnimi pečmi, obstaja avtomatsko tehtanje surovin. Doziranje surovin je računalniško programirano in vodeno. Vse surovine morajo biti suhe, drobnozrnate in sipke. Surovine morajo biti pred taljenjem temeljito premešane.

3.3.1.4 Taljenje emajla (frite)

Zmes surovin za emajliranje (frite) talijo pri temperaturi 1100–1250 °C, da dobijo steklasto snov – emajl.

Emajl se od navadnih vrst stekla razlikuje v tem, da so fizikalno-kemijske spremembe pri taljenju emajla, ki sestoji iz mnogo več komponent, bistveno bolj zapletene, saj razni fizikalni in kemijski procesi potekajo istočasno in vplivajo drug na drugega.

V principu gre pri taljenju za pretvorbo kremena z alkalijskimi oksidi in borovim oksidom v nižje taleče silikate, ki dajo po ohladitvi steklasto trdno snov – emajlno frito.



Slika 3: Taljenje frite⁴

3.3.1.5 Proces emajliranja

Obstaja več postopkov nanašanja emajla:

- postopki mokrega nanašanja emajla (tako nanešen emajl moramo najprej posušiti, kar navadno traja nekaj ur):
 - ročno nanašanje (pomakanje, polivanje, brizganje),

⁴ Vir: <http://www.emo-frite.si/slo/osnovna.htm> (3.1.2010)

- mehanizirani postopki mokrega nanašanja (nanašanje notranjosti votlih predmetov v vakuumu, mehanizirano polivanje, avtomatsko brizganje ...),
 - specialni postopki (elektrostatsko brizganje in pomakanje);
- postopki suhega nanašanja emajla:
 - postopek opravevanja hladnih ali razžarjenih predmetov,
 - postopek pomakanja v prah,
 - postopek elektrostatskega opravevanja.

3.3.1.6 Žganje emajla

Predmet, na katerega je nanešen emajl, najprej posušimo, nato obdelamo z dodatnimi operacijami in nazadnje še žgemo v posebnih pečeh, ki jih izberejo v odvisnosti od velikosti proizvodnje, velikosti ter mase predmeta, razpoložljivega vira energije itn. Najbolj ekonomično delujejo peči, ki jih ogrevajo z električnim tokom (enakomerna razporeditev temperature, ni odpadnih plinov).

Proces žganja pomeni emajliranje v ožjem smislu, saj se ravno v tej fazi, pri ustrezni temperaturi, emajl pritale na kovino in se z njo veže. Zato žganje predstavlja eno od najvažnejših operacij v celotnem postopku.

Vsaka vrsta emajla zahteva točno določen temperaturni in časovni interval žganja.

3.3.2 Vroče pocinkanje

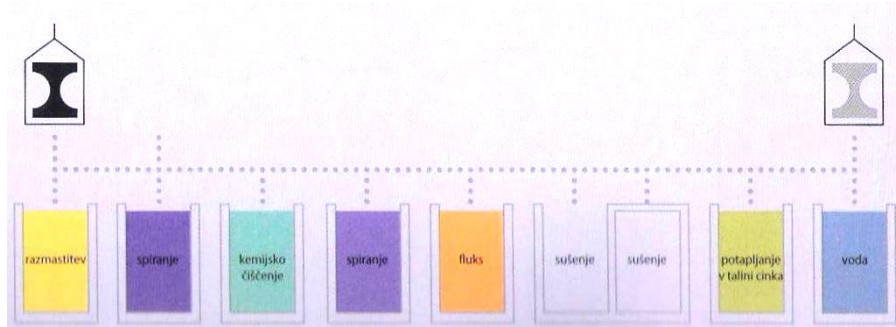
Cink je sedemnajsti najbolj pogost element v Zemljini skorji. Večina kamnin vsebuje cink v različnih količinah. Cink je naravni element, ki ga lahko najdemo v zraku, vodi in prsti.

Cink je primarna surovina za vroče pocinkanje. V postopku vročega pocinkanja izdelke iz železa potopimo v kotel s cinkovo talino.

3.3.2.1 Predobdelava površine za pocinkanje

Do pocinkovalne reakcije pride samo na kemično čisti površini, kar je treba upoštevati v predpripravi obdelovancev. Pomembno je, da na površini pred vročim pocinkanjem ni maščob, umazanije in škaje. Za odstranjevanje takšne umazanije uporabljajo več postopkov, najpogosteje pa površino:

- najprej razmastijo z uporabo bazične ali kisle raztopine za razmaščevanje, v katero potopijo obdelovanec,
- nato jo sperejo v hladni vodi,
- zatem potopijo v klorovodikovo kislino pri sobni temperaturi, pri čemer odstranijo rjo in valjarniško škajo,
- s spiranjem z vodo in postopkom fluksanja (potapljanja v raztopino, običajno tridesetodstotni delež cink-amonijevega klorida pri 65-80 °C) odstranijo še zadnje oksidne delce in tako omogočijo talini cinka, da omoči jeklo.



Slika 4: Postopek vročega pocinkanja z vključeno predobdelavo jeklene pločevine⁵

3.3.2.2 Postopek vročega pocinkanja

Zaradi metalurške reakcije med železom in cinkom se na očiščenem jeklu, ki ga potopimo v talino cinka (običajno pri 450 °C), oblikuje serija železo-cinkovih plasti. Začetna stopnja reakcije je zelo hitra, talina cinka je v tej fazi nemirna, takrat se oblikuje glavna zaščitna plast. Potem se reakcija upočasni in debelina prevleke se bistveno ne poveča, čeprav je obdelovanec v talini dlje časa. Potopitev običajno traja 4 do 5 minut, vendar je za tiste obdelovance, ki imajo visoko termično kapaciteto ali tiste, pri katerih mora cink prodreti v notranjost, lahko daljša. Ko obdelovanec dvigujejo iz taline, raztaljeni cink odteka z vrhnje plasti prevleke nazaj v talino. Ko se obdelovanec ohladi, na njem ponavadi nastane svetla sijoča prevleka, tipična za pocinkane izdelke.



Slika 5: Vroče pocinkanje⁶

3.3.2.3 Prevlaka in njena debelina

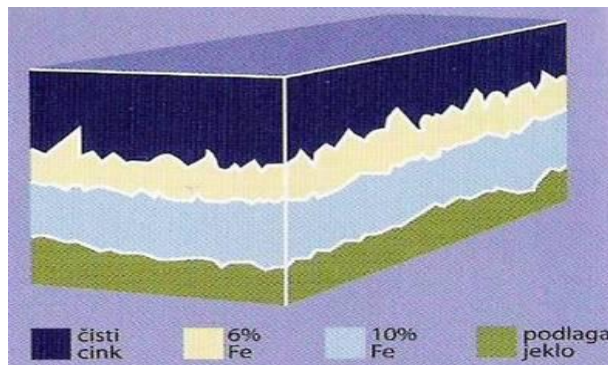
Po vročem pocinkanju lahko obdelovanec ohladimo v vodi ali na zraku.

Pogoji v obratu za vroče pocinkanje, kot so temperatura, vlažnost in kakovost zraka, ne vplivajo na kakovost pocinkane površine. Drugače je pri barvanju, kjer so bistvenega pomena.

⁵ Vir: Priročnik za inženirje in arhitekte: vroče pocinkanje (Pocinkovalnica d.o.o., leto 2007)

⁶ Vir: Pocinkovalnica Celje (2.2.2010)

Ko je reakcija med železom in cinkom končana, obdelovanec počasi dvignemo iz taline in postopek je končan. Mikrostruktura pocinkane prevleke izgleda, kot je prikazano na spodnji sliki.



Slika 6: Shematski prikaz tipične vroče pocinkane prevleke⁷

Med jeklom in cinkom pravzaprav ni meje, so le postopni prehodi preko štirih Zn-Fe plasti, ki zagotavljajo metalurški spoj. Predpisano debelino prevleke določa debelina jekla in je definirana s standardom SIST EN ISO 1461 (»Vroče pocinkana zaščita na železnih in jeklenih izdelkih – specifikacija in testne metode), vendar pa to pravilo omogoča tudi izjeme.

3.3.3 Lakiranje

Barvanje ali po domače lakiranje je postopno nanašanje slojev organskega premaza na predmet, ki ga želimo zaščititi. Premaze lahko nanašamo s čopičem, s potapljanjem ali razprševanjem (najbolj običajno je elektrostatsko nanašanje). Nanašamo v enakomernih, ne preveč debelih plasteh. Osnovni sloj ima namen doseči dober spoj s kovino, naslednji sloji pa kovino ščitijo pred korozijo in ji dajejo lep videz.

3.3.3.1 Glavne sestavine premazov

3.3.3.1.1 Veziva

Veziva so tekočine ali raztopine trdnih snovi, ki po sušenju tvorijo brezbarven film oz. povezujejo pigmente in polnila v celoto, ki jo imenujemo zaščitni premaz. To so v glavnem visokomolekularne ali pa nizkomolekularne snovi, ki šele med utrjevanjem prevleke prehajajo v visokomolekularne snovi. Veziva dajejo filmom sijaj, elastičnost in oprijem, trdota filma pa je odvisna od izbire veziva. Od tega je odvisen tudi način sušenja premaza.

Glede na kemijsko sestavo in funkcijo, ki mu je namenjena, poznamo:

- naravna (rastlinska olja iz semen in rastlinskih plodov ter naravne smole) in
- sintetična veziva (poliestri, poliuretani, epoksidne, akrilne, amino, fenolne, silikonske in fenolne smole ter klorkavčuk, asfalt, bitumen in katran).

⁷ Vir: Priročnik za inženirje in arhitekto: vroče pocinkanje (Pocinkovalnica d.o.o., leto 2007)

3.3.3.1.2 Pigmenti

Pigmenti so suhe, prašnate, večinoma v vodi in organskih topilih netopne anorganske ali organske trdne snovi, ki selektivno absorbirajo in reflektirajo svetlobo, suspendirani v vezivih pa dajejo prevlekam obarvanost. Premaz ščitijo pred vplivi svetlobe in kemikalij ter mu dajejo estetsko-dekorativni videz. Že prej smo povedali, da so lahko glede na kemijsko sestavo:

- anorganski – imajo večje delce, višja tališča in večjo gostoto ter neomejeno obstojnost proti svetlobi (titanov dioksid – TiO_2 , cinkovo belilo – ZnO ...),
- organski (azo, ftalocianatni pigmenti...).

3.3.3.1.3 Polnila

Polnila so trdne, največkrat anorganske snovi naravnega ali sintetičnega izvora in zelo različne kemijske sestave. Velikokrat predstavljajo nadomestilo za drage pigmente, dodajamo pa jih tudi zato, da dobimo zelene optične in mehanske lastnosti (npr.: sijaj, trajnost filma, odpornost na obrabo, kemikalije in atmosfero).

Najpogosteje kot polnila uporabljamo barit – BaSO_4 , kalcit – CaCO_3 , naravne silikate itn.

3.3.3.1.4 Topila

S pomočjo topil prevedemo vezivo v raztopino, da dobimo premazno sredstvo primerne gostote. So hlapna in po nanosu prekrivnega sredstva na podlago izhlapijo, na podlagi pa se tvori trdna prevleka.

Kot topila za lake v glavnem uporabljamo: alifatske in aromatske ogljikovodike, alkohole, estre, ketone, manj pa klorirane ogljikovodike, etre, glikole... Namesto posameznih topil uporabljamo tudi njihove zmesi, včasih nedoločene sestave.

Zaradi težnje po čim manjšem onesnaževanju okolja pa uporabljamo sredstva z vodo kot topilom ali pa sredstva z veliko suhe snovi, tekoča sredstva brez topila in prekrivna sredstva v prahu.

3.3.3.1.5 Dodatki

- Mehčalci,
- sušilci,
- sredstva proti tvorbi kože,
- dodatki, ki preprečujejo sedimentacijo,
- dodatki za izboljšanje razlivanja barve,
- dodatki za hitrejše dispergiranje pigmentov in polnil.

3.3.3.2 *Predobdelava površine predmeta iz jeklene pločevine*

Za doseganje dobrega oprijema, predvsem pa korozijske odpornosti končnih izdelkov, je potrebno pred lakiranjem material še predobdelati. Postopek vključuje več faz in načinov:

Predobdelava	Železo
mehanično čiščenje – peskanje	primerno za masivne objekte
čiščenje/razmaščevanje	primerno kot prva faza obdelave
železo fosfatiranje	druga faza, primerno za običajne zahteve
cink fosfatiranje	druga faza, priporočljivo za večje korozijske zahteve

Tabela 1: Predobdelava⁸

3.3.3.3 Nanašanje praškastih premazov

Klasični premaz, ki je nanešen na neko podlago, je lahko moker ali suh. Mokri film predstavlja sloj pravkar nanesenega premaza, ki še vsebuje topila. Suhi film pa predstavlja sloj premaza, ki je ostal po sušenju, to je po izparevanju topila in utrjevanju premaza.

Novejše tehnologije poznajo tudi tako imenovane praškaste lake, ki imajo v primerjavi s klasičnimi premazi mnoge prednosti, saj ne vsebujejo hlapnih in vnetljivih komponent. Nanašajo jih večinoma elektrostatsko. Pri tem gre za uporabo visoke napetosti (30–100 kV), negativne polaritete, ki povzroči, da se veliko število elektronov oprime delcev praškastega laka na poti skozi elektrostatsko pištolo. Med pištolo in predmetom nastane električno polje, ki povzroči, da se delci prahu oprimejo tudi na drugi strani predmeta.

Drugi način nanašanja je Tribo nanašanje, pri čemer gre za naelektritev delcev zaradi drgnjenja ob steno pištole. Med pištolo in predmetom ne nastane električno polje, zato dosežejo enakomernejše debeline nanosa, zmanjša se tudi odvisnost od oblike predmeta. Ta način je bolj občutljiv na zračno vlago in na tip prahu, ki mora biti zato posebej prilagojen. Prav tako je potrebno za enako kapaciteto uporabiti več pištol kot pri elektrostatskem nanašanju.



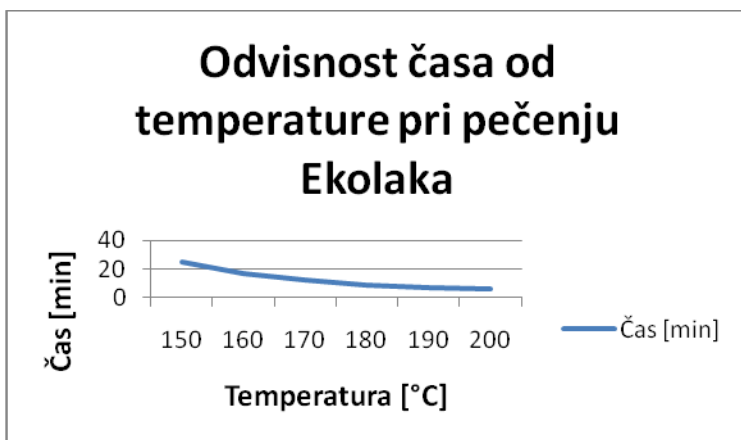
Slika 7: Nanašanje praškastega laka⁹

⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (9.1.2010)

⁹ Vir: <http://www.cinkarna.si/841> (9.1.2010)

3.3.3.4 Pečenje premaza

Ko je prah nanešen, ga je običajno potrebno še zapeči za 10 minut na temperaturi 180 °C. Čas pečenja in temperatura se spremenita glede na to, kako reaktiven je lak in katere vrste je. Če podaljšamo čas pečenja, se sorazmerno zniža tudi temperatura.



Grafikon 1: Odvisnost časa od temperature pri pečenju Ekolaka¹⁰

Temperatura [°C]	Čas [min]
150	25
160	17
170	12
180	9
190	7
200	6

Tabela 2: Odvisnost časa od temperature pri pečenju Ekolaka¹¹

Večji kot je kos, daljši mora biti čas pečenja. Najlažji način za natančno ugotovitev in nastavitve režima pečenja je merjenje s posebnimi temperaturnimi sondami, ki se pripnejo na predmet.

Pred lakiranjem lahko nanesemo tudi predlak, ki ga uporabimo, kadar hočemo povečati debelino zaščitnega filma ali pa izravnati manjše neravnine.



Slika 8: Pečenje izdelkov, zaščitnih z Ekolakom¹²

¹⁰ Vir: Prospekt EKOLAK praškasti lak (priročnik za interno uporabo, leto 2004)

¹¹ Vir: Prospekt EKOLAK praškasti lak (priročnik za interno uporabo, leto 2004)

¹² Vir: Prospekt EKOLAK praškasti lak (priročnik za interno uporabo, leto 2004)

4 Metode dela

Najino raziskovanje sva razdelili na dva dela, saj sva poleg eksperimentalnega dela opravili tudi neeksperimentalno, in sicer anketiranje.

4.1 Anketa

V okviru raziskovalne naloge sva med dijaki naše šole izvedli anketo, s katero sva želeli ugotoviti, koliko dijaki poznajo korozijo in vrste protikorozijske zaščite. Anketo sva razdelili med dijake 2. letnika in med dijake 4. letnika, ki se pripravljajo na maturo iz kemije. Skupno število vseh dijakov, ki so reševali anketo, je bilo 275, od tega je bilo 224 dijakov iz 2. letnika in 51 dijakov iz 4. letnika.

4.2 Eksperimentalno delo

Eksperimentalni del najine raziskovalne naloge so sestavljali različni poskusi, saj sva želeli preveriti, katere so negativne in katere pozitivne lastnosti določene protikorozijske zaščite. Opravili sva testiranje na udarce, na temperaturo, na kisel (HCl(aq) in CH₃COOH(aq)) oz. bazičen medij (NaOH(aq), NH₃(aq)), na slano atmosfero (NaCl(aq)) in na topila (acetone). Vse poskuse sva opravili trikrat, da bi dobili čim bolj realne rezultate. Rezultate sva zabeležili in fotografirali.

4.2.1 Materiali

Pri eksperimentalnem delu sva uporabljali:

- pocinkane ploščice iz jeklene pločevine,
- emajlirane ploščice iz jeklene pločevine,
- lakirane ploščice iz jeklene pločevine.

Vzorčne ploščice sva dobili v Pocinkovalnici Celje (pocinkane), v Emo Frite (emajlirane) in v Cinkarni Celje (lakirane).

Na pocinkane ploščice je bil cink nanešen s postopkom vročega pocinkanja, na emajlirane s titanovim direktnim belim emajlom (R-2525), lakirane pa so bile zaščitene s praškastim EKOLAKOM (Epoksi/Poliester – E/P).

4.2.2. Inventar

Inventar, ki sva ga uporabili za pripravo raztopin:

- čaše (150 mL)



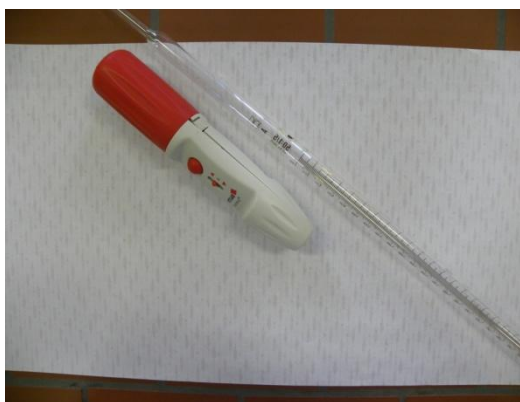
Slika 9: Čaša¹³

- steklen lijak



Slika 10: Lijak¹⁴

- merilne pipete (50 mL/5 mL) in nastavek za pipeto – VITLAB maneus^R



Slika 11: Merilna pipeta in nastavek za pipeto¹⁵

- steklene kapalke z gumijastim zamaškom



Slika 12: Steklene kapalke z gumijastim zamaškom¹⁶

¹³ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

¹⁴ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

¹⁵ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

¹⁶ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

- merilni valj (100 mL)



Slika 13: Merilni valj¹⁷

- puhalka za destilirano vodo



Slika 14: Puhalka¹⁸

- steklene palčke



Slika 15: Steklena palčka¹⁹

¹⁷ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

¹⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

¹⁹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

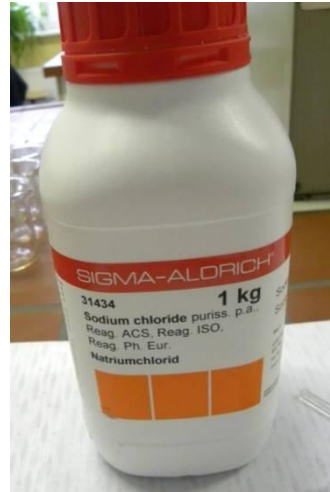
4.2.3. Kemikalije

Kemikalije, ki sva jih uporabili za pripravo raztopin:

- trden natrijev hidroksid – NaOH(s)
- trden natrijev klorid – NaCl(s)

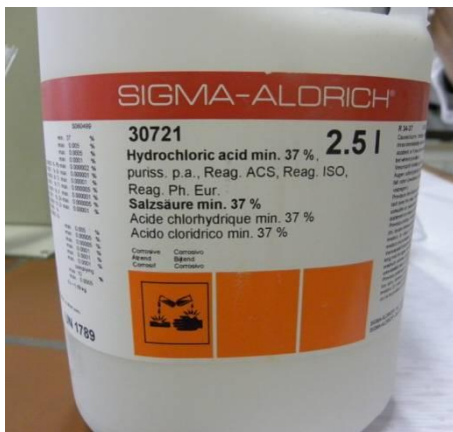


Slika 16: Natrijev hidroksid²⁰



Slika 17: Natrijev klorid²¹

- raztopina klorovodikove kisline – HCl(aq) – 36,5 %
- raztopina očetne kisline – CH₃COOH(aq) – 99,5 %



Slika 18: Klorovodikova kislina²²



Slika 19: Očetna kislina²³

²⁰ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

²¹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

²² Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

²³ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

- raztopina amoniaka – $\text{NH}_3(\text{aq})$ – 25%
- aceton – $\text{CH}_3\text{COCH}_3(\text{l})$



Slika 20: Amoniak²⁴



Slika 21: Aceton²⁵

- destilirana voda – $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$



Slika 22: Destilirana voda²⁶

4.2.4. Navodila za varno delo







Ker sva pri pripravi raztopin delali z nevarnimi kemikalijami, sva pri laboratorijskem delu uporabljali:

- zaščitno obleko (halja),
- zaščitna očala,
- gumijaste zaščitne rokavice.

²⁴ Vir: avtorici raziskovalne naloge (18. 2. 2010)

²⁵ Vir: avtorici raziskovalne naloge (18. 2. 2010)

²⁶ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

Kemikalija	Varnostna oznaka, R in S stavki
amoniak – $\text{NH}_3(\text{aq})$ – 25 %	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>C – jedko</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>N – okolju nevarno</p> </div> </div> <p>Stavki 'R':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 34–50 <p>Stavki 'S':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1/2-26-36/37/39-45-61
klorovodikova kislina – $\text{HCl}(\text{aq})$ – 36,5 %	<div style="text-align: center;">  <p>C – jedko</p> </div> <p>Stavki 'R':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 34–37 <p>Stavki 'S':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1/2-26-45
ocetna kislina – $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ – 99,5 %	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>C – jedko</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>F – lahko vnetljivo</p> </div> </div> <p>Stavki 'R':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 10–35 <p>Stavki 'S':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1/2-23-26-45
natrijev hidroksid – $\text{NaOH}(\text{s})$	<div style="text-align: center;">  <p>C – jedko</p> </div> <p>Stavki 'R':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 35 <p>Stavki 'S':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1/2-26-37/39-45



<p>aceton – CH₃COCH₃(l)</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Xi – dražilno</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>F – lahko vnetljivo</p> </div> </div> <p>Stavki 'R':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 11-36-66-67 <p>Stavki 'S':</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2-9-16-26
---	--

Tabela 3: Varnostne oznake, stavki 'R' in 'S'²⁷

4.2.5. Merilni instrumenti in naprave

- merilna tehtnica KERN ($\pm 0,01$ g) za tehtanje trdnih kemikalij
- peč za žganje pocinkanih, emajliranih in lakiranih površin (do 1200 °C)



Slika 23: Merilna tehtnica KERN²⁸



Slika 24: Peč za žganje²⁹

- naprava za udare PIKA (sredstva in oprema za keramiko) po ISO EN 10209/1996 za primerjanje odpornosti pocinkanih, emajliranih in lakiranih površin na udarce
- fotoaparati NIKON Coolpix P90, s katerimi so vse spremembe, do katerih je prišlo pri eksperimentalnem delu



Slika 25: Naprava za udarce PIKA³⁰



Slika 26: NIKON Coolpix P90³¹

²⁷ Vir: program Kemšol (13.2.2010)

²⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.12.2009)

²⁹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³⁰ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³¹ Vir: http://www.geeky-gadgets.com/wp-content/uploads/2009/02/nikon-coolpix-p90_4.jpg (20.2.2010)

4.2.6 Priprava raztopin

Raztopine kemikalij sva pripravljali v 150 mL čašah. Postopka priprave sta bila dva, in sicer v odvisnosti od agregatnega stanja topljenca:

- priprava raztopin s topljencem v trdnem agregatnem stanju – NaOH(aq) in NaCl(aq),
- priprava raztopin s topljencem v tekočem agregatnem stanju – HCl(aq), CH₃COOH(aq) in NH₃(aq).

V prvem primeru sva trden topljenec zatehtali v 150 mL čašo in dodali destilirano vodo z merilnim valjem.

Enačbe za izračun : $w(\text{masni delež}) = m(\text{topljenca}) / m(\text{raztopine})$... (1)

$m(\text{raztopine}) = m(\text{topljenca}) + m(\text{vode})$... (2)

V drugem primeru sva tekoči topljenec, katerega prostornino sva izračunali s pomočjo spodnjih dveh formul, odpipetirali z merilno pipeto s pomočjo nastavka za pipete v 150 mL čašo in dodali destilirano vodo z merilnim valjem. Pripravljali sva 100 mL raztopine.

Enačbe za izračun : $w(\text{masni delež}) = m(\text{topljenca}) / m(\text{raztopine})$

$\rho(\text{raztopine}) = m(\text{raztopine}) / V(\text{raztopine})$... (3)

Podatke za gostote raztopin smo dobili v laboratorijskem priročniku (podatki za gostote so tabelirani za različne koncentracije v odvisnosti od temperature; v našem primeru je to pri 15 °C).

Primer izračuna za drugi primer:

Priprava 100 mL 10-odstotne raztopine HCl ($\rho_{10\%} = 1,05 \text{ g/mL}$) iz 36,5 % ($\rho_{36,5\%} = 1,18 \text{ g/mL}$);

Enačba za izračun : $100 \text{ mL} \times 0,1 \times 1,05 \text{ g/mL} = ? \times 0,365 \times 1,18 \text{ g/mL}$

$? = 24,4 \text{ mL (28,8 g)}$ 36,5 % raztopine, ki ji dodamo 71,2 mL (71,2 g) vode

Priprava raztopin:	Podatki:	Izračun:
10 % NaOH(aq) iz NaOH(s)		$m(\text{NaOH(s)}) = 10,00 \text{ g}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 90 \text{ mL}$
10 % NaCl(aq) iz NaCl(s)		$m(\text{NaCl(s)}) = 10,00 \text{ g}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 90 \text{ mL}$
2 % NaCl(aq) iz NaCl(s)		$m(\text{NaCl(s)}) = 2,00 \text{ g}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 98 \text{ mL}$
10 % HCl(aq) iz 36,5 % razt. ($\rho = 1,18 \text{ g/mL}$)	$w_1 = 0,365$ $w_1 = 0,1$ $\rho_{36,5\%} = 1,18 \text{ g/mL}$ $\rho_{10\%} = 1,05 \text{ g/mL}$	Glej primer izračuna na prejšnji strani: $V(36,5\% \text{ HCl}) = 24,4 \text{ mL (28,8 g)}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 75,6 \text{ mL}$

10% CH ₃ COOH(aq) iz 99,5 % razt. ($\rho = 1,05 \text{ g/mL}$)	$w_1 = 0,995$ $w_1 = 0,1$ $\rho_{99,5\%} = 1,05 \text{ g/mL}$ $\rho_{10\%} = 1,01 \text{ g/mL}$	Glej primer izračuna na prejšnji strani: $V(99,5\% \text{ CH}_3\text{COOH}) = 9,7 \text{ mL}$ $(10,2\text{g})$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 90,3 \text{ mL}$
10 % NH ₃ (aq) iz 25 % razt. ($\rho = 0,910 \text{ g/mL}$)	$w_1 = 0,25$ $w_1 = 0,1$ $\rho_{25\%} = 0,91 \text{ g/mL}$ $\rho_{10\%} = 0,96 \text{ g/mL}$	Glej primer izračuna na prejšnji strani: $V(25\% \text{ NH}_3) = 42,2 \text{ mL}(38,4\text{g})$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 57,8 \text{ mL}$

Tabela 4: Izračuni za pripravo raztopin³²

4.2.7 Opazovanje vplivov kemikalij na emajlirane, pocinkane in lakirane površine



Slika 27: Postavitev³³

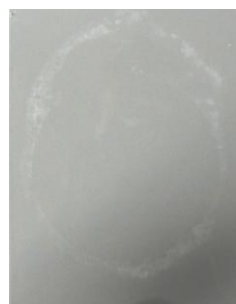
Poskus sva najprej nastavili, nato pa sva opazovali, kdaj je prišlo do spremembe. Prvič sva spremembe preverili po približno eni uri, nato naslednji dan in nato še čez tri dni. Ves čas sva zapisovali svoja opažanja in fotografirali morebitne spremembe.

4.2.5.1 Vpliv 10 % NaOH(aq)

10-odstotna raztopina NaOH je intenzivno reagirala zgolj s pocinkano površino, medtem ko se je z lakirano površino majhna sprememba pokazala šele po treh dneh, z emajlirano površino pa ni bilo nikakršne reakcije. Sprememba pocinkane površine se je pokazala že po eni uri in se je nato zgolj še rahlo stopnjevala.



Slika 28: Vpliv na pocinkano površino³⁴



Slika 29: Vpliv na lakirano površino³⁵

³² Vir: avtorici raziskovalne naloge (27.2.2010)

³³ Vir: avtorici raziskovalne naloge (13.2.2010)

³⁴ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³⁵ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

4.2.5.2 Vpliv 10 % HCl(aq)

10-odstotna raztopina HCl je reagirala s pocinkano površino, s katero je reakcija potekla že po približno eni uri in se kasneje še rahlo stopnjevala. Z emajlirano površino ni bilo vidnih sprememb, medtem ko se je sprememba na lakirani površini pojavila šele po treh dneh.

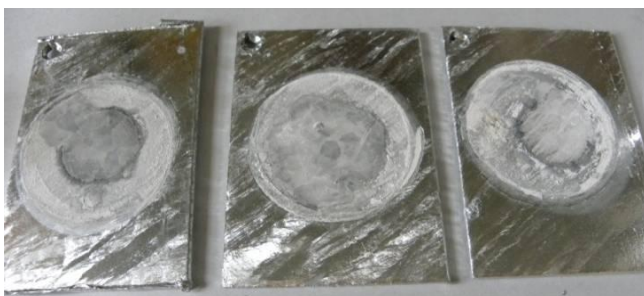


Slika 30: Vpliv na pocinkano površino³⁶



Slika 31: Vpliv na lakirano površino³⁷

4.2.5.3 Vpliv 4 % CH₃COOH(aq)



Slika 32: Vpliv na pocinkano površino³⁸

S 4-odstotno raztopino CH₃COOH je reagirala zgolj pocinkana površina. Prve spremembe so se pojavile že po eni uri. Po štirih urah pa je prišlo do očitnejše spremembe površine, ki se je nato stopnjevala.

4.2.5.4 Vpliv 10 % NH₃(aq)



Slika 33: Vpliv na pocinkano površino³⁹

Do edine spremembe pri reakciji z amoniakom je prišlo na pocinkani ploščici, kjer se je sprememba pokazala po približno eni uri. Najprej je prišlo do velike spremembe, ki se nato ni več veliko spreminjala.

³⁶ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³⁷ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

³⁹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

4.2.5.5 Vpliv 10 % NaCl(aq)



Slika 34: Vpliv na pocinkano površino⁴⁰

10-odstotna raztopina NaCl je reagirala s pocinkano površino, kjer je do male spremembe prišlo po približno eni uri, večja sprememba pa se je pokazala po približno treh dneh. Pri lakirani in emajlirani površini ni prišlo do sprememb.

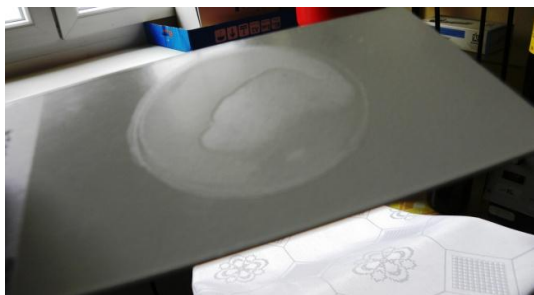
4.2.5.6 Vpliv 2 % NaCl(aq)



Slika 35: Vpliv na pocinkano površino⁴¹

2-odstotna raztopina NaCl je reagirala s pocinkano površino šele po štirih urah in je prišlo do majhne spremembe. Večja sprememba se je pokazala po približno treh dneh.

4.2.5.7 Vpliv CH₃COCH₃



Slika 36: Vpliv na lakirano površino⁴²

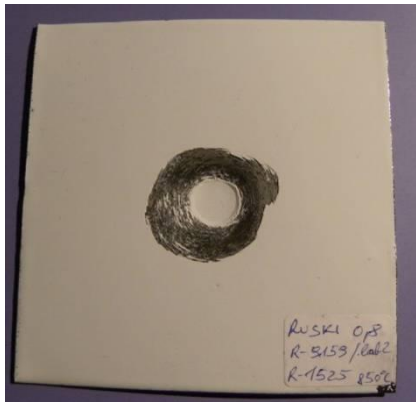
Z acetonom je reagirala le lakirana površina, in sicer je do prve spremembe prišlo po dveh urah. Sprememba se ni stopnjevala, saj je že na začetku prišlo zgolj do zmečanja površine, ki se je nato nazaj strdila.

⁴⁰ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴¹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴² Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

4.2.8 Opazovanje vpliva udarca na emajlirane, pocinkane in lakirane površine



Slika 37: Vpliv na emajlirano površino⁴³

Najslabše se je na preizkusu na udarce odrezala emajlirana ploščica, saj se je zaščita odkrušila od kovinske podlage. Pri lakirani ploščici je prav tako prišlo do ločitve plasti zaščite od podlage, vendar v veliko manjšem obsegu. Pocinkana ploščica pa se je zgolj udrla in ni prišlo do nikakršnega kršenja plasti zaščite od podlage.

4.2.9 Opazovanje vpliva temperature na emajlirane, pocinkane in lakirane površine

Preizkus na temperaturno odpornost sva pričeli pri 200 °C, nato sva temperaturo poviševali za 50 °C, dokler ni prišlo do spremembe. Prva sprememba se je pokazala na lakirani površini pri 250 °C, ko je lak spremenil barvo in se je pojavil neprijeten vonj. Druga sprememba se je pokazala pri 500 °C na pocinkani površini, ko je prišlo do zmeščanja pocinkane površine, ki pa se je pri sobni temperaturi takoj spet strdila. Do spremembe na emajliranih ploščicah je prišlo pri 700 °C, ko se je površina zmeščala, vendar se je, tako kot pri pocinkanih ploščicah, ponovno strdila ob prehodu na sobno temperaturo.



Slika 38: Vpliv na lakirano površino⁴⁴

⁴³ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

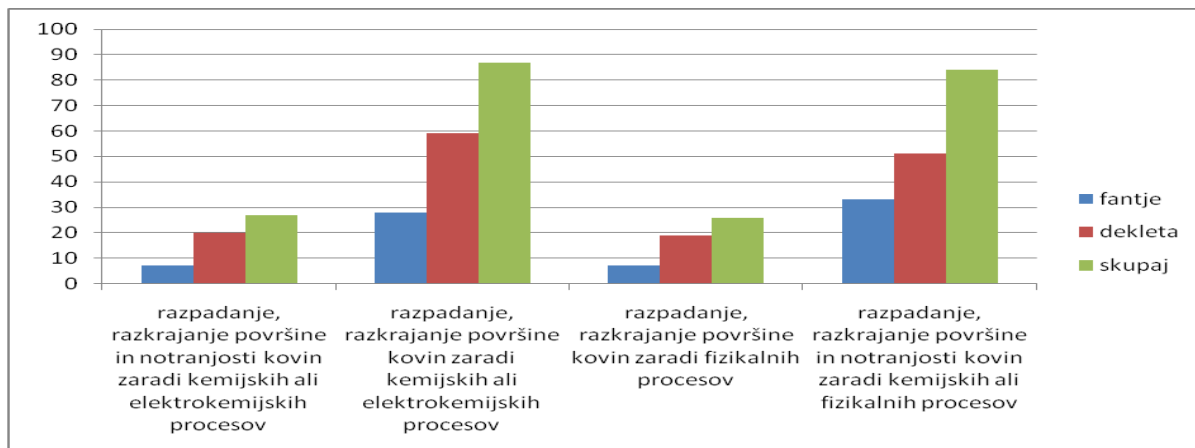
⁴⁴ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

5 Rezultati

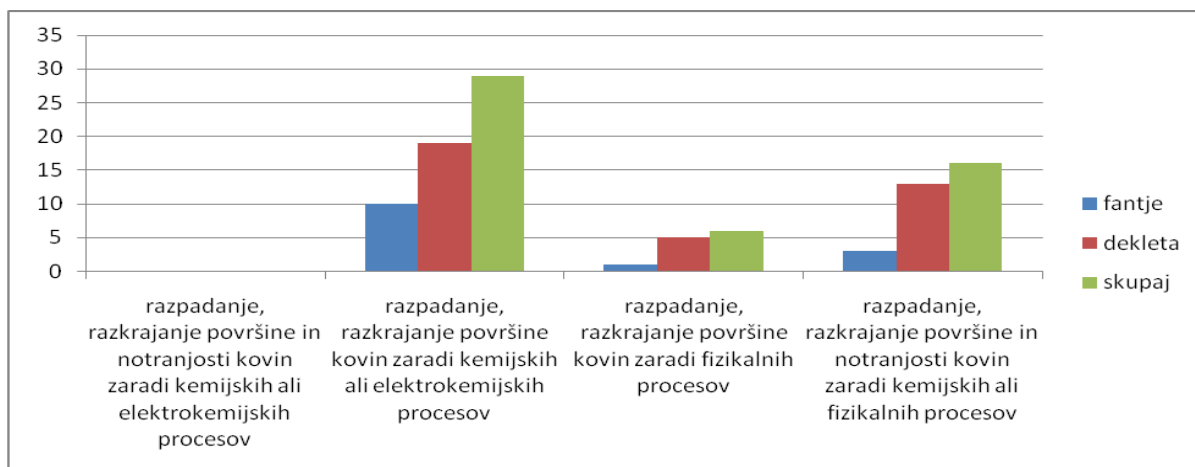
5.1 Rezultati ankete

V tem poglavju bova grafično predstavili rezultate ankete, ki sva jo izvedli. Med prilogami pa bova rezultate predstavili v obliki tabel.

5.1.1 Ali veste, kaj je korozija?



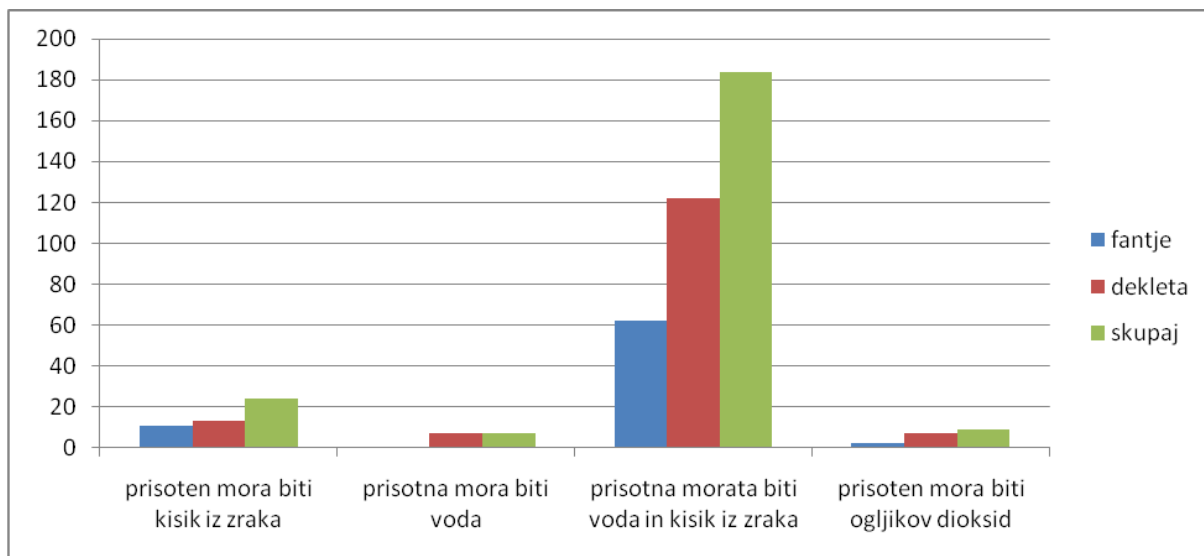
Grafikon 2: 2. letnik



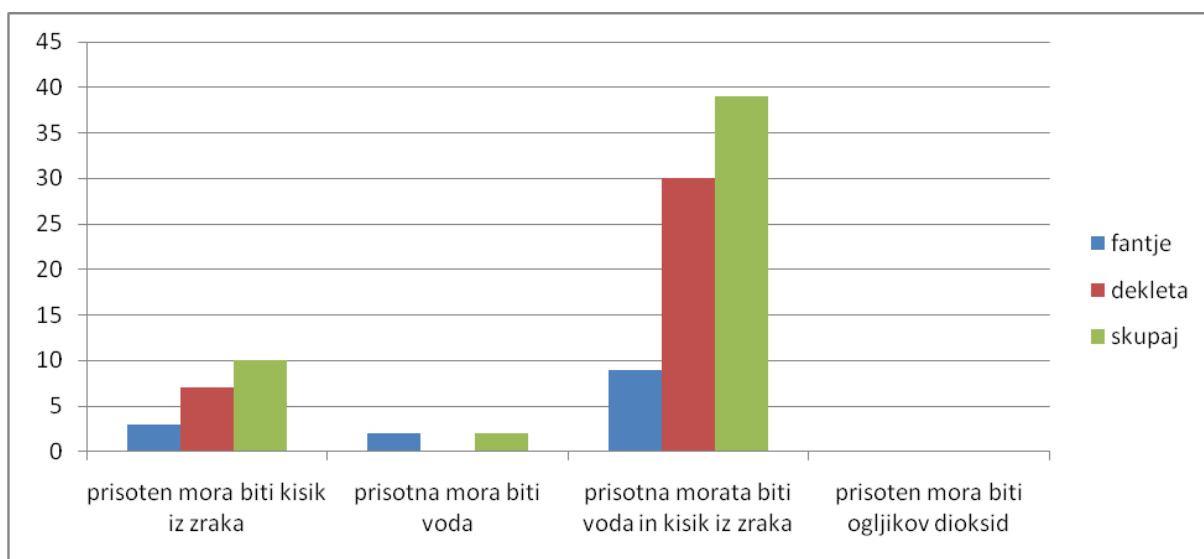
Grafikon 3: 4. letnik

Kot lahko razberemo iz grafa, je večina anketirancev pravilno osveščenih o osnovnem pomenu pojma korozija. Večina torej ve, da gre za razpadanje površine kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov. Temu odgovoru pa sledi prepričanje, da gre pri koroziji za razpadanje površine in notranjosti kovine zaradi kemijskih in fizikalnih procesov. Najmanj dijakov se je odločalo za prvi odgovor, da je korozija razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov.

5.1.2 Kateri pogoji morajo biti izpolnjeni, da poteče rjavenje železa?



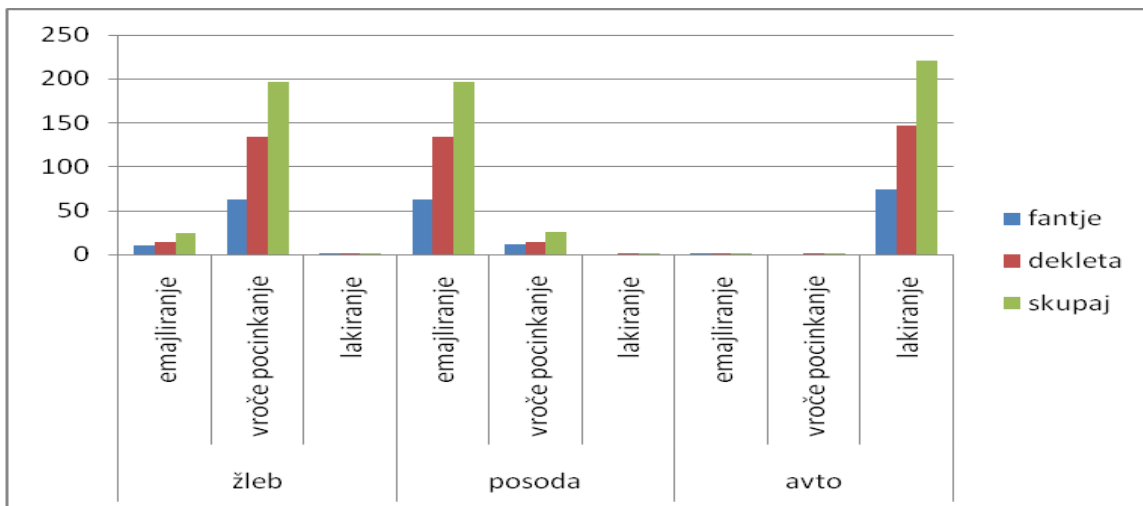
Grafikon 4: 2. letnik



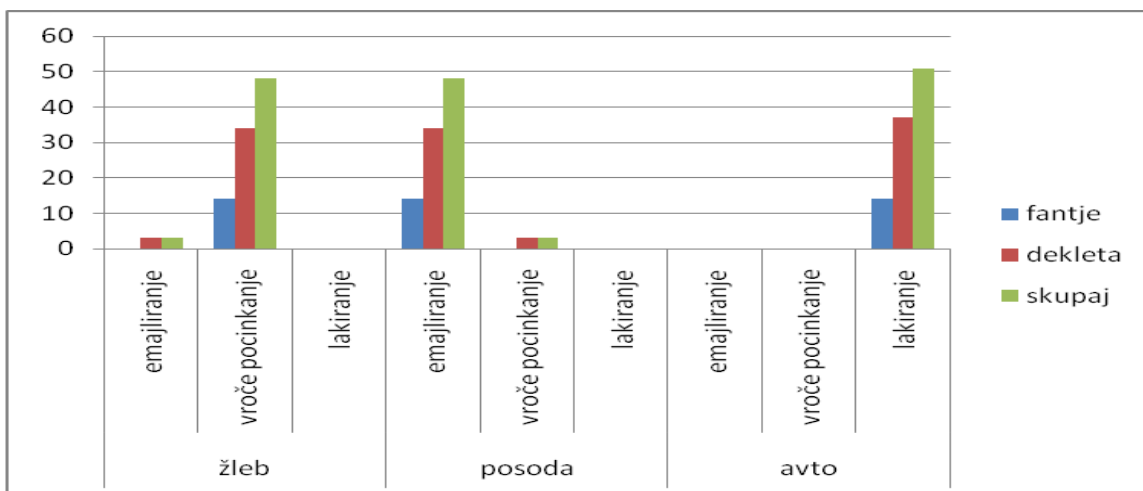
Grafikon 5: 4. letnik

Pri vprašanju o pogojih, ki morajo biti prisotni, da poteče rjavenje železa, se je večina anketiranih dijakov spet odločila za pravilen odgovor, in sicer da morata biti prisotna voda in kisik iz zraka. Izmed dijakov 4. letnika ni nihče odgovoril, da mora biti za rjavenje prisoten ogljikov dioksid, pri dijakih 2. letnika pa gre prav tako za najmanjkrat izbran odgovor.

5.1.3 Izdelki, ki jih vidite na sliki, so zaščiteni z enim od naslednjih postopkov korozijske zaščite: emajliranje, vroče pocinkanje, lakiranje. K slikam pripišite, za kateri postopek gre, zraven pa dopišite še nekaj primerov uporabe te zaščite.



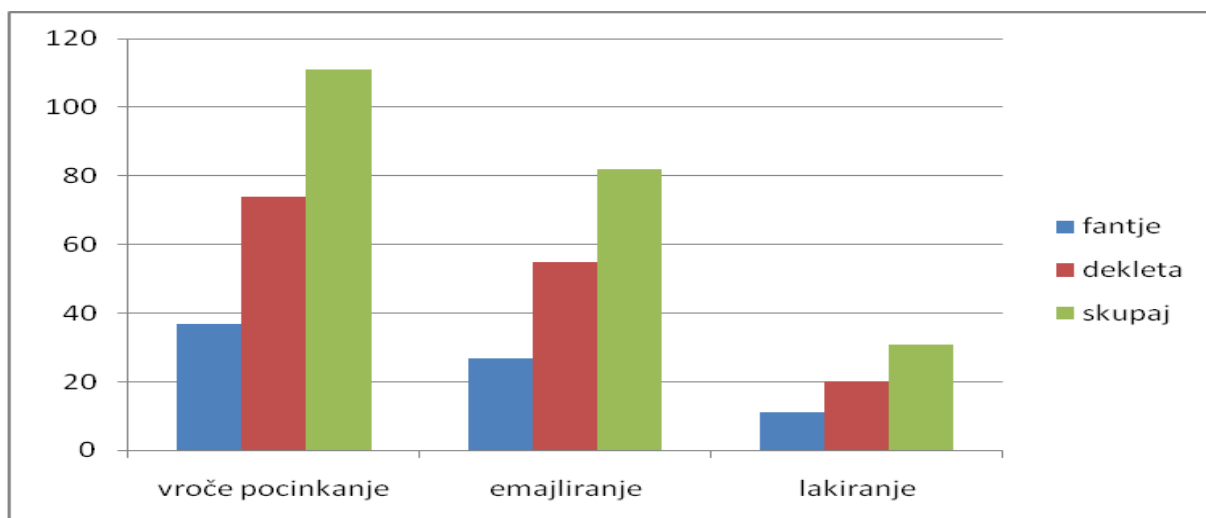
Grafikon 6: 2. letnik



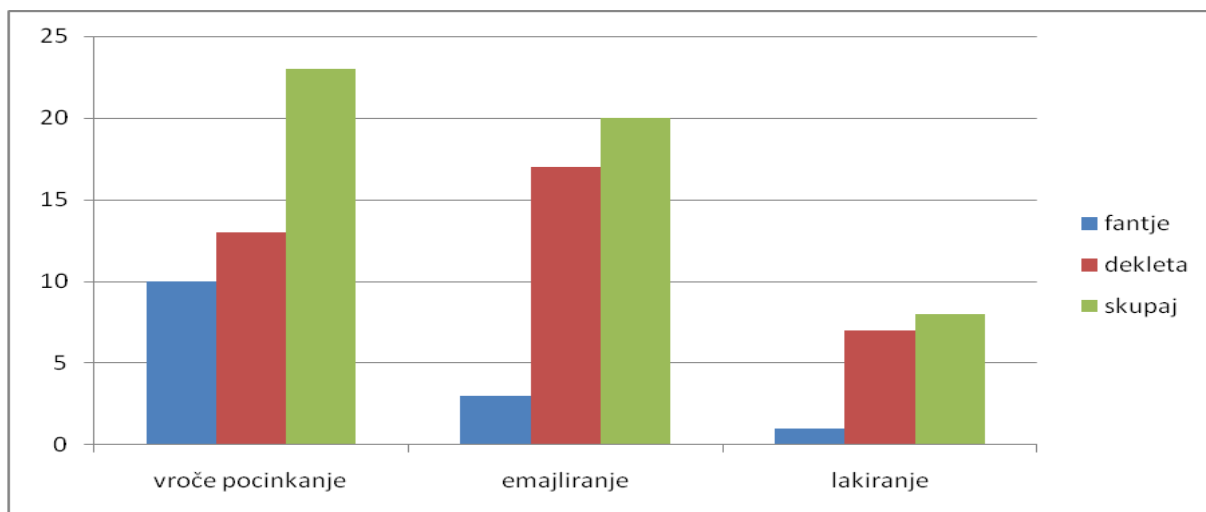
Grafikon 7: 4. letnik

Velika večina dijakov je vedela, katero obliko protikorozijske zaščite uporabimo za zaščito posode, katero za zaščito avtomobila in katero za zaščito žlebov. Ko pa so morali dijaki našteti druge odgovore, se je zapletlo, saj veliko dijakov sploh ni navedlo nobenih drugih primerov. Tisti, ki so primere navedli, so najpogosteje napisali, da z vročim pocinkanjem zaščitimo tudi ograje, z emajliranjem različne kuhinjske pripomočke (npr. zajemalke) in z lakiranjem različna prevozna sredstva (npr. ladje, traktorje, motorje).

5.1.4 Katera od naštetih zaščit pred korozijo je po vašem mnenju najodpornейša na udarce?



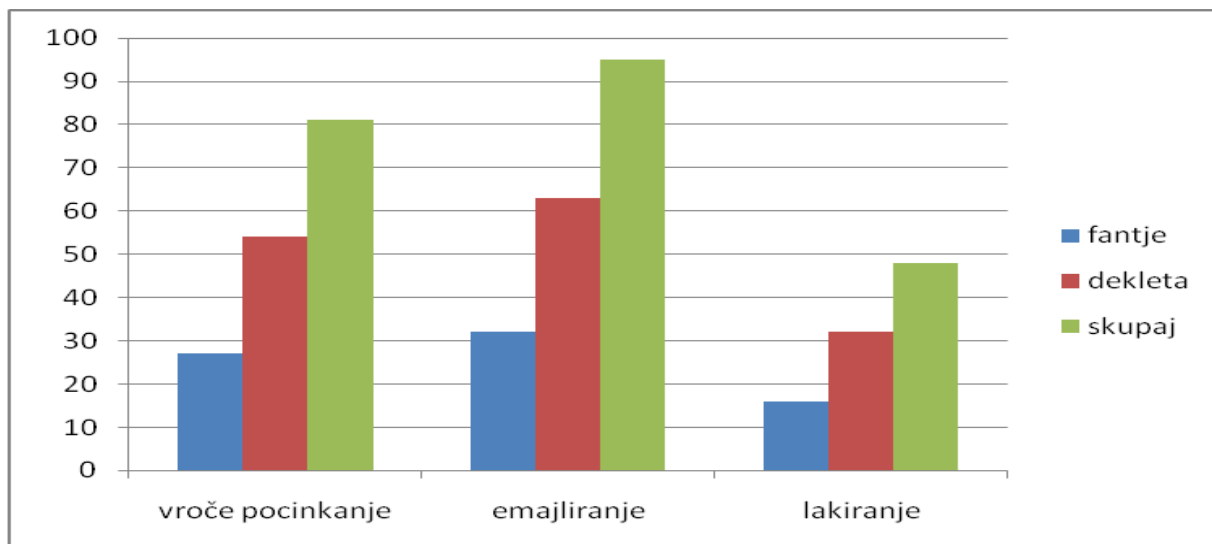
Grafikon 8: 2. letnik



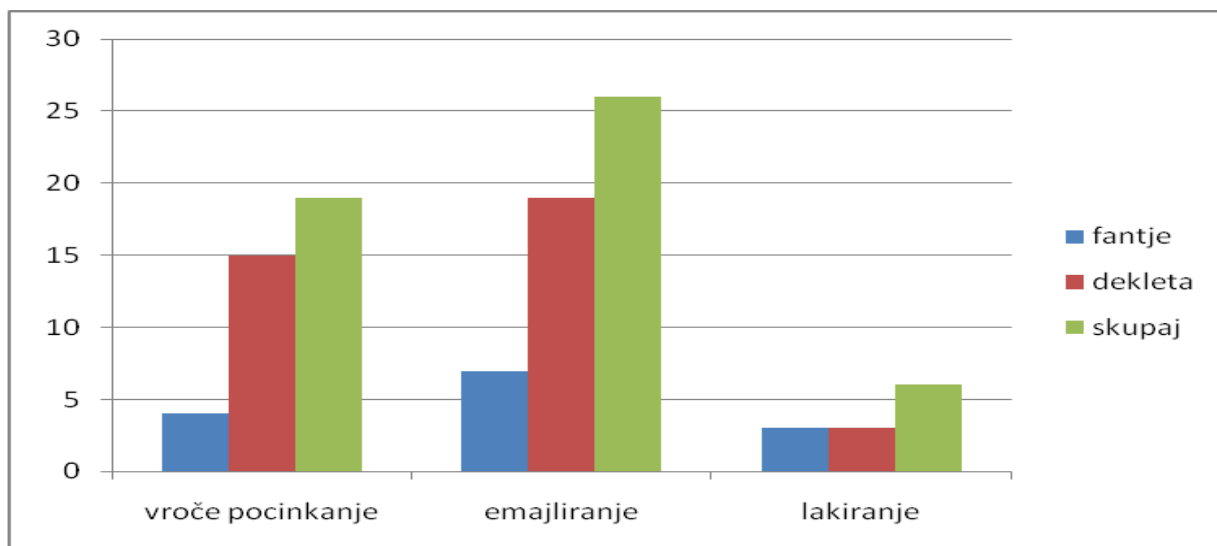
Grafikon 9: 4. letnik

Pri tem vprašanju sva dijake povpraševali o odpornosti protikorozijskih zaščit na udarce. Prosili sva jih, da svoje odgovore tudi utemeljijo, vendar jih večina tega ni znala. Vseeno se je večina odločila za odgovor, da je vroče pocinkanje najbolj odporno, kar sva s poskusi tudi sami dokazali. Veliko dijakov se je odločalo, da je najbolj odporno emajliranje, odgovor pa so utemeljili z dejstvom, da posode ne moremo razbiti. V resnici je emajliranje najmanj odporno na udarce, torej je tukaj prišlo do nepravilnih predvidevanj anketirancev.

5.1.5 Kateri izmed naštetih načinov zaščite pred korozijo je po vašem mnenju najodpornější na kemikalije (npr. kisline)?



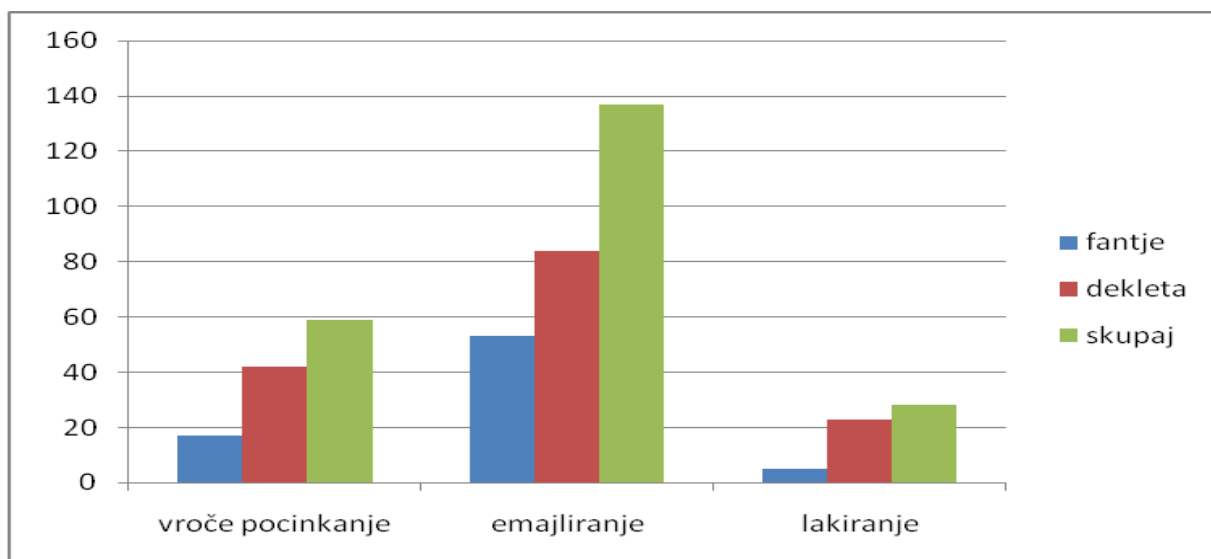
Grafikon 10: 2. letnik



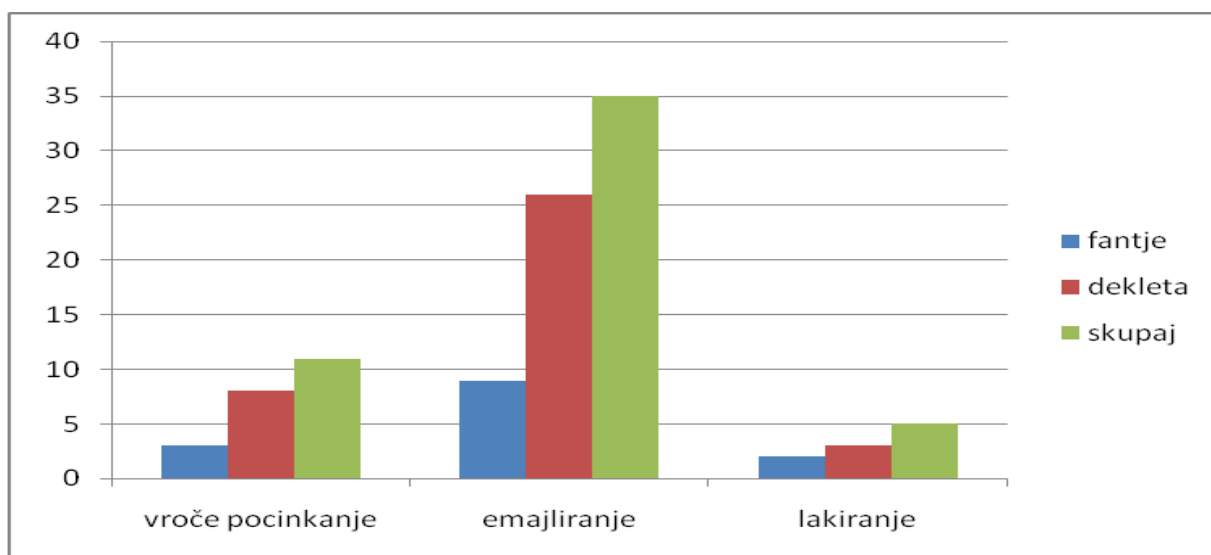
Grafikon 11: 4. letnik

Pri vprašanju o odpornosti na kemikalije (npr. kisline) sva dobili zelo nepričakovane rezultate. Najini poskusi so namreč pokazali, da cink z mnogimi kemikalijami zelo hitro reagira. Anketiranci pa so se v veliki meri odločali ravno za ta odgovor.

5.1.6 Kateri izmed naštetih načinov zaščite pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo temperaturno odpornost?



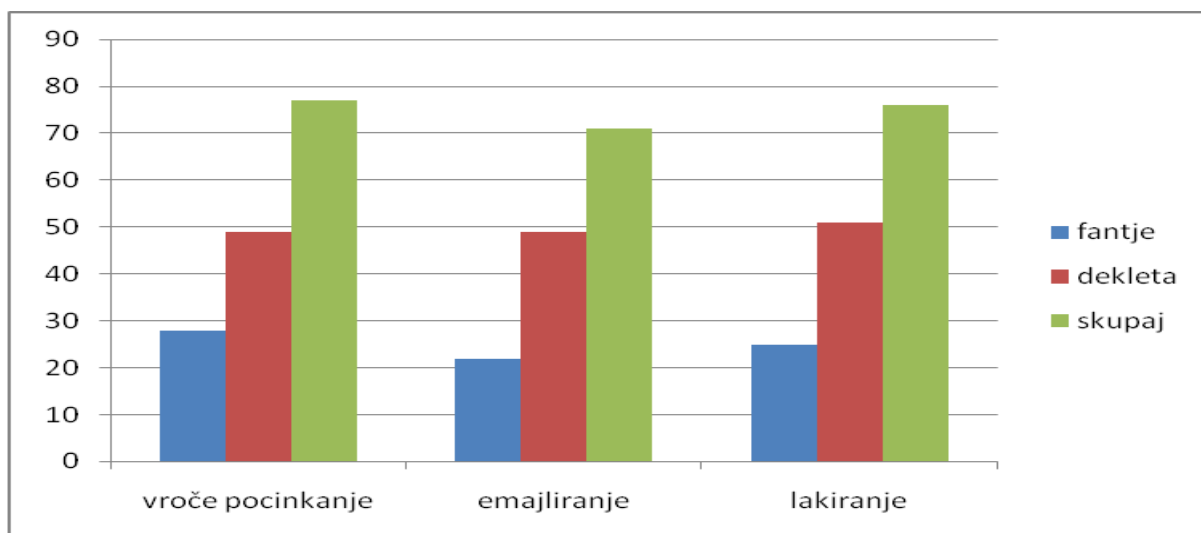
Grafikon 12: 2. letnik



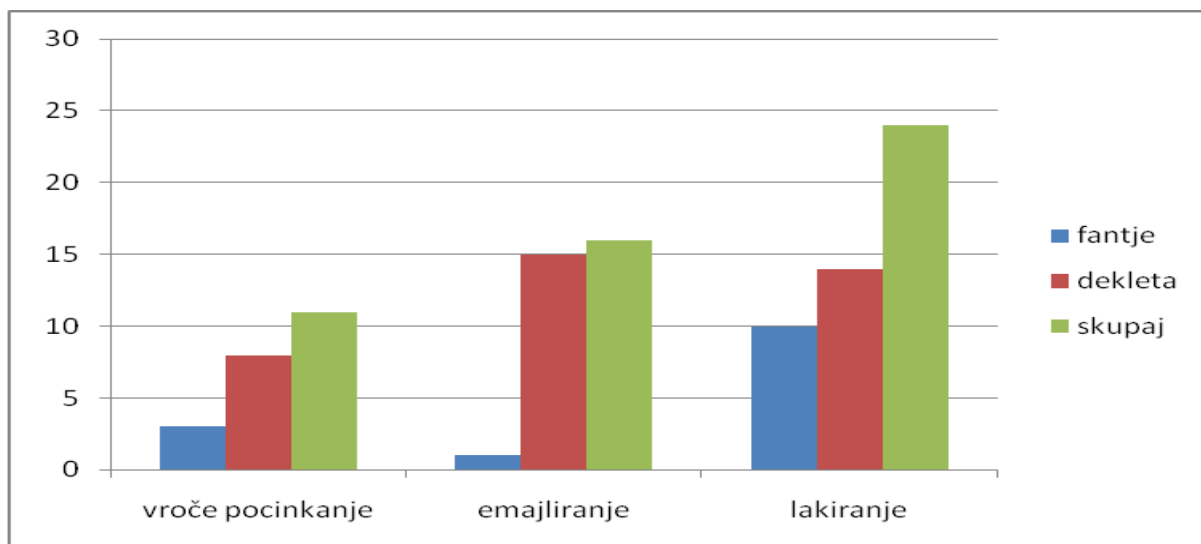
Grafikon 13: 4. letnik

Vprašanje o temperaturni odpornosti je dalo pričakovane rezultate. Večina anketirancev je pojasnila, da je emajliranje najboljše temperaturno odporno, saj so emajlirane stvari, kot je na primer posoda, brez škode izpostavljene visokim temperaturam. Lak ima seveda najnižjo temperaturno odpornost in le malo dijakov se je odločalo za ta odgovor.

5.1.7 Katera izmed naštetih zaščit pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo odpornost na slano atmosfero?



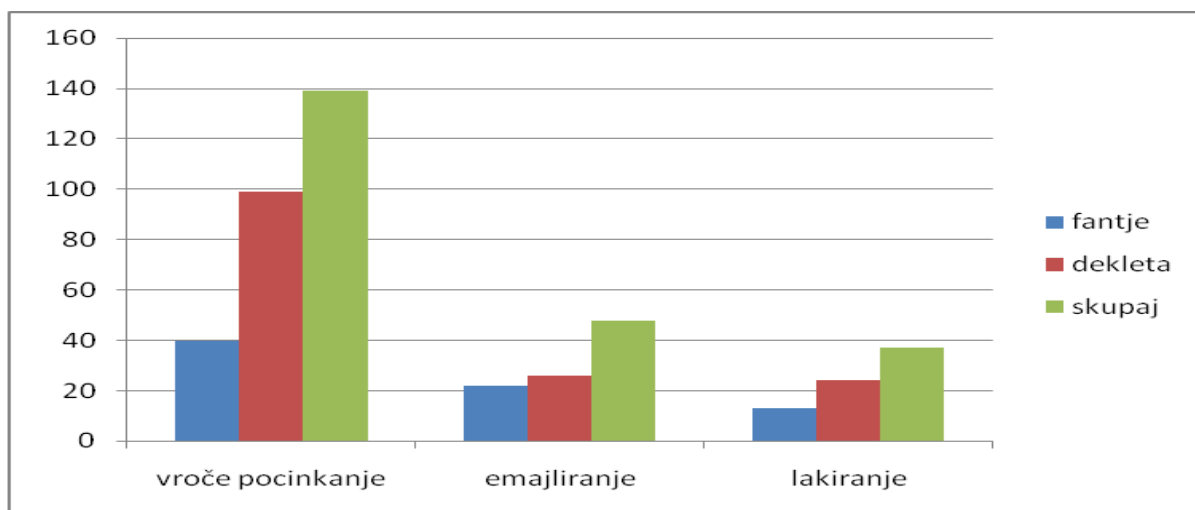
Grafikon 14: 2. letnik



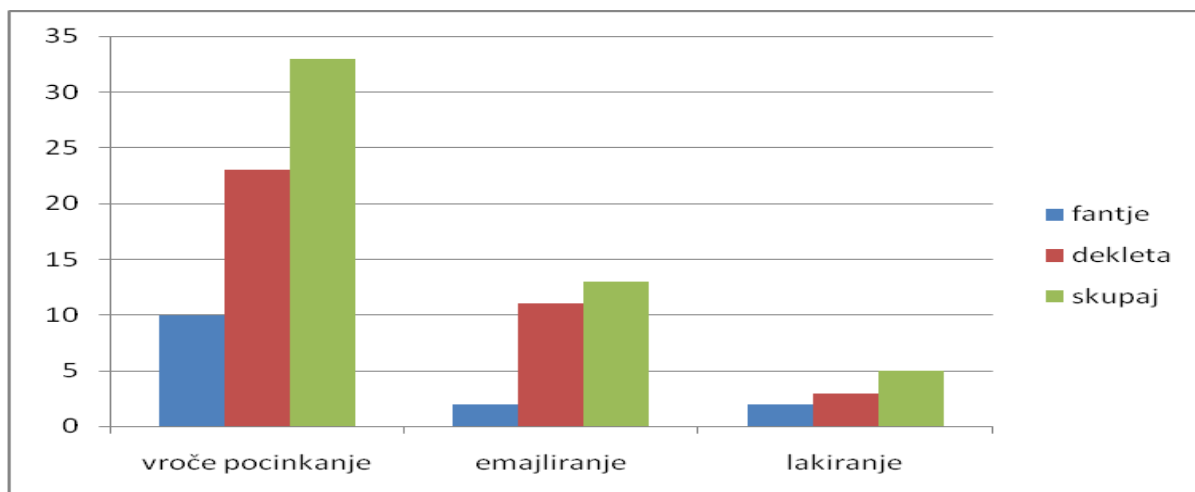
Grafikon 15: 4. letnik

Pri tem vprašanju so bili odgovori zelo enakomerno razporejeni. Predvsem pri dijakih drugega letnika se je videlo, da gre v večini primerov zgolj za slepo ugibanje, saj svojih odgovorov niso znali utemeljiti ali pa so jih na nepravilen način. Veliko odgovorov za odpornost na slano atmosfero se je tako glasilo, da je najboljše odporno lakiranje, saj nam na morju avta ne razžre. Pri četrtil letnikih je prevladoval odgovor, da je na slano atmosfero najbolj odporno lakiranje, kar sva s poskusi tudi potrdili.

5.1.8 Kateri način zaščite po vašem mnenju zahteva največji porabljeni energijski vložek?



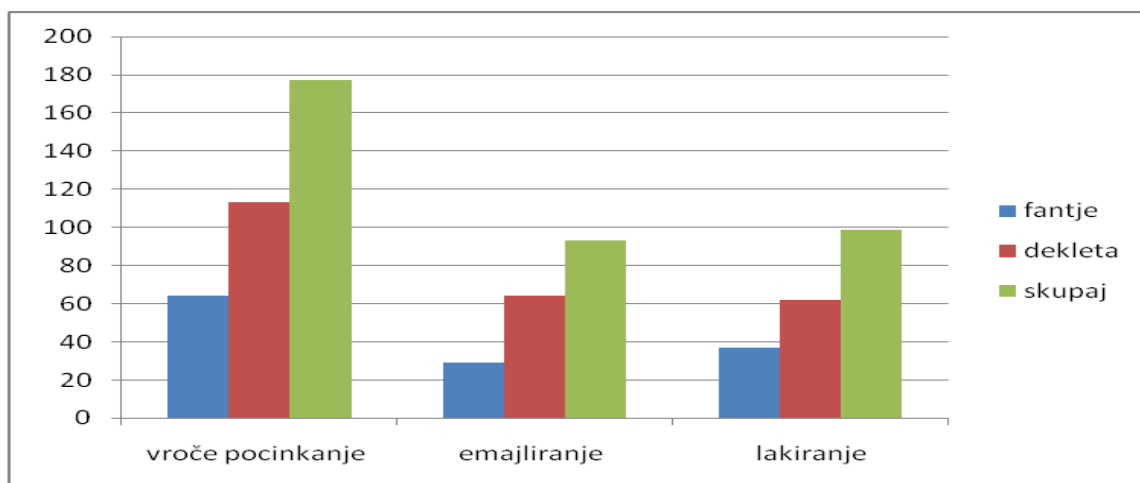
Grafikon 16: 2. letnik



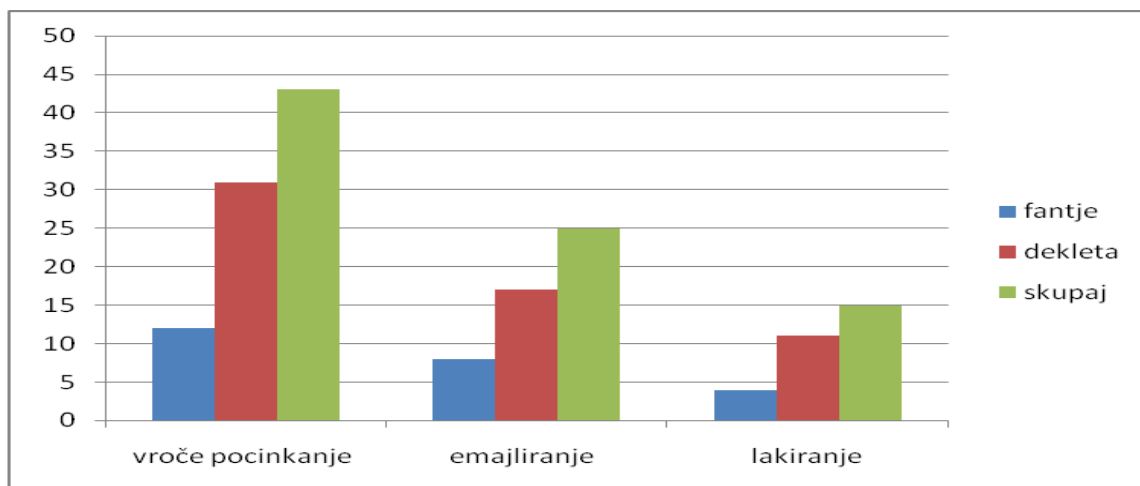
Grafikon 17: 4. letnik

Na vprašanje o zahtevanem največjem porabljenem energijskem vložku se je večina anketiranih dijakov odločila za vroče pocinkanje, najmanj pa se jih je odločalo za lakiranje. Z najinimi raziskavama pa sva ugotovili, da je največji energijski vložek potreben za postopek emajliranja, saj nastajanje frite poteka pri več kot 1300 °C, žganje frite na izbran izdelek pa pri več kot 800 °C, medtem ko se vroče pocinkanje izvaja pri temperaturi med 420 °C in 450 °C, saj se cink stali pri 419 °C.

5.1.9 Katere načine zaščite lahko izvajamo v Celju in njegovi okolici? Ali veš, kje?



Grafikon 18: 2. letnik



Grafikon 19: 4. letnik



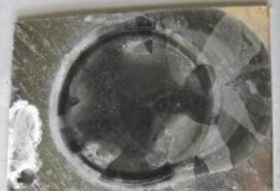


Iz grafa je razvidno, da večina dijakov ve, da obstaja v Celju podjetje, ki izvaja vroče pocinkanje in od tega jih kar 127 ve, da je to podjetje Pocinkovalnica Celje. Dijaki manj poznajo emajliranje, saj zgolj 74 dijakov ve, da v Celju obstaja podjetje EMO Frite, kjer proizvajajo frite in se ukvarjajo s postopkom emajliranja. Pri lakiranju sva pričakovali, da bo večina dijakov vedela, da lakiranje izvajajo tudi v avtomobilskih delavnicah, zato naju je presenetilo, da je to vedelo zgolj 38 dijakov.

5.2 Rezultati eksperimentalnega dela

V tem poglavju sva primerjali vplive kemikalij, temperature in udarcev na pocinkane, emajlirane in lakirane ploščice.

5.2.1 Primerjava vpliva kemikalij na emajlirane, pocinkane in lakirane površine

Na kemikalije so se najslabše odzvale pocinkane ploščice, saj so reagirale s skoraj vsemi kemikalijami. Kljub temu ne moreva reči, da je vroče pocinkanje najslabša oblika zaščite pred korozijo, saj produkti, ki nastajajo ob reakciji pocinkanih ploščic s kemikalijami, v resnici predstavljajo nekakšno zaščito, saj se cink »žrtvuje« namesto kovine. Emajlirane ploščice so se najbolj obnesle, saj niso reagirale z nobeno kemikalijo. Lakirane ploščice so reagirale s kislino, bazo in acetonom, vendar šele po dolgi izpostavljenosti.

	pocinkana ploščica	emajlirana ploščica	lakirana ploščica
10 % NaOH(aq)	 Slika 39: Vpliv 10% NaOH(aq) ⁴⁵	ni sprememb	 Slika 40: Vpliv 10% NaOH(aq) ⁴⁶
10 % HCl(aq)	 Slika 41: Vpliv 10% HCl(aq) ⁴⁷	ni sprememb	 Slika 42: Vpliv 10% HCl(aq) ⁴⁸
10 % NaCl(aq)	 Slika 43: Vpliv 10% NaCl(aq) ⁴⁹	ni sprememb	ni sprememb

⁴⁵ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴⁶ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴⁷ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁴⁹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)




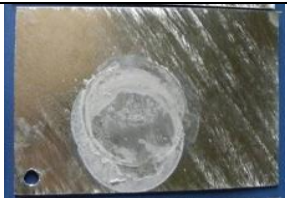
2 % NaCl(aq)	 Slika 44: Vpliv 2 % NaCl(aq) ⁵⁰	ni sprememb	ni sprememb
4 % CH ₃ COOH(aq)	 Slika 45: Vpliv 4 % CH ₃ COOH(aq) ⁵¹	ni sprememb	ni sprememb
CH ₃ COCH ₃	ni sprememb	ni sprememb	 Slika 46: Vpliv CH ₃ COCH ₃ ⁵²
10 % NH ₃ (aq)	 Slika 47: Vpliv 10 % NH ₃ (aq) ⁵³	ni sprememb	ni sprememb

Tabela 5: Primerjava vpliva kemikalij na emajlirane, pocinkane in lakirane površine⁵⁴

5.2.1 Primerjava vpliva udarca na emajlirane, pocinkane in lakirane površine

Na udarec so se najslabše odzvale emajlirane ploščice, saj je emajl steklasta snov, ki ob udarcu razpade, zaradi česar je površina izpostavljena koroziji. Najboljše so se odrezale pocinkane ploščice, saj je cink kot kovina elastična snov in se trdno poveže z zaščiteno kovino, zato se ne kruši in ne pride do izpostavitve koroziji. Pri lakirani ploščici je prišlo do manjšega odstopa laka od površine, vendar odstopanje ni bilo tolikšno kot pri emajliranih ploščicah.

⁵⁰ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁵¹ Vir: avtorici raziskovalne naloge (15.2.2010)

⁵² Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

⁵³ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

⁵⁴ Vir: avtorici raziskovalne naloge (7.3.2010)

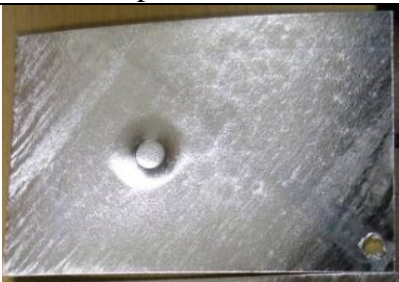


	vpliv udarca
pocinkana ploščica	 <p>Slika 48: Vpliv udarca na pocinkano ploščico⁵⁵</p>
emajlirana ploščica	 <p>Slika 49: Vpliv udarca na emajlirano ploščico⁵⁶</p>
lakirana ploščica	 <p>Slika 50: Vpliv udarca na lakirano ploščico⁵⁷</p>

Tabela 6: Primerjava vpliva udarca na emajlirane, pocinkane in lakirane površine⁵⁸

5.2.1 Primerjava vpliva temperature na emajlirane, pocinkane in lakirane površine

Najslabše so se na tem testu odrezale lakirane ploščice, saj je prišlo do spremembe strukture že pri 200 °C, prav tako se je pojavil vonj po zažganem. Pocinkane ploščice so pokazale prve spremembe strukture pri približno 450 °C, kar je 31 °C nad tališčem cinka. Prišlo je zgolj do zmeščanja površine, ki pa se je pri ohladitvi na sobno temperaturo ponovno strdila, zato sprememb pri segrevanju nisva mogli slikovno zabeležiti. Podobno se je zgodilo tudi z emajliranimi ploščicami, ki so se zmeščale pri približno 700 °C.

⁵⁵ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

⁵⁶ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

⁵⁷ Vir: avtorici raziskovalne naloge (19.2.2010)

⁵⁸ Vir: avtorici raziskovalne naloge (7.3.2010)

6 Zaključek

Namen raziskovalne naloge je bil spoznati tri najpogosteje uporabljene oblike zaščite jeklene pločevine, in sicer emajliranje, lakiranje ter vroče pocinkanje.

Pri raziskovanju sva postavili dve hipotezi. Prva hipoteza je povezana z anketo, ki sva jo izvedli med dijaki naše šole, druga pa z eksperimentalnim delom. Glede na to, da imamo v Celju podjetja, ki se ukvarjajo s sistemi zaščite takšnih površin, sva za raziskovalno nalogo izbrali primerjavo odpornosti emajliranih, lakiranih in pocinkanih površin glede na različne kemikalije, udarce in temperature.

Pri prvi hipotezi sva sklepali, da najini vrstniki sicer poznajo pojem korozija, vendar so slabo seznanjeni s posameznimi oblikami zaščite. Ugotovili sva, da je to res. Dijaki so sicer prepoznali sisteme zaščite za izdelke, ki sva jih navedli kot primere, vendar večina sama ne zna navesti še kakšnih drugih primerov. Pri odpornosti na udarce sicer vedo, da so najbolj odporne pocinkane površine, presenetljivo veliko pa jih ne ve, da to ne velja za emajlirane površine. Podobno in spet napačno razmišljajo o kislinski odpornosti, saj tukaj dajejo prednost emajlirani površini, kar je pravilno, napačno pa je glede večje odpornosti pocinkane površine v primerjavi z lakirano. Pravilno razmišljajo o temperaturni odpornosti in spet napačno o porabljeni energiji za posamezni sistem zaščite, saj dajejo prednost vročemu pocinkanju. Vse to kaže, da dijaki nekaj vedo o vročem pocinkanju in lakiranju, da mnogi poznajo podjetje Pocinkovalnica Celje, manj pa jih pozna podjetje EMO Frite. Še manj pa jih sploh pozna postopek emajliranja in lastnosti tega sistema zaščite. Presenetljivo veliko jih sploh ne ve, kje bi lahko polakirali kakšen izdelek.

Pri drugi hipotezi sva predvidevali, da bodo na kemikalije bolj odporne emajlirane in lakirane ploščice, medtem ko naj bi se pri preizkusu na udarce najbolj obnesle pocinkane. Predvidevali sva tudi, da bodo na temperaturo najbolj odporne emajlirane ploščice. S poskusi in opazovanji sva potrdili pravilnost te hipoteze. Pocinkane površine so reagirale s kisljinami in bazami, kar je logično za to kovino, ki izraža amfoterne lastnosti, zato dolgotrajni in pogosti stiki takšne površine s kisljinami in bazami niso priporočljivi. Dobro kislinsko in bazično odpornost je imela emajlirana površina, malenkost slabšo lakirana (vendar šele po daljšem času). Najbolj temperaturno odporna je emajlirana površina, najmanj lakirana. Vsekakor je na udarce najbolj odporna pocinkana in najmanj emajlirana površina.

Najina ugotovitev je, da rjavenje železa in jeklene pločevine predstavlja velik ekonomski problem. Takšne površine je potrebno primerno zaščititi, to pa je povezano z uporabo predmetov za določene namene. Sedaj tudi bolj razumeva, da moramo za izdelek, ki ga želimo zaščititi pred korozijo, vedeti, za kaj ga bomo uporabljali, v kakšnem okolju se bo nahajal, koliko časa naj bi zaščita zdržala, pomembno pa je tudi, kakšni bodo na koncu stroški zaščite oz. ali bo takšen sistem zaščite tudi najbolj ekonomičen.

7 Literatura in viri

ATKINS, P. W., CLUGSTON, M. J., FRAZER, M. J., in drugi: *Kemija–zakonitosti in uporaba*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1997

BEZJAK, J.: *Materiali v tehniki*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 2003

BUKOVEC, N., BRENČIČ, J.: *Kemija za gimnazije I*. Ljubljana: DZS, 2000

EKOLAK PRAŠKASTI LAK (priročnik za interno uporabo). Celje: Cinkarna Celje, 2004

HUBERT ANKERST: *Tehnologija emajla in emajliranja; skripta za interno uporabo*. Celje: EMO Frite, 1990

KIRK-OTHMER: *Encyclopedia of chemical technology*. New York: John Wiley & Sons, Volume 7, Third Edition, 1979

LABORATORIJSKI PRIROČNIK. Maribor: ČP Mariborski tisk, 1967

LEWIS, M.: *Kemija–shematski pregledi*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1997

PRIROČNIK ZA INŽENIRJE IN ARHITEKTE: VROČE POCINKANJE. Celje: Pocinkovalnica d.o.o., 2007

PROGRAM KEMŠOL, 2002. Maribor, Kemklas & Co. CD-ROM

8 Priloge

8.1 Anketni vprašalnik

Anketni vprašalnik (korozija, emajliranje, vroče pocinkanje in lakiranje)

Sva dijakinji 2. letnika I. gimnazije v Celju, Eva Vidak in Iza Herman, in pod mentorstvom prof. Janje Simoniti z raziskovalno nalogo preučujeva pojav korozije in načine, kako se pred korozijo zaščitimo. Ker želiva v najino raziskovalno nalogo vključiti tudi podatke o splošnem poznavanju korozije in načine zaščite pred njo, vas vljudno prosiva, da nama z iskrenimi odgovori pomagate priti do čim realnejših rezultatov. Anketa je anonimna.

Že v naprej se vam iskreno zahvaljujema!

Spol: M Ž

1. Ali veste kaj je korozija?

- razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov
- razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov
- razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi fizikalnih procesov
- razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali fizikalnih procesov

2. Kateri pogoji morajo biti izpolnjeni, da poteče rjavenje železa?

- prisoten mora biti kisik iz zraka
- prisotna mora biti voda
- prisotna morata biti voda in kisik iz zraka
- prisoten mora biti ogljikov dioksid

3. Izdelki, ki jih vidite na sliki, so zaščiteni z enim od naslednjih postopkov korozijske zaščite: emajliranje, vroče pocinkanje, lakiranje. K slikam pripišite, za kateri postopek gre, zraven dopišite še nekaj primerov porabe te zaščite.



Drugi primeri:

4. Katera od naštetih zaščit pred korozijo je po vašem mnenju najodpornejša na udarce? Poskusite utemeljiti odgovor.

- a) vroče pocinkanje, ker _____
- b) emajliranje, ker _____
- c) lakiranje, ker _____

5. Kateri izmed naštetih načinov zaščite pred korozijo je po vašem mnenju najodpornejši na kemikalije (npr. kisline)?

- a) vroče pocinkanje, ker _____
- b) emajliranje, ker _____
- c) lakiranje, ker _____

6. Kateri izmed naštetih načinov zaščite pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo temperaturno odpornost?

- a) vroče pocinkanje, ker _____
- b) emajliranje, ker _____
- c) lakiranje, ker _____

7. Katera izmed naštetih zaščit pred korozijo ima po vašem mnenju najboljšo odpornost na slano atmosfero?

- a) vroče pocinkanje, ker _____
- b) emajliranje, ker _____
- c) lakiranje, ker _____

8. Kateri način zaščite po vašem mnenju zahteva največji porabljeni energijski vložek?

- a) vroče pocinkanje, ker _____
- b) emajliranje, ker _____
- c) lakiranje, ker _____

9. Katere načine zaščite lahko izvajamo v Celju in njegovi okolici? Ali veš kje?

- a) vroče pocinkanje, v _____
- b) emajliranje, v _____
- c) lakiranje, v _____

Rezultati bodo uporabljeni zgolj v namene raziskovalne naloge.

Zahvlajujeva se vam za sodelovanje.

Iza Herman in Eva Vidak, 2.c

8.2 Rezultati anket, prikazani v tabelah

	fantje	dekleta	skupaj
razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov	7	20	27
razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov	28	59	87
razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi fizikalnih procesov	7	19	26
razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali fizikalnih procesov	33	51	84

Tabela 7: 2. letnik (vprašanje 1)

	fantje	dekleta	Skupaj
razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov	0	0	0
razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi kemijskih ali elektrokemijskih procesov	10	19	29
razpadanje, razkrajanje površine kovin zaradi fizikalnih procesov	1	5	6
razpadanje, razkrajanje površine in notranjosti kovin zaradi kemijskih ali fizikalnih procesov	3	13	16

Tabela 8: 4. letnik (vprašanje 1)

	fantje	dekleta	Skupaj
prisoten mora biti kisik iz zraka	11	13	24
prisotna mora biti voda	0	7	7
prisotna morata biti voda in kisik iz zraka	62	122	184
prisoten mora biti ogljikov dioksid	2	7	9

Tabela 9: 2. letnik (vprašanje 2)

	fantje	dekleta	skupaj
prisoten mora biti kisik iz zraka	3	7	10
prisotna mora biti voda	2	0	2
prisotna morata biti voda in kisik iz zraka	9	30	39
prisoten mora biti ogljikov dioksid	0	0	0

Tabela 10: 4. letnik (vprašanje 2)

	Postopek	dekleta	fantje	Skupaj
žleb	Emajliranje	14	11	25
	vroče pocinkanje	134	63	197
	Lakiranje	1	1	2
posoda	Emajliranje	134	63	197
	vroče pocinkanje	14	12	26
	Lakiranje	1	0	1
avto	Emajliranje	1	1	2
	vroče pocinkanje	1	0	1
	Lakiranje	147	74	221

Tabela 11: 2. letnik (vprašanje 3)

	Postopek	dekleta	fantje	Skupaj
žleb	Emajliranje	3	0	3
	vroče pocinkanje	34	14	48
	Lakiranje	0	0	0
posoda	Emajliranje	34	14	48
	vroče pocinkanje	3	0	3
	Lakiranje	0	0	0
avto	Emajliranje	0	0	0
	vroče pocinkanje	0	0	0
	Lakiranje	37	14	51

Tabela 12: 4. letnik (vprašanje 3)

	fantje	dekleta	skupaj
vroče pocinkanje	37	74	111
Emajliranje	27	55	82
Lakiranje	11	20	31

Tabela 13: 2. letnik (vprašanje 4)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	10	13	23
Emajliranje	3	17	20
Lakiranje	1	7	8

Tabela 14: 4. letnik (vprašanje 4)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	27	54	81
Emajliranje	32	63	95
Lakiranje	16	32	48

Tabela 15: 2. letnik (vprašanje 5)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	4	15	19
Emajliranje	7	19	26
Lakiranje	3	3	6

Tabela 16: 4. letnik (vprašanje 5)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	17	42	59
Emajliranje	53	84	137
Lakiranje	5	23	28

Tabela 17: 2. letnik (vprašanje 6)

	fantje	dekleta	skupaj
vroče pocinkanje	3	8	11
Emajliranje	9	26	35
Lakiranje	2	3	5

Tabela 18: 4. letnik (vprašanje 6)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	28	49	77
Emajliranje	22	49	71
Lakiranje	25	51	76

Tabela 19: 2. letnik (vprašanje 7)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	3	8	11
Emajliranje	1	15	16
Lakiranje	10	14	24

Tabela 20: 4. letnik (vprašanje 7)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	40	99	139
Emajliranje	22	26	48
Lakiranje	13	24	37

Tabela 21: 2. letnik (vprašanje 8)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	10	23	33
Emajliranje	2	11	13
Lakiranje	2	3	5

Tabela 22: 4. letnik (vprašanje 8)

	fantje	dekleta	skupaj
vroče pocinkanje	64	113	177
Emajliranje	29	64	93
Lakiranje	37	62	99

Tabela 23: 2. letnik (vprašanje 9)

	fantje	dekleta	Skupaj
vroče pocinkanje	12	31	43
Emajliranje	8	17	25
Lakiranje	4	11	15

Tabela 24: 4. letnik (vprašanje 9)