

Mestna občina Celje
Komisija mladi za Celje



KOVINE IN KOROZIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

PODROČJE: KEMIJA

AVTOR

Martin Ceraj, 8. razred

MENTOR

Rebeka Žagar, prof.

Celje, marec 2021

Osnovna šola Vojnik

KOVINE IN KOROZIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

PODROČJE: KEMIJA

Avtor:

Martin Ceraj, 8. b

Mentorica:

Rebeka Žagar, prof.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje 2021

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge se zahvaljujem svoji družini, ki me je v času šole na daljavo spodbujala in nudila podporo pri izvedbi. Prav tako bi se rad zahvalil tudi svoji mentorici, gospe Rebeki Žagar, ki mi je dajala napotke in navodila pri načrtovanju in izvedbi eksperimentalnega dela ter pri iskanju literature. Zahvalil bi se tudi učiteljici slovenščine, gospe Marjani Rojc, ki je nalogo lektorirala.

POVZETEK

Z raziskovalno nalogo sem želel raziskati, na kakšen način in kako hitro se na različnih sredstvih v treh dneh na kovinskih materialih pojavi korozija. Želel sem ugotoviti, kako posamezne tekočine (alkoholni kis, destilirana voda, morska voda, mineralna voda, čistilo – belilo (varikina) in kokakola) vplivajo na vzorce različnih kovinskih materialov (aluminij, baker, medenina, konstrukcijsko in nerjaveče jeklo) ter kako hitro le-ti materiali korodirajo. Sestavlil sem eksperimentalni delovni list, s katerim sem beležil nastale spremembe na vzorcih kovinskih materialov. Raziskoval sem od decembra 2020 do marca 2021, in sicer doma, kjer je v času šolanja na daljavo zaradi epidemije koronavirusa potekal učni proces. Posamezno opazovanje je potekalo tri dni. Ugotovil sem, da je sredstvo, ki najbolj pospeši nastanek korozije, čistilo – belilo (varikina), in sicer zaradi bazičnosti, in da zaradi tega najhitreje korodira aluminij. V kisu je bilo zelo malo pojava korozije, medtem ko v kokakoli pojava sploh ni bilo zaznati. Korozija se v teh dveh sredstvih ni pojavila zaradi vsebnosti kisline. Ugotovil sem tudi, da zaradi poškodb površine materiala včasih zarjavi tudi nerjaveče jeklo. Ob koncu raziskave sem ugotovil, da ni vse odvisno od odpornosti materiala na korozijo. Na nastanek korozije imajo velik vpliv sredstva, ki so jim kovinski materiali izpostavljeni.

Ključne besede: kovina, zlitina, sredstvo, korozija, dejavnik, material.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	7
1.1	Namen	7
1.2	Hipoteze	8
2	TEORETIČNI DEL	9
2.1	Kaj je korozija	9
2.2	Dejavniki korozije	9
2.3	Vrste korozije	9
2.4	Posledice korozije	11
2.5	Zaščita pred korozijo	12
2.6	Dosedanje raziskave na temo korozije	13
3	EKSPERIMENTALNI DEL	14
3.1	Potek in metode dela	14
3.2	Prikaz in analiza eksperimenta	14
3.2.1	Eksperimentalni delovni list: Kovine in korozija	14
3.2.2	Opazovalni list za beleženje rezultatov	20
3.2.3	Opažanja in rezultati	21
4	RAZPRAVA.....	42
5	ZAKLJUČEK	44
6	LITERATURA	45

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Aluminij (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h	21
Preglednica 2: Aluminij (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h	22
Preglednica 3: Aluminij (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h	23
Preglednica 4: Aluminij (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h	24
Preglednica 5: Baker (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h	25
Preglednica 6: Baker (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h	26
Preglednica 7: Baker (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h	27
Preglednica 8: Baker (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h	28
Preglednica 9: Medenina (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h	29
Preglednica 10: Medenina (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h	30
Preglednica 11: Medenina (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h	31
Preglednica 12: Medenina (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h	32
Preglednica 13: Konstrukcijsko jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h	33
Preglednica 14: Konstrukcijsko jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h ..	34
Preglednica 15: Konstrukcijsko jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h	35
Preglednica 16: Konstrukcijsko jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h ..	36
Preglednica 17: Nerjaveče jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h	37
Preglednica 18: Nerjaveče jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h	38
Preglednica 19: Nerjaveče jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h	39
Preglednica 20: Nerjaveče jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h	40

OPOMBA:

V raziskovalni nalogi so za kokakolo uporabljeni izrazi kola/cola in kokakola/Coca-Cola.

KAZALO FOTOGRAFIJ

Fotografija 1: Materiali.	16
Fotografija 2: Rezanje materiala.	16
Fotografija 3: Brušenje materiala.	16
Fotografija 4: Brušenje materiala	16
Fotografija 5: Materiali pred eksperimentom.	17
Fotografija 6: Tekočine, uporabljene pri eksperimentu.	17
Fotografija 7: Nalivanje 1 dl tekočine v steklene posode.	18
Fotografija 8: 30 pripravljenih steklenih posod z različnimi tekočinami.	18
Fotografija 9: Vstavljanje vzorcev kovinskih materialov v steklene posode s tekočino.	19
Fotografija 10: Opazovalni list za ročno zapisovanje.	20
Fotografija 11: Materiali po eksperimentu.	41

1 UVOD

Za raziskovalno nalogo z naslovom *Kovine in korozija* sem se odločil, ker me zelo zanimajo kovine in njihova odpornost proti različnim dejavnikom. Tako bom raziskal korozijo kovin, saj je eden največjih problemov današnjega časa. Z njo se ljudje srečujemo že dolgo. Že 400 let pr. n. št. je Platon opisal rjavenje železa kot usedanje kovine. Rimljanom je bilo jasno, da baker, svinec in železo propadajo tudi, če jih ne uporabljajo. A. L. Lavoisier je leta 1789 ugotovil, da v procesu rjavenja aktivno sodeluje kisik. Tudi M. Faraday je leta 1820 pričel proučevati korozijo. Od leta 1845 se propadanje kovin zaradi kemičnih reakcij imenuje korozija [1]. Z njo se srečujemo in spopadamo še dandanes, saj povzroča mnogo okvar, ker napada vsak objekt, ki na njo ni odporen. Korozija je izziv, s katerim se srečuje celotna kovinska industrija po vsem svetu, različne oblike korozijskega procesa pa imajo to skupno lastnost, da povzročijo nestabilnost materiala v določenem okolju [2]. Na to temo me je pripeljala radovednost, saj me zanima, kako odporne so različne vrste kovin in njihove zlitine.

1.1 Namen

Namen raziskovalne naloge je, da raziščem, kako so posamezne kovine oz. kovinske zlitine odporne na korozijo v primeru izpostavljenosti različnim tekočinam. Osredotočil se bom na tiste kovine, ki jih pogosto uporabljamo oz. iz katerih so narejeni objekti v naši okolici oz. ožjem življenjskem prostoru.

Večina kovin, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju, so zlitine. Pri raziskovanju bom uporabil vzorce izdelkov iz konstrukcijskega jekla, nerjavečega jekla, medenine, bakra in aluminija.

Ti objekti v vsakdanjem življenju prihajajo največkrat v stik z različnimi tekočinami, kot so voda in nekatere korozivne snovi. Pojav korozije bom raziskoval ob izpostavljenosti mineralni vodi, morski vodi, destilirani vodi ter še alkoholnemu kislu. Kot zanimivost bom dodal še test v kokakoli in čistilu (varikina).

1.2 Hipoteze

Moje hipoteze pred začetkom raziskave so:

1. Konstrukcijsko jeklo bo korodiralo najhitreje.
2. Korozija se bo najhitreje pojavila v morski vodi.
3. Pri izpostavljenosti kovinskega materiala v kisu in kokakoli ne bo pojava korozije.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Kaj je korozija

Korozija pomeni poškodbo materiala, ki je posledica izpostavljenosti materiala okolici. Kovinski materiali v stiku z okoljem sprožijo različne kemične ali elektrokemične procese, ki jih poimenujemo korozija [1]. Propad kovinskega materiala zaradi fizikalnih vzrokov poimenujemo obraba in je s korozijo tudi pogosto povezan. Termin korozije je povezan le s propadanjem kovin in njihovih zlitin [3].

2.2 Dejavniki korozije

Dejavniki, ki povzročajo korozijo, so [1]:

- zrak v prostoru,
- industrijska atmosfera,
- plini, voda, zemeljska tla,
- vodne raztopine, lugi, taline soli ...

2.3 Vrste korozije

Kemijska in gradbena raznovrstnost uporabnih materialov nam zraven termodinamske in kinetične raznolikosti ponujata tudi izbiro različnih tipov korozije. Precej mala možnost je, da bi korozija potekala vsepovsod enako. Posamezno vrsta korozije je najlažje določiti z opazovanjem, če pa dovolj dobro poznamo sestavo dejavnika, lahko vrsto korozije do neke mere napovemo vnaprej, saj se ista vrsta korozije običajno ponavlja ob določenem zaporedju korozijskih dejavnikov.

Enakomerna korozija

Enakomerna korozija je najbolj običajna vrsta korozije. Material korodira po celotni površini oz. po večjem delu površine, ki je izpostavljen dejavniku korozije. Enakomerna korozija na snovi je običajno vidna že s prostim očesom, po navadi pa do nje pride zaradi nepravilne zaščite površine.

Jamičasta korozija

Jamičasta korozija za razliko od enakomerne korozije deluje na enem mestu. Napade zelo majhno površino, pri čemer nastane bolj ali manj globoka jamica. Poškodbe materiala so bistveno večje kot pri enakomerni koroziji, saj so jamice vzroki razpok. Jamičasto korozijo težko opazimo, saj se območja, ki so najbolj prizadeta, nahajajo pod površino snovi.

Korozija v špranji

Potek korozije v špranji je podoben poteku jamičaste korozije. Od slednje se razlikuje po tem, da se pojavi pri stiku dveh površin.

Galvanska korozija

Galvanska korozija je v večini spodbujevalec vseh tipov korozije, vendar zaradi elektro prevodnosti začne eden izmed materialov korodirati hitreje od drugega. Korozijo povzroči možna razlika med materialoma.

Medkristalna korozija

Medkristalna korozija se začne pri mejah med kristalnimi zrni v materialu. Med kristalizacijo se pri postopku na meji zbirajo nečistoče, ki so v večini korozijsko manj odporne kot čista snov, iz česar je sestavljena zgradba. Medkristalna korozija je najpogostejša pri nerjavečih jeklih, pri katerih je prisoten ogljik.

Transkristalna

Transkristalna korozija se pojavlja pri zgradbah, ki se nahajajo v korozivnem dejavniku in v stalni mehanski obremenitvi. Transkristalna korozija je ena izmed težko opaznih vrst korozije, saj so razpoke težko vidne.

Selektivno odtapljanje

Pri zlitinah je pogosta vrsta korozije tudi selektivno odtapljanje. Med korozijskim procesom se en element v zlitini odtaplja hitreje kot ostali elementi, pri čemer nastaja prepustna zgradba materiala. Pri tem se poslabša trdota materiala, izgubijo pa se tudi zaželenne lastnosti površine.

2.4 Posledice korozije

Pomembna lastnost korozije kovin je začetek njenega delovanja na površini, od koder se potem širi v globino z različno hitrostjo. Posledica tega je, da se na mestu korozije pojavi sprememba sestave snovi. Korozija vpliva na celovitost površine oz. na življenjsko dobo elementov, vgrajenih v različne konstrukcije, naprave, objekte, izdelane iz različnih kovin, ki so izpostavljene različnim okoljem, ki različno vplivajo na nastanek korozije. Okolje lahko pomeni izpostavljenost medijem, kot so: kisik, atmosfera, ogljikov dioksid, morska voda, rečna voda, pitna voda, para, dimni plini, razne kemikalije, organske tekočine in raztopine ...

Raziskave, ki so bile narejene v državah evropske gospodarske skupnosti in na Japonskem v zvezi s škodo, ki jo povzroča korozija, kažejo, da je korozija eden največjih uničevalcev človeških izdelkov in gradnje ter energije. Ta škoda znaša približno 4,2 % narodnega dohodka [3], v kar pa niso zajeti ostali stroški, ki so omenjeni v nadaljevanju.

1. Zastoji v proizvodnji ali izguba produkta

Če korodira cev v rafineriji, lahko to pomeni ustavitev katere izmed enot, kar pomeni velike stroške. Prav tako lahko prihaja zaradi korodiranih cevovodov do izgube nafte, naftnih derivatov, plina, vode ...

2. Znižanje storilnosti oz. količine

Storilnost je lahko drastično znižana zaradi kopičenja korozijskih produktov npr. v črpalkah. V motorjih z notranjim izgorevanjem povzročajo izgorevalni plini in kondenzati korozijo na stenah cilindrov in na batnih obročih. Posledica tega je večja poraba goriva in olja.

3. Onesnaževanje produktov (vode, hrane)

Pri nastajanju korozije prihaja tudi do stranskih produktov. Že majhne količine bakrovih ali svinčenih korozijskih produktov imajo strupen učinek na hrano [3].

4. Nesreče kot posledica korozije

Iz zgodovine je znano veliko primerov, ko so zaradi delovanja korozije odpovedali pomembni elementi, ki so povzročili nesreče letal, ladij, porušenje stavb, mostov ... Pri tem so bila na žalost izgubljena tudi človeška življenja, katerih vrednost je neprecenljiva. Zelo svež je recimo še spomin zrušenje mostu Morandi v mestu Genova (ITA) leta 2018, zaradi česa je umrlo 35 ljudi.

2.5 Zaščita pred korozijo

Kot smo ugotovili, lahko posledice korozije povzročajo velike stroške ali celo izgubo človeških življenj. Da preprečimo ali upočasnimo nastanek korozije, poskušamo elemente, ki so zanjo dovzetni, zaščititi. Namen te zaščite je povečati obstojnost kovin in njihovo uporabnost, ob enem pa lahko s tem tudi izboljšamo kvaliteto in izgled površine [1]. Zaščita največkrat pomeni, da na kovino oz. na korozijsko neobstoje materiala nanesemo plast snovi, ki je bolj odporna na korozijo [7].

Vrste zaščit so naslednje:

1. NANOS BARVE

Nanašamo lahko različne vrste barve. To lahko naredimo s čopičem, brizganjem s posebno pištolo (ali v razpršilu) ali nanosom barve v prahu, ki jo potem s pomočjo temperature stalimo, da se sprime in tvori zaprto prevleko [7].

2. NANOS KOVINSKE KOROZIJSKO OBSTOJNE PREVLEKE

Na korozijsko neobstoje kovine lahko nanašamo tudi plasti drugih korozijsko bolj obstojnih kovin, ki se lahko z osnovnim materialom tudi kemijsko vežejo. To so npr.: cink, nikelj, baker, zlato, srebro, kositer ... Največkrat pa gre za kombinacijo teh elementov. Nanašamo jih lahko tako, da te elemente stopimo in nato vanje položimo kovinski del (npr. vroče cinkanje). Drug postopek je s pomočjo galvanskega principa (npr. galvansko cinkanje, kositranje), kjer poteka nanos s pomočjo elektrike. Obstajajo še drugi postopki, kjer kovinske delce, kot je cink, zmeljemo v lističe oz. koščke ter jih primešamo v posebno barvo [7].

3. S POMOČJO KATODNE ZAŠČITE

Ker korozija najpogosteje temelji na elektrokemijskih reakcijah (kovina, ki korodira je galvanski člen v kratkem stiku), poskušamo s pomočjo spremembe smeri toka elektronov preusmeriti korozijo iz delov, ki jih želimo zaščititi, na dele, ki jih za to žrtvujemo [7].

2.6 Dosedanje raziskave na temo korozije

V svetovnem merilu je bila in je korozija velikokrat predmet različnih raziskav. V Sloveniji se ukvarja z raziskavami različnih tipov korozije več laboratorijev in podjetij.

Nekaj najbolj znanih Slovenskih laboratorijev za raziskovanje korozije:

- ZAG Ljubljana, laboratorij za kovine, korozijo in protikorozijsko zaščito,
- IMT Ljubljana, laboratorij za analizo kemije in korozijo,
- SIJ Acroni, d. o. o., korozijski laboratorij,
- SIJ Metal Ravne, d. o. o., laboratorij za korozijo,
- IMK Ljubljana, korozijske in abrazijske raziskave.

Dosedanje raziskave na temo korozije so v veliki meri pripomogle k temu, da so se z njihovo pomočjo določili načini in postopki, s katerimi lahko na enak način po vsem svetu predvidevamo in nadzorujemo nastanek korozije pri različnih materialih in pri uporabi različnih površinskih zaščit. Te postopke imenujemo standardi. Zelo znana metoda za splošno ugotavljanje korozijske obstojnosti je test slane komore. Standardi, ki so posledica raziskav, tako jasno določajo protikorozijske lastnosti posameznih materialov, kar olajša delo inženirjev, ki ustvarjajo nove izdelke, in lahko na podlagi tega izberejo ustrezen material [7].

3 EKSPERIMENTALNI DEL

3.1 Potek in metode dela

Raziskovalno delo sem začel z zbiranjem podatkov in prebiranjem literature. Za tem je sledil zapis teoretičnega dela in posvet z mentorico. Nato sem pripravil eksperimentalni delovni list na temo kovine in korozija. Raziskoval sem od decembra 2020 do marca 2021 na domu. Opazovanje je potekalo tri dni. Za vsak vzorec kovine oz. zlitine sem pripravil 6 različnih sredstev v posodah. Med opazovanjem sem rezultate fotografiral in opisal spremembe, ki so nastale ob stiku, po 1 uri, 8 urah, 16 urah, 48 urah in 72 urah. Vsako obliko korozije v različnih sredstvih sem primerjal med seboj s tabelami.

3.2 Prikaz in analiza eksperimenta

3.2.1 Eksperimentalni delovni list: Kovine in korozija

Potrebščine	Materiali in kemikalije
- 30 steklenih posod (500 ml) - pinceta - žaga za kovino - električni brusilnik - pomično merilo - klešče	- alkoholni kis - kokakola - čistilo (belilo - varikina) - destilirana voda - mineralna voda - morska voda - aluminij - baker - medenina - konstrukcijsko jeklo - nerjaveče jeklo

Predpriprava
1. Vzorce (5 materialov) sem pripravil tako, da sem najprej s pomočjo brusnega papirja očistil površino palic materiala. 2. Iz vsake palice sem z žago narezal 6 enakomerno dolgih kosov materiala. 3. Površino sem nato zbrusil s pomočjo električnega brusilnika z brusnim papirjem 60. 4. Premer vsakega vzorca sem nato še izmeril s pomočjo pomičnega merila. 5. V namen testa sem pripravil 30 enakih steklenih posod. 6. V vsako posodo sem nalil točno 1 dl tekočine (6 vrst tekočin). 7. Posode sem razporedil v vrste, pod vsako posodo pa sem še dal listek z oznako materiala in tekočine.

Izvedba
1. Večje vzorce materiala očistim drugih nečistoč na površini. 2. Večje vzorce z žago za kovino razrežem na enako velike dele ter jih zbrusim z električnim brusilnikom. 3. Vsak vzorec izmerim s pomičnim merilom. 4. Za vsak vzorec materiala pripravim 5 steklenih posod in v vsako nalijem točno 1 dl tekočine (alkoholni kis, čistilo – belilo, mineralna voda, destilirana voda, morska voda, kokakola). 5. 6 vzorcev vsake vrste kovine vstavim v steklene posode z določeno tekočino. 6. S pinceto previdno položim vzorec materiala v posode. 7. Vzorce pustim v tekočinah 3 dni. 8. Vsakih nekaj ur (ob stiku, po 1 uri, po 8 urah, po 16 urah) ali dni (po 48 urah in po 72 urah) preverim in poslikam rezultate korozije na kovinah. 9. Rezultate nastale korozije vpišem v tabelo in vnesem fotografije.

Varnost
Pazljivost pri tekočinah, saj je lahko katera izmed njih jedka in nevarna. Nosim haljo, zaščitna očala, rokavice (kadar je potrebno).



Fotografija 1: Materiali
(avtor: Martin Ceraj)



Fotografija 3: Brušenje materiala
(avtor: Nataša Koštomaj)



Fotografija 2: Rezanje materiala
(avtor: Nataša Koštomaj)



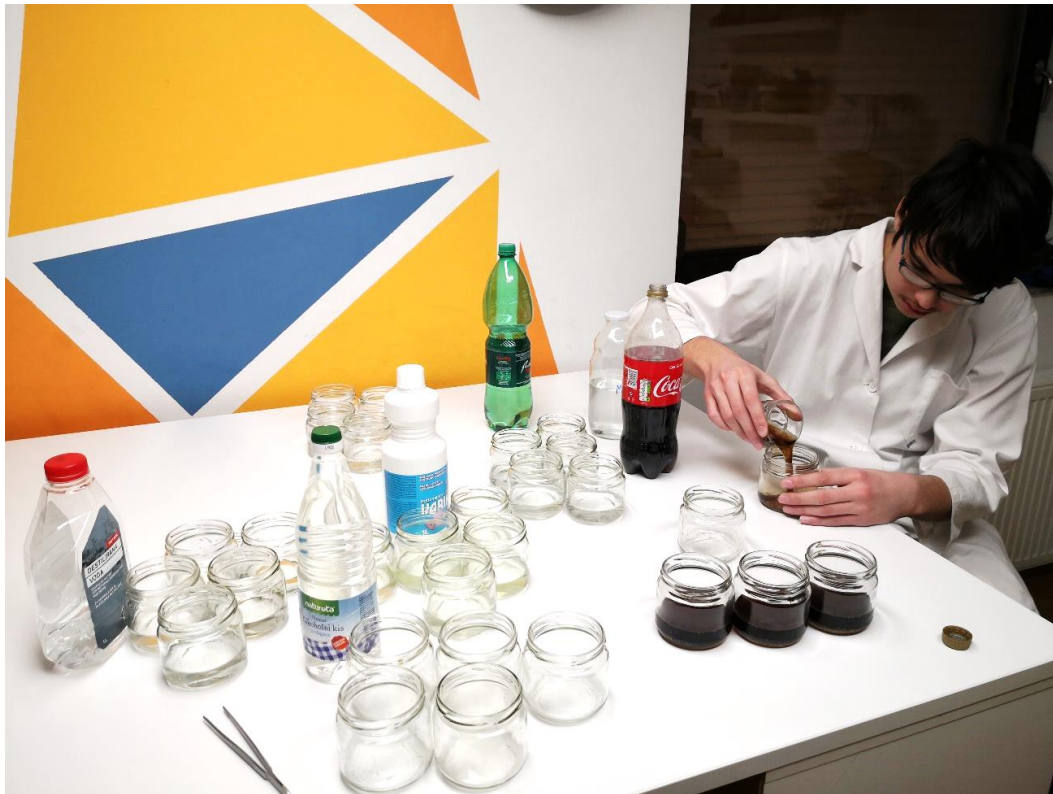
Fotografija 4: Brušenje materiala
(avtor: Nataša Koštomaj)



Fotografija 5: Materiali pred eksperimentom
(avtor: Martin Ceraj)



Fotografija 6: Tekočine, uporabljene pri eksperimentu
(avtor: Martin Ceraj)



Fotografija 7: Nalivanje 1 dl tekočine v steklene posode
(avtor: Nataša Koštomaj)



Fotografija 8: 30 pripravljenih steklenih posod z različnimi tekočinami
(avtor: Martin Ceraj)



Fotografija 9: Vstavljanje vzorcev kovinskih materialov v steklene posode s tekočino
(avtor: Nataša Koštomaj)

3.2.2 Opazovalni list za beleženje rezultatov

Vzorec za beleženje rezultatov, ki sem ga uporabljal za ročno beleženje opazovanja nastajanja korozije.

EKSPERIMENT	Ob stiku s tekočino	Po 1h	Po 8h	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
ALUMINIJ ALKOHOLNI KIS						
ALUMINIJ ČISTILO (BELILO)						
ALUMINIJ MORSKA VODA						
ALUMINIJ DESTILIRANA VODA						
ALUMINIJ MINERALNA VODA						
ALUMINIJ COLA						
MEDENINA ALKOHOLNI KIS						
MEDENINA ČISTILO (BELILO)						
MEDENINA MORSKA VODA						
MEDENINA DESTILIRANA VODA						
MEDENINA MINERALNA VODA						
MEDENINA COLA						
NERJAVEČE JEKLO ALKOHOLNI KIS						
NERJAVEČE JEKLO ČISTILO (BELILO)						
NERJAVEČE JEKLO MORSKA VODA						
NERJAVEČE JEKLO DESTILIRANA VODA						
NERJAVEČE JEKLO MINERALNA VODA						
NERJAVEČE JEKLO COLA						

EKSPERIMENT	Ob stiku s tekočino	Po 1h	Po 8h	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
KONSTRUKCIJSKO JEKLO ALKOHOLNI KIS						
KONSTRUKCIJSKO JEKLO ČISTILO (BELILO)						
KONSTRUKCIJSKO JEKLO MORSKA VODA						
KONSTRUKCIJSKO JEKLO DESTILIRANA VODA						
KONSTRUKCIJSKO JEKLO MINERALNA VODA						
KONSTRUKCIJSKO JEKLO COLA						
BAKER ALKOHOLNI KIS						
BAKER ČISTILO (BELILO)						
BAKER MORSKA VODA						
BAKER DESTILIRANA VODA						
BAKER MINERALNA VODA						
BAKER COLA						

Fotografija 10: Opazovalni list za ročno zapisovanje
(avtor: Martin Ceraj)

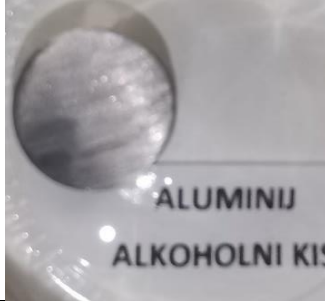
3.2.3 Opazanja in rezultati

Preglednica 1: Aluminij (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
ALUMINIJ ALKOHOLNI KIS			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
ALUMINIJ ČISTILO (BELILO)			
	Površina je zelo potemnela.	Površina postane čisto črna.	Vzorec začne močno razpadati, čistilo se obarva roza in nastanejo mehurčki.
ALUMINIJ MORSKA VODA			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 2: Aluminij (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
ALUMINIJ ALKOHOLNI KIS			
	Ni sprememb.	Površina je potemnela.	Površina je še bolj potemnela.
ALUMINIJ ČISTILO (BELILO)			
	Čistilo se obarva temneje vijolično. Nastane veliko pene.	Pena je v večji meri izginila.	Na čistilu se spet pojavi pena in površina je zelo korodirana.
ALUMINIJ MORSKA VODA			
	Ni sprememb.	Površina zelo rahlo potemni.	Ni sprememb.

Preglednica 3: Aluminij (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
ALUMINIJ DESTILIRANA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA
	Korozija se pojavi v razah.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
ALUMINIJ MINERALNA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA
	Ni pojava korozije in nastane veliko mehurčkov.	Število mehurčkov upade.	Število mehurčkov spet upade.
ALUMINIJ KOLA	 ALUMINIJ COLA	 ALUMINIJ COLA	 ALUMINIJ COLA
	Ni pojava korozije in nastane veliko mehurčkov.	Ni sprememb.	Število mehurčkov upade.

Preglednica 4: Aluminij (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
ALUMINIJ DESTILIRANA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA	 ALUMINIJ DESTILIRANA VODA
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
ALUMINIJ MINERALNA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA	 ALUMINIJ MINERALNA VODA
	Ni sprememb.	Število mehurčkov spet upade.	Ni sprememb.
ALUMINIJ KOLA	 ALUMINIJ COLA	 ALUMINIJ COLA	 ALUMINIJ COLA
	Mehurčkov ni več.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 5: Baker (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
BAKER ALKOHOLNI KIS			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
BAKER ČISTILO (BELILO)			
	Površina potemni in pojavijo se mehurčki.	Površina še bolj potemni.	Ni sprememb.
BAKER MORSKA VODA			
	Površina rahlo potemni v razah.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

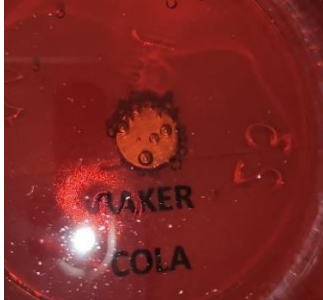
Preglednica 6: Baker (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
BAKER ALKOHOLNI KIS			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
BAKER ČISTILO (BELILO)			
	Ni sprememb.	Površina še bolj potemni.	Površina postane zelo temna.
BAKER MORSKA VODA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 7: Baker (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
BAKER DESTILIRANA	 BAKER DESTILIRANA VODA	 BAKER DESTILIRANA VODA	 BAKER DESTILIRANA VODA
	Zelo majhen pojav korozije.	Ni sprememb.	Malo večji pojav korozije.
BAKER MINERALNA	 BAKER MINERALNA VODA	 BAKER MINERALNA VODA	 BAKER MINERALNA VODA
	Ni pojava korozije. Pojavijo se mehurčki.	Število mehurčkov upade.	Ni sprememb.
BAKER KOLA	 BAKER COLA	 BAKER COLA	 BAKER COLA
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki.	Ni sprememb.	Število mehurčkov upade.

Preglednica 8: Baker (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
BAKER DESTILIRANA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
BAKER MINERALNA			
	Zelo malo mehurčkov.	Mehurčki izginejo in pojavijo se madeži na površini vodi.	Ni sprememb.
BAKER KOLA			
	Mehurčki izginejo.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 9: Medenina (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
MEDENINA ALKOHOLNI KIS			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Površina malo potemni.
MEDENINA ČISTILO (BELILO)			
	Površina potemni.	Površina zelo potemni.	Ni sprememb.
MEDENINA MORSKA VODA			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Površina malo potemni.

Preglednica 10: Medenina (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
MEDENINA ALKOHOLNI KIS			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Površina še malo potemni.
MEDENINA ČISTILO (BELILO)			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
MEDENINA MORSKA VODA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 11: Medenina (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
MEDENINA DESTILIRANA			
	Pojav korozije v razah.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
MEDENINA MINERALNA			
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki.	Število mehurčkov upade.	Pojavi se malo korozije kot temnejša mesta na vzorcu.
MEDENINA KOLA			
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki.	Število mehurčkov upade.	Število mehurčkov še enkrat upade.

Preglednica 12: Medenina (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h

(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
MEDENINA DESTILIRANA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Vzorec še bolj korodira v razah.
MEDENINA MINERALNA			
	Ni sprememb.	Mehurčki izginejo in pojavi se pena.	Količina korozije naraste.
MEDENINA KOLA			
	Mehurčki izginejo	Ni sprememb.	Ni sprememb.

Preglednica 13: Konstrukcijsko jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
KONST. JEKLO ALKOHOLNI KIS			
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki	Ni sprememb.	Ni sprememb.
KONST. JEKLO ČISTILO (BELILO)			
	Pojavi se nekaj korozije.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
KONST. JEKLO MORSKA VODA			
	Pojavi se malo korozije.	Pojavi še več korozije.	Voda ob vzorcu se obarva oranžno rjave barve.

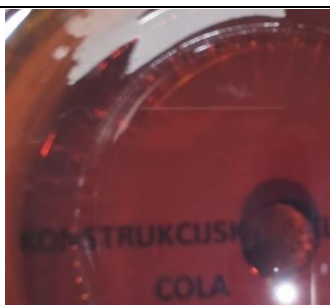
Preglednica 14: Konstrukcijsko jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
KONST. JEKLO ALKOHOLNI KIS			
	Mehurčki izginejo.	Ni sprememb.	Kis se obarva motno belo.
KONST. JEKLO ČISTILO (BELILO)			
	Ni sprememb.	Na vzorcu in v čistilu se pojavi veliko oksida, čistilo se obarva močno rumene barve.	Pojavi s ogromno korozije. Na vzorcu in v čistilu se pojavi mnogo več oksida, čistilo se obarva oranžne barve.
KONST. JEKLO MORSKA VODA			
	Količina korozije še bolj naraste.	Ni sprememb.	Celotna površina vzorca korodira.

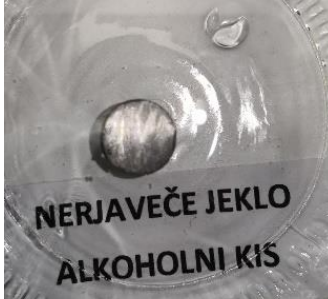
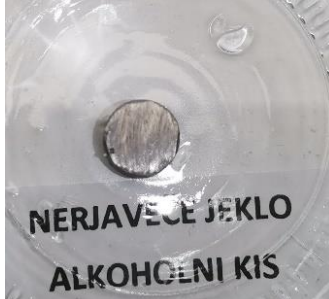
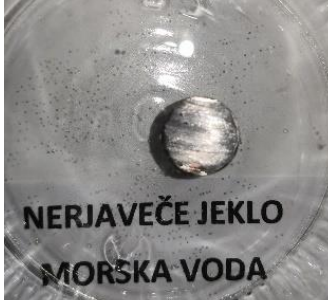
Preglednica 15: Konstrukcijsko jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
KONST. JEKLO DESTILIRANA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO DESTILIRANA VODA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO DESTILIRANA VODA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO DESTILIRANA VODA
	Ni pojava korozije.	Pojavi se malo korozije.	Pojavi se veliko korozije.
KONST. JEKLO MINERALNA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO MINERALNA VODA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO MINERALNA VODA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO MINERALNA VODA
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki.	Ni sprememb.	Število mehurčkov upade.
KONST. JEKLO KOLA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO COLA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO COLA	 KONSTRUKCIJSKO JEKLO COLA
	Ni pojava korozije in pojavijo se mehurčki.	Število mehurčkov upade.	Ni sprememb.

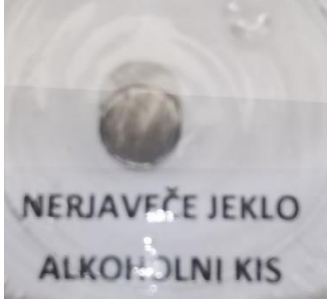
Preglednica 16: Konstrukcijsko jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
KONST. JEKLO DESTILIRANA			
	Ni sprememb.	Pojavi se še malo več korozije.	Celotna površina vzorca korodira.
KONST. JEKLO MINERALNA			
	Mehurčki izginejo.	Pojavi se zelo veliko korozije. Voda ob vzorcu postane oranžna, pojavi se pena.	Količina korozije na vzorcu se rahlo poveča.
KONST. JEKLO KOLA			
	Mehurčki izginejo.	Ni sprememb.	Ni sprememb.

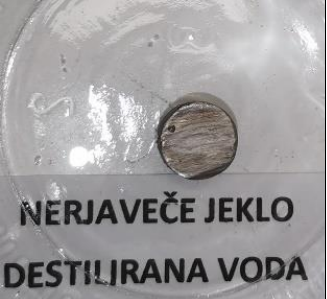
Preglednica 17: Nerjaveče jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 0 h do 8 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
NER. JEKLO ALKOHOLNI KIS			
	Ni pojava korozije.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
NER. JEKLO ČISTILO (BELILO)			
	Ni pojava korozije	Ni sprememb.	Pojavi se malo korozije.
NER. JEKLO MORSKA VODA			
	Ni pojava korozije.	Pojavi se zelo malo korozije.	Ni sprememb.

Preglednica 18: Nerjaveče jeklo (alk. kis, čistilo, morska voda) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
NER. JEKLO ALKOHOLNI KIS			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
NER. JEKLO ČISTILO (BELILO)			
	Ni sprememb.	Na vzorcu in v čistilu se pojavi veliko oksida, čistilo se obarva rumene barve.	Pojavi se še mnogo več oksida, voda se obarva intenzivno oranžno.
NER. JEKLO MORSKA VODA			
	Ni sprememb.	Pojavi se malo več korozije.	Ni sprememb.

Preglednica 19: Nerjaveče jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 0 h do 8 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Ob stiku s tekočino	Po 1 h	Po 8 h
NER. JEKLO DESTILIRANA			
	Zelo majhen pojav korozije	Ni sprememb.	Ni sprememb.
NER. JEKLO MINERALNA			
	Majhen pojav korozije, pojavijo se mehurčki.	Število mehurčkov upade.	Ni sprememb.
NER. JEKLO KOLA			
	Ni pojava korozije, pojavijo se mehurčki.	Ni sprememb.	Število mehurčkov upade.

Preglednica 20: Nerjaveče jeklo (dest. voda, miner. voda, kola) od 16 h do 72 h
(avtor fotografij: Martin Ceraj)

	Po 16 h	Po 48 h	Po 72 h
NER. JEKLO DESTILIRANA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
NER. JEKLO MINERALNA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.
NER. JEKLO KOLA			
	Ni sprememb.	Ni sprememb.	Ni sprememb.



Fotografija 11: Materiali po eksperimentu.

(avtor: Martin Ceraj)

Ko sem kovinske vzorce vzel iz tekočine, sem jih izpral z vodo ter pustil, da se posušijo. Na nekaterih vzorcih sem lahko določil tip korozije. Pri večini primerov se je pojavila enakomerna korozija. Na nerjavečem jeklu, izpostavljenem morski vodi in čistilu – belilu, se je korozija pojavila v točkah, kar nakazuje jamičasto korozijo. Za natančnejše ugotovitve tipov korozije pa je potrebna mikroskopska raziskava kovinskih vzorcev.

4 RAZPRAVA

Ugotovitve, s katerimi sem potrdil ali ovrgel hipoteze, ki sem si jih postavil na začetku raziskovanja, so naslednje.

1. Konstrukcijsko jeklo bo korodiralo najhitreje.

Hipotezo, da bo konstrukcijsko jeklo korodiralo najhitreje, sem ovrgel, saj je med vsemi kovinskimi materiali v vsaki tekočini najhitreje korodiral aluminij. V čistilu – belilu (varikina) je prišlo takoj pri stiku s tekočino do reakcije. Še posebej me je presenetilo to, da je aluminij v čistilu precej razpadel. Ugotovil sem, da se je čistilo, v katero sem položil aluminij, obarvalo intenzivno vijolično, pojavilo pa se je veliko pene.

Konstrukcijsko jeklo je začelo korodirati šele po eni uri. Nastala je enakomerna korozija, ki je najpogostejša oblika korozije. Sistem korodira po celotni površini oz. po večjem delu površine, ki je izpostavljen korozivnemu mediju [4]. To hipotezo sem postavil, saj se velikokrat v svojem okolju soočamo s korozijo konstrukcijskega jekla, ki korodira zelo hitro. Pri konstrukcijskem jeklu je kis postal motno bel, pri primeru s čistilom pa je čistilo postalo rumenkaste barve. Nastalo je veliko oksida v tekočini in na vzorcu. Prav tako se je pri konstrukcijskem jeklu v morski vodi voda pri vzorcu obarvala oranžno. Pri konstrukcijskem jeklu v destilirani vodi pa se je voda ob vzorcu obarvala rumenkasto. V mineralni vodi, v katero pa sem konstrukcijsko jeklo položil, se je voda obarvala rumenkasto in ob vzorcu motno oranžno z nekaj pene. Podobno kot pri konstrukcijskem jeklu se je v čistilu zelo podobno zgodilo tudi nerjavečemu jeklu, saj se je čistilo obarvalo živo oranžne barve in povzročilo veliko oksida na vzorcu in v tekočini ter povzročilo korozijo. Tako kot pri aluminiju se je tudi pri nerjavečem jeklu pojavila korozija zaradi poškodbe zaščitne plasti oksidov (pasivna plast materiala) [6].

Prišel sem do ugotovitve, da ni vse odvisno od odpornosti materiala na korozijo, ampak je odvisno tudi od tekočine, v kateri se material nahaja, ter kako nanjo deluje.

2. Korozija se bo najhitreje pojavila v morski vodi.

Hipotezo, da se bo korozija najhitreje pojavila v morski vodi, sem ovrgel, saj se je pri skoraj vseh materialih korozija najhitreje pojavila v čistilu – belilu (4-odstotni natrijev hipoklorit) takoj ob stiku z materialom. Presenetilo me je pa, da se je korozija pojavila najhitreje v čistilu, saj sem pričakoval hitrejšo korozijo v morski in mineralni vodi, saj je

v njih veliko mineralov. Do te hipoteze sem prišel s tem, ker sem dobil podatke, da morska voda zelo hitro povzroči korozijo. Pri tem sem ugotovil, da lahko imajo različna čistila velik vpliv na korozijo, saj poškodujejo površino materiala in s tem pospešijo korozijo. Korozija se tam pojavi hitreje kot v ostalih tekočinah, kot so morska voda in mineralna voda. Dober primer je korozija aluminija, saj je zaradi čistila – belila (4-odstotni natrijev hipoklorit) hitro razpadel, sama tekočina pa se je obarvala vijolično. Aluminijevo korozijo je povzročil razpad zaščitne plasti iz oksidov, čeprav je čisti aluminij sam po sebi dokaj odporen na korozijo [5]. Aluminij in njegove zlitine namreč nimajo dobre korozijske odpornosti v nekaterih alkalijah. Raztopine natrijevega in kalijevega hidroksida zelo agresivno delujejo na aluminij [3].

3. Pri izpostavljenosti kovinskega materiala v kisu in kokakoli ne bo pojava korozije

Hipotezo, da pri izpostavljenosti kovinskega materiala v kisu in kokakoli ne bo pojava korozije, lahko potrdim in delno tudi ovržem, saj se je samo na aluminiju v kisu (ocetni kislini) pojavila korozija v obliki potemnitve materiala. Materiali, izpostavljeni kokakoli, niso pričeli korodirati. Ker me je zanimalo, zakaj, sem zadevo preveril na spletu. Ker je kokakola gazirana pijača, ji omogoča, da se veže v kovinske okside, s tem pa razbija rjo na različnih kovinah in zlitinah. Vsebuje fosforno kislino, ki ji daje moč za razbijanje rje, medtem ko vsebnost citronske kisline pomaga pri odstranjevanju madežev. V primerjavi s praviimi čistili ne vsebuje toliko fosforne kisline, zato deluje počasneje [8].

5 ZAKLJUČEK

Korozija je eden največjih problemov sodobnega časa. Z njo se srečujemo povsod v življenju. Prav zaradi korozije se je že zgodilo veliko katastrof v proizvodnjah in tudi porušnja več zgradb. Korozijo sem raziskoval zato, ker mi je bila zanimiva tema.

Na podlagi tega sem naredil eksperiment s tem, da sem različne kovinske materiale položil v različne tekočine in opazoval nastanek korozije. Po eksperimentu sem korozijo na različnih kovinah med seboj primerjal. Najbolj me je navdušila korozija aluminija v čistilu – belilu, saj je korodiral zelo zanimivo, barvito in neverjetno hitro.

Med delom sem dobil veliko novega znanja in informacij na temo kovin in korozije. Poleg primerjanja korozije bi v nadaljevanju lahko še dodal tudi primerjanje lastnosti kovinskih materialov in tekočin. Zelo zanimivo pa bi bilo opazovati tudi vpliv različnih čistil na nastanek in potek korozije. Zanimivo mi je bilo tudi spoznanje, da pod določenimi pogoji korodira tudi nerjaveče jeklo – »rostfrei«. Med raziskovanjem sem izvedel marsikaj zanimivega, med tem tudi dejstvo, da bo zaradi korozije kmalu izginila potopljena ladja Titanik.

6 LITERATURA

- [1] Višja šola Ravne. Korozija. Dostopno na:
<http://visjasolaravne.si/files/2018/11/Korozija.pdf>
(ogled 28. 12. 2020).
- [2] Sij Acroni. Korozijski laboratorij. Dostopno na:
<https://sij.acroni.si/sl/storitve/raziskave-in-razvoj/korozijski-laboratorij/>
(ogled 28. 12. 2020).
- [3] Univerza v Ljubljani Fakulteta za pomorstvo in promet. Učno gradivo Korozija in zaščita materialov. Dostopno na:
https://www.fpp.unilj.si/mma/Korozija_kovin.pdf/2019051313253400/?m=1557746734
(ogled 4. 1. 2021).
- [4] Wikipedija. Korozija. Dostopno na:
https://sl.wikipedia.org/wiki/Korozija#Kemija_korozije
(ogled 4. 1. 2021).
- [5] Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo. Korozija aluminija in njegovih zlitin. Dostopno na:
http://www.dvts.si/arhiv/2016/2016_2_600dpi/2016_2_2_600dpi.pdf
(ogled 15. 2. 2021).
- [6] Klingspor. Ali lahko nerjaveče jeklo rjavi? Dostopno na:
<https://www.klingspor.si/znanje-o-brusenju/kann-nichtrostender-stahl-rosten>
(ogled 15. 2. 2021).
- [7] Po pripovedovanju očeta Janeza Ceraja.
- [8] CarHop.What Makes Coca-Cola Such an Effective Cleaner?
<https://www.carhop.com/how-to-use-coca-cola-to-get-rid-of-car-rust/>
(ogled 15. 2. 2021).
- [9] Avtor slike na naslovni strani je Martin Ceraj.