



Osnovna šola Toma Brejca

# **Učinkovitost različnih vrst mask pri zaščiti pred bakterijami iz okolice**

biologija  
raziskovalna naloga

Avtorji:

Veronika Ahlin 8. b  
Julija Farazin 8. b

Mentorica:

Ana Lasič

Kamnik, 2022

## KAZALO

1 POVZETEK.....	3
2 UVOD.....	4
2.1 Namen raziskovanja.....	4
3 PREGLED LITERATURE.....	5
3.1 O bakterijah in virusih.....	5
3.1.1 Bakterije.....	5
3.1.2 Virusi.....	7
3.2 O maskah.....	8
3.2.1 Kakšne materiale mask poznamo.....	8
3.2.2 Kako maske sploh delujejo.....	10
4 VSEBINSKI (RAZISKOVALNI DEL).....	11
4.1 Sterilni pogoji dela.....	11
4.2 Pripomočki.....	12
4.3 Načrt poskusa.....	12
4.3.1 Kapljični prenos bakterij - poskus z jogurtom.....	13
4.3.2 Prenos bakterij po zraku - poskus zrak.....	14
5 REZULTATI IN RAZPRAVA.....	15
5.1 Rezultati.....	15
5.1.1 Kapljični prenos.....	15
5.1.2 Prenos po zraku.....	17
5.2 Razprava.....	18
5.2.1 Primerjava mask.....	18
5.2.2 Primerjava rezultatov pri kapljičnem prenosu in prenosu po Zraku.....	19
5.3 Hipoteze.....	20
6 VIRI IN LITERATURA.....	21
6.1 Viri slike.....	22
7 ZAHVALA.....	23

## 1. POVZETEK

V raziskovalni nalogi nas je zanimalo kako zanesljive ter učinkovite so maske pri zaščiti pred bakterijami. V poskusu smo raziskovali kako učinkovite so različne maske pri zaščiti pred bakterijami ki se prenašajo kapljično in po zraku. Po pregledu literature smo zasnovali metode raziskovanja prilagojene šolskemu laboratoriju in izvedli dva poskusa. V prvem smo preučevali učinkovitost mask pri kapljičnem prenosu - izvedli smo poskus z mlečnokislinskimi bakterijami iz jogurta. V drugem pa smo petrijevke z agarjem, prekrite z različnim tipom maske izpostavili zraku. Uporabili smo maske tipa FFP2, kirurško masko in enoplastno masko iz blaga. Ugotovili smo, da nas pred kapljičnim prenosom bakterij najboljše ščiti FFP2 maska, nato kirurška maska in najslabše maska iz blaga. Pred bakterijami, ki se prenašajo po zraku pa nas najboljše ščiti kirurška maska nato pa FFP2 in maska iz blaga, ki sta enako učinkoviti. V vseh primerih tako pri kapljičnem prenosu kot pri prenosu po zraku je uporaba maske zelo učinkovita zaščita, saj so v vseh primerih maske zadržale več kot 95% vseh bakterij, ki smo jih lahko prešteli v kontrolni petrijevki, ki ni bila prekrita z masko.

**KLJUČNE BESEDE:** učinkovitost mask, bakterije, virusi, prenos bakterij

### ABSTRACT

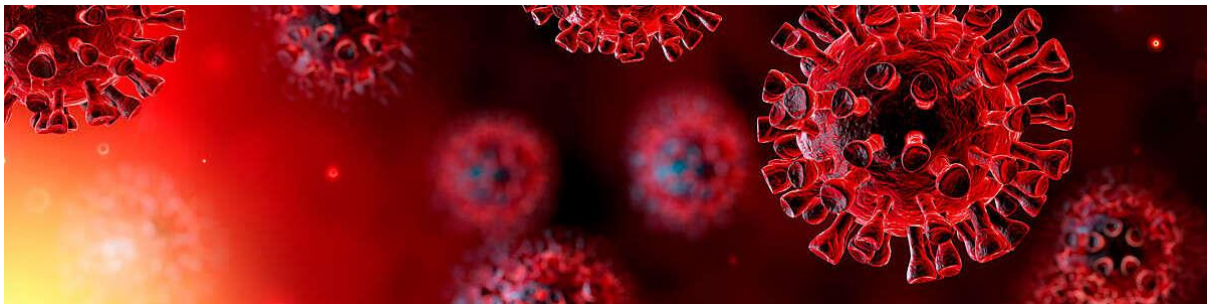
The research paper examines the reliability and effectiveness of masks in protection against bacteria. The executed experiment studies how effective various masks are in two modes of bacteria transmission: droplet and airborne. Having reviewed the literature, research methods adapted to the school laboratory were designed and two experiments were performed. The first experiment studied the effectiveness of masks in droplet transmission and was carried out using lactic acid bacteria from yogurt. For the second experiment agar petri dishes covered with various types of masks were exposed to air. The mask types used were FFP2, surgical and single-layer cloth masks. It was found out that in droplet transmitted bacteria the FFP2 masks offer the highest level of protection, followed by surgical masks whereas the cloth masks offer the least protection. In the case of airborne transmitted bacteria, surgical masks provide the best protection, followed by FFP2 and cloth masks being equally protective. Since the masks retained over 95% of all bacteria accounted for in the control petri dish that was not covered with a mask, it could be concluded that using a mask provides effective protection in both droplet transmitted and airborne transmitted bacteria.

## 2. UVOD

### 2. 1. NAMEN RAZISKOVANJA

Za raziskovanje učinkovitosti mask sva se odločili zaradi trenutne epidemije Covid-19. Na začetku smo v zaprtih prostorih lahko uporabljali kakršnokoli zaščito nosu in ust, to pa se je kasneje spremenilo. Trenutno lahko v zaprtih prostorih uporabljamo le maske tipa FFP2 ali kirurške maske. Zanimalo naju je kašna je razlika v kvaliteti in učinkovitosti različnih mask (kirurška maska, FFP2, maska iz blaga), ter koliko bakterij v naš organizem pride če ne nosimo maske. Pri poskusu smo uporabljali bakterije in ne virusov, saj je bakterije v šolskem okolju lažje in varnejše raziskovati. Poskus smo delali kot bi bila bolezen kapljična ali bi se prensala po zraku. Raziskovali smo koliko mlečnokislinskih bakterij pride skozi določeno masko oz. če maske nimamo. Mlečnokislinske bakterije smo uporabili zato, ker človeku niso nevarne in jih najdemo v jogurtu in ostalih mlečnih izdelkih.

**Slika 1:** virus SARS-CoV-2



Pred raziskovanjem smo si postavili štiri hipoteze, ki sva jih preverili s poskusom:

1. Največ bakterij prepušča maska iz blaga.
2. Najmanj bakterij prepušča maska FFP2.
3. Kirurška maska prepušča malo bakterij, vendar več kot FFP2.
4. Pri kontrolni skupini ne bo vidnih bakterij.

### 3. PREGLED LITERATURE

#### 3. 1. O BAKTERIJAH IN VIRUSIH

##### 3. 1. 1. Kaj so bakterije?

Bakterije so velika skupina enoceličnih mikroskopskih živih organizmov. Zaradi načina razmnoževanja (razmnožujejo se s celično delitvijo - cepitvijo) jih imenujemo tudi cepljivke in jih uvrščamo v kraljestvo cepljivk (bakterij). So prva živa bitja, ki so pred milijoni let naselila Zemljo. Po obliki so lahko koki (okrogla oblika), bacili (palična oblika), spirohete, spirile ali vibrioni (spiralne oblike). Bakterije so prokariontske celice in so sestavljene iz celične membrane, celične stene, dednine, nekatere pa imajo tudi biček. Organeli plavajo v tekočini, ki ji pravimo citoplazma. <sup>1</sup>

**Slika 2:** Bakterije



Bakterije najdemo tako v zemlji, vodi kot tudi v zraku, ter v sožitju z drugimi organizmi. Prisotne so lahko v ledu in na krajih kjer je za katere koli druge organizme nemogoče živeti. <sup>9</sup>

Večina bakterij v dolžino meri 0,5- 5  $\mu\text{m}$ , ostajajo pa tudi orjaške, ki merijo do 0,5 mm. Največ bakterij se premika z bičkom, ki se po zgradbi razlikuje od bičkov drugih organizmov. <sup>12</sup>

---

<sup>1</sup> Bakterije, <https://sl.wikipedia.org/wiki/Bakterije> (1. 11. 2021)

<sup>9</sup> Pomen bakterij v ekosistemu, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1816/index1.html> (22. 2. 2022)

<sup>12</sup> Gregor Godec, Lidija Grubelnik, Saša Glažar, Samo Jamšek, Boris Zmazek: i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/index.html> (20. 3. 2022)

Lahko so povzročitelji bolezni, v tem primeru bolezní zdravimo z antibiotiki. Če jih zaužijemo preveč, le te uničijo tudi bakterije v naših prebavilih, ki imajo nalogo pri prebavljanju hrane. Bakterije so koristne ali pa so za človeka nevarne. Nevarne bakterije lahko povzročajo hujše bolezni, kot so meningitis (vnetje možganskih ovojnic), bakteriemija (razsoj bakterij po krvi), sepsa (razmnožitev bakterij v po organih), septični artritis (prisotnost bakterij v sklepni tekočini) ali pa celo smrt. Med najpogostejše povzročitelje teh nevarnih bakterijskih okužb spadajo meningokoki, pnevmokoki in hemofilusi.<sup>5</sup>

Druge bakterije pa človeku niso nevarne in so lahko tudi zelo koristne. Koristne bakterije uporabljamo v prehrani, kot na primer v jogurtu. Tam najdemo skupino mlečnokislinskih bakterij. Mlečnokislinske bakterije so bakterije, ki niso nevarne za človeka. Najdemo jih v jogurtu in drugih mlečnih izdelkih, uporabljajo pa se tudi kot probiotik. V mlečnih izdelkih razgrajujejo laktozo, zato jih v industriji uporabljajo pri pridelavi brez laktoznih izdelkih. Bakterije so pomembno prisotne v človeškem prebavilu, kjer sodelujejo pri prebavi hrane in omogočajo sintezo nekaterih pomembnih vitaminov. Taka je naprimer vrsta bakterij ki se *Helicobacter pylori*, ki jih imamo v želodcu in so tudi del naše prebave.<sup>6</sup>

Pri raziskovanju bakterij si zaradi njihove majhnosti pomagamo z različnimi pripomočki. Bakterij s prostim očesom ne moremo opazovati, zato jih lahko opazujemo pod mikroskopom. V tem primeru običajno pripravate barvamo z različnimi barvili, da lahko prepoznamo bakterije z določenimi lastnostmi.

Za raziskovanje jih običajno gojimo na različnih gojiščih. To so lahko trda gojišča, kjer nalijemo agar s hranili v petrijevko ali tekoča gojišča v različnih posodah. Glede na skupino bakterij lahko uporabimo različno sestavo gojišča, saj vsa gojišča niso primerna za vse vrste bakterij. Na selektivnih gojiščih rastejo samo nekatere bakterije, ki jim ta gojišča ustrezajo, na hranilnih gojiščih pa lahko raste več različnih vrst bakterij, saj vsebuje veliko različnih hranil. Za raziskovanje prisotnosti različnih bakterij in kakršnokoli ravnanje z njimi je pomembno sterilno okolje. Poskrbeti moramo, da v gojišče ne pridejo druge bakterije iz okolice ali da bakterije, ki jih preučujemo ne zaidejo v prostor.

Bakterije na gojiščih lahko opazujemo s prostim očesom, saj se močno namnožijo in lahko opazimo kolonije bakterij - skupke bakterij nastale iz ene bakterije, ki se je večkrat delila. Kolonije so lahko različnih barv in oblik po čemer jih lahko ločimo in prepoznamo.

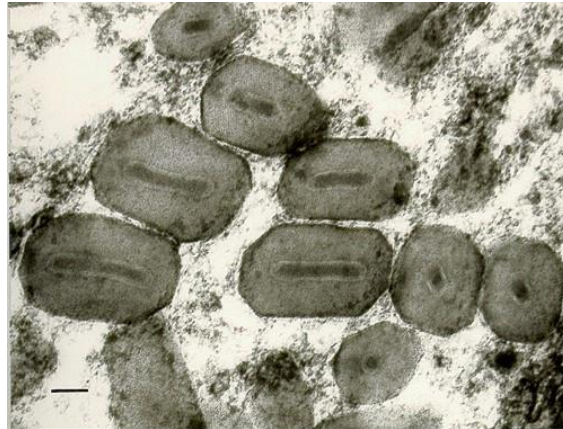
---

<sup>5</sup> Bilka Baloh: Nevarne bakterijske okužbe: Kako jih preprečiti, <https://vizita.si/alergije/nevarne-bakterijske-okuzbe-kako-jih-prepreciti.html> (30.1.2022)

<sup>6</sup> Bakterije v živilih, <https://www.nijz.si/sl/bakterije-v-zivilih> (30.1.2022)

### 3. 1. 2 Kaj so virusi?

Virusi so neživi organizmi, ki niso zgrajeni iz celic. Obdaja jih kapsida (ovojnica), ki ščiti dednino, ki je v notranjosti. Kapsida je drugače zgrajena kot celična membrana, v notranjosti virusa pa ni citoplazme. Virusi se razmnožujejo samo, če imajo gostitelja. Te napadejo njegove celice in v njih sprostijo svoj DNK. Nato celica začne proizvajati nove viruse in ko je teh preveč celica počni in virusi naprej napadajo druge celice in se s tem razmnožujejo. Virusi ne dihajo in se ne prehranjujejo zato jih tudi smatrajo za nežive. <sup>12</sup>



**Slika 3:** Virusi

Pri okužbi z virusi ne zbolimo vedno, saj smo skozi milijarde let za določene razvili odpornos.. Viruse najdemo povsod okoli nas in so še manjši od bakterij. Na moremo jih videti s prostim očesom ali šolskim mikroskopom. <sup>2</sup> Poznamo več kot 5000 vrst virusov, ko pa se z njimi okužimo pa jih ne moremo uničiti, saj na njih še ne poznamo zdravil. Proti njim se lahko cepimo in se tako zaščitimo pred njimi. S cepljenjem spodbudimo naravni imunski odziv telesa, da se spozna z virusom in nas ob naslednji okužbi brani pred hujšim potekom bolezni. <sup>10</sup>

V raziskovalni nalogi je bila motivacija za raziskovanje ravno epidemija virusne bolezni, vendar smo zaradi varnosti in lažjega raziskovanja poskuse izvajali z bakterijskimi celicami.

---

<sup>2</sup> Virusi, <https://sl.wikipedia.org/wiki/Virusi> (1. 11. 2021)

<sup>10</sup> Mojca Viršček Marn: Ali ste vedeli, da so virusi lahko koristni, <https://www.gov.si/novice/2020-09-28-ali-ste-vedeli-da-so-virusi-lahko-koristni/> (22. 2. 2022)

<sup>12</sup> Gregor Godec, Lidija Grubelnik, Saša Glažar, Samo Jamšek, Boris Zmazek: i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/index.html> (20. 3. 2022)

## 3. 2. O MASKAH

### 3. 2. 1 Kakšne materiale mask poznamo?

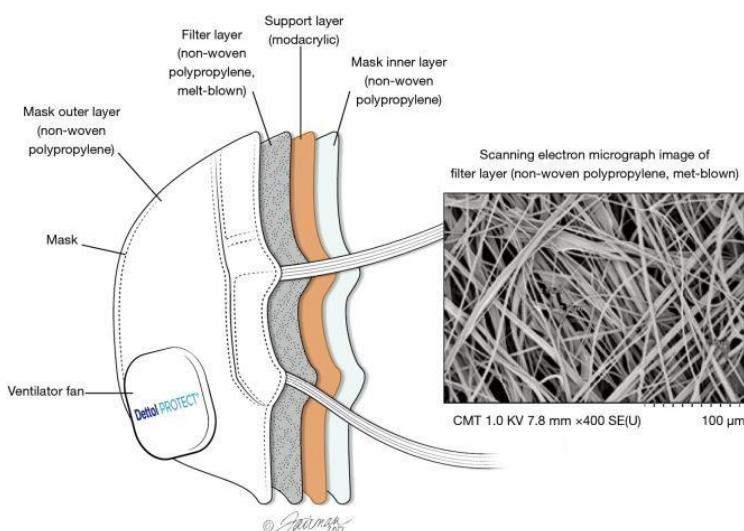
Maske delimo na celoobrazne, polobrazne, medicinske in higienske maske. Celoobrazne maske pokrivajo celoten obraz in se uporabljajo v situacijah, kjer je treba aerosolom in nevarnim snovem v zraku (plini, mikroorganizmi ...) preprečiti, da bi prišli v stik z očmi in dihali. Take maske običajno uporabljajo gasilci pri intervencijah z veliko dima, v času epidemije pa take maske uporabljajo tudi zdravstveni delavci, ki so v stiku z zelo kužnimi pacienti.<sup>3</sup>

Podobno stopnjo zaščite dihal – ne pa tudi oči – predstavljajo tako imenovane polobrazne maske, ki so namenjene predvsem ljudem, ki delajo v razmerah, kjer je v zraku veliko število aerosolov in nevarnih snovi. Poleg uporabe v zdravstvu so zaščitne maske oprema tudi pri delih, kot so recimo obdelava in lakiranje lesa ali kovin. Take maske sicer niso označene kot medicinska oprema. Polobrazne maske prekrijejo nos in usta ter s pomočjo pasivne filtracije in tesnega prileganja obrazu ščitijo naša dihala. V Evropi so maske testirane in certificirane po standardu, ki določa različne stopnje zaščite. Običajno se srečujemo z maskami tipa FFP2, ki zadrži vsaj 94 % delcev in maskami tipa FFP3, ki zadrži vsaj 99 % delcev.<sup>3</sup>

Maske so običajno sestavljeni iz

4 različnih slojev:

1. *zunani sloj*: plast netkanih polipropilenskih vlaken (hidrofobna plast);
2. *vmesni filtrirni sloj*: plast netkanih polipropilenskih vlaken;
3. *vmesni vpojni sloj*: monoakrilna vlakna
4. *notranji sloj*: plast netkanih polipropilenskih vlaken (hidrofobna plast).<sup>12</sup>

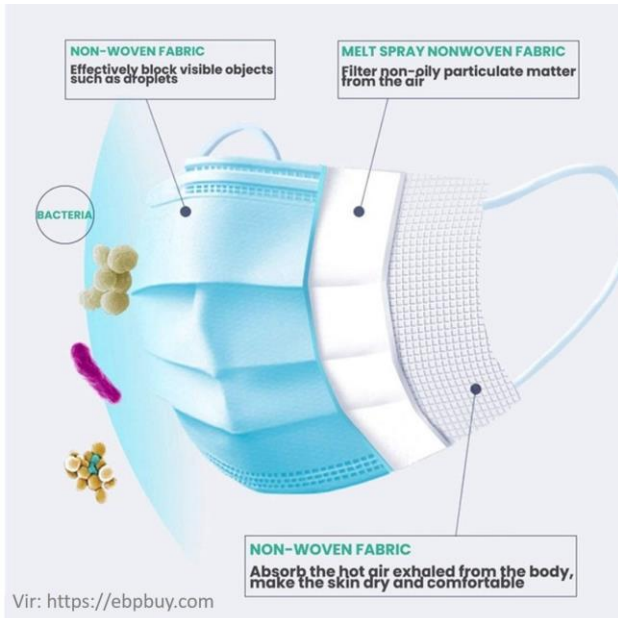


**Slika 4:** Sloji mask

<sup>3</sup> Regulatorna obravnava zaščitnih mask v okviru grožnje covid-19, <https://www.jazmp.si/2020/04/07/covid-19-regulatorna-obravnava-zascitnih-mask/> (9. 1. 2022)



Najpogosteje srečujemo medicinske maske (včasih jim pravimo tudi kirurške maske), ki sicer niso prvenstveno namenjene filtraciji delcev. Po eni strani služijo kot pregrada, da oseba, ki nosi masko, npr. med operacijo ne širi kapljic, po drugi strani pa ščitijo nosilca pred morebitnimi brizgi tekočin (kapljičnim prenosom).<sup>3</sup>



Medicinske maske so običajno izdelane iz treh slojev:

1. *zunanj* sloj: iz t. i. »spunbonding« netkane tekstilije (vlaknovine);
2. *vmesni filtrirni sloj*: iz posebne vlaknovine in
3. *notranji sloj*: iz t. i. »spunbonding« netkane tekstilije (vlaknovine).<sup>12</sup>

**Slika 5:** Zgradba kirurške maske

Na koncu omenimo še higienske maske, kamor sodijo maske, ki so ali na videz podobne medicinskim, vendar brez certifikatov, in maske iz blaga, ki jih lahko izdelamo tudi sami. Te maske niso klasificirane kot medicinska oprema, vendar kljub temu dobro preprečujejo okužbe med splošno populacijo v situacijah z nižjim tveganjem.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> (Regulatorna obravnava zaščitnih mask..., 2022)

<sup>12</sup> Gregor Godec, Lidija Grubelnik, Saša Glažar, Samo Jamšek, Boris Zmazek: i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/index.html> (20. 3. 2022)

### 3. 2. 2 Kako maske sploh delujejo?

Maske so na voljo v različnih oblikah in materialih, vendar na splošno delujejo na enak način. Plasti prepletenih vlaken ujamejo velike dihalne kapljice in manjše delce v zraku, znane kot aerosoli, ki lahko prenašajo viruse in bakterije. Ta postopek se imenuje filtracija, sposobnost materiala, da ujame delce, pa se imenuje učinkovitost filtracije. Bakterije, virusi in ostali delci tako ostanejo ujeti v tkanini in jih ne vdihnemo. Tesno tkan bombaž prekaša večino običajnih tkanin. Najučinkovitejši pa so različni netkani materiali, ki sestavljajo industrijsko izdelane maske.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> (Regulatorna obravnava zaščitnih mask..., 2022)

## 4. VSEBINSKI (RAZISKOVALNI) DEL

### 4. 1. METODE

Najprej smo se lotili zasnove primerne metode poskusa, ki ga je možno izvesti v šolskem laboratoriju tako, da bo poskus varen in izveden tako, da ne bo prihajalo do kontaminacij.

#### 4. 2. Sterilni pogoji dela:

Celoten poskus smo izvajali ob gorilniku, saj se zrak okoli ognja zaradi toplote dviga in preprečuje, da bi nezaželeni bakterije padle v petrijevko in kontaminirane hranilne plošče. Pred poskusom smo razkužili delovno površino ter pripomočke in si temeljito umili roke. Pred, med in po poskusu petrijevk nismo odpirali, da vanje ne bi zanesli bakterije in uničili poskusa. Poskus smo ponovili večkrat, saj smo želeli dobiti primeren vzorec ugotovitev in ne naključnih rezultatov. Poskus bi si želeli ponoviti še večkrat, saj bi tako dobili še primernejši vzorec, vendar zaradi karantene razreda in odsotnosti to na koncu časovno ni bilo več mogoče.



**Slika 6:** Pripomočki in delo v sterilnem okolju (osebni arhiv)

### Pripomočki:

V obeh poskusih smo uporabljali trda gojišča. Uporabili smo hranilne plošče (petrijevke) z hranilnim agarjem. Agar je želatini podobna snov narejena iz alg, ki vsebuje vodo in vsa hranila potrebna za rast bakterij. Uporabili smo hranilni agar, ki vsebuje snovi za rast različnih vrst bakterij, saj smo tako lahko gojili mlečnokislinske bakterije iz jogurta, kot tudi različne bakterije in plesni iz zraka.

Kot vir bakterij smo uporabili mlečnokislinske bakterije iz jogurta, saj nam te zanesljivo niso škodljive in jih je mogoče enostavno dobiti iz jogurta, kar se nam je zdelo dobra rešitev za delo v prilagojenem šolskem laboratoriju.

Poskus z jogurtom smo naredili zato, ker se Covid-19 prenaša kapljično. Zaradi pojava virusa Covid-19, ki je močno vplival na naše vsakdanje življenje, smo sploh dobili zamisel za raziskovanje prepustnosti mask. Jogurt sva za poskus uporabili zato, ker mlečnokislinske bakterije človeku niso nevarne.

### 4. 3. Načrt poskusa:

V raziskovalni nalogi smo želeli raziskati kako učinkovite so maske pri kapljičnem prenosu bakterij in tudi pri prenosu bakterij po zraku. Zato smo zasnovali dva poskusa. Učinkovitost mask pri kapljičnem prenosu bakterij smo raziskovali s pomočjo bakterij iz jogurta, ki smo jih razpršili na maske, učinkovitost mask za zaščito pred prenosom bakterij po zraku pa tako, da smo gojišča prekrili z maskami in jih izpostavili zraku.

V prvi izvedbi poskusa se je pokazalo več težav, zato smo s pomočjo le tega najprej izpopolnili metodo raziskovanja in v nadaljevanju izvedli še dve ponovitvi poskusa.

Prvotni načrt poskusa je bil, da bakterije iz jogurta najprej namnožimo in jih šele nato redčimo z vodo. To smo pri prvi ponovitvi tudi naredili (to ponovitev potem v nalogi nismo obdržali, saj so bili rezultati zelo različni od drugih dveh ponovitev in nam je služila le kot izpopolnjevanje metode dela). Kasneje smo videli, da bo bakterij dovolj, če jih uporabimo direktno iz jogurta. Pri prvi ponovitvi smo maske le postavili na petrijevko, kar se ni izkazalo za uspešno (maska se ni popolno prilegala petrijevki). Zato smo pri nadaljnjih ponovitvah to izboljšali, maske ki smo jih uporabili smo razrezali na pol, da so se petrijevki bolje prilegale.

#### 4. 3. 1. Kapljični prenos bakterij - poskus z jogurtom:

Najprej smo iz jogurta nekaj bakterij namnožili. Na petrijevke v kateri je bil agar smo s stekleno palčko razmazali jogurt, iz katerega se bodo bakterije namnožile na agarju. Imeli smo 2 različna agarja-hranilnega in zelo hranilnega. S tem smo tudi preverili na katerem agarju mlečnokislinske bakterije boljše rastejo. Nato smo počakali en teden in jih odstranili z agarja. Dali smo jih v vodo, ker pa se nam je zdelo premalo bakterij smo še dodali tekoči jogurt, ki smo ga prej redčili z vodo 1:2. Vse to smo dali v očiščeno embalažo razkužila in čez določeno masko 1x pošpricali (približno 1 ml). Za poskus smo uporabili 3 maske (kirurško masko, FFP2 masko in enoplastno masko iz blaga). Kirurška maska in FFP2 maska sta bili certificirani, medtem ko je bila maska iz blaga brez certifikata. Poleg vseh mask smo imeli v eni petrijevki kontrolo, da smo se prepričali da agar že v osnovi ni bil kontaminiran oziroma onesnažen z bakterijami. V drugo pa smo nanесли tekočino brez maske. Vsak dan razen med vikendom smo rast bakterij preverjali in opazovali.

Po 7 dneh smo kolonije, ki so zrastle iz ene bakterije, s pomočjo pikic (ki smo jih označili s flomastrom) na spodnji strani petrijevke prešteli. Pri poskusu z jogurtom smo pri drugi ponovitvi v petrijevki, ker je bilo nemogoče prešteti vse bakterije, prešteli število kolonij v enem kvadratnem centimetru. Nato smo izračunali ploščino petrijevke ter približno število kolonij. To smo naredili, saj je bil agar popolnoma prekrit s kolonijami. So pa bile kolonije približno enakomerno razporejene, zato mislimo, da je naš izračun blizu dejanskemu številu kolonij.



**Slika 7:** Kapljični nanos mlečnokislinskih bakterij (osebni arhiv)

#### 4. 3. 2. Prenos bakterij po zraku - poskus zrak:

Poleg poskusa z jogurtom smo naredili tudi poskus z zrakom. Opazovali smo prenos bakterij po zraku skozi različne vrste mask.

Ob gorilniku smo odprli petrijevko in čez njo navezali masko. Uporabili smo tri različne vrste mask (kirurško masko, FFP2 masko in enoplastno masko iz blaga). Poleg treh petrijevok čez katere smo navezali maske, smo tudi imeli eno petrijevko, ki smo jo samo odprli in jo pustili brez maske, da vidimo katere bakterije so v zraku in drugo petrijevko, ki smo jo imeli za kontrolo, da smo se prepričali, da agar že v osnovi ni bil kontaminiran oziroma, da na njem že pred začetkom poskusa ni bilo nobenih neželenih bakterij. To petrijevko smo pustili zaprto. Vse ostale petrijevke smo pustili 20 ur nepokrite na zraku. Po tem času smo petrijevke zaprli in jih pustili 7 dni, da so se bakterije namnožile. Sproti smo opazovali rast kolonij bakterij, ki so se namnožile iz ene bakterije. Na koncu smo na spodnji strani z alkoholnim flomastrom s pikicami označevali kolonije, da smo jih lažje prešteli. Za vsako masko, brez ter kontrolo smo poskus izvedli dvakrat, da smo imeli več podatkov in da smo se prepričali, da se ujemajo in da pri izvedbi poskusa nismo naredili napake.



**Slika 8:** Gojišča na zraku (osebni arhiv)

## 5. REZULTATI IN RAZPRAVA

### 5. 1. REZULTATI

#### 5. 1. 1. Kapljični prenos bakterij – poskus jogurt:

VRSTA MASKE	1. POSKUS	2. POSKUS	POVPREČJE	UČINKOVITOST (%)
KIRURŠKA	2	3	2,5	99,8
FFP2	0	0	0	100
BLAGO	11	0	5,5	99,7
BREZ MASKE	cca 2970	383	1676,5	/
KONTROLA	0	0	0	/

Pri poskusu z mlečnokislinskimi bakterijami iz jogurta, kjer smo raziskovali učinkovitost mask pri zaščiti pred kapljičnim prenosom bakterij smo dobili naslednje rezultate:

- najmanj bakterij prepušča FFP2 maska, saj je v obeh ponovitvah poskusa zadržala vse bakterije (na petrijevkah ni zrasla nobena kolonija bakterij)
- precej učinkovito varuje tudi kirurška maska, v poskusih so na gojišču zrasle 2-3 kolonije bakterij
- najslabša je bila maska iz blaga, ki v eni ponovitvi poskusa ni prepustila bakterij v drugi ponovitvi pa je na gojišču zraslo 11 kolonij bakterij
- rezultati kažejo, da vsi tipi mask ščitijo pred kapljičnim prenosom bakterij, saj je v gojišču, ki je bilo izpostavljeno enaki količini bakterij zraslo veliko več kolonij (v povprečju 1677)
- v kontrolni skupini na gojišču ni bilo kolonij, kar kaže da je bilo gojišče primerno sterilno pripravljeno in ni vsebovalo bakterij že prej.

Glede na povprečje števila bakterij na gojišču brez maske in tistih z masko smo izračunali kakšen delež bakterij so zadržale maske - učinkovitost mask. Vse maske so bile zelo učinkovite kirurška 99.8%, FFP2 100% in maska iz blaga 99,7%.



**Slika 9:** Petrijevke po enem tednu (osebni arhiv)



### 5. 1. 2. Prenos bakterij po zraku:

VRSTA MASKE	1. POSKUS	2. POSKUS	POVPREČJE	UČINKOVITOST (%)
KIRURŠKA	0	0	0	100
FFP2	4	3	3,5	96,3
BLAGO	3	4	3,5	96,3
BREZ	84 + 8 plesni	92 + 7 plesni	88 + 7,5 plesni	/
KONTROLA	0	0	0	/

V drugem delu poskusa smo raziskovali delovanje mask pri prenosu bakterij po zraku. Iz preglednice so razvidni rezultati poskusov:

- najbolj učinkovita je bila kirurška maska (na gojišču ni zrasla nobena kolonija bakterij),
- FFP2 in maska iz blaga sta bili enako učinkoviti (zrasle so 3-4 kolonije bakterij),
- v vsakem primeru pa so maske učinkovite, saj je bilo v petrijevki, ki ni bila prekrita z masko veliko več bakterij in plesni (v povprečju 88 in 7,5 plesni).
- v kontrolnih petrijevkah ni bilo kolonij bakterij, kar kaže na to, da je bilo gojišče ustrezno sterilno pripravljeno.

Glede na povprečje števila bakterij na gojišču brez maske in tistih z masko smo izračunali kakšen delež bakterij so zadržale maske - učinkovitost mask. Vse maske so bile zelo učinkovite kirurška 100%, FFP2 in maska iz blaga pa 96,3%.

## 5. 2. RAZPRAVA

### 5. 2. 1. Primerjava mask

Ugotovili smo, da čez kirurško masko in masko FFP2 pride najmanj bakterij, med njima pa je se pojavlja razlika glede na to ali gre za kapljični prenos ali prenos po zraku. Kirurška maska je imela v našem poskusu boljše rezultate pri prenosu po zraku, FFP2 pri kapljičnem prenosu. Sklepamo da sta najbolj učinkoviti ker imata več plasti, ki imajo zelo gosto prepletena vlakna, skozi katera lahko pride zelo majhno število bakterij. Maska iz blaga je v vseh poskusih manj učinkovita, verjetno zato, ker je sestavljena iz ene plasti blaga, ki imam večje pore in s tem tudi lažje prepušča bakterije.

Naši rezultati se skladajo z prebrano literaturo pri poskusu kapljičnega prenosa bakterij smo pričakovali, da bosta kirurška ter FFP2 maska bolj učinkoviti, saj imata več gostih plasti. Te dve vrsti mask so tudi testirane v laboratorijih medtem, ko so maske iz blaga večinoma eno ali dvo plastne in niso primerno testirane in certificirane. Glede na prebrano literaturo bi sicer sklepali, da bo FFP2 maska v vseh primerih najbolj učinkovita (tudi bolj od kirurške maske). Odstopanje od pričakovanega je lahko posledica slabega prileganja FFP2 maske petrijevki. V poskusu z zrakom je bilo zelo težko namestiti masko tako, da je popolnoma zaprla dostop zraka z vseh strani. Iz tega vidimo kako pomembna je pravilna in natančna namestitev maske.

Rezultati poskusa, ker je šlo za prenos bakterij po zraku, nas je najbolj presenetil pri maski iz blaga, saj smo pričakovali, da bo veliko več bakterij prišlo skozi to vrsto maske. Rezultat se nam zdi presenetljiv saj maska nima toliko slojev kot ostali dve maski. Pri postavitvi mask na petrijevko smo imeli nekaj težav pri pritrditvi maske na petrijevko in njeno prileganje nanjo, maska iz blaga se je petrijevki najboljše prilegala zato je možno, da je to tudi razlog za malo razvitih kolonij na gojišču in dober rezultat maske iz blaga pri poskusu z zrakom.

Če rezultate poskusov testiranja posameznih mask primerjamo s petrijevko, ki je bila neposredno izpostavljena bakterijam pa opazimo, da je uporaba katerikoli maske zelo učinkovita. Iz pridobljenih rezultatov smo izračunali učinkovitost za vse tipe mask, izračunali smo kakšen delež bakterij je prepustila posamezna maska glede na kontrolno skupino, kjer je bila petrijevka prosto izpostavljena bakterijam. Rezultati kažejo da so vse maske zelo učinkovite, saj jo zadržale več kot 95% vseh bakterij. To se ujema tudi z literaturo <sup>3</sup>, saj naj bi maske FFP2, da prejmejo ustrezen certifikat zadržale vsaj 94% bakterij in virusov.

### 5. 2. 2. Primerjava rezultatov pri kapljičnem prenosu in prenosu bakterij po zraku

V raziskovalni nalogi smo namenoma izvedli dva poskusa, da bi lahko med seboj primerjali ali so maske različno učinkovite za kapljični prenos bakterij in prenos bakterij po zraku.

Metodo za izvedbo obeh poskusov smo zasnovali sami in jo po prvem testnem poskusu tudi prilagodili in izboljšali. Ker smo poskus izvajali v šoli, kjer nimamo ustrezne opreme se zavedamo, da ima naša metoda poskusa tudi več pomanjkljivosti. V primerljivih poskusih v literaturi so običajno uporabljali standardizirane postopke testiranja mask, kjer imajo posebno napravo, ki doda določeno število bakterij, česar v šoli seveda nimamo. Zato smo poskus izvedli z vedno enako količino raztopine bakterij in smo rezultate lahko primerjali le z petrijevko, ki ni bila prekrita z masko. Poskus prenosa bakterij po zraku pa smo izvedli preprosto tako, da smo gojišča izpostavili zraku in bakterijam, ki so prisotne v učilnici. Pri tem smo imeli največ težav, saj je bilo zelo težko namestiti masko tako, da se je popolnoma prilegala petrijevki.

Naši rezultati zaradi poenostavljenih metod raziskovanja niso povsem primerljivi z rezultati v literaturi <sup>3</sup>, kjer so uporabljene standardizirane metode proučevanja učinkovitosti mask, vendar vseeno zelo dobro kažejo kako učinkovite so maske za zaščito pri prenosu bakterij.

Glede na izračunano učinkovitost mask smo ugotovili, da maske boljše filtrirajo bakterije, ki se prenašajo kapljično (v našem primeru mlečnokislinske bakterije iz jogurta), kot pa bakterije, ki se prenašajo po zraku.

V našem poskusu se je pokazalo, da so maske tudi različno učinkovite pri prenosu bakterij po zraku in kapljično. Za kapljični prenos se je izkazala za najbolj učinkovito FFP2 maska, za prenos po zraku pa kirurška maska. Kot smo komentirali že pri rezultatih po posameznih maskah je tukaj pomembno prileganje maske, ki je bilo v primeru FFP2 maske in poskusa z zrakom zelo težavno (maska se ni popolnoma prilegala petrijevki).

Opazili smo tudi, da so v poskusu z zrakom na gojišču zrasle zelo različne bakterije. Pojavile so se bele, motne, rumene in oranžne kolonije ter kolonije plesni. To je bilo v skladu s pričakovanji, saj smo gojišče izpostavili vsem bakterijam, plesnim in virusom, ki so prisotni v učilnici. Virusov ne moremo opazovati na tak način zato smo se tudi osredotočili le na bakterije in plesni. V poskusu kapljičnega prenosa bakterij pa so lahko opazili povsem enake bele kolonije in nobenih drugih kolonij bakterij ali plesni. To je v skladu s pričakovanji, saj smo v tem poskusu vsa gojišča izpostavili le mlečnokislinskim bakterijam iz jogurta. Če bi v kakšni petrijevki zrasle kakršnekoli druge kolonije bakterij bi to kazalo na to, da poskusa nismo izvedli v sterilnem okolju in so na gojišče prišle tudi druge bakterije.

---

<sup>3</sup> (Regulatorna obravnava zaščitnih mask..., 2022)

### 5. 2. 3. Hipoteze

Glede na rezultate smo potrdili prvo hipotezo: "Največ bakterij prepušča maska iz blaga." saj je v primerjavi z ostalima dvema maskama, maska iz blaga prepustila največ bakterij.

Drugo hipotezo "Najmanj bakterij prepušča maska FFP2." smo delno potrdili, saj je maska FFP2 najbolj učinkovita pri poskusu kapljičnega prenosa, kjer ni prepustila nobenih bakterij, pri poskusu prenosa bakterij po zraku pa je bila bolj učinkovita kirurška maska.

Tretjo hipotezo "Kirurška maska prepušča malo bakterij, vendar več kot FFP2." smo tako kot drugo delno potrdili, saj je kirurška maska pri poskusu kapljičnega prenosa prepustila malo bakterij, ampak več kot maska FFP2 medtem, ko je pri poskusu prenosa po zraku kirurška maska najboljše filtrirala in ni prepustila nobenih bakterij.

Četrto hipotezo "Pri kontrolni skupini ne bo vidnih bakterij." smo potrdili, saj v kontrolni skupini ni bilo nobene bakterije. To pomeni, da so bile petrijevke pravilno pripravljene in smo z njimi pravilno rokovali v sterilnem okolju.

## 6. ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo ugotovili, da maske različno delujejo glede na vrste bakterij. Maska FFP2 najbolje deluje pri kapljičnih prenosih bakterij, kirurška pa pri bakterijah in plesnih, ki se prenašajo po zraku. Vseeno tudi ni velikih odstopanj pri kirurški maski s kapljično prenosljivimi bakterijami in pri FFP2 maski z bakterijami, ki se prenašajo po zraku. Sumljiva nam je le maska iz blaga pri obeh poskusih, zaradi velikih razlik med številoma bakterij in dokaj majhnemu številu bakterij na prejšnje podatke v literaturi.

Poskus bi lahko izboljšali, če bi ga večkrat ponovili, saj bi tako imeli več podatkov s katerimi bi lahko zagotovili pravilno izvedbo poskusa. Prav tako bi lahko testirali več vrst mask oziroma drugih materialov, ki smo jih lahko uporabljali na začetku zaprtja države (npr. ruto imenovano tudi Buff) in bi tako ugotovili, zakaj jih ne smemo uporabljati. Bakterije bi lahko tudi večkrat prešteli med tednom in tako dobili tudi vzorec hitrosti rasti različnih bakterij in plesni.

Zelo smo veseli, da nam je nalogo uspelo narediti kljub situaciji in vsem karantenam, saj smo se pri tem zabavali in veliko naučili. Naučili smo se veliko o sestavi, ter delovanju različnih mask, virusih in bakterijah, ter o raziskovanju le-teh. Ob tem smo spoznali tudi nove metode raziskovanja in pisanja raziskovalne naloge. Ni nam žal, da smo se tudi letos odločili sodelovati v tem tekmovanju, je bilo pa sigurno lažje kot prejšnje leto, saj smo imeli že nekaj izkušenj in idej kaj napisati in kako nalogo izvesti.

S to nalogo želimo pomagati ljudem, ki jih zanima učinkovitost mask, ter tiste, ki so mogoče v dvomih glede različnih vrst mask. Mogoče koga, ki se mu zdiyo maske nepomembne ter jih prepričati, da nas varujejo in da so učinkovite. Po spletu dandanes namreč kroži ogromno nepreverjenih informacij v povezavi z maskami, ki nas lahko zavedejo.

## 7. VIRI IN LITERATURA

1. Bakterije, <https://sl.wikipedia.org/wiki/Bakterije> (1. 11. 2021)
2. Virusi, <https://sl.wikipedia.org/wiki/Virusi> (1. 11. 2021)
3. Regulatorna obravnava zaščitnih mask v okviru grožnje covid-19, <https://www.jazmp.si/2020/04/07/covid-19-regulatorna-obravnavazascitnih-mask/> (9. 1. 2022)
4. Gabriel Gianordoli, Yuliya Parshina-Kottas, Karthik Patanjali, Miles Peyton and Bedel Saget: Masks Work. Really. We'll Show You How, [https://www.nytimes.com/interactive/2020/10/30/science/wear-mask-covid-particles-ul.html?campaign\\_id=34&emc=edit\\_sc\\_20201103&instance\\_id=23724&nl=science-times&regi\\_id=76519825&segment\\_id=43307&te=1&user\\_id=c04bfb1dd17943b0881c60e5feed001c](https://www.nytimes.com/interactive/2020/10/30/science/wear-mask-covid-particles-ul.html?campaign_id=34&emc=edit_sc_20201103&instance_id=23724&nl=science-times&regi_id=76519825&segment_id=43307&te=1&user_id=c04bfb1dd17943b0881c60e5feed001c) (30.1.2022)
5. Bilka Baloh: Nevarne bakterijske okužbe: Kako jih preprečiti, <https://vizita.si/alergije/nevarne-bakterijske-okuzbe-kako-jih-prepreciti.html> (30.1.2022)
6. Bakterije v živilih, <https://www.nijz.si/sl/bakterije-v-zivilih> (30.1.2022)
7. O'Dowd K, Nair KM, Forouzandeh P: Face Masks and Respirators in the Fight Against the COVID-19 Pandemic: A Review of Current Materials, Advances and Future Perspectives, [http://www.cilizadelo.si/e\\_files/content/F\\_Erzar\\_Obrazne\\_maske\\_respiratorji.pdf](http://www.cilizadelo.si/e_files/content/F_Erzar_Obrazne_maske_respiratorji.pdf) (22. 2. 2022)
8. ISO RESOURCES AND RESPONSE TO COVID-19, <https://www.iso.org/covid19-home> (22. 2. 2022)
9. Pomen bakterij v ekosistemu, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/1816/index1.html> (22. 2. 2022)
10. Mojca Viršček Marn: Ali ste vedeli, da so virusi lahko koristni, <https://www.gov.si/novice/2020-09-28-ali-ste-vedeli-da-so-virusi-lahko-koristni/> (22. 2. 2022)
11. MASKE ZA ZAŠČITO DIHAL: Kirurške maske in respiratorji, <https://www.ntf.uni-lj.si/toi/news/maske-za-zascito-dihal-kirurske-maske-in-respiratorji/> (22. 2. 2022)
12. Gregor Godec, Lidija Grubelnik, Saša Glažar, Samo Jamšek, Boris Zmazek: i-učbenik za naravoslovje v 7. razredu osnovne šole, <https://eucbeniki.sio.si/nar7/index.html> (20. 3. 2022)

## 7.1. VIRI SLIK

Slika1: Bakterije

[https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/News\\_archive/2020/04/Ref2502/Ref2502.jpg/thumbnails/2400x600](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/News_archive/2020/04/Ref2502/Ref2502.jpg/thumbnails/2400x600) (22. 2. 2022)

Slika 2: Virusi

[https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/FOTOGRAFIJE/NOVICE/20\\_09\\_SEPTEMBER/28\\_MLZR/Granuloza-jbolcnega-zavijaca.jpg](https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/FOTOGRAFIJE/NOVICE/20_09_SEPTEMBER/28_MLZR/Granuloza-jbolcnega-zavijaca.jpg) (22. 2. 2022)

Slika 3: Sloji mask

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/instance/5906272/bin/jtd-10-03-2059-f2.gif> (5. 3. 2022)

Slika 4: Kirurške maske

[https://www.ntf.uni-lj.si/toi/wp-content/uploads/sites/7/2020/04/Kirurska-mask\\_a\\_1\\_z-virom.jpg](https://www.ntf.uni-lj.si/toi/wp-content/uploads/sites/7/2020/04/Kirurska-mask_a_1_z-virom.jpg) (22. 2. 2022)

## 8. ZAHVALA

Zahvalili bi se Biotehniški fakulteti, Univerze v Ljubljani za pripravo sterilnih gojišč, ki sva jih uporabili v svoji raziskovalni nalogi.