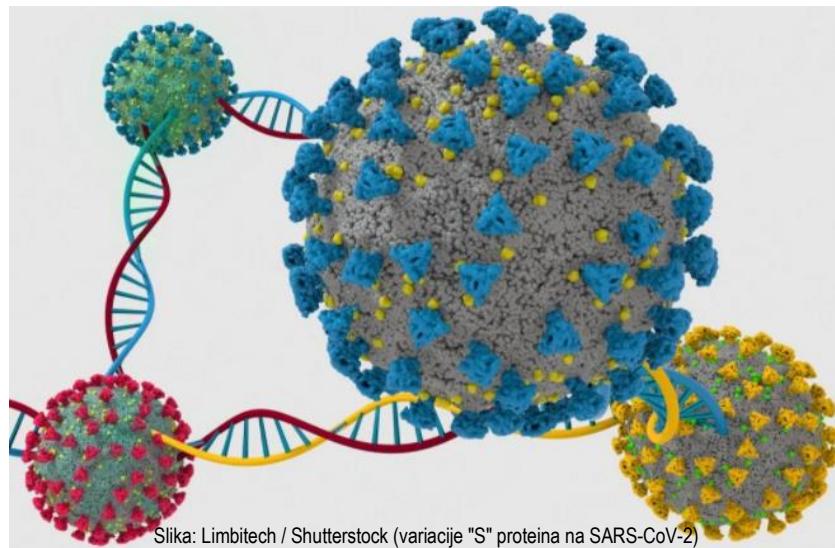




"Srečanje mladih raziskovalcev Slovenije 2022"



Naslov naloge: **SAMO TEST, A NE?**

Področje: **KEMIJA in KEMIJSKA TEHNOLOGIJA**

Avtor: Patrick Rožič, 9. razred, OŠ Kungota

Mentorica: Zdenka Keuc, prof.

Zg. Kungota, 1. marec 2022

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	5
ABSTRACT	5
1 UVOD	6
1.1 Namen naloge	8
1.2 Hipoteze	9
1.3 Načrtovane metode dela	11
2 TEORETIČNO OZADJE	11
2.1 Samotestiranje	12
2.1.1 Testni kompleti za samotestiranje na SARS-CoV-2	12
2.2 Etilen oksid (EO)	13
2.2.1 Fizikalno-kemijske lastnosti ETILEN OKSIDA	13
2.2.2 Uporaba etilen oksida	14
2.2.3 Prisotnost etilen oksida v prehranskih verigah	15
2.2.4 Akutni in kronični učinki etilen oksida	16
2.3 Sterilizacija	16
2.4 Sestava in oblika sterilnih palčk za odvzem brisa	20
3 PRAKTIČNI DEL	21
3.1 Metodologija dela	21
3.2 Anketa	21
3.3 Opis palčk za samotestiranje	22
3.4 Kvalitativni dokaz za prisotnost etilen oksida v ekstrakcijski raztopini – kondenzacijska polimerizacija	22
3.5 Poskus Kvantitativnega dokaza etilen oksida v ekstrakcijski raztopini etanola	24
3 REZULTATI LABORATORIJSKEGA DELA	25
4.1 Lastnosti testnih palčk	25
4.2 Ekstrakcijske raztopine in polimerizacija	25
4.3 Rezultati plinske kromatografije	28
4.4 Zaključki eksperimentalnega dela	29
4.5 Rezultati ankete	30
5 ZAKLJUČKI	47
6 DRUŽBENA ODGOVORNOST	48
7 UPORABLJENA LITERATURA	50
8 PRILOGE	52

Kazalo preglednic

Preglednica 1. Info karta za etilen oksid.....	13
Preglednica 2. Pogoji za izvedbo plinske kromatografije	24
Preglednica 3. Opis vseh treh tipov testnih palčk.....	25
Preglednica 4. Tip testne palčke 1 v različnih topilih	25
Preglednica 5. Tip testne palčke 2 v različnih topilih	26
Preglednica 6. Tip testne palčke 3 v različnih topilih	26
Preglednica 7. Rezultati poskusa z anhidridom ftalne kisline	26
Preglednica 8. Masa polimera v epruvetah z glikolom	27
Preglednica 9. Razporeditev anketirancev po razredih od 4. do 9. razreda.....	31
Preglednica 10. Število učencev, ki so si ogledali predstaviti video Nacionalni inštitut za javno zdravje) NIJZ	31
Preglednica 11. Število učencev, ki se redno samotestira, ker nimajo pogoja PC.....	32
Preglednica 12. Ali bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci?	33
Preglednica 13. Ali si pred samotestiranjem učenci izpihajo nos?	34
Preglednica 14. Čas, potreben za samotestiranje.....	34
Preglednica 15. Globina odvzema brisa (vzorca).....	35
Preglednica 16. Ali je potrebno vzeti bris iz obeh nosnic?	35
Preglednica 17. Raznolikost uporabljenih testnih kompletov	36
Preglednica 18. Zanesljivost testa za samotestiranje	37
Preglednica 19. Potencialno nevaren del testnega kompleta	38
Preglednica 20. Kateri del testnega kompleta mora biti sterilен?	38
Preglednica 21. Kako vemo, da samotestiranje izvajamo pravilno?	39
Preglednica 22. Ali poznaš pomen oznake CE na testnem kompletu za samotestiranje?	40
Preglednica 23. Kaj pomeni oznaka "EO"?	41
Preglednica 24. Ali so testni kompleti na Covid-19 točkah identični tistim, ki jih uporabljamo za samotestiranje?	41
Preglednica 25. Zakaj se samotestiranje učencev izvaja v šoli in ne doma?	42
Preglednica 26. Kateri ukrep za zaježitev širjenja virusa je najbolj učinkovit?	42
Preglednica 27. Zmožnost pravilne interpretacije samotestiranja	44
Preglednica 28. Namen uporabe etilen oksida pri pripravi testnega kompleta	45
Preglednica 29. Kaj pomeni izraz kancerogena in teratogena snov?	45
Preglednica 30. Pomen izraza "sterilizacija"	46
Preglednica 31. Kaj pomeni izraz vodikov oksid?	46

Kazalo grafov

Graf 1. Rast okužb na OŠ Kungota po 1. 1. 2022	7
Graf 2. Razporeditev anketirancev po starostnih skupinah od 10 do 14 let	31

Graf 3. Število učencev, ki si je ogledalo predstavitveni video NIJZ o samotestiranju po razredih	32
Graf 4. Ali bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci?	33
Graf 5. Čas, potreben za samotestiranje.....	34
Graf 6. Potencialno nevaren del testnega kompleta	37
Graf 7. Kateri del testnega kompleta mora biti sterilен?.....	39
Graf 8. Kako vemo, da samotestiranje izvajamo pravilno?	40
Graf 9. Kateri ukrep za zaježitev širjenja virusa je najbolj učinkovit?	43
Graf 10. Pravilno interpretacija rezultatov testa	44

Kazalo slik

Slika 1. Stanje Covid-19 v Sloveniji (vir: https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats) na dan 10. 2. 2022	6
Slika 2. Stanje Covid-19 v Svetu (vir: https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats) na dan 18. 1. 2022	8
Slika 3. Število okuženih s SARS-CoV-2 na dnevni ravni v Sloveniji (vir: https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats; 2022)	11
Slika 4. Primer kompleta za samotestiranje na SARS-CoV-2.....	13
Slika 5. Sinteza etilen oksida iz etena (ECHA, 2021).....	14
Slika 6. Pretvorba etilen oksida v etan-1,2-diol (ECHA, 2021).....	14
Slika 7. Sinteza poliestra s pomočjo ftalanhidrida.	14
Slika 8. Sterilizacija medicinskih pripomočkov (Stojanovič Pevc, 2021).....	17
Slika 9. Metode sterilizacije (Stojanovič Pevc, 2021).....	17
Slika 10. Informacije na palčkah za odvzem brisa.....	17
Slika 11. Opis dela s palčko.	18
Slika 12. Nizko in visoko temperaturne metode sterilizacije (Stojanovič Pevc, 2021)	19
Slika 13. Primer palčke za odvzem brisa.....	20
Slika 14. Različne oblike glavnega dela palčke za odvzem brisa (Tooker s sod., 2021).	20
Slika 15. Tipi palčk za samotestiranje, ki smo jih uporabili v raziskavi	22
Slika 16. Ekstrakcija EO iz površine palčk za odvzem brisa	23
Slika 17. Mini plinski kromatograf (mini GC)	24
Slika 18. Rezultati polimerizacije ekstrakcijskih raztopin	27
Slika 19. Kromatogram za čisti etanol (rdeča krivulja) in ekstrakt iz palčke tipa 1 (modra krivulja)	28
Slika 20. Kromatogram za ekstrakt iz palčke tipa 2 (modra krivulja) in palčke tipa 3 (rdeča krivulja)	28
Slika 21. Kromatograma za etilen glikol pri tlaku 3,5 kPa in 7 kPa.....	29
Slika 22. Kromatogram posnet ob spiranju kolone plinskega kromatografa onesnaženega z glikolom	29
Slika 23. Rezultati samotestiranja	43
Slika 24. Povečanje volumna komunalnih odpadkov, kot posledica samotestiranja učencev in razkuževanja v šoli.	48

POVZETEK

Preučevali smo pravilnost izvajanja samotestiranje učencev od 5. do 9. razreda na OŠ Kungota, kako dobro učenci poznajo testne komplete in koliko, če sploh, je etilen oksid še prisoten na testnih palčkah za jemanje brisov (vzorcev). Anketo je reševalo 74 % vseh učencev OŠ Kungota od 5. do 9. razreda, 97 deklic in 89 fantov. Rezultati ankete kažejo, da si je le 20 % vseh učencev pred samotestiranjem ogledalo informativni video o pravilni izvedbi samotestiranja (NIJZ, 2021) in le 29 % anketiranih se je do samotestiranja, kot preventivnega ukrepa za preprečevanje okužb s SARS-CoV-2, opredelilo pozitivno. Izvedba samotestiranja je bil izvajana zelo površno, saj si je le 28,7 % učencev pred testiranjem izpihalo nosnici, le 17 % učencev je upoštevalo čas, v katerem naj bi se odčital rezultat testa, odčitavanje rezultatov testa je bilo prehitro, jemanje brisov pa v 41 % odvzetih vzorcev preplitvo. Nadzorna funkcija učiteljev ni vplivala na pravilen odvzem brisov niti na pravilno izvedbo samotestiranja. Edini del testnega kompleta, ki je bil za potrebe kemične sterilizacije obdelan z nevarnim etilen oksidom je bila palčka za jemanje brisov. S pomočjo ekstrakcije trdno-tekoče, izvedbo reakcije polimerizacije ter plinske kromatografije smo zaključili, da etilen oksid na palčkah za samotestiranje ni bil več prisoten, kar je pomenilo, da je bila izvedba testa s tega vidika za učence neškodljiva. Splošna izobraženost učencev, povezana z uporabo testnih kompletov, je zaskrbljujoče nizka. Učenci ne poznajo pomena osnovnih izrazov, vključno s kemijskim imenom za vodo.

Ključne besede: samotestiranje učencev, testni kompleti, etilen oksid

ABSTRACT

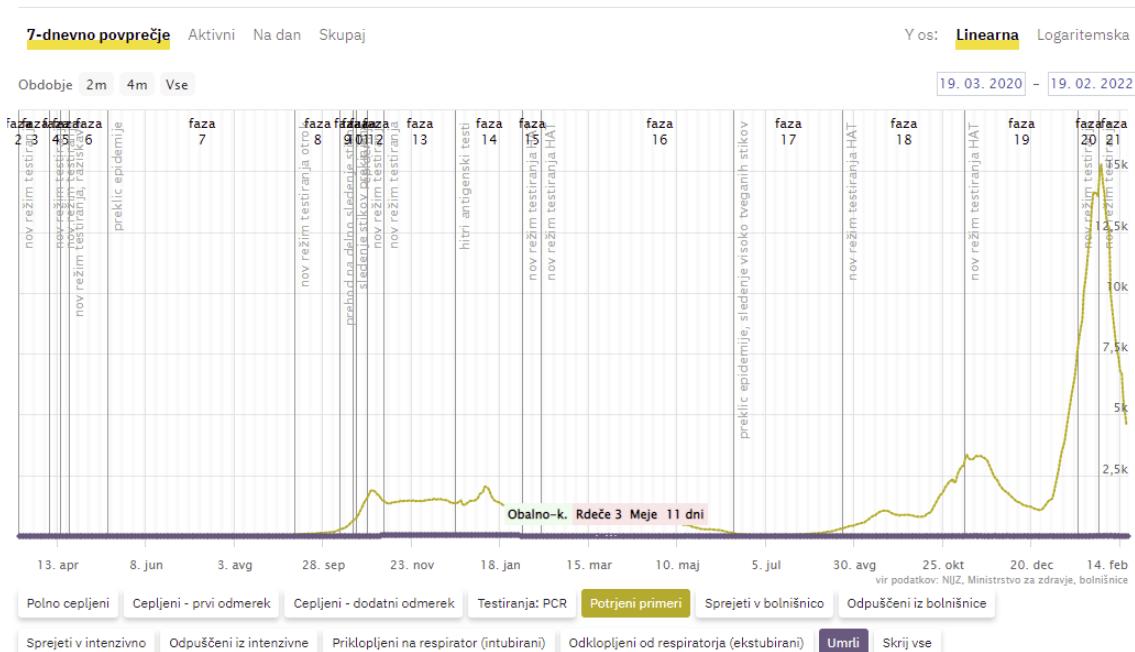
We investigated how well the self-testing of pupils from 5th to 9th grade is carried out at Kungota Primary School, how well pupils know the test kits and how much if any, ethylene oxide is still present on the test's swab stick. The survey was completed by 74% of all pupils at Kungota Primary School, from 5th to 9th grade, 97 girls and 89 boys out of 251 students. The results of the survey shown that only 20% of all pupils watched the information video before self-testing (NIJZ, 2021), and only 29% had a positive attitude towards self-testing as a preventive measure against SARS-CoV-2 infections. The implementation of self-testing was very superficial, with only 28.7% of students blowing their nostrils before testing, and only 17% of students considering the time at which the test result should be read. The reading of the test results was too fast, and the swabbing was too shallow in 41% of the samples taken. Teachers' supervision did not influence the correct collection of swabs or the correct performance of the self-test. The only part of the test kit that was treated with hazardous ethylene oxide for chemical sterilization was the swabbing stick. By means of solid-liquid extraction, polymerisation reaction and gas chromatography, it was concluded that ethylene oxide was no longer present on the swab sticks, which meant that the performance of the test was, from this point of view, harmless to the pupils. The general education of the pupils related to the use of the test kits is worryingly low. Pupils do not know the meaning of basic terms, including the chemical name for water.

Key words: self-testing of pupils, test kits, ethylene oxide

1 UVOD

Hitri antigenski test za SARS-CoV-2, ki smo jih od 17. 11. 2021, za potrebe samotestiranja, uporabljali vsi učenci osnovne šole, predstavljajo enostopenjski *in vitro* test, ki temelji na imunokromatografiji. Zasnovan je za hitro **kvalitativno** določanje antigena virusa SARS-CoV-2 v brisih iz sprednjega dela nosne votline, pri osebah s sumom na COVID-19, v **prvih sedmih dneh** po pojavu simptomov.¹ Test naj bi bil učinkovit indikator tudi pri asimptomatičnem poteku bolezni.² Za Covid-19 so zboleli tudi sošolci, ki so bili cepljeni ali prebolevniki.

V času, ko nastaja zapis te raziskovalne naloga, smo bili sredi t.i. 5. vala, kjer je bilo število okuženih na dnevni ravni zelo visoko. PCR testov, opravljenih v Sloveniji na dan 17. 1. 2022, je bilo 13.803 in od tega 61,2% pozitivnih ali 8.681 oseb³. Vrh smo dosegli 28.1. 2022 z 22.650 opravljenih PCR testov in med njimi 16.896 potrjenih primerov, kar je predstavlja 74,5 % vseh odvzetih vzorcev (Covid-19 sledilnik, 2022). Do 17. 1. 2022 je Covid-19 prebolel skoraj vsak četrti državljan Slovenije (465.3000), skupno število umrlih je 5.705 (slika 2).



Slika 1. Stanje Covid-19 v Sloveniji (vir: <https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats>) na dan 10. 2. 2022

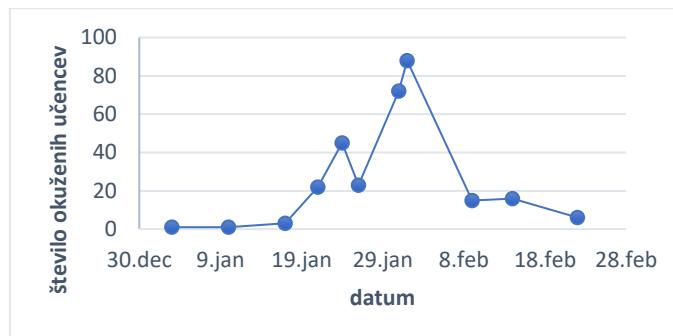
¹ Hitri antigenski test za SARS-CoV-2 se ne sme uporabljati kot edina osnova za diagnozo ali izključitev okužbe s SARS-CoV-2. Potrditev pozitivnega hitrega antigenskega testa (HAGT) je test s PCR (ang. *polymerase chain reaction*) (NIJZ, 2021).

² Najpomembnejši simptomi vključujejo: zvišano telesno temperaturo, utrujenost ter suh kašelj. V nekaterih primerih so zaznali tudi simptome, kot so zamašen nos, izcedek iz nosu, bolečina v grlu, bolečine v mišicah in driska (NIJZ, 2021).

³ Na isti dan (17. 1. 2022) je Kitajska, kjer naj bi novi korona virus izbruhnil, imela 171 novih primerov (opomba avtorja povzete iz Covid 19 sledilnika).

Odlok vlade⁴ z dne 17. 1. 2022 je pri izjemah od karantene in vsakodnevnega samotestiranja izvzel učence (in dijake), če so preboleli COVID-19 in je od pozitivnega rezultata testa PCR minilo manj kot 45 dni ali pa so preboleli COVID-19 in bili dvakrat cepljeni.

Z 31. 1. 2022 smo prešli na nov režim testiranja. Covid-19 je bil potrjen že s hitrim antigenskim testom za SARS-CoV-2. Potrditev pozitivnega hitrega antigenskega testa (HAGT) s PCR ni bila več nujno potrebna za vse, ki so imeli lažji potek bolezni. 2. 2. 2022 je sledil vrh 5. vala okužb z 24.185 dnevno potrjenih primerov. Podobne trende smo beležili tudi na OŠ Kungota.

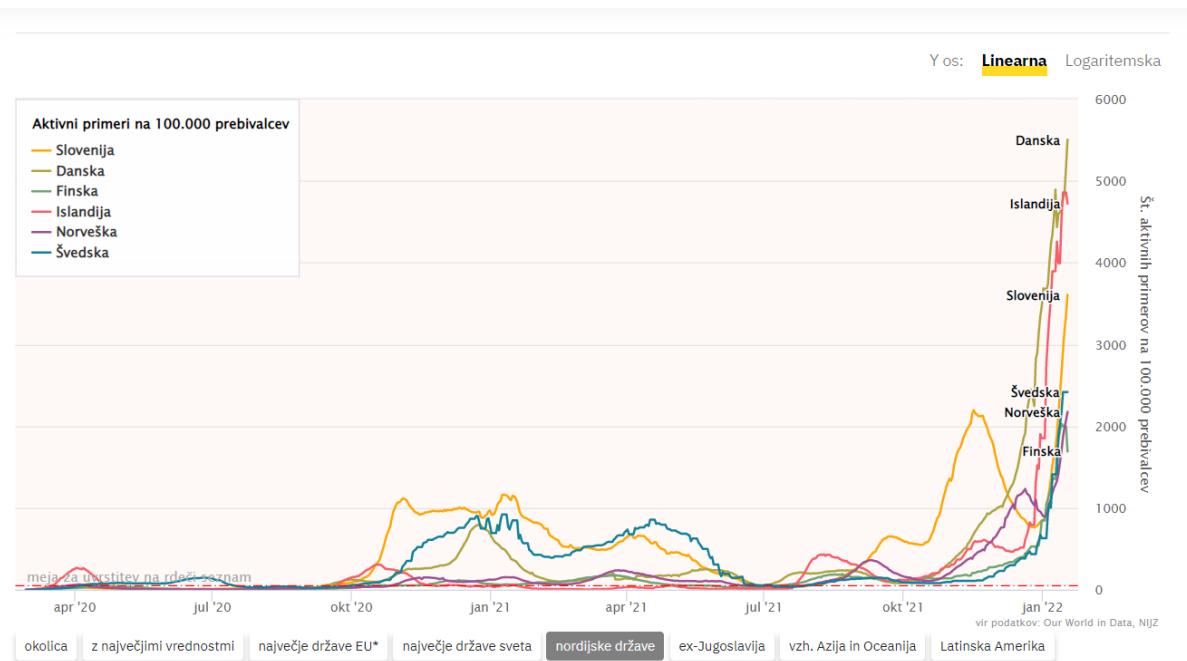


Graf 1. Rast okužb na OŠ Kungota po 1. 1. 2022 (lasten vir)

Slika 2 kaže primerjavo aktivnih primerov na 100.000 prebivalcev v Sloveniji z nordijskimi državami, kjer je precepljenost prebivalstva, v primerjavi s Slovenijo, zelo visoka. Kot vidimo, imata na dan 18. 1. 2022, na dnevni ravni več okužb le Danska in Islandija. Po podatkih Svetovne zdravstvene organizacije⁵ (*World Health Organisation - WHO, 2022*) je bilo na Danskem na dan 18. 1. 2022 polno cepljenih (z dvema odmerkoma ali več) 80,4 % vseh prebivalcev, na Islandiji 77,4 %, kar je precej več kot v Sloveniji (57,3 %). Zdi se, da cepivo proti vsem novim različicam korona virusa ni ščitilo v kontekstu preprečevanja širjenja okužb. Zagotovo pa je pomagalo pri lažjem poteku bolezni, kar se je odražalo v nižjem številu hospitaliziranih in umrlih oseb (Covid-19 sledilnik, 2022). Zato so splošni ukrepi, kot je ohranjanje fizične razdalje, zračenje, higiena rok in kašlja ter seveda (samo)testiranje, ostali dlje kot v nordijskih državah.

⁴ Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o izjemah od karantene na domu po visoko tveganem stiku s povzročiteljem nalezljive bolezni COVID-19 in Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o začasnih ukrepih za preprečevanje in obvladovanje okužb z nalezljivo boleznjico COVID-19. Obe spremembi sta objavljeni v Uradnem listu RS, št. 8/22 z dne 17. 1. 2022.

⁵vir: <https://www.nytimes.com/interactive/2021/health/coronavirus-variant-tracker.html> (povzeto 18. 1. 2022)



Slika 2. Stanje Covid-19 v Svetu (vir: <https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats>) na dan 18. 1. 2022

1.1 NAMEN NALOGE

Tema raziskovalne naloge se je ponujala sama. Ker smo se skoraj vsi učenci od 6. leta dalje v šoli trikrat tedensko samotestirali, me je zanimalo:

1. Kako samotestiranje poteka in predvsem ali je odvzem brisa (vzorca) izveden pravilno, saj je to ključnega pomena za pravilen rezultat samotestiranja. Dejstvo je, da je bilo za celotno obdobje obveznega samotestiranja na trgu mogoče dobiti veliko število kompletov za samotestiranje, posledično smo učenci morali biti seznanjeni z različnimi zahtevami proizvajalcev, predvsem pa smo morali uporabljati veljavne testne komplekte. Zanimalo me je, kako uspešni smo bili pri tem?
2. S 17. 1. 2022 je začelo veljati pravilo,⁶ da izjema od napotitve v karanteno na domu velja tudi za učence in dijake, ki so imeli visokorizični stik v vzgojno-izobraževalnem zavodu, razen kadar je v posameznem oddelku potrjena okužba pri več kot 30 % učencev oziroma dijakov. Ti učenci in dijaki so se morali v obdobju sedmih dni od visokorizičnega stika v šoli⁷ **vsakodnevno** samotestirati. S tem se je število testov, ki smo jih učenci opravili na teden, bistveno povečalo in s tem tudi uporaba palčk za odvzem brisov, ki so sterilizirane z etilen oksidom (v nadaljevanju EO). Slednjega evropska agencija za zdravila (EMA) uvršča med kancerogene in teratogene snovi (Bolt, 2007). Posledično je ob začetku samotestiranja veliko nasprotnikov tega ukrepa

⁶ Odlok o izjemah od karantene na domu po visoko tveganem stiku s povzročiteljem nalezljive bolezni COVID-19 (Uradni list RS, št. 87/21, 132/21, 144/21, 149/21, 164/21, 190/21, 200/21 in 2/22).

⁷ Prav tako velja izjema za predšolske otroke, ki so imeli visokorizični stik v vrtcu, razen kadar je v posameznem oddelku potrjena okužba pri več kot 30 odstotkih otrok, kar je precej nerealna ocena, saj je število PCR testov opravljenih pri predšolskih otrocih izjemno nizko (tudi ob znakih okužb). – opomba avtorja.

navajalo dejstvo, da lahko pogosta uporaba palčk za odvzem vzorca bistveno poslabša zdravje samotestirancev. To bi bilo mogoče samo, če je EO v času izvedbe samotesta še vedno prisoten na testnih palčkah. Zanimalo me je koliko, če sploh, je EO prisoten v palčkah za samotestiranje ("tedenski" odmerek).

3. EO zaradi svojih bazičnih lastnosti reagira s proteini (Wilson-Wilde s sod., 2016). Na tej osnovi temelji njegova "sterilizacijska funkcija" oz. zmožnost preprečevanja rasti mikroorganizmov. Predvideval sem, da bi zato lahko reagiral tudi z virusno dezoksiribonukleinsko kislino (v nadaljevanju DNK), v kolikor bi preostanki EO še bili na palčkih za odvzem brisa. Posledično bi bili rezultati brisa lažno negativni. Količina EO, ki bi po sterilizaciji palčk za odvzem brisa ostala na palčki, je zato pogojena tudi s sestavo tistega dela palčke ("glava"), s katero se bris odvzame. Že s prostim očesom sem opazil, da ta del palčke ni pri vseh testnih kompletih enak, niti po dolžini, niti debelini, niti po otipu.

1.2 HIPOTEZE

Hipoteza 1: Učenci, ki se redno samotestirajo, v vsaj 90 % verjamejo, da je samotestiranje za SARS-CoV-2 eden najbolj učinkovitih ukrepov za preprečevanje širjenja okužb s tem virusom.

Razlaga hipoteze: Po uvedbi obveznega samotestiranja v šolah, večina učencev ni nasprotovala temu ukrepu. Tudi v času izvajanja samotestiranja ne opažam odpora ali neprimernega odnosa učencev do tega ukrepa.

Hipoteza 2: Učenci so v več kot 90 % seznanjeni s protokolom samotestiranja⁸ in ga pravilno izvajajo.

Razlaga hipoteze: Učencem (in vsem staršem) je vodstvo šole 15. 11. 2022 poslalo natančen protokol testiranja, ki je vključeval tudi kratek video, posnet s strani Nacionalnega instituta za javno zdravje (v nadaljevanju NIJZ), ki prikazuje pravilno samotestiranje. Vsi učenci so prejeli tudi info grafiko samotestiranja (priloga 1).

Hipoteza 3: Vsaj 90 % učencev si pred samotestiranjem izpiha obe nosnici.

Razlaga hipoteze: Izpihanje nosnic ni predpisano s protokoli Ministrstva za zdravje, je pa priporočeno v navodilih testnih kompletov za samotestiranje in lahko vpliva na rezultat testa.

Hipoteza 4: Učenci pri samotestiranju bris odvzamejo 2-3 cm globoko v vsaki nosnici.

Razlaga hipoteze: Različni proizvajalci priporočajo, da je potrebno odvzeti bris v poprečju 2,5 cm globoko, drugače je odvzem vzorca nepravilen.

Hipoteza 5: Učenci vedo, da mora palčka za samotestiranje biti sterilna in se glave palčke ne smejo dotikati med samotestiranjem.

⁸ Protokol šole je v Prilogi 2 (opomba avtorja).

Razlaga hipoteze. Glava testne palčke mora ostati sterilna, saj vsako onesnaženje vzorca lahko prispeva k lažnemu rezultatu samotestiranja.

Hipoteza 6. Vsaj 90 % učencev ve, da mora imeti njihov testni komplet za samotestiranje oznako CE in odtisnjeni datum veljavnosti testa. Oznaka CE kaže, da je proizvajalec za izdelek izvedel postopek ugotavljanja skladnosti in da izdelek izpolnjuje vse zahteve EU glede varnosti ter varovanja zdravja in okolja⁹.

Razlaga hipoteze: Samotestiranje na SARS-CoV-2 poteka z verificiranimi hitrimi antigenskimi testi na SARS-CoV-2, ki so varni za uporabo, če se uporabljajo skladno z navodili proizvajalca.

Hipoteza 7. Vsaj 50 % učencev ve, kaj pomeni oznaka EO na testnih palčkah za samotestiranje, kjer je bil etilen oksid najbolj sporna kemikalija in očitek nasprotnikov samotestiranja učencev.

Razlaga hipoteze: Nasprotniki samotestiranja otrok so kot enega glavnih vzrokih navajali prisotnost EO na palčkah za samotestiranje in možnost poškodovanja nosne sluznice.

Hipoteza 8. Učenci 100 % pravilno interpretirajo rezultate samotestiranja.

Razlaga hipoteze: Na vseh testnih kompletih je interpretacija testnih rezultatov jasno prikazana in med testnimi kompleti ni razlik. Rezultat pomaga odčitati tudi nadzorni učitelj.

Hipoteza 9. Razlike v splošni izobraženosti učencev glede funkcije in sestave kompletov za samotestiranje so v pozitivni korelaciji s starostjo učencev. Starejši učenci bolj pravilno odgovarjajo na vprašanja.

Razlaga hipoteze: Mlajši učenci slabše poznajo sestavo testnih kompletov kot starejši. Med spoloma ne pričakujemo razlik. Razlike v poznavanju testnih kompletov lahko pričakujemo glede na poprečno doseženo skupno oceno v preteklem šolskem letu in starost učencev.

Hipoteza 10. Količina etilen oksida, ki bi lahko prodrla v telo iz palčk za samotestiranje, ne more ogrožati zdravja uporabnikov.

Razlaga hipoteze: Koncentracija EO je pod mejo detekcije in morebitnega slabega počutja¹⁰ ni mogoče povezati z uporabo testnih palčk. Vsi testi, ki smo jih učenci uporabljali za samotestiranje, so imeli oznako CE. Oznaka EO na embalaži testnih kompletov ne pomeni, da paličice etilen oksid dejansko vsebujejo ali so z njim prevlečene, temveč nam pove, da so bile z njim sterilizirane.

⁹ Oznaka je obvezna za vse izdelke, proizvedene kjerkoli v svetu in ki se tržijo v EU (vir:

https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_sl.htm), povzeto 1. 2. 2022

¹⁰ akutni učinki EO lahko povzročijo boleče grlo, težko dihanje, pekoče oči, zamegljen vid, omotico, glavobol, krče, bruhanje, možnost splava, degeneracijo mod, znižano koncentracijo semenčic (vir: www.roadmaponcarinogens.eu/ethylenoxide) (povzeto 11. 1. 2022).

1.3 NAČRTOVANE METODE DELA

Za potrebe te raziskovalne naloge sem najprej **preučil**:

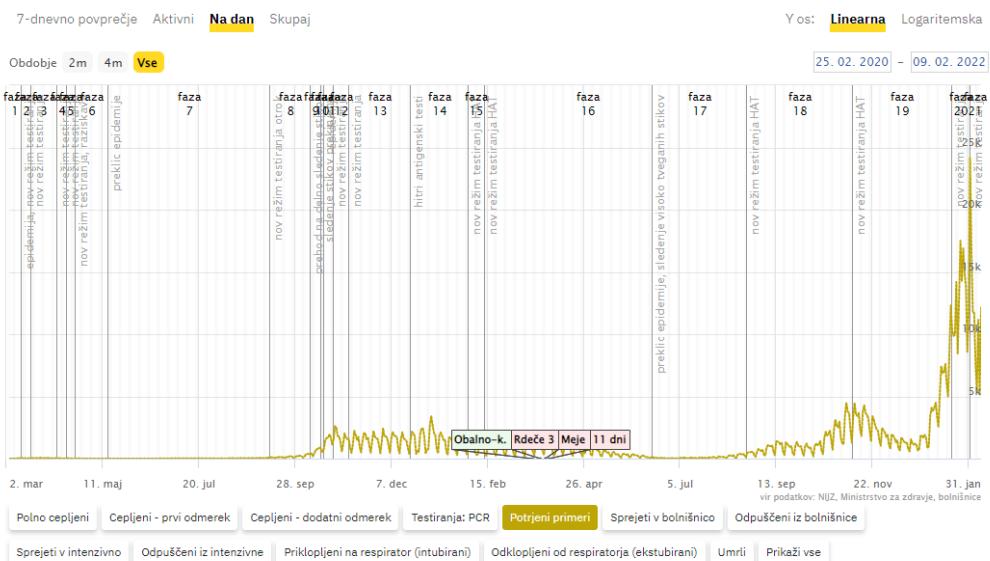
- protokole za samotestiranje, ki jih različni proizvajalci testnih kompletov zahtevajo,
- načine sterilizacije testnih palčk in
- oblike testnih palčk, s poudarkom na delu, ki je prirejen za odvzem vzorca.

Da bi dobili vpogled v kakovost izvedbe samotestiranja, sem med učenci od 5.-9. razreda **izvedel anketo** na to temo in s tem pridobili podatke za potrditev ali zavrnitev hipoteze od 1 do 9.

Hipotezo 10 sem preverili z laboratorijskim delom, kjer sem s pomočjo **ekstrakcije** (trdno – tekoče) s površine palčk najprej (poskušal) ekstrahirati EO s tremi topili: vodo, etanolom in etilen glikolom (etan-1,2-diol). EO je sicer dobro topen v vodi, pri tem nastane etandiol. Ker smo za morebitni kvantitativni del analize imeli na voljo le mini GC (ang. *mini gas chromatograph*) Vernier, ki kot nosilni plin uporablja zrak, kolona pa ne dopušča uporabo vode, sem kot topilo uporabil še 96 % etanol. Etilen glikol je bil uporabljen z namenom kontrole.

2 TEORETIČNO OZADJE

Na sliki 3 vidimo porast okužb na dnevni ravni za Slovenijo v povezavi z ukrepi, ki jih je sprejemala Vlada RS za zaježitev širjenja okužb od 25. 2. 2020 do 9. 2. 2022 (<https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats>, 10. 2. 2022). Kot vidimo iz slike 3, prvi in drugi val po številu okužb nista primerljiva s tretjim in slednja s petim valom, ki je po številu okužb presegel vse ostale. Po prvem in drugem valu je v juniju 2021 bila epidemija preklicana. Zakaj ob mnogo večjem številu okužb v mesecih, ki so sledili, pandemija ni bila ponovno razglašena, je edina razloga v lastnostih posameznih mutiranih različic virusa.



Slika 3. Število okuženih s SARS-CoV-2 na dnevni ravni v Sloveniji (vir: <https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats>; 2022)

Iz slike 3 vidimo, da smo v začetku septembra 2021 prešli na nov način samotestiranja s hitri antigenskimi testi (HAT), ki je sredi novembra postali obvezen za vse šolajoče učence in dijake (izjema polno cepljeni in prebolevniki). Po 18. 2. 2022 karantene zaradi okužbe z virusom ni bilo več. Iz grafa vidimo, da je bil ta ukrep sprejet v času, ko je bilo na dnevni ravni število okuženih bistveno višje kot v času drugega popolnega zaprtja šol - v času od novembra 2020 do februarja 2021.

2.1 SAMOTESTIRANJE

Protokol samotestiranja učencev (Ministrstvo za zdravje, 10. 11. 20221; v nadaljevanju Protokol¹¹) pravi, da redno samotestiranje na SARS-CoV-2 predstavlja **presejalni program**, ki omogoča hitro identifikacijo asimptomastkih oseb in oseb v predsimptomatskem obdobju, njihov **hiter umik in s tem prekinitev širjenja** okužbe s koronavirusom. Postopek samotestiranja na SARS-CoV-2 je moral biti opravljen v prostorih vzgojnoizobraževalnih zavodov (v nadaljevanju: VIZ). Sprva so se samotestirali učenci, ki niso bili polno cepljeni in niso preboleli COVID-19 ali niso bili polno cepljeni in so preboleli COVID-19, od okužbe pa je minilo več kot šest mesecev; zaradi naraščajočih okužb smo se v drugi polovici januarja in prvi polovici februarja testirali (skoraj) vsi učenci in vsi učitelji.

Samotestiranje na SARS-CoV-2 mora biti izvedeno z verificiranimi hitrimi antigenskimi testi na SARS-CoV-2 (z oznako CE). Učitelj/oseba, ki je spremjal testiranje, je ves čas nosil masko in se nam je lahko približal v neposredno bližino le v primeru, ko je to bilo nujno. Beseda "nujno" ni bila opredeljena in učitelji so se praviloma približali učencem le v času beleženja rezultatov ter pospravljanja odpadkov, ki so pri tem nastali. Samotestiranje je torej bilo res samotestiranje učencev in rezultat samotestiranja v celoti odvisen od pravilne izvedbe učencev samih.

2.1.1 TESTNI KOMPLETI ZA SAMOTESTIRANJE NA SARS-COV-2

Testni kompleti, ki jih uporabljamo učenci, so sestavljeni iz:

- slovenskih navodil za uporabo (1),
- testne ploščice (2),
- puferne raztopine (s kapalko) (3),
- testne palčke (sterilni bris) (4),
- vrečke za biološko nevarne odpadke (5).

Simbolični primer je predstavljen na sliki 4.

¹¹ Šole pa lahko v internih dokumentih še bolj natančno opredelijo postopek samotestiranja (priloga 2). (opomba avtorja)



Slika 4. Primer kompleta za samotestiranje na SARS-CoV-2

2.2 ETILEN OKSID (EO)

2.2.1 FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI ETILEN OKSIDA

Preglednica 1. Info karta za etilen oksid¹²

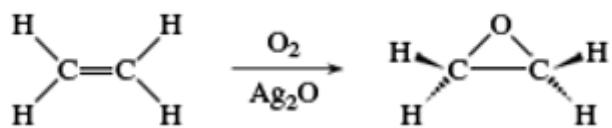
Molekulska formula	Skeletna formula	Oznake za nevarnost
C ₂ H ₄ O		

EO je nad 11°C gorljiv brezbarven plin in ima v strupenih odmerkih vonj po etru (European Medical Agency, 2021 (v nadaljevanju EMA)). Vrelišče etilen oksida je pri 0,8°C. Dobro se topi v vodo, etanolu in dietil etru in je v mešanici z zrakom lahko eksploziven, zato se uporablja mešanica EO in ogljikovega dioksida ali mešanica s fluoroogljikovo spojino (Barwell in Freeman, 1959).

Bazične lastnosti EO omogočajo vezavo na proteine ter molekuli DNK in RNK v človeškem telesu (EMA, 2017), zato mora biti izpostavljenost najnižja mogoča. Zaradi karcinogenosti, mutagenosti in genotoksičnosti EO je najvišja dovoljena koncentracija 1 ppm. Zgornja, še dopustna meja, je obenem tudi najnižja meja detekcije (European Chemicals Agency, ECHA, 2021).

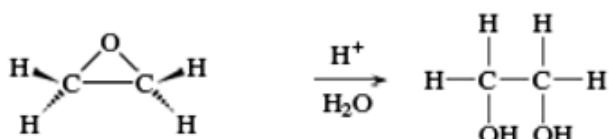
Etilen oksid nastane v procesu oksidacije etena (ECHA, 2021) (Slika 5).

¹² vir: https://echa.europa.eu/substance-information-/substanceinfo/100.000.773?_dissubsubinfo_WAR_dissubsubinfoportlet_backURL=https%3A%2F%2Fecha.europa.eu%2Fsearch-for-chemicals%3Fp_p_id%3Ddissimplesearch_WAR_disssearchportlet%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26_dissimplesearch_WAR_disssearchportlet_sessionCriteriaId%3DdissSimpleSearchSessionParam101401642535071136 (povzeto 17. 1. 2022).



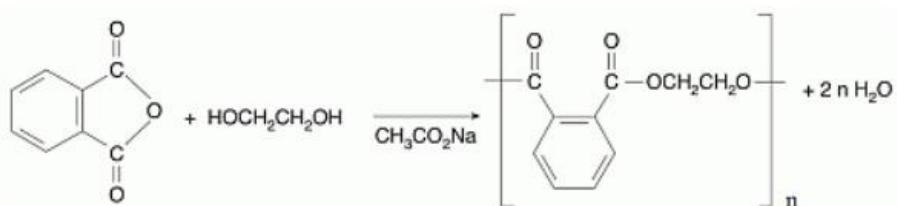
Slika 5. Sinteza etilen oksida iz etena (ECHA, 2021)

Pri reakciji EO z vodo nastane etilen glikol ali etandiol (glikol), ki ga poznamo kot sredstvo proti zmrzovanju.



Slika 6. Pretvorba etilen oksida v etan-1,2-diol (ECHA, 2021)

Etan-1, 2-diol lahko uporabljamo v procesu polimerizacije, npr. nastanka polietilena (PET).



Slika 7. Sinteza poliestra iz s pomočjo ftalanhidrida (vir: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1102/index1.html>, povzeto 1. 2. 2022).

Reakcijo predstavljam, ker jo bom uporabil za kvalitativni dokaz prisotnosti etilen oksida v ekstrahirani raztopini testnih palčk.

2.2.2 UPORABA ETILEN OKSIDA

Etilen oksid (EO), C₂H₄O, je bazična snov, ki se uporablja za zatiranje insektov in plesni v skladiščenih agrikulturah. Plin se uporablja tudi za namene sterilizacije v kozmetični, medicinski in tudi živilski industriji, sterilizaciji tekstila, v proizvodnji detergentov, topil, lepil, v proizvodnji etilen glikola (etandiol) ter seveda za sterilizacijo opreme v bolnišnicah in medicinskih pripomočkov (ECHA, 2022). Najdemo ga tudi v sredstvih proti zmrzovanju.

EO se uporablja kot plin ali kot tekočina in je v obeh oblikah znan po svoji visoki protimikrobnii aktivnosti. Uporablja se za sterilizacijo medicinskih pripomočkov in farmacevtskih izdelkov, ki so občutljivi na visoke temperature (ECHA, 2021). Testne palčke, ki jih uporabljamo za samotestiranje, so očitno občutljive na visoke temperature in zato je potrebna kemijska sterilizacija.

2.2.3 PRISOTNOST ETILEN OKSIDA V PREHRANSKIH VERIGAH

V državah tretjega sveta se EO uporablja tudi kot pesticid, vendar je v Evropski uniji (v nadaljevanju EU) zaradi genotoksičnosti in karcinogenosti prepovedan. Zunaj EU se uporablja tudi za sterilizacijo površin nekaterih pridelkov, tudi živil. Čeprav uporaba etilen oksida v živilski industriji v EU ni dovoljena, preko prehranskih verig prihaja tudi v EU. Posebej problematično je, če se EO v procesu zaplinjanja, ki mu ne sledi obdobje prezračevanja, v živilu zadrži (Stojanović Pevc, 2021).

V Sloveniji so analize živil z možno prisotnostjo etilen oksida v letu 2021 pokazale, da se etilen oksid v vzorcih živil pretvori v 2-kloroetanol, ki ga v EU obravnavamo skupaj z izvorno substanco etilen oksidom. Meja za odpoklic živil je 0,05 mg/kg živila. Odpoklic živil zaradi vsebnosti EO smo v Sloveniji doživeli tudi poleti 2021 (Zveza potrošnikov Slovenije, 2021). V poostrenem nadzoru so bila v letu 2021 kot onesnažena prepoznana semena rožičevca, ki se uporabljajo za izdelavo aditiva za živila E 410 (gumi rožičevca). Raziskava Inštituta za nutricionistiko je pokazala, da je v Sloveniji ta aditiv prisoten kar v 80 % predpakiranih sladoledov v prosti prodaji, pogost pa je tudi v različnih zmeseh piva in brezalkoholnih pijač ter radlerjev in v rastlinskih nadomestkih smetane, jogurtov, sira in mleka. V Preglednici 2 so navedena živila, kjer se uporablja stabilizator E 410, ki vsebuje etilen oksid (Wielinga, 2009).

Preglednica 2. Preglednica živil, kjer se uporablja stabilizator E 410, ki lahko vsebuje etilen oksid in 2-kloroetanol (Wielinga, 2009).

Funkcija	Primer uporabe	Delež v izdelkih (%)
Adhezija	Prelivi, sokovi	0,2-0,5
Vezivno sredstvo	Hrana za hišne ljubljenčke	0,2-0,5
Vezivno sredstvo	Dietne pijače	0,2-1,0
Sredstvo za preprečevanje kristalizacije	Sladoled, zmrznjena živila, kruh	0,1-0,5
Sredstvo za bolj gost, naravni videz	Sadni napitki, pijače	< 0,1
Prehranska vlaknina	Kosmiči, kruh	0,2-0,5
Stabilizator pene	Stepeni preliv, sladoled	0,1-0,5
Želirno sredstvo	Puding, sladice in pekovski izdelki (slaščice)	0,2-1,0
Sredstvo za oblikovanje	Žele bonboni, gum drops	0,5-2,0
Zaščita koloidov	Emulzije z okusom	0,2-0,5
Suspenzijsko sredstvo	Čokoladno mleko	< 0,1
Sredstvo za nabrekanje	Mesni izdelki	0,2-0,5
Sredstvo za zgoščevanje	Džemi, nadevi za pite, omake, otroška hrana, mehki siri, zamrznjeni izdelki	0,2-0,5

2.2.4 AKUTNI IN KRONIČNI UČINKI ETILEN OKSIDA

Akutni učniki (kratkotrajna izpostavljenost EO) zajemajo predvsem vplive na centralni živčni sistem, draženje oči in sluznic. Akutni učinki in zgodnji simptomi izpostavljenosti etilen oksidu lahko povzročijo bolečine v očeh, boleče grlo, težko dihanje, zamegljen vid, omotico, slabost, glavobol, krče, mehurje, bruhanje, kašljjanje, povečano možnost splava, degeneracijo mod in znižano koncentracijo semenčic (International Agency for Research on Cancer, IARC, 2021). Zaradi tega je zelo pomembno, da se vsa sredstva, ki so v široki uporabi (npr. palčke za odvzem brisa) in gredo skozi proces sterilizacije, na koncu "zračijo" in s tem v celoti očistijo EO.

Dolgotrajna izpostavljenost lahko povzroči levkemijo, limfom in tudi rak dojk. Latentna doba med izpostavljenostjo in boleznijsko, povezano z etilen oksidom, je od 9 do 20 let (IARC, 2021). Kronični učniki povzročajo draženje oči, kože, grla, pljuč, poškodbe možganov in živčnega sistema ter negativnem vpliv na razmnoževanje. Agencija za varstvo okolja, EPA, (2021) etilen oksid uvršča med karcinogene, teratogene in genotoksične snovi za človeka.

Evropska agencija za kemikalije (ECHA, 2021)¹³ navaja, da je lahko dolgotrajna izpostavljenost 1,8 mg/m³ oz 1,0 ppm. IARC (2021) EO uvršča v skupino 1 rakotvornosti.

Ko so v poskusu podgane bile izpostavljene 100 mg EO/kg telesne mase, 5 dni na teden (15 prejetih doz v 21 dneh), so znanstveniki zabeležili znižanje telesne mase in poškodbe jeter (WHO, 2003).

Pri rokovaju z etilen oksidom lahko pride tudi do hudih opeklin, dolgotrajna izpostavljenost pa povzroči poškodbe živčnega sistema, izgubo zavesti, cianozo in otežuje dihanje ali lahko celo povzroči prenehanje dihanja (IARC, 2021).

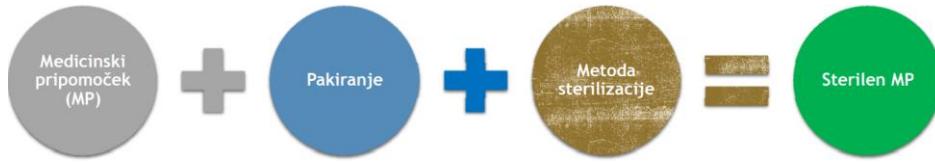
Biološka razpoložljivost EO je pri oralnem zaužitju manjša kot pri vdihavanju (ECHA, 2021).

Ocenjuje se, da je okoli 46.900 delavcev v EU potencialno izpostavljenih etilen oksidu (ECHA, 2021). Najbolj so mu izpostavljeni dializni pacienti (WHO, 2003). Razpolovni čas etilen oksida v krvi pri ljudeh znaša 42 min. Zaradi naravne metabolne razgradnje EO v telesu, se ta v 90 % izloči iz telesa v roku dveh ur (Parod, 2014; Dolovich s sod., 1984).

2.3 STERILIZACIJA

Etilen oksid se v obliki plina že desetletje uporablja za sterilizacijo medicinskih pripomočkov, kot so palčke za testiranje, injekcijske igle, katetri in obliži. Z etilen oksidom so sterilizirani tudi povoji, vključno s prvim povojem, ki je v neposrednem stiku z rano, obliži, kirurške maske, gaze za čiščenje ran in večina zaščitnih mask, ki jih uporabljamo v času pandemije s SARS-CoV-2 (Stojanović Pevc, 2021). Cilj sterilizacije je zagotovitev popolne odsotnosti mikroorganizmov (Stojanović Pevc, 2021).

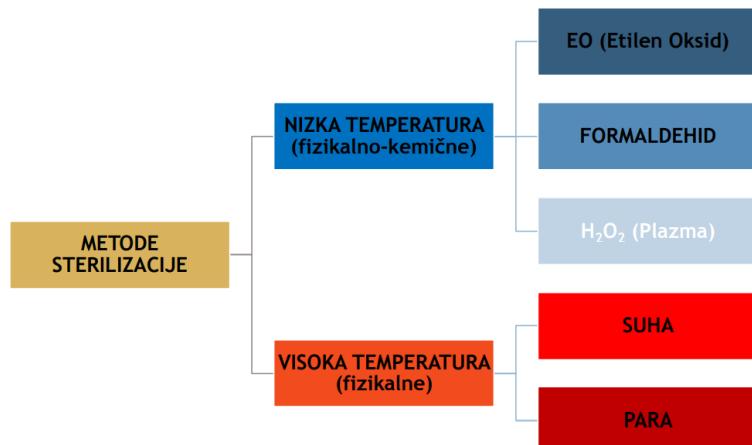
¹³ vir: [Homepage - ECHA \(europa.eu\)](https://echa.europa.eu) (povzeto 1. 2. 2022)



Slika 8. Sterilizacija medicinskih pripomočkov (Stojanović Pevc, 2021)

Sterilizacijo medicinskih pripomočkov je mogoče opraviti na več načinov. V osnovi ločimo nizko in visoko temperaturne metode (Slika 9). V nizkotemperturnih metodah se poleg etilen oksida za sterilizacijo uporabljata še formaldehid in vodikov peroksid (Stojanović Pevc, 2021).

V sterilizacijskih komorah¹⁴ se, v izogib eksploziji, dela s koncentracijami med 400-800 mg/L in temperaturah do 60 °C



Slika 9. Metode sterilizacije (Stojanović Pevc, 2021)

V procesu sterilizacije se palčkam za samotestiranje v zaprti komori doda plin EO, sledi odstranitev plina, obdelava instrumentov s stisnjениm zrakom in prezračevanje instrumentov. Sterilizirane palčke za jemanje brisa morajo biti shranjene v ovojnini. Ovojnina ščiti pred vlago, prahom in ponovno kontaminacijo z mikroorganizmi in s tem zagotavlja sterilnost vsebine (Stojanović Pevc, 2021).



Slika 10. Informacije na palčkah za odvzem brisa.

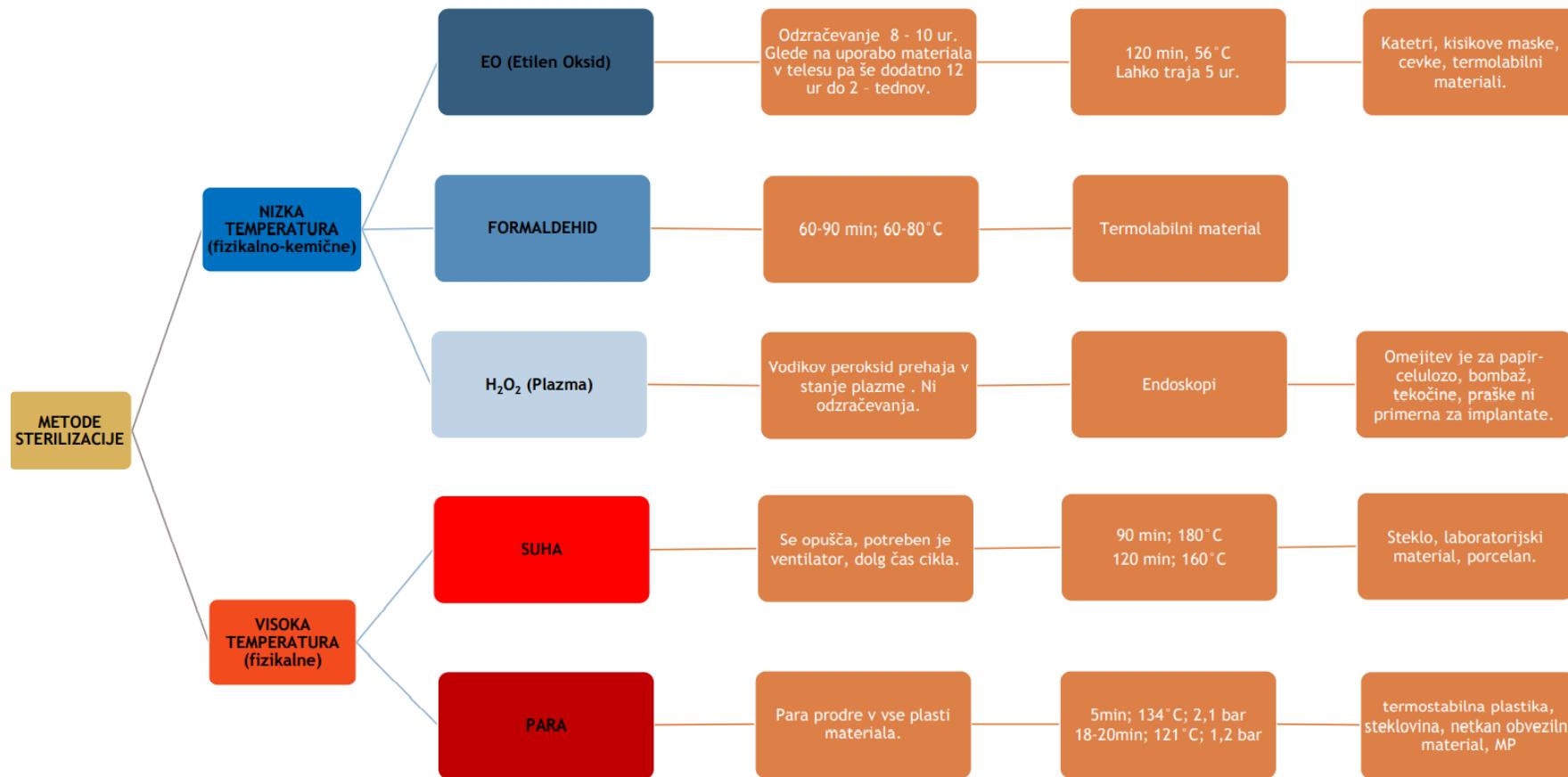
¹⁴ vir: www.roadmaponcarcinogens.eu/ethylenoxide (povzeto 10. 2. 2022).

Na sliki 10 vidimo, da je označen tudi datum proizvodnje ter rok uporabe. Glavni sterilizacijski cikel traja približno 2,5 ure, brez časa prezračevanja, ki lahko traja tudi več ur ali dni. Podrobnejši pregled sterilizacije je prikazan na sliki 12. Plin vstopi v kemično reakcijo z aminokislinami, beljakovinami, DNA in preprečuje razmnoževanje mikroorganizmov. Ta metoda sterilizacije je primerna predvsem za predmete, ki ne prenesejo visoke temperature in vlage, potrebne za parno sterilizacijo. Zaradi nizkih temperaturnih pogojev (+30 °C do + 60 °C) je ta metoda sterilizacije zelo primerna za medicinske pripomočke z vključeno elektroniko ali krhkimi plastičnimi materialov. Pomanjkljivost te metode so vnetljive lastnosti EO in toksičnost EO, če pripomoček pred uporabo ni bil "prezračen" (Stojanović Pevc, 2021).



Slika 11. Opis dela s palčko

Na vsaki ovojnini je narisan tudi pravilen način odpiranja in način rokovanja s palčko. Oznaka "STERILE" pove, da je pripomoček steriliziran in v nadaljevanju je kratica sterilizacijskega sredstva "EO" - etilen oksid.



Slika 12. Nizko in visoko temperurne metode sterilizacije (Stojanovič Pevc, 2021)

2.4 SESTAVA IN OBLIKA STERILNIH PALČK ZA ODVZEM BRISA

Paličice za odvzem brisa oz. tako imenovani brisi, ki so sestavni deli za izvedbo testa, so na podlagi Direktive 98/79/EGS klasificirani kot medicinski pripomočki **srednjega razreda** tveganja. Navedena klasifikacija in dejstvo, da so na trgu dani sterilni, od proizvajalca zahtevajo, da svoj sistem kakovosti in izdelke pred dajanjem na trg pregleda oz. certificira še neodvisna organizacija, ki se profesionalno ukvarja s certificiranjem skladnosti medicinskih pripomočkov, t.i. priglašen organ. Priglašen organ preveri tiste vidike proizvodnje, ki so povezani z zagotavljanjem in ohranjanjem sterilnega stanja. S strani priglašenega organa mora certificiran pripomoček biti označen z **oznako CE**, ki jo spremišča identifikacijska številka priglašenega organa¹⁵ (Javna agencija za medicinske pripomočke, 2021)



Slika 13. Primer palčke za odvzem brisa

Palčke, ki so sestavni del testnih kompletov, so lahko 3-D natisnjene ali izdelane dvostopenjsko – najprej palčka in nato glava palčke.



Slika 14. Različne oblike glavnega dela palčke za odvzem brisa (Tooker s sod., 2021).

Iz slike 14 vidimo, da je "glava" palčke lahko različnih dolžin, debeline in tudi oblike. Enako velja za držalo. Držala so lahko dolga med 7 do 15 cm, zelo upogljiva ali precej rigidna.

¹⁵ vir: Q&A on in vitro diagnostic medical device conformity assessment and performance in the context of COVID-19 (europa.eu) (povzeto 20. 12. 2021)

3 PRAKTIČNI DEL

3.1 METODOLOGIJA DELA

Načrt praktičnega dela je predstavljen v organigramu 1.



ORGANIGRAM 1. Načrt praktičnega dela

3.2 ANKETA

Anketo sem sestavil takoj po preučitvi različnih navodil za samotestiranje učencev. Sprva sem imel dilemo ali anketo posredovati v reševanje v elektronski obliki ali v papirnatni obliki. Ker smo učenci že tako ali tako bili zasuti z elektronskimi sporočili in delom preko različnih virtualnih okolij, sem se odločil, da izvedem anketo na klasičen način. Razrednike, ki so izvajali samotestiranje učencev, sva z mentorico prosila, če lahko takoj po samotestiranju 15. 1. 2022 rešijo še anketo in jih prosila, naj učencem ne pomagajo pri iskanju pravilnih odgovorov.

Celotna anketa je v prilogi 3.

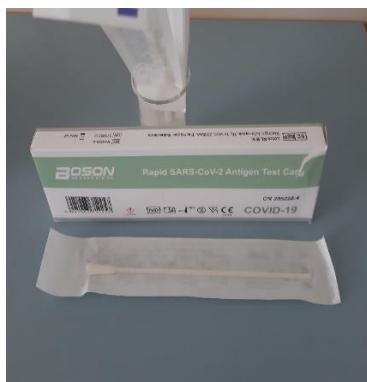
Po zaključku anketiranja je sledila ročna obdelava vseh podatkov. Rezultati so predstavljeni v poglavju 4.5.

3.3 OPIS PALČK ZA SAMOTESTIRANJE

Na sliki 15 so predstavljeni trije tipi palčk, ki smo jih uporabili v eksperimentalnem delu naloge.



tip 1



tip 2



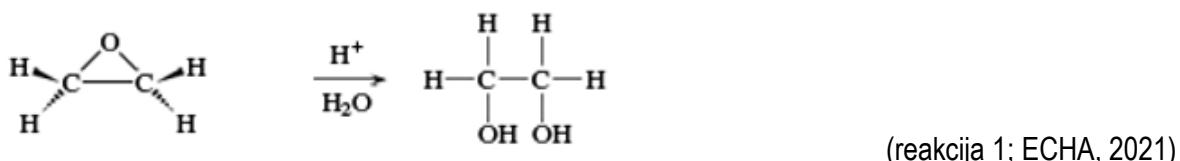
tip 3

Slika 15. Tipi palčk za samotestiranje, ki smo jih uporabili v raziskavi

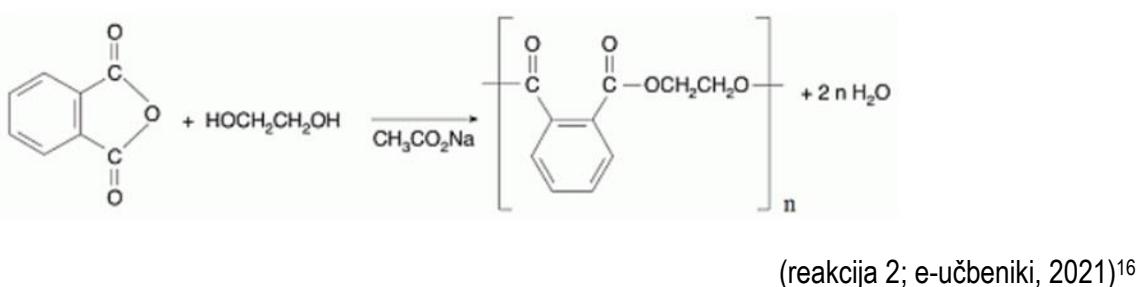
Podrobni opisi testnih palčk so v poglavju 4.1.

3.4 KVALITATIVNI DOKAZ ZA PRISOTNOST ETILEN OKSIDA V EKSTRAKCIJSKI RAZTOPINI – KONDENZACIJSKA POLIMERIZACIJA

Kvalitativni dokaz prisotnosti EO temelji na predpostavki, da se EO v prisotnosti vode pretvori v etilen glikol (etandiol).



Etandiol lahko v reakciji z anhidridom ftalne kisline tvori polimer. Polimer se po gostoti in volumnu vizualno loči od vode ali etandiola (glikola). Reakcija je kislinsko katalizirana.



¹⁶ vir: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1102/index1.html> (povzeto 2. 1. 2022)

Delo

1. S pomočjo tehtnice (KERN, EMB, $\pm 0,1$ g) smo stehtali tri epruvete in jih označili z 1, 2 in 3.
2. V prvo epruveto smo s pomočjo merilne pipete ($\pm 0,1$) odmerili 3,0 mL destilirane vode. V drugo epruveto 3,0 mL etanola (Merck, 96 %) in v tretjo epruveto 3,0 mL glikola (dr. Keddo), ki je bil obarvan z modrim barvilom¹⁷.
3. Tri palčke tipa 1 (poprečje tedenskega testiranja) smo brez dotika v predelu glave vzeli iz ovojnинe in jih takoj potopili v epruveto 1. Naslednje tri palčke smo prav tako brez dotika v predelu glave vzeli iz ovojnинe in jih takoj potopili v epruveto 2 in zadnje tri v epruveto 3, napolnjeno z glikolom. Vse epruvete smo zaprli s para filmom. Palčke smo v epruvetah pustili 10 min (slika 16).
4. Epruvete smo ponovno stehtali in celoten poskus ponovili z vsemi tremi tipi testnih palčk. Rezultati so zbrani v preglednici 4 do 6



palčke za odvzem brisov v epruveti z destilirano vodo



palčke za odvzem brisov v epruveti z etanolom



palčke za odvzem brisov v epruveti z glikolom

Slika 16. Ekstrakcija EO iz površine palčk za odvzem brisa

Kot vidimo iz slike 16 so vse glave vseh testnih palčk bile povsem potopljene v topilo.

5. Nato smo v stojalo vpeli nove tri epruvete, jih označili s številkami 1, 2 in 3 in v vsako zatehtali 0,7 g anhidrida ftalne kisline (Merck, >99,9%) in 0,1 g brezvodnega natrijevega acetata (Merck, >99,9%). Nato smo v vsako epruveto dodali 1,0 ml ekstrakcijske raztopine iz epruvet 1, 2 in 3 iz predhodne stopnje poskusa.
6. Epruvete smo s pomočjo špiritnih gorilnikov počasi segrevali do vrenja in nato previdno še 1-2 minute. Ko so se reakcijske mešanice delno ohladile, smo jih opazovali in rezultate vpisali v preglednico 6.

¹⁷ Za uporabo te oblike glikola smo se odločili zaradi bistveno nižje cene, kot je bila cena čistega glikola in velikih časovnih zamikov pri dobavi kemikalij (opomba avtorja).

3.5 POSKUS KVANTITATIVNEGA DOKAZA ETILEN OKSIDA V EKSTRAKCIJSKI RAZTOPINI ETANOLA

Najprej smo se seznanili z delom z namiznim plinskim kromatografom Vernier. Pred analizo vzorcev smo najprej morali poiskati optimalne nastavitev Vernier Mini GC za detekcijo etanola in etan-1,2-diola. Na osnovi specifikacij za delo z instrumentom, ki jih priporoča proizvajalec, smo izbrali pogoje, predstavljene v preglednici 2.

Preglednica 2. Pogoji za izvedbo plinske kromatografije

začetna temperatura (°C)	35 °C
zadrževalni čas (min)	1
hitrost segrevanja (na minuto)	5°C/min
končna temperatura	45 °C
zadrževalni čas	5 min
čas meritve	8 min
tlak (kPa)	3,5 kPa

Izhajali smo iz hipoteze, da bi se potencialno prisoten EO na glavah testnih palčk raztopil v 96% etanolu in tvoril etan-1,2-diol (reakcija 1). Slednjega bi lahko dokazali tako, da najprej posnamemo kromatogram za čisti etanol, nato za čisti etandiol in določimo retencijske čase (R_t). Nazadnje posnamemo še spekter za etanolni ekstrakt, v katerem so bile potopljene palčke za odvzem brisa. V kolikor bi izrisan kromatogram pokazal samo vrh za etanol, lahko sklepamo, da EO na površini palčk ni bilo. To bi bila potrditev kvalitativnega poskusa, opravljenega pred tem.

Delo

1. Najprej smo mini GC povezali z računalnikom, na katerem je že bil naložen program LoggerPro 3.16.



Slika 17. Mini plinski kromatograf (mini GC)

2. Vključilo smo mini GC in v programu izbrali Novo meritev.
3. Sledila je nastavitev eksperimentalnih pogojev, kot je predstavljeno v preglednici 2.
4. Ko vpišemo vse pogoje počakamo, da se naprava segreje na želeno začetno temperaturo in doseže želen tlak.
5. Med tem časom smo posebno injekcijsko brizgalko (Hamiltonko) nekajkrat sprali z etanolom in jo napolnili z 0,1 μL etanola.

6. Ko se na mini GC prižge zelena lučka, je bila naprava pripravljena za delo. Etanol smo direktno brizgnili v kolono¹⁸ naprave in istočasno stisnili gumb "zbiraj" (Collect).
7. Celoten postopek smo ponovili še z etandiolom in ekstrakcijsko raztopino testnih palčk z etanolom.

Rezultat so zbrani v poglavju 4.3.

3 REZULTATI LABORATORIJSKEGA DELA

4.1 LASTNOSTI TESTNIH PALČK

Preglednica 3. Opis vseh treh tipov testnih palčk

Značilnosti	Tip 1	Tip 2	Tip 3
dolžina palčke, cm ($\pm 0,05$)	15,00	15,00	7,00
dolžina "glave" palčke, cm ($\pm 0,05$)	1,50	2,00	1,20
premer glave palčke (najširši del), cm ($\pm 0,05$)	0,30	0,60	0,40
tekstura "glave" palčke	valjasta, ozka	stožčasta, široka	stožčasta, srednja
pH "glave" palčke (po 5. minutah), ($\pm 0,5$)	7,0	7,0	7,0
material uporabljen za "glavo" palčke	Ni opredeljen	Ni opredeljen	Ni opredeljen
fleksibilnost palčke	do 360°	Maks. 30°	Manj kot 30°

pH glave palčke sem izmeril tako, da sem palčke namočil v destilirano vodo in s pomočjo univerzalnega pH papirja (Merck d.o.o) določil pH vodne raztopine. Predhodno sem izmeril pH destilirane vode, ki je bil 7,0 ($\pm 0,5$).

4.2 EKSTRAKCIJSKE RAZTOPINE IN POLIMERIZACIJA

Preglednica 4. Tip testne palčke 1 v različnih topilih

oznaka epruvete	m (prazna epruveta), $\pm 0,1$ g	m (topilo + epruveta), $\pm 0,1$ g
1 - voda	15,2	18,2
2 - etanol	15,7	18,0
3 - glikol	15,9	18,9

¹⁸ 11 m dolga kapilarna kolona (Restek MXT-1). Povzeto po <https://www.vernier.com/product/vernier-mini-gc-plus/>

Preglednica 5. Tip testne palčke 2 v različnih topilih

oznaka epruvete	m (prazna epruveta), ± 0,1 g	m (topilo + epruveta), ± 0,1 g
1 - voda	15,8	18,6
2 - etanol	15,5	17,9
3 - glikol	15,9	19,1

Preglednica 6. Tip testne palčke 3 v različnih topilih

oznaka epruvete	m (prazna epruveta), ± 0,1 g	m (topilo + epruveta), ± 0,1 g
1 - voda	15,3	18,2
2 - etanol	15,6	17,9
3 - glikol	15,8	19,2

Preglednica 7. Rezultati poskusa z anhidridom ftalne kisline

Epruveta - topilo	Pred reakcijo	Po reakciji
1 - voda	Bela trdna snov – anhidrid ftalne kisline in natrijev acetat + voda	Ob segrevanju se anhidrid ftalne kisline najprej raztali, enako velja za natrijev acetat, oba se raztopita v vodi. Voda izpari, bela trdna snov ostane v epruveti. Polimerizacija ne poteče.
2 - etanol	Bela trdna snov – anhidrid ftalne kisline in natrijev acetat +etanol	Ob segrevanju se anhidrid ftalne kisline najprej raztali, enako velja za natrijev acetat, oba se raztopita v etanolu. Etanol izpari, bela trdna snov ostane v epruveti. Polimerizacija ne poteče.
3- glikol	Bela trdna snov – anhidrid ftalne kisline in natrijev acetat +modro obarvan glikol	Ob segrevanju se anhidrid ftalne kisline najprej raztali, enako velja za natrijev acetat, oba se raztopita v glikolu. Raztopina najprej postane transparentno modra, ob segrevanju spremeni barvo v zeleno in nato v rdečo. V hipu nastane trd rdeč polimer.

Ne glede na tip palčke je bil poskus v vseh treh primerih identičen.



H_2O (prej) H_2O (potem) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (prej) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (potem) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ (prej) $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$ (potem)

Slika 18. Rezultati polimerizacije ekstrakcijskih raztopin

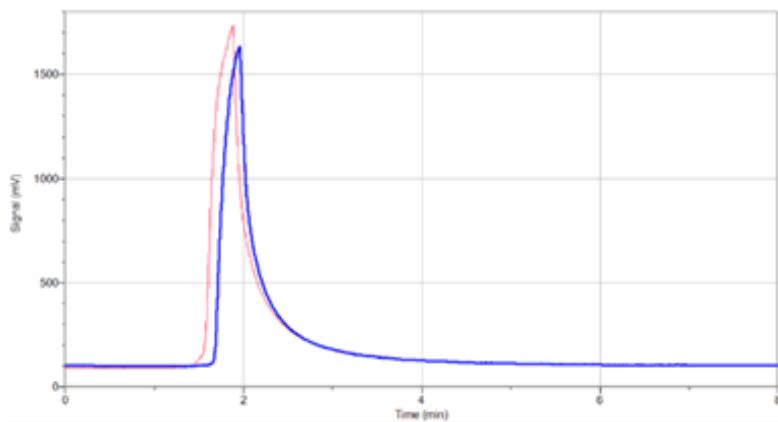
Slедilo je tehtanje epruvet, kjer je polimerizacija potekla, torej v vseh treh tipih testnih palčk, v epruvetah označenih s 3 (topilo glikol).

Preglednica 8. Masa polimera v epruvetah z glikolom

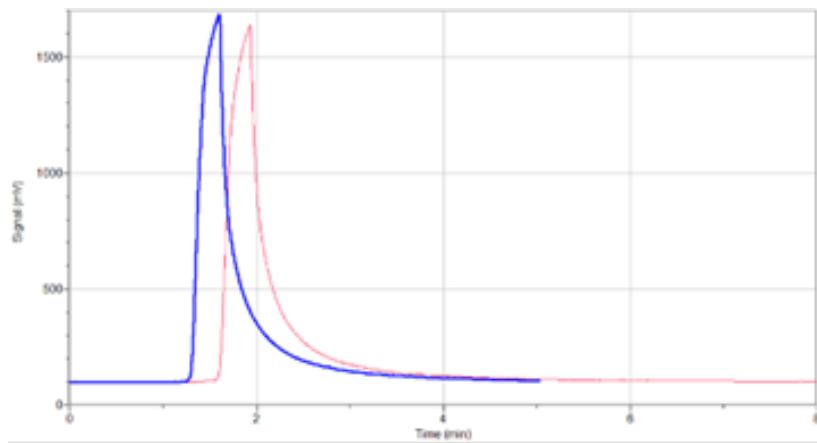
tip palčke	1	2	3
masa epruvete + polimer, g ($\pm 0,1$)	16,9	16,9	16,9
m (epruvete), g ($\pm 0,1$)	15,9	15,9	15,8
m (polimer), g ($\pm 0,1$)	1,0	1,0	1,1

Kot vidimo iz preglednice 8, je v vseh treh primerih nastala primerljiva masa polimera (1,0 g). Da bi se prepričali, da je polimerizacija res samo posledica reakcije med etan-1,2-diolom in anhidridom ftalne kisline, smo poskus ponovili še s čistima snovema in dobili identičen rezultat.

4.3 REZULTATI PLINSKE KROMATOGRAFIJE



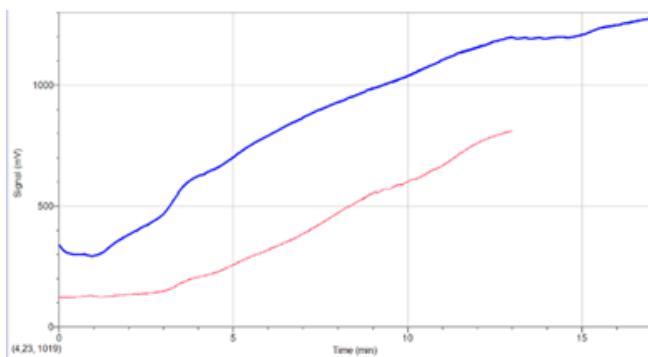
Slika 19. Kromatogram za čisti etanol (rdeča krivulja) in ekstrakt iz palčke tipa 1 (modra krivulja)



Slika 20. Kromatogram za ekstrakt iz palčke tipa 2 (modra krivulja) in palčke tipa 3 (rdeča krivulja)

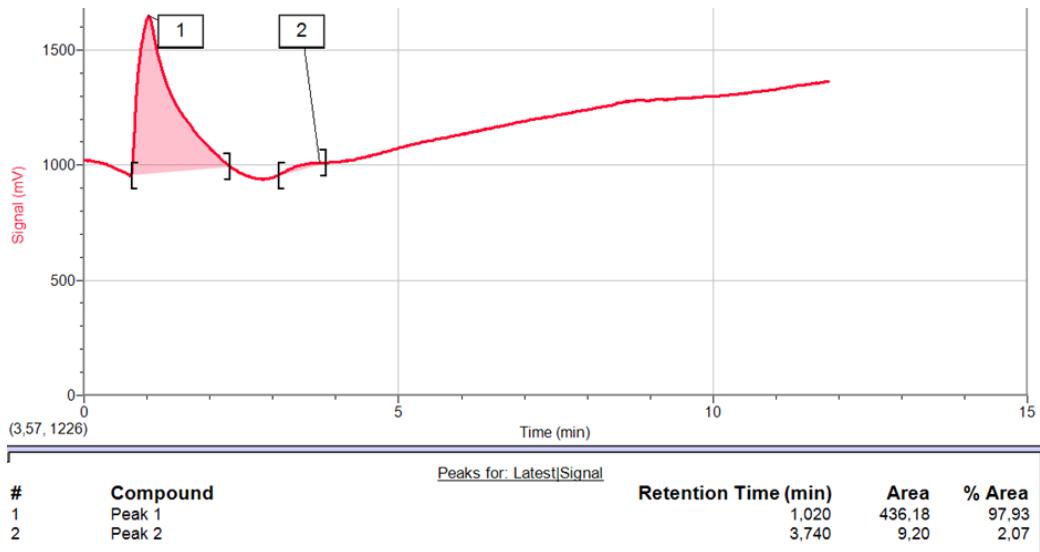
Retencijski čas za etanol je, pri pogojih predstavljenih v preglednici 2, 1,8 min. Razlike v vrhovih kromatogramov pripisujemo ročnemu vbrizgavanju testne raztopine, ki mora biti opravljen s sočasnim začetkom meritev. Iz slik 19 in 20 vidimo, da je v kromatogramu samo en vrh, kar pomeni, da se iz palčk za odvzem brisa EO ni izločil oziroma etandiol ni nastal

Sledilo je snemanje plinskega kromatograma za etilen glikol (etandiol), ki je prikazan na sliki 21. Ker smo pri pogojih, predstavljenih v preglednici 2, dobili le ravno črto, smo najprej povišali tlak na 5,9kPa in nato še na 7,5 kPa (slika 21).



Slika 21. Kromatogram za etilen glikol pri tlaku 3,5 kPAa in 7 kPa.

Kromatogram smo kasneje posneli pri več različnih pogojih, vendar smo se vedno soočali z osnovno težavo, to je visoko molsko maso barvila, ki je dodan glikolu. Mini GC je naprava, ki zmore ločevati organske molekule do deset C atomov, več ne, zato kromatogram ni bil v celoti posnet. Ker v predhodnih poskusih nismo dokazali, da se EO sprošča v vodno, etanolno ali glikolno raztopino, smo se zadovoljili z dokazom, da tudi plinska kromatografija etanolnega ekstrakta te rezultate potrjuje. Slednje potrjuje spiranje (čiščenje) kolone v mini GC, ki smo jo spiralni z 96% etanolom (pri 65 °C, 7 kPa) in dobili zelo jasen vrh za etanol in nadaljevanje, ki pripada glikolu in barvilu, ki mu je dodan (slika 22).



Slika 22. Kromatogram posnet ob spiranju kolone plinskega kromatografa onesnaženega z glikolom

4.4 ZAKLJUČKI EKSPERIMENTALNEGA DELA

Kvalitativna raziskava z uporabo anhidrida ftalne kisline (poskus polimerizacije) je pokazala, da se EO iz palčk, ki so bile potopljene v vodo in v etanol ne sprošča pri nobenem tipu testnih palčk, saj ob dodatku anhidrida ftalne kisline nismo uspeli sintetizirati polimera. Polimer je nastal le v primeru, ko smo palčke

potopili v glikol (etandiol), vendar ne zaradi palčk in izpiranja EO iz njihove površine, ampak reakcije med glikolom in anhidridom ftalne kisline. Da bi se prepričali, da je predpostavka pravilna, smo reakcijo polimerizacije izvedli še s čistim glikolom. Poskus je dal identičen rezultat (rdeč, trden in voluminozen polimer). Mase polimerov so bile, upoštevajoč merilno napako, vedno enake- 1,0g ($\pm 0,1$ g).

Ekstrakcijske etanolne raztopino smo nato pregledali še kromatografsko. Kromatogrami pri vseh treh tipih testnih palčk potopljenih v 96% etanol so pokazali, da ni prišlo do izpiranja EO s površine testnih palčk, saj je na vseh treh kromatogramih samo vrh za čisti etanol. Razlike v retencijskih časih so samo posledica simultanega injiciranja vzorca in zbiranja podatkov. Pri snemanju kromatograma z glikolom smo pri eksperimentalnih pogojih za etanol dobili le ravno črto, zato smo pogoje spremenili, in sicer temperaturo povišali na 65 °C in tlak na 5 kPa, kasneje smo tlak povišali na 7 kPa, vendar kljub temu dobili zelo razpoteagnjen graf, ki priča o tem, da je etilen glikolu dodano modro barvilo, ki zaradi visoke molske mase moti potek meritev. Optimalno bi bilo, če bi s kromatogramom posneli še s čistim EO ali čistim etandiolum¹⁹.

Da bi očistili kolono plinskega kromatografa, onesnaženo z etilen glikolom in barvilom, smo po snemanju kromatograma za etilen glikol v mini GC dali 96% etanol in tako posneli spekter (slika 22), ki nazorno pokaže, kako bi izgledal kromatogram, če bi vzorec vseboval oba alkohola oz. že majhne količine etandiola. Takoj za vrhom etanola se pojavi ločen vrh etandiola (onesnaženega z modrim barvilm). Na tej osnovi lahko zaključimo, da z metodami, ki smo jih uporabili, nismo dokazali sproščanja EO v izbrana topila, zato predvidevamo, da se EO iz površine testnih palčk ne vnaša v telo testiranca. Slednje zagotavlja tudi oznaka CE na testnem kompletu oz. ovojnini testne palčke.

S hipotezo 10 smo postavili trditev, da količina etilen oksida, ki bi lahko prodrla v telo iz palčk za samotestiranje, ne more ogrožati zdravja uporabnikov. Hipotezo je potrjena, saj z opisanimi poskusi nismo dokazali, da bi EO še bil prisoten na testnih palčkah.

4.5 REZULTATI ANKETE

Anketo je reševalo 186 učencev od 5. do 9. razreda, kar predstavlja 74 % vseh učencev OŠ Kungota od 5. do 9. razreda. Dve anketi smo zaradi "neresnih" odgovorov in komentarjev označili kot neveljavni. Ocenujemo, da to predstavlja **reprezentativni vzorec** naše šole od 5. do 9. razreda, obenem pa je to lahko tudi **študija primera** na ravni Slovenije. Med anketiranci je bilo 97 deklic in 89 fantov. Povprečne ocene anketirancev se gibljejo okoli 4,0.

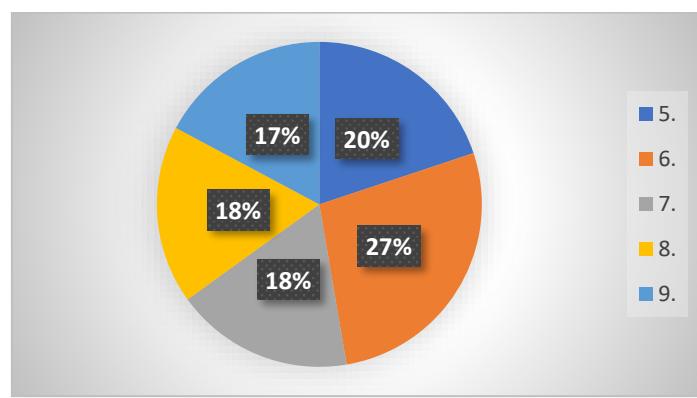
Učenci so anketo reševali 15. 1. 2022, takoj po zaključenem samotestiranju. Za reševanje anket so imeli na voljo do 20 min.

Razporeditev anketirancev po razredih je predstavljena v preglednici 9.

¹⁹ Obe kemikaliji smo pravočasno naročili, vendar je njihova dobava bila prestavljena na april 2022, zato bomo ta poskus opravili kasneje. (opomba avtorja)

Preglednica 9. Razporeditev anketirancev po razredih od 4. do 9. razreda

Razred	skupno število anketirancev, N	N (fantje)	N (dekllice)
5.	37	18	19
6.	51	22	29
7.	33	17	16
8.	33	13	20
9.	32	19	13
SKUPAJ	186	89	97



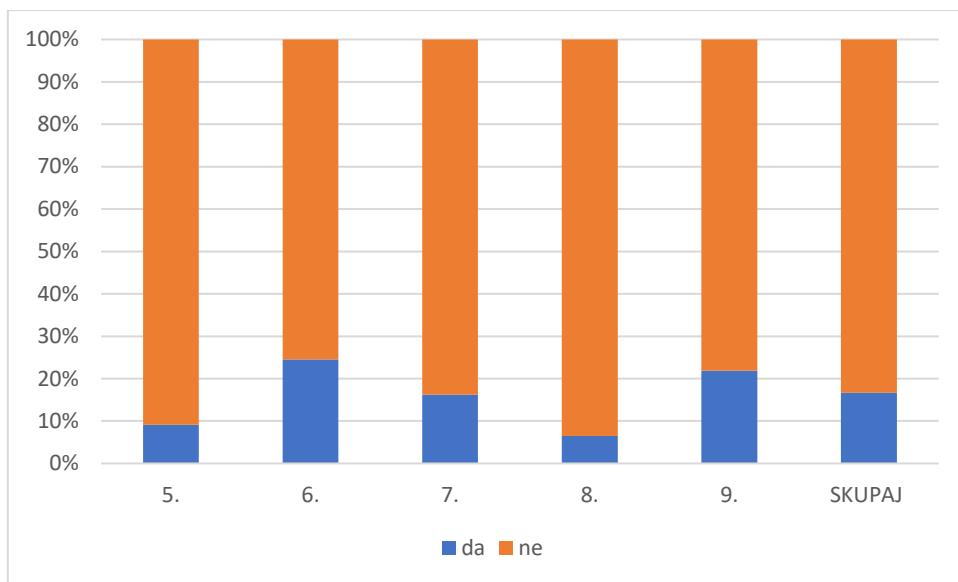
Graf 2. Razporeditev anketirancev po starostnih skupinah od 10 do 14 let

Iz grafa 2 vidimo, da v skupnem deležu prevladujejo učenci 6. razreda (27 %), sledijo jim učenci 5. razreda, učenci ostalih razredov zasedejo primerljive deleže.

Najprej smo vse anketirance vprašali ali so si kdaj pogledali posnetek samotestiranja proti Covid-19, ki ga je pripravil NIJZ?

Preglednica 10. Število učencev, ki so si ogledali predstavitveni video Nacionalni inštitut za javno zdravje) NIJZ

Razred	da	ne
5.	3	30
6.	13	40
7.	6	31
8.	2	29
9.	7	25
SKUPAJ	31	155



Graf 3. Število učencev, ki si je ogledalo predstavitveni video NIJZ o samotestiranju po razredih na dan 15. 1. 2022

Iz grafa št. 2 vidimo, da je delež učencev, ki so si predstavil video o pravilnem samotestiranju predhodno pogledali zelo nizek, 17 %; najnižji je v 8. razredu (6 %) in najvišji med šestošolci (25 %). Predvidevamo, da je posledica tega, da so vsi učenci dobili tudi predstavitveni letak o poteku samotestiranja, ki ga je pripravil NIJZ (2021) in da tudi vsak komplet za samotestiranje vsebuje zelo natančna in specifična navodila za izvedbo samotestiranja.

Sledilo je vprašanje ali anketiranci sodijo med učence, ki se redno 3-krat tedensko samotestirajo oziroma so izjeme (prebolevniki oz. polno cepljeni) na dan 15. 1. 2022.

Preglednica 11. Število učencev, ki se redno samotestira, ker nimajo pogoja PC

Razred	da	ne
5.	29	8
6.	44	7
7.	26	7
8.	20	13
9.	20	12
SKUPAJ	139	47

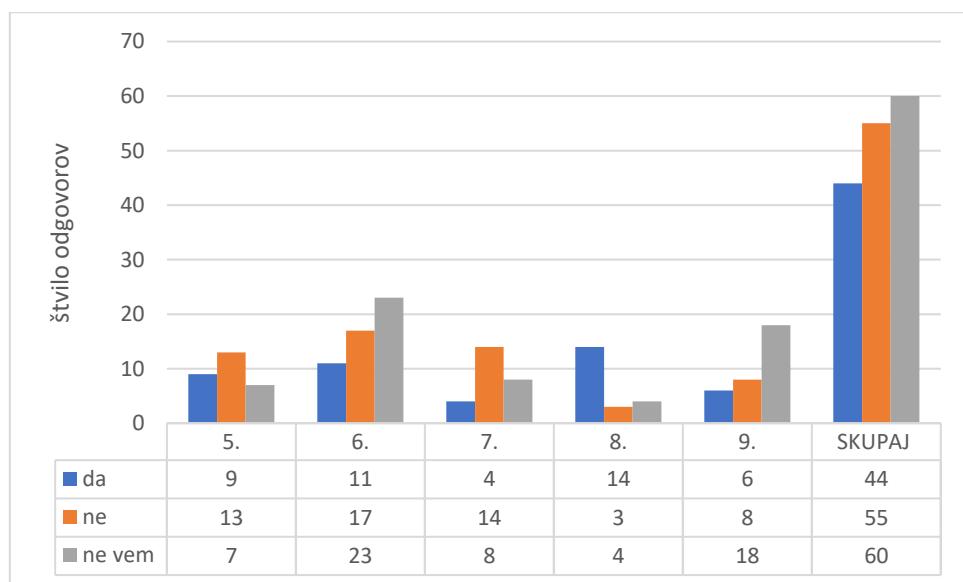
Rezultati ankete kažejo, da se je v času izvedbe ankete 74,7 % anketirancev redno, 3-krat tedensko testiralo. Največji delež prebolevnikov ali polno cepljenih učencev, ki so bili izvzeti iz samotestiranja, je bilo med 8. in 9. razredi, kar je bilo pričakovano. Vsi, ki so bili med izjemami, so nadaljevali z vprašanjem

št. 9. Učence, ki se redno samotestirajo pa smo vprašali ali bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci? V preglednici 12 so zbrana njihovi odgovori.

Preglednica 12. Ali bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci?

Razred	da	ne	ne vem
5.	9	13	7
6.	11	17	23
7.	4	14	8
8.	14	3	4
9.	6	8	18
SKUPAJ	44	55	60

Iz odgovorov v preglednici 12 in iz grafa 4 vidimo, da večina učencev ni opredeljena do tega vprašanja (38 %). 34 % jih je menilo, da to ni potrebno in 29 %, da bi se tudi izjeme morale redno samotestirati. Pri odgovorih izstopajo učenci 8. razreda, ki v večini menijo, da bi bilo samotestiranje potrebno tudi učencem s PC pogojem, najnižji odstotek pa je med sedmošolci.

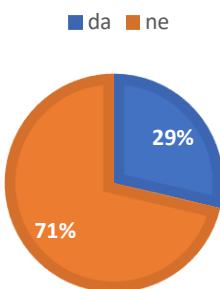


Graf 4. Ali bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci?

Za vse, ki se testirajo, večina proizvajalcev testnih kompletov predlaga, da si pred samotestiranjem izpihajo nos, saj to prispeva k večji zanesljivosti odčitanega rezultata. Anketirance smo vprašali ali to naredijo, čeprav to ni zapisano v šolskem protokolu niti v protokolu samotestiranja prepisanem s strani Ministrstva za zdravje (2021). Kot vidimo iz preglednice 13 kar 71,3 % učencev tega ne naredi, kar je zagotovo ena od pomanjkljivosti samotestiranja učencev v šoli.

Preglednica 13. Ali si pred samotestiranjem učenci izpihajo nos?

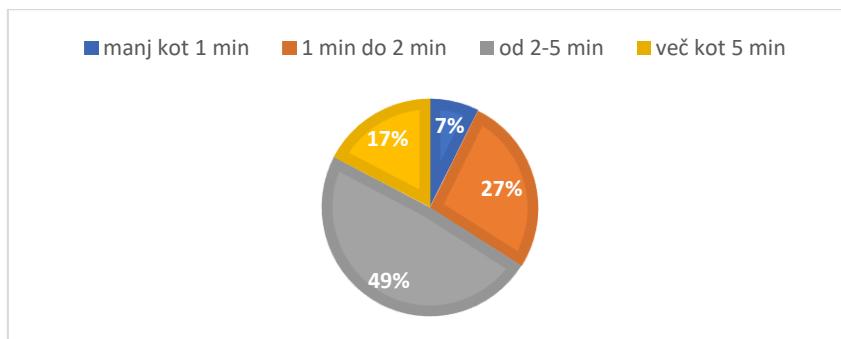
Razred	da	ne
5.	16	13
6.	11	41
7.	2	13
8.	6	16
9.	4	14
SKUPAJ	39	97



Eden od pomembnih dejavnikov pravilnega izvajanja samotestiranje je tudi čas, ki ga učenci porabijo za samotestiranje. Čeprav navodila vseh proizvajalcev testnih kompletov niso enotna, pravilna izvedba celotnega postopka ne more biti krajsa od 15 minut. Pravilen (pričakovan) odgovor je bil več kot 5 min, saj večina proizvajalcev navaja odčitavanje rezultata po 15 min. Iz spodnje preglednice vidimo, da le 26 od 153 anketirancev za samotestiranje porabi več kot 5 min (prevladujejo šestošolci), kar bi lahko pomenilo, da samo 17 % učencev dejansko pravilno odčita svoj rezultat (graf 5).

Preglednica 14. Čas, potreben za samotestiranje.

Razred	manj kot 1 min	od 1 - 2 min	od 2 - 5 min	več kot 5 min
5.	2	9	12	6
6.	3	12	28	11
7.	1	11	14	0
8.	1	4	11	3
9.	4	4	8	6
SKUPAJ	11	40	73	26



Graf 5. Čas, potreben za samotestiranje.

Najpomembnejši del samotestiranja zagotovo predstavlja odvzem brisa (vzorca). Večina proizvajalcev testnih kompletov predlaga, da se vzorec odvzame od 2 cm do 2,5 cm ("glava testne palčke") globoko v vsaki nosnici.

Preglednica 15. Globina odvzema brisa (vzorca).

Razred	manj kot 1 cm	med 1-2 cm	več kot 2 cm	ne vem
5.	4	14	3	8
6.	8	29	3	9
7.	8	10	4	4
8.	5	9	4	5
9.	4	8	3	5
SKUPAJ	29	70	17	31

Tudi podatki zbrani pri tem vprašanju kažejo, da 60 od skupaj 147 učencev, temu delu testiranja ne daje velike in nujno potrebne pozornosti. Ta številka predstavlja kar 41 % vseh anketiranih učencev (manj kot 1 cm ali odgovor "ne vem").

Zelo pomembno je, da je bris (vzorec) odvzet iz obeh nosnic. Zanimalo nas je ali učenci to res upoštevajo oz. vedo. Vprašali smo jih ali je za pravilen odvzem brisa potrebno odvzeti vzorec iz obeh nosnic? Kot vidimo iz odgovorov učencev, se jih 97 (67 %) zaveda, da je za pravilen odvzem vzorca potreben bris obeh nosnic. Ponovno opazimo, da 1/3 učencev temu vprašanju ne daje nujno potrebnega pomena.

Preglednica 16. Ali je potrebno vzeti bris iz obeh nosnic?

Razred	ne, ni potrebno	ja, je potrebno	ne vem
5.	0	26	3
6.	4	31	14
7.	6	16	4
8.	1	15	6
9.	5	9	5
SKUPAJ	16	97	32

Sledilo je vprašanje, kateri testni komplet se uporablajo za samotestiranje. Učenci so lahko izbirali med 10 ponujenimi možnostmi: Biosynex, Clinitest, Boson Biotech, Roche- SARS-CO-2 Antigen Self test Nase, Hotgen, All test - SARS-CO-2 Antigen Test (Nasal Swab), Deep Blue_Covid-19 (Sars -Cov-2) Antigen Test Kid, New Gene Bioengineering Covid -19 Antigen detection Kit (Nasal Swab), Hygisum

Covid-19 Antigen Schnelltest in drugo. V času, ko smo izvajali anketo, so učenci največ uporabljali testne komplete, predstavljene v preglednici 17.

Preglednica 17. Raznolikost uporabljenih testnih kompletov.

Razred	Biosynex	Clinitest	Boson Biotech	Roche- SARS-CoV-2 Antigen Self test Nase	Hotgen	All test - SARS-CO-2 Antigen Test (Nasal Swab)	Drugo
5.	2	1	4	1	12	2	5
6.	2	8	2	2	16	2	22
7.	1	4	6	1	6	0	8
8.	0	2	3	0	2	1	16
9.	0	6	3	0	4	2	3
SKUPAJ	5	21	18	4	40	7	54

Radi bi poudarili, da učenci niso mogli izbirati med testnimi kompleti, ki so jih dobili v lekarnah. Tako je marsikdo od učencev menjal tudi pet ali več različnih testnih kompletov, ki so se med seboj razlikovali ne samo v dolžini in sestavi testnih palčk in testnih ploščic, ampak tudi načinu dela s puferno raztopino, številu kapljic, ki jih je bilo potrebno nakapljati na testno ploščico in seveda tudi času, ko je testna palčka morala biti v pufernem raztopini. Prav mogoče je, da so učenci (in njihovi starši) natančno prebrali le prva navodila, kasnejših pa ne več. Med testnimi kompleti, ki so bili našim učencem najbolj dostopni, prevladuje Hotgen ®. Iz navodil o uporabi lahko preberemo, da osebam, mlajšim od 18 let, **mora** pri testiranju **pomagati** odrasla oseba. Rezultat pa naj bi odčitali šele **po 15 min**, kar vsaj pri samotestiranju v šoli, ni nihče upošteval, saj so bili rezultati odčitani takoj ko s je tekočina zaradi kapilarnega učinka pomaknila do vrha "okenca".

Vsi kompleti so namenjeni samo kvalitativni diagnostični uporabi *in vitro* in ne bi smeli postati edini potrditveni pokazatelj za klinične indikacije, kar so postali z Odlokom Vlade 1. 2. 2022. Delno opravičilo je njihova visoka zanesljivost. Vsi proizvajalci testov navajajo, da je zanesljivost hitrih antigenskih testov višja kot 90 %. Opazili smo, da je večina študij narejenih na relativno majhnem številu vzorcev. Za Hotgen ® teste tako velja, da je v laični študiji sodelovalo 203 posameznikov, med katerimi je bilo 24 pozitivnih in 179 negativnih. 98 % testirancev je test opravilo brez vsake dodatne pomoči in 97,5 % tudi točno odčitalo testni rezultat. Starost testirancev ni omenjena, je pa ključnega pomena za namen samotestiranja različno starih testirancev. Proizvajalec navaja²⁰ da ima test:

- občutljivost – 97 %
- specifičnost – 99 %
- točnost - 98 %

²⁰ vir: hotgen-coronavirus-2019-ncov-antigentest-hitri-antigeniski-test-za-samotestiranje-5-testov-navodila.pdf (lekarnar.com)
(povzeto 1. 2. 2022)

Pri ostalih ponudnikih smo zasledili podobno visoke številke ali še višje.

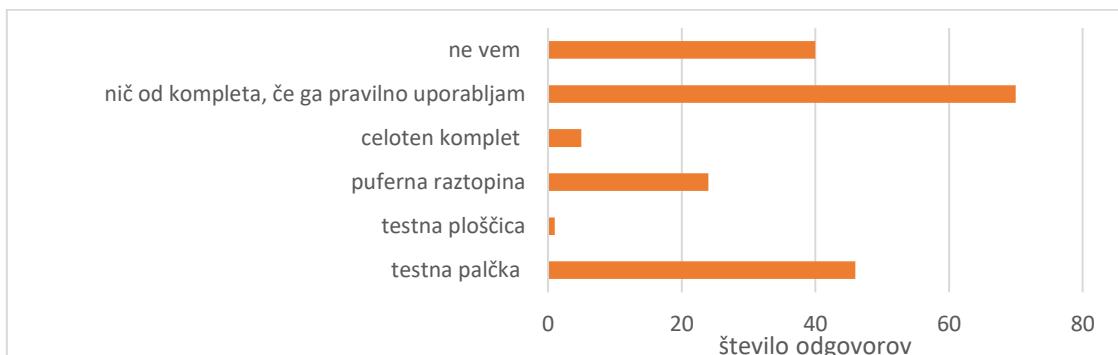
Po 1. 2. 2022 so se v lekarnah pojavili testni kompleti NEWGENE ®, pri katerih smo zasledili, da proizvajalec navaja tudi uporabo "belila" po zaključku testiranja in odčitavanje po 15 min (vendar ne dlje kot po 30 min). Tako Hotgen ® kot Newgene ® testna kompleta nista imela odprtine za odlaganje ekstrakcijske tekočine, zato sta bila za učence manj primerna.

Učence smo vprašali tudi po podatku o zanesljivosti testenega kompleta, ki ga uporabljajo. Kot vidimo iz preglednice 18, prevladujejo odgovori med 80 – 90 %, kar je bistveno nižje, kot piše v navodilih certificiranih proizvajalcev. Tudi ta podatek nakazuje, da so učenci (verjetno) slabo prebrali navodila ali pa jih niso povsem razumeli.

Preglednica 18. Zanesljivost testa za samotestiranje

Razred	>90 %	med 80 – 90 %	manj kot 80 %	ne vem
5.	5	11	7	14
6.	4	13	10	24
7.	1	8	12	12
8.	0	10	7	16
9.	3	12	7	9
SKUPAJ	13	54	43	75

Nasprotniki samotestiranja so zatrjevali, da je samotestiranje za učence škodljivo in lahko negativno vpliva na njihovo zdravje. Zanimalo nas je, kaj o tem menijo naši učenci. Vprašali smo jih, kateri del testnega kompleta je za uporabnika morda lahko nevaren za njegovo zdravje? Odgovori so zbrani v preglednici 19. Iz Preglednice 19 in grafa 6 vidimo, da prevladuje odgovor "nič od kompleta, če ga pravilno uporabljam", sledijo testne palčke in puferna raztopina. Proizvajalci testnih kompletov dejansko opozarjajo na pravilen odvzem brisa ("nežen" odvzem) in izogibanje stiku s puferno raztopino.



Graf 6. Potencialno nevaren del testnega kompleta.

Preglednica 19. Potencialno nevaren del testnega kompleta.

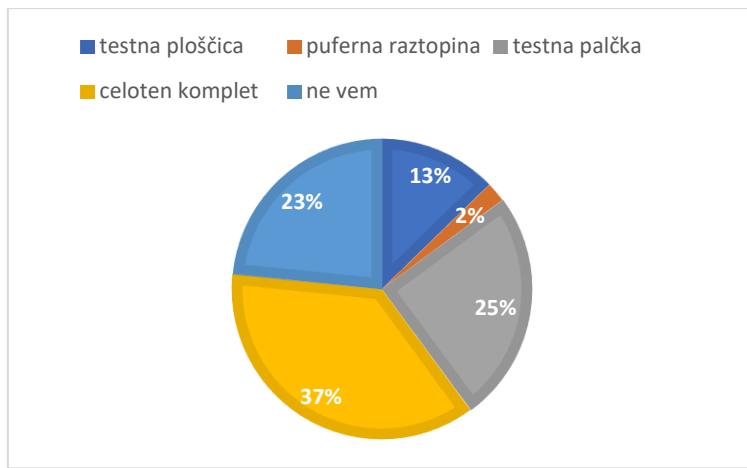
Razred	testna palčka	testna ploščica	puferna raztopina	celoten komplet	nič od kompleta, če ga pravilno uporabljam	ne vem
5.	11	1	4	0	15	6
6.	9	0	8	2	27	8
7.	14	0	5	1	6	7
8.	4	0	4	1	13	9
9.	8	0	3	1	9	10
SKUPAJ	46	1	24	5	70	40

Samo en del testnega kompleta (ne glede na proizvajalca) je steriliziran in to je testna palčka. To je tudi tisti del testnega kompleta, ki se ga v predelu za odvzem brisa (vzorca) ne smemo dotikati. Slednje je za pravilen odvzem vzorca zelo pomembno.

Učence smo vprašali, kateri del kompleta za samotestiranje mora biti sterilen in jim ponudili 5 odgovorov. Kot vidimo iz preglednice 20, prevladuje odgovor "celoten" komplet, kar nakazuje, da imajo učenci težave s pravilnim razumevanjem pojma "sterilno". Na drugem mestu je odgovor "ne vem" in šele na tretjem mestu palčka za odvzem brisa. Zaključimo lahko, da le 25 % vseh anketiranih učencev, z vidika razumevanja pojma sterilno, s testnim kompletom ravna pravilno (graf 7).

Preglednica 20. Kateri del testnega kompleta mora biti sterilen?

Razred	Testna ploščica	Puferna raztopina	Testna palčka	Celoten komplet	Ne vem
5.	6	1	4	14	12
6.	7	1	17	17	10
7.	6	1	12	10	4
8.	3	0	10	16	6
9.	2	1	4	12	12
SKUPAJ	24	4	47	69	44



Graf 7. Kateri del testnega kompletja mora biti sterilen?

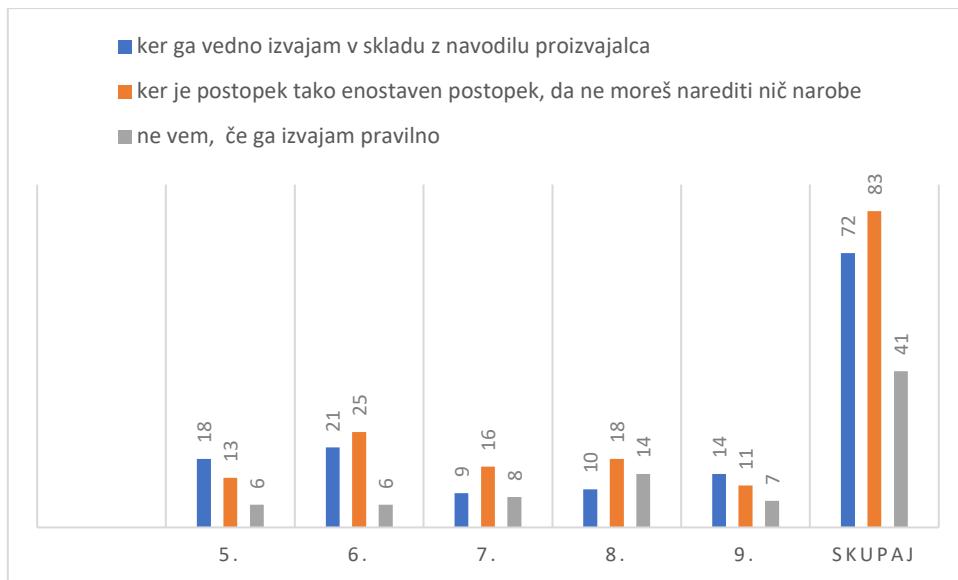
V nadaljevanju smo učence vprašali, kako vedo, da so samotestiranje za SARS-CoV-2 izvedeni pravilno? Odgovori so predstavljeni v preglednici 21.

Preglednica 21. Kako vemo, da samotestiranje izvajamo pravilno?

Razred	Ker ga vedno izvajam v skladu z navodili proizvajalca	Ker je postopek tako enostaven, da ne moreš narediti nič narobe	Ne vem, če ga izvajam pravilno
5.	18	13	6
6.	21	25	6
7.	9	16	8
8.	10	18	14
9.	14	11	7
SKUPAJ	72	83	41

Vidimo, da je večina učencev izbrala odgovor, "ker je postopek tako enostaven postopek, da ne moreš narediti nič narobe", kar seveda ni res. Takšno mnenje prevladuje v 6., 7. in 8. razredu.

Med učenci različnih razredov opazimo razlike. Petošolci so prepričani, da testiranje izvajajo v skladu z navodili proizvajalca, enako trdijo devetošolci.



Graf 8. Kako vemo, da samotestiranje izvajamo pravilno?

Sledilo je vprašanje, ki zahteva poznavanje splošnih oznak, vezanih na validacijo testnih kompletov v Evropski uniji. Prvo vprašanje je bilo ali učenci vedo kaj pomeni oznaka CE na testnem kompletu? Hitri antigenski testi, ki so namenjeni samotestiranju oziroma za domačo uporabo pri posameznikih – nestrokovnjakih, morajo skozi obvezen postopek certificiranja. Spremlja jih t.i. **CE certifikat** odgovornega organa s sedežem v EU. Na testu je tako poleg oznake CE tudi štirimestna številka priglašenega organa, ki je ocenjevanje opravil. Učencem smo ponudili le dva možna odgovora: DA in NE. Če je učenec dogovoril z DA, smo prosili za zapis razlage.

Iz Preglednice vidimo, da je samo 8 učencev odgovorilo z "DA", vendar nihče ni znal pojasniti kaj ta oznaka pomeni.

Preglednica 22. Ali poznaš pomen oznake CE na testnem kompletu za samotestiranje?

Razred	da	ne
5.	1	36
6.	4	47
7.	1	32
8.	1	32
9.	1	33
SKUPAJ	8	180

Naslednje vprašanje se je nanašalo na etilen oksid, oz. okrajšavo, ki se pojavlja na testnih kompletih "EO". Učence smo vprašali ali vedo kaj pomeni oznaka EO na enem delu testnega kompleta? Iz zbranih rezultatov (preglednica 23) vidimo, da so, z izjemo treh učencev, vsi ostali odgovorili z "ne". Tudi v teh treh primerih niti eden od učencev ni pravilno razložil "EO".

Preglednica 23. Kaj pomeni oznaka "EO"?

Razred	da	ne
5.	2	35
6.	0	51
7.	1	32
8.	0	33
9.	0	32
SKUPAJ	3	183

Za potrebe samotestiranja v šolah ali na uradnih COVID točkah, kjer jih izvajajo strokovnjaki zdravstvene stroke, se uporabljajo enaki²¹ testni kompleti, zato nas je zanimalo ali učenci to vedo²². Učenci so v veliki večini izbrali odgovori "ne vem" (65%).

Preglednica 24. Ali so testni kompleti na Covid-19 točkah identični tistim, ki jih uporabljamo za samotestiranje?

Razred	da	ne	ne vem
5.	9	5	23
6.	9	5	37
7.	6	9	18
8.	9	3	21
9.	6	4	22
SKUPAJ	39	26	121

Sledilo je vprašanje zakaj se samotestiranje učencev izvaja v šoli in ne doma? Kot vidimo iz preglednice 25 so učenci kar v 79 % prepričani, da je razlog nadzor nad testiranjem. Nam pa se zastavlja vprašanje **ali je nadzor dovolj, če je izvedba vprašljive kakovosti?** Najmlajši še verjamejo, da je testiranje pod nadzorom učitelja bolj pravilno izvedeno, devetošolci ne več.

²¹ Zdravstvene ekipe, ki so testirale v mesecu marcu 2021 učitelje naše šole, so imele enake teste, kot so bili prvi kompleti za samotestiranje učencev v maju 2021.

²² Na trgu so tudi testi, ki so namenjeni zgolj za uporabo s strani profesionalnih uporabnikov, akreditiranih laboratoriјev in usposobljenega osebja (»Professional Use Only«). Takšni testi niso primerni za samotestiranje, saj uporaba neskladnega testa ali testa, ki ni certificiran za uporabo s strani nestrokovnjakov, lahko vodi do napačnega rezultata testiranja (opomba avtorja).

Preglednica 25. Zakaj se samotestiranje učencev izvaja v šoli in ne doma?

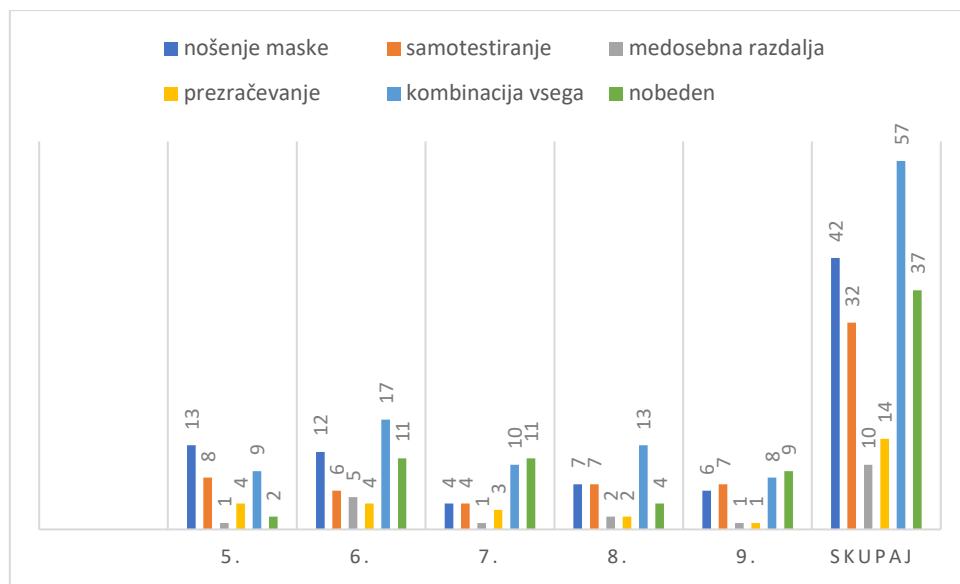
Razred	Da je večji nadzor (se res vsi samotestirajo)	Ker je samotestiranje bolj pravilno izvedeno	Ne vem
5.	26	8	3
6.	39	4	8
7.	28	2	3
8.	28	1	4
9.	26	1	5
SKUPAJ	147	16	23

Poleg samotestiranja smo v šolah izvajali tudi druge ukrepe za zaježitev širjenja virusa. Učence smo vprašali, kateri od ukrepov za zaježitev okužb širjenja virusa SARS-CoV-2 je po njihovem najbolj učinkovit? Rezultati so zbrani v preglednici 26. Kot vidimo iz preglednice 26 in grafa 9, so učenci v 31 % prepričani, da je to kombinacija različnih ukrepov, sledi nošenje maske (23 %) in na tretjem mestu samotestiranje (17 %). Žal pa jih 20 % (vsak peti) meni, da nič od tega ne pomaga. Pri tem bi radi poudarili, da učencem nismo ponudili možnost cepljenja, saj je med mlajšimi učenci cepljenih praktično ni, pa tudi tretji (poživitveni) odmerek zanje ni predviden. Higiena kašlja in rok, pa je rutina, ki jo redno izvajamo tudi, ko ni pandemije.

Preglednica 26. Kateri ukrep za zaježitev širjenja virusa je najbolj učinkovit?

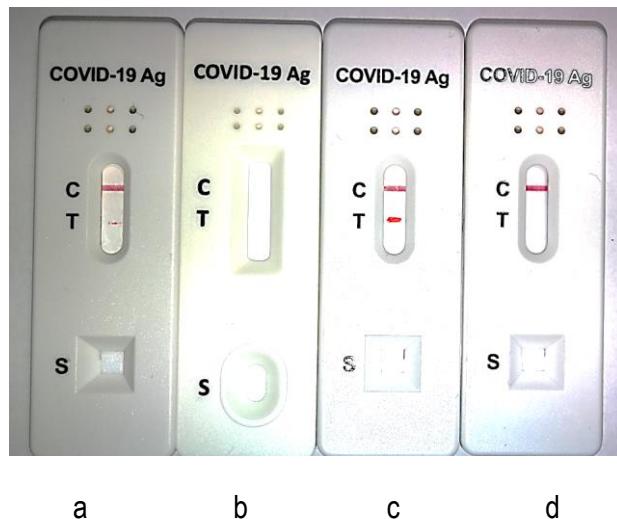
Razred	nošenje maske	samotestiranje	medosebna razdalja	prezračevanje	kombinacija vsega	nobeden
5.	13	8	1	4	9	2
6.	12	6	5	4	17	11
7.	4	4	1	3	10	11
8.	7	7	2	2	13	4
9.	6	7	1	1	8	9
SKUPAJ	42	32	10	14	57	37

Iz grafa 9 vidimo, da petošolci najbolj verjamejo v maske, šestošolci in osmošolci v kombinacijo različnih ukrepov, sedmošolci in devetošolci pa v nobenega od izvajanih ukrepov. Ker je bilo tudi pravilno nošenje mask med učenci zelo vprašljivo, se zastavlja vprašanje, če morda niso "mehurčki" in zračenje predstavljali najbolj učinkovita ukrepa?



Graf 9. Kateri ukrep za zaježitev širjenja virusa je najbolj učinkovit?

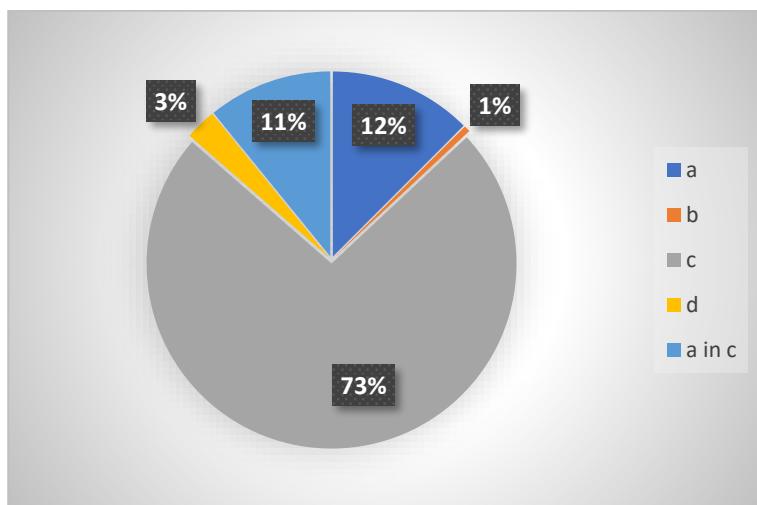
V procesu samotestiranja je zelo pomembno, da znamo odčitati rezultat testa, ki kaže na sum okužbe s SARS-CoV-2. Učencem smo ponudili 4 testne rezultate in jih vprašali, kateri testni rezultati kaže na sum z okužbo s SARS-CoV-2. Namenoma smo vprašanje zastavili v ednini, ker smo želeli preveriti ali učenci prepoznajo tudi sum na okužbo, če "črtica" ni zelo izrazita. Tako je bil pri tem vprašanju pravilen odgovor kombinacija odgovora **a** in **c**. Ta odgovor je izbral le 12 % vprašanih, velika večina pa nedvomno pozitiven rezultat (sum na okužbo), to je odgovor **c** (73 %).



Slika 23. Rezultati samotestiranja.

Preglednica 27. Zmožnost pravilne interpretacije samotestiranja.

Odgovor Razred	a	b	c	d	a in c
5.	4	0	19	3	1
6.	5	0	43	1	2
7.	3	1	22	1	6
8.	7	0	21	0	5
9.	4	0	30	0	6
SKUPAJ	23	1	135	5	20



Graf 10. Pravilno interpretacija rezultatov testa.

Zadnji sklop vprašanj se je nanašal na etilen oksid in njegove lastnosti. Najprej smo učencem povedali, da se pri pripravi testnega kompletja za samotestiranje za SARS-CoV-2 uporablja tudi etilen oksid in nato poizvedovali ali vedo, v kakšen namen se uporablja.

Kot vidimo iz Preglednice 28, večina učencev ugiba o namenu uporabe in pomenu etilen oksida dejansko ne pozna.

Preglednica 28. Namen uporabe etilen oksida pri pripravi testnega kompleta.

Razred	Etilen oksid se uporablja v proizvodnji testnih palčk	Etilen oksid se uporablja v proizvodnji testnih ploščic	Etilen oksid je v pufernih raztopini	Etilen oksid se uporablja za sterilizacijo	Nič ne vem
5.	3	2	1	1	30
6.	2	0	2	5	42
7.	3	2	0	2	26
8.	0	0	2	1	32
9.	1	2	5	0	24
SKUPAJ	9	6	10	9	154

Ker etilen oksid sodi med kancerogene in teratogene snovi, smo učence vprašali ali vedo, kaj pomenita ta dva izraza. Tudi to vprašanje se je izkazalo za pretežko, saj so samo štirje učenci odgovorili pravilno, pri čemer je zaskrbljujoče, da med pravilnimi odgovori ni niti enega osmošolca ali devetošolca, saj jeto del njihovega učnega načrta pri kemiji.

Preglednica 29. Kaj pomeni izraz kancerogena in teratogena snov?

Razred	Rakotvoren in težaven	Škodljiv na 12. Potenco (10^{12})	Lep in težek	Rakotvoren in škodljiv za nosečnice	Ne vem
5.	1	3	1	1	31
6.	3	0	1	2	45
7.	3	0	0	1	29
8.	1	2	5	0	24
9.	3	0	0	0	30
SKUPAJ	11	5	7	4	159

Sledilo je vprašanje, kaj pomeni izraz sterilizacija, pri čemer so bili pravilni odgovori *a, b in c*. Ko govorimo o procesu samotestiranja, pa smo imeli v mislih predvsem proces odstranjevanja mikroorganizmov, kar je pravilno dogovorilo 29 % vseh anketiranih učencev. "Zmagovalci" so nedvomno šestošolci.

Preglednica 30. Pomen izraza "sterilizacija".

Razred	operativni poseg za trajno preprečevanje nosečnosti	ukrep centralne banke države za izničenje vpliva zalog denarja	proces eliminacije mikroorganizmov iz vzorca	ne vem
5.	5	2	5	25
6.	1	0	24	26
7.	3	0	11	19
8.	5	15	0	13
9.	1	1	14	16
SKUPAJ	15	18	54	99

Zadnje vprašanje se je nanašalo na najbolj razširjeno snov v naravi - vodo ali vodikov oksid. Izraz voda je splošno znan, njeno kemijsko ime – vodikov oksid, pa seveda veliko manj. Ker pa je ob trenutni pandemiji skoraj vsak strokovnjak "za vse", smo učencem postavili vprašanje, katero snov predstavlja vodikov oksid?

Pričakovano je bilo, da mlajši učenci kemijskih imen ne poznajo, osmošolci in devetošolci pa niso prepoznali niti vode. Nekateri so jo prepoznali celo kot nevarno snov, če jo popijemo.

Preglednica 31. Kaj pomeni izraz vodikov oksid?

Razred	Snov, ki se uporablja pri beljenju las	Snov, ki je pri 25°C v plinastem stanju	Če bi človek to snov popil, bi lahko bilo zanj zelo nevarno	Navadno vodo	Ne vem
5.	0	1	6	0	30
6.	2	2	1	3	43
7.	1	3	5	1	23
8.	6	0	1	3	23
9.	0	0	7	2	23
SKUPAJ	9	6	20	9	142

5 ZAKLJUČKI

V hipotezi 1 smo predvideli, da učenci, ki se redno samotestirajo, v vsaj 90 % verjamejo, da je samotestiranje za SARS-CoV-2 eden najbolj učinkovitih ukrepov za preprečevanje širjenja okužb in s tem virusom. Hipoteze nismo potrdili, saj so učenci v 31 % mnenja, da je najbolj učinkovita kombinacija ukrepov. Le 17 % učencev samotestiranju pripisuje zelo pomembno vlogo v boju proti širjenju okužb.

Žal nismo potrdili tudi hipoteze 2, kjer smo predvideli, da so učenci v več kot 90 % seznanjeni s protokolom samotestiranja in ga pravilno izvajajo. Le 20 % vseh učencev si je pred samotestiranjem ogledalo informativni video, ki ga je pripravil NIJZ (2021), vendar so bili prepričani, da zaradi tega težav s samotestiranjem niso imeli. Pri tem ne opažamo nobenih razlik med spoloma, niti v starosti učencev, niti v njihovi poprečni oceni. Anketa v celoti kaže visoko raven izjemno površnega in pomanjkljivo izvedenega samotestiranja.

Na informativnem videu NIJZ (2021) izpihanju nosu ni predvideno, prav tako tega ukrepa ne predvidevajo info grafike ali uradni protokol Ministrstva za zdravje. Zapisan je le v navodilih različnih proizvajalec testnih kompletov. V hipotezi 3 smo predvideli, da si vsaj 90 % učencev pred samotestiranjem izpiha obe nosnici, vendar to izvaja le 28,7 % učencev. Hipoteza 3 ni bila potrjena.

Pravilen odvzem brisa zahteva, da gre palčka za odvzem brisa vsaj 2-3 cm v obe nosnici, kar ne upošteva 41 % učencev. Če dodamo k temu še dejstvo, da se rezultati testa odčitajo praviloma prehitro (prej kot v 15 min - največkrat v prvi minut), tudi hipoteza 4 ni potrjena.

Testni kompleti, ki smo jih učenci dvigovali v lekarnah, niso bili vsi enako primerni za uporabo pri učencih različnih starostnih skupin. 15 cm rigidna palčka, z 2 cm veliko stožčasto oblikovano glavo, je bila za mlajše otroke povsem neprimerna. Navodila, ki so bila priložena, so zahtevala asistenco odrasle osebe.

S hipotezo 5 smo predvidevali, da učenci vedo, da mora palčka za samotestiranje biti sterilna in se glave palčke ne smejo dotikati med samotestiranjem. Večina jih meni, da je sterilni celoten komplet (63 %), kamor sodi tudi testna palčka, zato smo hipotezo 5 delno potrdili.

Učenci se z veljavnostjo testov in oznakami CE ali EO ne ukvarjajo in med vsemi anketiranimi učenci ni bilo nikogar, ki bi znal pojasniti pomen obeh kratic. S tem smo ovrgli tudi hipotezo 6 in 7.

S hipotezo 8 smo predvidevali, da prav vsi učenci nimajo težav s 100 % pravilno interpretacijo rezultatov samotestiranja. Res je, da pri tem vprašanju učencev nismo opozorili, da je lahko pravilnih tudi več odgovorov, vendar je pravilno kombinacijo določilo le 12 % vseh vprašanih. Povsem nedvoumen rezultat (dve jasni črtici na testni ploščici) je večina določila kot sum na Covid, ne pa tudi manj vidne črtice suma na Covid-19. Hipoteza 8 tako ni potrjena.

V hipotezi 9 smo predpostavili, da so razlike v splošni izobraženosti učencev glede funkcije in sestave kompletov za samotestiranje v pozitivni korelaciji s starostjo učencev. Starejši učenci bodo bolj pravilno odgovarjali na vprašanja. Tudi ta hipoteza se je izkazala za napačno, saj so na sklop zadnjih treh vprašanj vsi učenci odgovarjali zelo slabo (pojmi sterilizacija, kancerogen, teratogen genotoksičen in poznavanje kemijskega imena za vodo).

Hipoteza 10 je bila potrjena. Palčke za jemanje brisov so z vidika izločanja etilen oksida varne. S poskusom nismo dokazali potencialne nevarnosti spiranja EO s površine palčk, kar oznaka CE na ovojnini dejansko zagotavlja.

Rezultati ankete so zaskrbljujoči. Učenci so sicer brez večjega odpora izvajali samotestiranje v šoli, vendar zelo površno in brez zavedanja, kako zelo pomemben je pravilen odvzem vzorca, čas analize in vse okoliščine, ki lahko vplivajo na končni rezultat samotestiranja. Nadzorna vloga učitelje je bila zreducirana zgolj in samo na izvedbo testa, ne pa tudi na kakovost njegove izvedbe. Veseli pa dejstvo, da testni kompleti v ničemer niso bili življenjsko ogrožajoči za učence, ki so jih uporabljali, saj "zloglasnega" etilen oksida s poskusi nismo dokazali. V tem delu je raziskavo potrebno še nadgraditi, saj v času aktivnega dela na raziskovalni nalogi nismo prejeli vseh želelnih kemikalij za izvedbo poskusa (2-kloretanol in etilen oksid v freonu).

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Pri samotestiranju, ki smo ga učenci obvezno izvajali z namenom preprečevanja širjenja okužb menim, da bi bilo veliko bolje, če bi to izvajali doma. Na ta način bi se lahko izognili veliko karantenam celotnih oddelkov. V nalogi ugotavljam, da je nadzor v šoli sicer vedno bil, vendar se je testiranje izvajalo zelo površno in zato se postavlja vprašanje ali je bil s tem cilj dosežen. Obenem je pri tem nastalo veliko število različnih odpadkov na enem mestu, kar je z vidika obvladovanja epidemije slabo. Na naši šoli smo v ta namen morali naročiti dve dodatni 250 L posodi za mešane odpadke, ki sta bili vsak dan testiranja zvrhano polni (slika 24). V šoli tudi nismo imeli t.i. izolacijske sobe. V ta namen se je uporabljala pisarna ravnateljice.



Slika 24. Povečanje volumna komunalnih odpadkov, kot posledica samotestiranja učencev in razkuževanja v šoli.

Pod vprašaj bi postavil tudi strategijo, da se cepljenim in prebolevnikom ni bilo potrebno testirati, saj smo bili, predvsem v januarju, soočeni z dejstvom, da so zbolevali tudi sošolci, ki so bili 2-krat cepljeni in celo prebolevniki. Morda se je virus tudi zaradi tega bolj nemoteno širil dalj časa, kot bi se, če bi cepljenje bilo razumljeno kot osebna zaščita, samotestiranje pa kot presejalni test celotne populacije za preprečevanje okužb.

Ker je bilo samotestiranje izvajano v šoli, bi bilo smiselno, da bi šole doobile teste za učence in ne lekarne. Menim, da je pandemija s SARS-CoV-2 in naš boj z njo pokazal celotno paleto naše družbene

(ne)odgovornosti, ki je vredna posebne raziskovalne naloge. Samotestiranje v šolah pa zagotovo ni doseglo namena preprečevanja širjenja okužb, saj ta raziskava kaže, da se je samotestiranje izvajalo zelo površno, strategije pa so se menjale prehitro in brez časa na njihovo ustrezno pripravo.

7 UPORABLJENA LITERATURA

7.1 STROKOVNI ČLANKI

Barwell, C. F., Freeman, M.A. R. (1959). Ethylene Oxide Sterilization in Hospital Practice. The Journal of Hygiene, Cambridge University Press, Vol. 58, No. 3 (Sep., 1960), str.. 337-345.:

Bolt, D. (2007). Etylen oxide. Third edition. Ethylene Oxide Product Stewardship Guidance Manua. Dostopno na:<https://www.lyondellbasell.com/globalassets/documents/chemicals-technical-literature/ethylene-oxide-manual.pdf> (povzeto 12. 1. 2022)

Bourbeau, P. (2005). Just a swab you say? Balderdash Clinical Microbiology Newsletter, 27, 1: str. 19-23.

Dolovich, J., Marshall, .CP., Smith, E.K, Shimizu, A., Pearson,. FC., Sugona, M.A., Lee, W. (1984). Allergy to ethylene oxide in chronic hemodialysis patients. Artif Organs. Aug;8(3): 334-7.

ECHA (2017). Substance Evaluation Conclusion Document as requierd by REACH Article 48 for Ethylene oxide. Dostopno na: <https://echa.europa.eu/documents/10162/4a2a31f6-aa6b-41f0-5f10-2e4eca6c6fe9> (povzeto 12. 12. 2021).

ECHA (2021) Guidance on information requirements and chemical safety assessment Chapter r.8: Characterisation of dose [concentration] response for human health. ECHA-2010-G-19_EN.

EMA (The European Agencx for the Evaluation Of Medicinal Products), 2021. Note for giudance on limitation to the use of ethylen oxide in the manufacture of medicinal products. Evaluation of medicines for human use. Dostopno na: https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/note-guidance-limitations-use-ethylene-oxide-manufacture-medicinal-products_en.pdf. (povzeto 1. 2. 2022)

IARCH (2021). Ethylen oxide. Ethylene oxide was considered by previous IARC Working Groups in 1976, 1984, 1987, 1994 and 2007 (IARC, 1976, 1985, 1987, 1994, 2008). IARC MONOGRAPHS – 100F. Dostopno na: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono100F-28.pdf>. (povzeto 16. 1.2. 2021).

Ministrstvo za zdravje. Protokol samotestiranja učencev. Številka: 187-399/2020/257. 10. 11. 2021.Dostopno na:
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/protokol_ucenci_november_p.pdf (povzeto 15. 11. 2021)

NIJZ (2021, 2022). Higienska priporočila za preprečevanje širjenja SARS-CoV-2 pri izvajanju pouka v osnovni šoli. Dostopno na:
https://www.nijz.si/sites/www.nijz.si/files/uploaded/sola_osnovne_sole_hig_ukrepi_poslano_26082021_3.pdf (povzeto 1. 11. 2021- 25. 2. 2022)

Odlok o izjemah od karantene na domu po visoko tveganem stiku s povzročiteljem nalezljive bolezni COVID-19 (Uradni list RS, št. 87/21, 132/21, 144/21, 149/21, 164/21, 190/21, 200/21 in 2/22).

Parod, R. J. (2014). Ethylene Oxide. Encyclopedia of Toxicology. 3rd ed. Wexler P. (ur.). Amsterdam, Academic Press: str. 535-538.

Odlok o spremembah in dopolnitvah Odloka o začasnih ukrepih za preprečevanje in obvladovanje okužb z nalezljivo boleznijo COVID-19 (Uradnem listu RS, št. 8/22 z dne 17. 1. 2022).

Stojanovič Pevc, A. (2022). Sterilizacija. Dostopno na: <https://www.zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/2019/10/Sterilizacija.pdf>. povzeto 29. 11. 2021.

WHO (2003). Concise International Chemical Assessment Document 54 for Ethylene oxide. Dostopno na: <https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad54.pdf> Povzeto: 14. 11. 2021.

WHO (2022). Coronavirus disease. COVID-19 Data Repository by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University. Dostopno na: <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19> (citirano 22. 1. 2022).

Zveta Potrošnikov Slovenije. Odpoklic živil zaradi etilenoksida. Dostopno na: [Množični odpoklic živil zaradi prisotnosti etilen oksida v aditivu \(zps.si\)](#). Citirano: 29. 11. 2021.

Tooker, A., Moya, M. L., Wang, D. N., Freeman, D., Borucki, M., Wheeler, E., Larsen, G., Shusteff, M., Duoss, E.D., Spadaccini, C.M.: (2021). Performance of three-dimensional printed asopharyngeal swabs for COVID-19 testing. MRS bulletin , Vol. 46 , september 2021 , str. 813-821.

Wielinga W. C. (2009.)10 - Galactomannans. Handbook of Hydrocolloids. 2nd ed. Phillips G.O., Williams P.A. (ur.). Cambridge, Woodhead Publishing,str. 228-251.

Wilson-Wildea, L. et al. (2017). Investigation into ethylene oxide treatment and residuals on DNA and downstream DNA analysis. Science&Justice, Vol. 57, issue 1, str. 13-20.

7.2 ELEKTRONSKI VIRI

Slika na naslovni strani: <https://www.news-medical.net/health/What-are-Spike-Proteins.aspx> (povzeto 26. 1. 2022).

Covid -19 sledilnik. Dostopno na: <https://covid-19.sledilnik.org/sl/stats>.

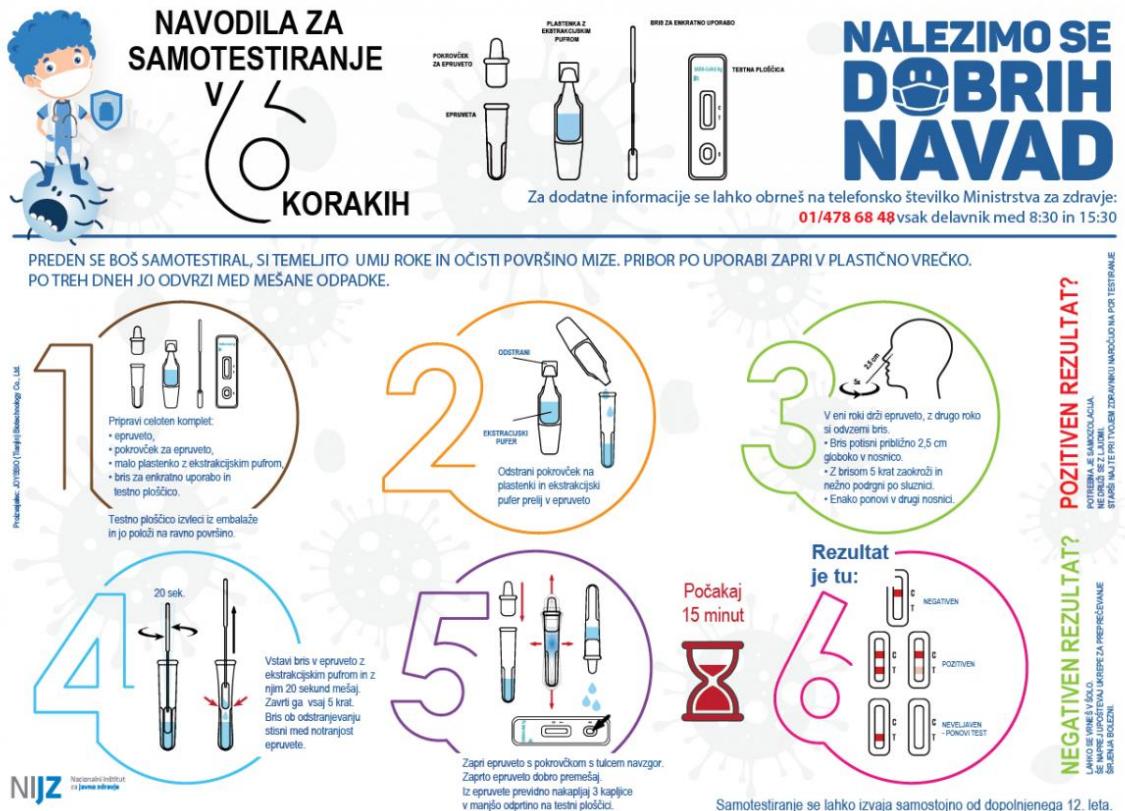
ECHA: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/> (povzeto 17. 1. 2022).

Roadmap: www.roadmaponcarinogens.eu/ethylenoxide (povzeto 11. 1. 2022).

E-učbeniki: <https://eucbeniki.sio.si/kemija9/1102/index1.html> (povzeto 12. 1. 2022)

8 PRILOGE

PRILOGA 1 – INFO GRAFIKA



PRILOGA 2 - NAVODILA ZA SAMOTESTIRANJE UČENCEV V OŠ Kungota

Prostor samotestiranja

Učenci, katerih starši so predhodno podpisali soglasje k samotestiranju učencev v šolskih prostorih, bodo samotestiranje izvedli:

- v primeru jutranjega varstva, dodatnega ali dopolnilnega pouka in drugih aktivnostih v okviru RaP v jedilnici šole, pred pričetkom dejavnosti.
- pred začetkom prve redne šolske ure v učilnici, kjer se bo ta pouk izvajal. V učilnici morajo biti najmanj 10 min pred začetkom testiranja (8:10).

Pred pričetkom samotestiranja

1. Ob prihodu v prostor samotestiranja si najprej temeljito umijejo (vsaj 20 sek) ali razkužijo roke, sedejo in pripravijo svoj komplet za samotestiranje ter papirnato brisačko. Najprej si izpihajo nos. V času samotestiranja na mizah ni ničesar drugega kot samo komplet za samotestiranje. Razdalja med samotestiranci naj bo vsaj 1,5 m.

2. Predvidevamo, da bodo učenci imeli testne kompletne različnih proizvajalec, zato je zelo pomembno, da so **z navodili za uporabo testov seznanjeni v naprej**.
3. Nadzorni učitelj preveri prisotnost v razredu.

Testiranje

Sledi predlog vodenega besedila:

Učenci začenjamо s samotestiranjem. Najprej preverimo, če imate v kompletu vse pripomočke. Vsak od vas mora imeti majhno posodico/epruveto z ekstrakcijsko tekočino (pokaže primer). Prosim položite jo pred seboj kot prvo v vrsti.

Vsak od vas mora imeti testno ploščico (pokaže primer). Prosim odprite jo in testno ploščico položite kot drugo v vrsto (za testno tekočino). Čim manj se dotikajte okvirčkov v testni ploščici (pokaže kako jo pravilno držimo).

Vsak od vas mora imeti tudi v ovojnico zapakirano sterilno vatirano palčko (pokaže primer). Prosim položite jo kot tretjo v vrsto pred seboj.

Imate tudi pripomoček za kapljanje brisa na testno ploščico (pokaže primer). Položite tudi te pripomočke, kot zadnje v vrsti, pred seboj.

Vsak od vas mora imeti še vrečko za odpadke (pokaže primer). Položite jo tako, da za vas ne bo moteča.

Vsak mora imeti tudi papirnato brisačko ali papirnati robček (pokaže primer).

Zdaj vas prosim, da zaščitno obrazno masko, za čas odvzema vzorca, z nosu odmaknete navzdol, tako da vam pokriva samo usta (pokaže).

Začnimo s samotestiranjem. Najprej previdno odprite epruveto/posodico z ekstrakcijsko tekočino. Naj stoji navpično, pazite, da se tekočina ne bo razlila. V testnem kompletu imate tudi pripomoček za to (preveri, če so to vsi naredili in pomaga, če je potrebno).

Zdaj odprite ovoj s sterilno palčko. Palčko primite en centimeter pod vatiranim delom (pokaže primer). Če kdo pri tem potrebuje pomoč naj pove (preveri, če so vsi zmogli odpreti ovojnino). Vatiranega dela se ne dotikajte.

Samo vatiran del palčke previdno potisnite najprej v eno nosnico, počasi vsaj 5-krat zavrtite, tako da obrišete notranji del nosne stene. (pokaže primer)

Vatirano palčko dajte še v drugo nosnico in prav tako, vsaj petkrat zavrtite na način, da obrišete notranji del nosne stene druge nosnice (pokaže primer).

Vatirano palčko previdno izvlecite in takoj potopite v ekstrakcijsko epruveto/posodico. Pazite, da se ne razlije in previdno mešajte (pokaže primer).

Vatiran del palčke stisnite ob rob posodice in ga izvlecite ter položite na papirnato brisačko (pokaže primer).

Zdaj ekstrakcijski epruveti/posodici dodajte nastavek za kapljanje in dobro zaprite epruveto/posodico (pokaže primer).

Na testno ploščico, v odprtinico označeno s "S" (običajno je to najmanjša odprtina) kanite vsaj 3 kapljice, vendar ne več kot 4 (*Učitelj pokaže primer. Ko se prepriča, da so ta del postopka vsi izvedeli pravilno, nadaljuje.*).

Epruveto s testno tekočino odložite na papirnato brisačko.

Testna tekočina se zdaj dviguje v drugem okencu in med tem časom, ko čakamo na rezultat testa, pospravite vse odpadke, ki so nastali v času testiranja, v vašo vrečko za odpadke, vendar pazite, da ne boste premikali testne ploščice.

Ko testna tekočina doseže vrh ploščice, dvignite roko.

(Učitelj pregleda rezultate samotestiranja v času naslednjih 5 min in si zabeleži rezultat testa).

Svojo delo ste zelo dobro opravili, zdaj vas prosim, če tudi testno ploščico položite v vrečko za odpadke in vrečko zaprete. Vse vaše vrečke bomo dali v skupno vrečo. Prosim vas, če si pravilno namestite maske. S tem je samotestiranje zaključeno. Prosim ostanite na svojih mestih.

(Učitelj gre z večjo vrečo za odpadke po razredu in učenci svojo odpadno vrečko odložijo v njegovo vrečo).

Prosim vas, če se s stolom pomaknete nekoliko nazaj, da lahko razkužimo prostor za testiranje. Drug za drugim si umijete roke in se vrnite nazaj ter sede počakajte, da počistimo prostor.

(Učenci se pomaknejo nazaj, učitelji pa z razkužilom razkuži mize in jih z vnaprej pripravljeno papirnato brisačko pobriše. V odpadno vrečo, kamor so učenci položili svoje vrečke z odpadki, učitelj doda še papirnato brisačko, s katero je pobrisal mizo. Tik preden jo zaveže, še pravilno odstrani rokavice, vrečko z odpadki tesno zaveže (vsebine vreče ne tlači, odpadkov se po odlaganju v vrečo ne dotika več) in jo postavi pred vhodna vrata razreda, kjer jih odnese dežurna jutranja čistilka).

Učenci prosim odprimo okna za nekaj minut, da prezračimo prostor in lahko potem nadaljujemo z našim delom.

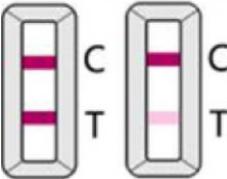
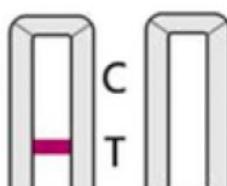
(Učitelju na predmetni stopnji lahko pomagajo učenci, odpre okna). V času prezračevanja se učenci pripravijo na izvedbo pouka in vsi umijejo roke.

Ostalo

Učitelj/oseba, ki spremišča testiranje, ves čas nosi masko in se učencu približa v neposredno bližino le v primeru, ko je to nujno.

Učenec si pred pričetkom postopka umije roke. Na čisto delovno površino položi brisačko za enkratno uporabo, na katero odlaga ves material, ki ga uporablja pri izvedbi testiranja. Po končanem testiranju vse pospravi v svojo vrečko za odpadke. Ta vrečka gre v večjo vrečo, ki jo ima učitelj.

Rezultat samotestiranja

		
pozitiven test; sum na Covid-19; učenec gre v samoizolacijo in je napoten na PCR	učenec ima negativen rezultat; sodeluje pri pouku dalje	test ni veljaven; učenec test ponovi

Kako ravnamo po prejemu rezultata samotestiranja?

V primeru **negativnih testnih rezultatov** učitelj te podatke vnese v evidenčni list za samotestiranje učencev in nadaljuje s poukom.

V primeru **pozitivnega rezultata** testa pri samotestiranju na SARS-CoV-2 o tem takoj obvesti ravnateljico (ali pomočnico ravnateljice), ki o tem takoj obvesti starše oziroma zakonite zastopnike učenca. Učenec počaka:

- v pisarni ravnateljice (v Zg. Kungoti),
- v zbornici šole (v Sp. Kungoti),
- v zbornici šole (v Svečini).

V primeru pozitivnega rezultata testa pri samotestiranju za napotitev na PCR testiranje, **starši oziroma njegovi zakoniti zastopniki nemudoma kontaktirajo izbranega osebnega zdravnika**, ali ga **nemudoma naročijo na PCR testiranje** pri izvajalcu zdravstvene dejavnosti v mreži javne službe, brez predhodnega obveščanja osebnega zdravnika.

Izvajalec zdravstvene dejavnosti takoj, **najpozneje pa v 24 urah od pozitivnega rezultata testa HAG za samotestiranje na SARS-CoV-2, odvzame bris za test PCR.**

Učenec počaka na izvid PCR testiranja doma v samoizolaciji. Učenec ne sme zapuščati doma, omejiti mora stike z ostalimi osebami in dosledno upoštevati priporočila za preprečevanje širjenja bolezni.

V primeru **pozitivnega PCR testa** **starši oziroma zakoniti zastopniki obvestijo ravnateljico** šole oziroma razrednika in otrokovega izbranega osebnega zdravnika.

Ravnatelj ob sumu ali potrjenem primeru okužbe s SARS-CoV-2 v zavodu ravna v skladu z navodili NIJZ (Navodila vzgojno-izobraževalnim zavodom (VIZ) ob sumu ali potrjenem primeru okužbe s SARS-CoV-2 v zavodu). **Ukrepanje v VIZ se prične po pozitivnem rezultatu potrditvenega testa s PCR metodo.**

Če je **test neveljaven** ali učitelj ni prepričan o rezultatu testa, učencu ponudi ponovitev testa s šolskimi testom za samotestiranje. Intenziteta črtic pri odčitavanju ne igra vloge pri interpretaciji rezultata testa.

Priloga 3 - ANKETA O UČINKOVITOSTI SAMOTESTIRANJA ZA SARS-CoV-2

Dragi učenec/učenka.

Šol. leto 2021/22 si bomo zagotovo zapomnili po samotestiranju vseh učencev za virus SARS-CoV-2. Samotestiranje sodi med enega od ukrepov proti širjenju virusa, zato te prosim, da si vzameš nekaj minut in odgovoriš na naslednja vprašanja..

Tvoji odgovori mi bodo pomagali razumeti, koliko učenci naše šole dejansko vedo o samotestiranju in kako učinkovito ga izvajajo. Za tvoj čas in odgovore, ki izkazujejo realno stanje, se ti v naprej zahvaljujem. Vsi podatki bodo uporabljeni izključno v raziskovalne namene. Anketa je v celoti anonimna. Hvala.

Patrick R.

A. Splošni podatki o anketirancu

1. Obkroži letnico svojega rojstva:

- a) 2007
- b) 2008
- c) 2009
- d) 2010
- e) 2011
- f) 2012

2. Obkroži svoj spol:

- a) ženski
- b) moški

3. Moja povprečna ocena v šol. letu 2020-21 je bila:

- a) med 4,5 – 5,0
- b) med 4,0 – 4,4
- c) med 3,0- 3, 9
- d) manj kot 3,0

B. Samotestiranje

1. Ali si si kdaj pogledal/-a posnetek samotestiranja proti Covid-19, ki ga je pripravil NIJZ?

- a) DA
- b) NE

2. Ali se redno samotestiraš (vsaj 3-krat tedensko)?

- a) DA
- b) NE

Če si odgovoril/a z NE, izpusti vprašanja od 3-8 in nadaljuj z vprašanjem 9.

3. Bi se morali redno samotestirati tudi prebolevniki in polno cepljeni učenci?
- a) da
 - b) ne
 - c) ne vem
4. Ali si pred samotestiranjem izpihaš nos?
- a) DA
 - b) NE
5. Koliko časa porabiš za samotestiranje proti SARS-Cov-2?
- a) manj kot minuto
 - b) od 1- 2 minut
 - c) med 2-5 min
 - d) več kot 5 min
6. Kako globoko v nosnico greš s testno palčko?
- a) manj kot 1 cm
 - b) med 1- 2 cm
 - c) več kot 2 cm
 - d) ne vem
7. Ali je za pravilen odvzem brisa potrebno odvzeti vzorec iz obeh nosnic?
- a) ne, ni potrebno
 - b) ja, je potrebno
 - c) ne vem
8. Kateri testni komplet uporabljaš za samotestiranje proti SARS-Cov-2?
- a) Biosynex
 - b) Clinitest
 - c) Boson Biotech
 - d) Roche- SARS-CO-2 Antigen Self test Nase
 - e) Hotgen
 - f) All test - SARS-CO-2 Antigen Test (Nasal Swab)
 - g) Deep Blue_Covid-19 (Sars -Cov-2) Antigen Test Kid
 - h) new Gene Bioengineering Covid -19 Antigen detection Kit (Nasal Swab)
 - i) Hygisum Covid-19 Antigen Schnelltest
 - j) Drugo
9. Kako zanesljivi so testni kompleti za samotestiranje proti Covid 19?
- a) >90 %
 - b) med 80- 90 %
 - c) manj kot 80 %

d) ne vem

10. Kateri del testnega kompleta je za uporabnika morda lahko nevaren za njegovo zdravje?

- a) testna palčka
- b) testna ploščica
- c) puferna raztopina
- d) celoten komplet
- e) nič od kompleta, če ga pravilno uporabljam
- f) ne vem

11. Kateri del kompleta za samotestiranje mora biti sterilen?

- a) testna ploščica
- b) puferna raztopina
- c) testna palčka
- d) celoten komplet
- e) ne vem

12. Kako veš, da si samotestiranje za SARS-CoV-2 izvedel/-a pravilno?

- a) ker ga vedno izvajam v skladu z navodilu proizvajalca
- b) ker je tako enostaven postopek, da ne moreš narediti nič narobe
- c) ne vem, če ga izvajam pravilno

13. Ali veš kaj pomeni oznaka CE na testnem kompletu?

- a) da
- b) ne

13. 1. Če si dogovoril/-a z DA zapiši razlago:

14. Ali veš kaj pomeni oznaka EO na enem delu testnega kompleta?

- a) da
- b) ne

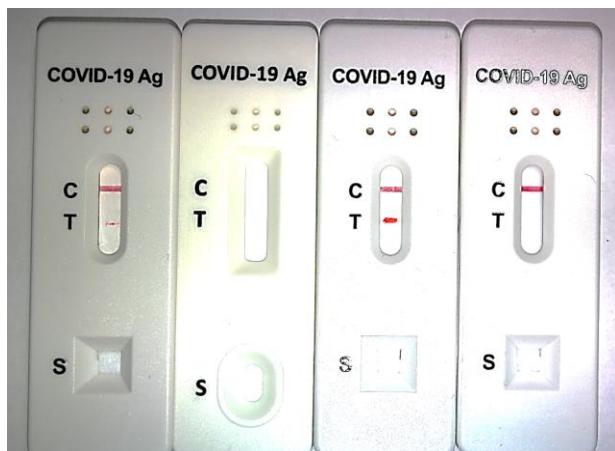
14.1 Če si odgovoril/a z DA , zapiši razlago:

15. Ali se na točkah za množično samotestiranje (testirajo zdravstveni delavci) uporabljajo enaki testi za hitro testiranje ljudi proti SARS-CoV-2, kot jih uporabljajo učenci v šoli?
- a) DA
 - b) NE
 - c) NE VEM

16. Zakaj se samotestiranje učencev izvaja v šoli in ne doma?
- a) da je večji nadzor (se res vsi samotestirajo)
 - b) ker je samotestiranje bolj pravilno izvedeno
 - c) ne vem

17. Kateri od ukrepov za zaježitev okužb širjenja virusa SARS-Cov-2 je je po tvojem najbolj učinkovit?
- a) nošenje maske
 - b) samotestiranje
 - c) medosebna razdalja
 - d) prezračevanje
 - e) kombinacija vsega
 - f) nobeden

19. Na spodnjih slikah obkroži tisti rezultat testa, ki kaže na sum z okužbo s SARS-Cov-2.



20. Pri pripravi testnega kompleta za samotestiranje za SARS-Cov-2 se uporablja tudi etilen oksid. Kaj veš o etilen oksidu?
- a) etilen oksid se uporablja v proizvodnji testnih palčk
 - b) etilen oksid se uporablja v proizvodnji testnih ploščic
 - c) etilen oksid je v pufernici raztopini

- d) etilen oksid se uporablja za sterilizacijo
- e) nič ne vem

21. Kaj pomeni izraz "kancerogen in teratogen"?

- a) rakotvoren in težaven
- b) škodljiv na 12. potenco (10^{12})
- c) lep in težek
- d) rakotvoren in škodljiv za nosečnice
- e) ne vem

22. Kaj pomeni izraz sterilizacija?

- a) operativni poseg za trajno preprečevanje nosečnosti.
- b) ukrep centralne banke države za izničenje vpliva zalog denarja.
- c) proces eliminacije mikroorganizmov iz vzorca.
- d) ne vem

23. Katero snov predstavlja vodikov oksid?

- a) snov, ki se uporablja pri beljenju las
- b) snov, ki je pri 25 °C v plinastem stanju
- c) če bi človek to snov popil, bi lahko bilo zanj zelo nevarno
- d) navadno vodo
- e) ne vem

Hvala za tvoje odgovore.