

Pretok zraka skozi zaščitne maske

Fizika in astronomija
Raziskovalna naloga

Raziskovalki: Kaja Zupanc in Eva Miklavc, 8. razred
Mentor: mag. Marjan Tkavc

marec 2022
Osnovna šola Šentvid, Ljubljana

KAZALO VSEBINE

POVZETEK.....	4
1. UVOD.....	5
1.1 Cilj raziskovalne naloge	5
1.2 Predstavitev hipotez	5
2. TEORETIČNI DEL	6
2.1 Maske	6
3. EMPIRIČNI DEL	9
3.1 Metoda dela.....	9
3.2 Vzorci.....	10
3.3 Pripomočki	14
3.4 Poskus	15
4. REZULTATI	17
4.1 Meritve.....	17
4.2 Ugotovitve.....	18
5. RAZPRAVA	19
6. ZAKLJUČEK.....	19
7. LITERATURA	20

KAZALO SLIK

Slika 1: Običajna medicinska maska (Gamat)	6
Slika 2: Maska s filtrom KN95 (Xplore).....	7
Slika 3: maska FFP2 (Art kozmetika)	7
Slika 4: pralna maska (Vezenje GS)	8
Slika 5: ruta (Enzo)	8
Slika 6: Medicinska maska 3PLY (Eva Miklavc).....	10
Slika 7: Maska s filtrom KN95 (Eva Miklavc)	11
Slika 8: Maska FFP2 (Eva Miklavc).....	11
Slika 9: Pralna maska iz elastičnega blaga (Eva Miklavc)	12
Slika 10: Pralna maska iz gostega blaga (Eva Miklavc).....	12
Slika 11: Pralna maska iz treh plasti (Eva Miklavc).....	13
Slika 12: Ruta Buff (Eva Miklavc).....	13
Slika 13: Stekleni alkoholni termometer (Marjan Tkavc).....	14
Slika 14: Industrijski fen (Marjan Tkavc)	14
Slika 15: Mokra vata in vezica (Eva Miklavc).....	15
Slika 16: Merjenje ozadja (Marjan Tkavc).....	16
Slika 17: Priprava na merjenje pretočnosti rute (Marjan Tkavc)	16

POVZETEK

Uporaba mask je bila v času epidemije zelo pomembna. Masko smo morali nositi skoraj povsod, zato naju je zanimalo, kako so maske dejansko pretočne za zrak in katere spustijo skozi najmanj zraka. Že na začetku merjenja pretoka smo imeli probleme, saj običajni merilec vetra ni bil dovolj občutljiv. Našli smo drugo rešitev. Pretok zraka skozi maske smo merili posredno s pomočjo industrijskega fena ter alkoholnega termometra. Manj časa kot je termometer potreboval, da se je segrel do izbrane temperature, bolj je bila maska pretočna za zrak. Ugotovili smo, da je najbolj pretočna triplastna maska iz blaga.

1. UVOD

Zaščitne maske so pomembne zaradi higiene, čistoče in zaščite pred različnimi virusi, ki so se začeli širiti, ko so se ljudje naseljevali po svetu. Tako so se iz celine na celino širile stare in nove bolezni. Pomembna je tudi uporaba mask v medicini, pri različnih delih s strupenimi snovmi, itd. V zadnjem času pa so postale vsakdanji pripomoček, ki ga moramo ljudje uporabljati pravzaprav skoraj povsod, zaradi preprečevanja širjenja virusa, da bi zaščitili sebe in druge. Ker pa jih moramo nositi tudi po več ur dnevno in vdihavati »isti« zrak, naju je zanimalo, kakšen pa je sploh pretok zraka skozi posamezne vrste mask.

1.1 Cilj raziskovalne naloge

Cilj raziskovalne naloge je preveriti in ugotoviti, katera maska bolj in katera manj prepušča zrak.

1.2 Predstavitev hipotez

Hipoteza 1

Najbolj zračna je maska s filtrom (KN95).

Hipoteza 2

Pretok zraka skozi maske je slab.

Hipoteza 3

Maska 3PLY in maska FFP5 imata podoben pretok zraka.

Hipoteza 4

Najmanj zračna je maska iz blaga.

Hipoteza 5

Ruta (Buff) je najbolj zračna.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Maske

Maske so sploh v času KOVID epidemije zelo pomembne, seveda so jih uporabljali tudi za druge namene že prej (npr. medicina, delo v prahu). Pomembno je, da z maskami lahko govorimo, dihamo,.. sploh pa, da nas zaščitijo. Zaščitne maske skoraj vsem ljudem povzročajo nelagodne občutke. Za ljudi, ki imajo težave z duševnim zdravjem, je to še večji problem. Zaradi nošenja mask nam tudi velikokrat postane slabo ali nas boli glava. Poznamo več vrst mask:

1. MEDICINSKE MASKE (3PLY)

So medicinski pripomočki, ki med uporabo ne smejo razpasti, se razcepiti ali raztrgati, ščititi morajo uporabnika pred brizganjem in kapljicami. Narejene morajo biti iz materialov, ki omogočajo prilagajanje obrazu uporabnika in zagotoviti tesno prilagajanje ob straneh. Sestavljene so iz filtrirnih plasti.



Slika 1: Običajna medicinska maska (Gamat)

2. RESPIRATORNE MASKE S FILTROM (KN95)

Razlika med medicinskimi maskami in respiratornimi je v velikosti filtriranih delcev. Medicinska maska filtrira delce $\geq 3 \mu\text{m}$, respiratorna pa $\geq 0,3 \mu\text{m}$. Respiratorna ima filtrirno površino ter odprtine za izdihan zrak. Respiratorne maske imajo največjo filtrirno učinkovitost in odstranijo 99% majhnih delcev.



Slika 2: Maska s filtrom KN95 (Xplore)

3. MASKA FFP2

Je podobna navadni medicinski maski. Ima bolj debel material, ki bolje filtrira. Vendar je zato manj udobna za uporabo in se slabše prilega obrazu. Drobna neprileganja in odprtine, zaradi katerih vdihani zrak potuje mimo maske, je izjemno težko, včasih celo nemogoče odkriti. Maska FFP2, ki se slabo prilega obrazu, je lahko manj učinkovita od dobro prilegajoče se navadne tekstilne maske.



Slika 3: maska FFP2 (Art kozmetika)

4. PRALNE MASKE

So lahko zelo udobne za uporabo. Se hitreje navlažijo kot ostale. So ekološka, saj se lahko operejo in večkrat uporabijo.

Na Institutu Jožef Stefan (IJS) so od prvega vala epidemije testirali učinkovitost več kot 150 zaščitnih mask in materialov zanje. Med drugim so ugotavljali tudi učinkovitost pralnih mask, ki jih lahko sešijemo doma in jih uporabljamo večkrat. Ugotovili so, da je učinkovitost pralnih mask iz blaga pri varovanju pred prehajanjem novega koronavirusa zelo različna, od 19 do 82-odstotna [IJS].



Slika 4: pralna maska (Vezenje GS)

5. RUTA (npr. BUFF) ali ŠAL

To ni maska. Izjemoma jo lahko nadomešča. Še najbolj je podobna pralni maski iz blaga. Vendar je običajno še tanjša.



Slika 5: ruta (Enzo)

3. EMPIRIČNI DEL

3.1 Metoda dela

Naša raziskovalna naloga ni bila tako lahka kot se je izkazalo. Osnovna ideja je bila, da uporabimo konstanten vir pihanja (fen) ter merilec vetra. Ampak začetni poskusi so pokazali, da pride tako malo vetra skozi material maske, da ga anemometer ne zazna, ne izmeri. Se pravi, točnega pretoka zraka na ta način nismo uspeli izmeriti. Ker pa je še vedno prišlo nekaj zraka skozi maske, nismo odnehali.

Problem smo rešiti z uporabo termometra. Idejo smo pobrali iz demonstracije ohlajanja z vrtenjem mokrega termometra. Toda termometer, namočen v mokro vato, se pri merjenju pretoka skozi masko ni izkazal, saj ni bilo mogoče karkoli ugotoviti. Premalo zraka je prišlo skozi maske, da bi lahko spremembo temperature zaznali. Vendar se je ob tem nakazala rešitev. Dovolj je bil zgolj termometer brez vate.

Uporabili smo industrijski fena, nastavljen na 50°C, kar je bila najnižja temperatura fena, ter merili hitrost segrevanja termometra. Ta je bila precej odvisna od ovire (material), ki je bil nameščen na šobo fena. Na ta način smo lahko primerjali zračno prepustnost materiala posameznih mask. Torej, merili smo pretok zraka mask posredno preko hitrosti segrevanja termometra.

Drugi problem je bil, kako postaviti masko na vir vetra. Ugotovili smo, da bi morali uporabiti glavo manekena, tako da bi lahko simulirali dejansko uporabo maske preko dihal na obrazu, kar pa ni bilo možno. Zato smo se omejili na pretok zraka skozi material mask.

Uporabili smo vroč industrijski fen, ki smo ga imeli na voljo. To je bilo tudi sicer primerno, saj je bila temperatura zraka približno enaka naši telesni temperaturi oz. dobrih 10 stopinj višja.

3.2 Vzorci

Za poskus smo uporabili naslednje maske:

- medicinsko masko (3PLY),
- respiratorna maska s filtrom (KN95),
- masko FFP2,
- pralno masko narejeno iz elastičnega materiala,
- pralno masko iz gostega blaga,
- pralno masko s tremi plastmi in
- ruto (Buff).



Slika 6: Medicinska maska 3PLY (Eva Miklavc)



Slika 7: Maska s filtrom KN95 (Eva Miklavc)



Slika 8: Maska FFP2 (Eva Miklavc)



Slika 9: Pralna maska iz elastičnega blaga (Eva Miklavc)



Slika 10: Pralna maska iz gostega blaga (Eva Miklavc)



Slika 11: Pralna maska iz treh plasti (Eva Miklavc)



Slika 12: Ruta Buff (Eva Miklavc)

3.3 Pripomočki

Za poskus sva uporabili naslednje pripomočke:

- stekleni alkoholni termometer,
- stojalo za termometer,
- industrijski fen,
- štoparica (aplikacija na telefonu),
- vezica in
- mokra vata.



Slika 13: Stekleni alkoholni termometer (Marjan Tkavc)



Slika 14: Industrijski fen (Marjan Tkavc)



Slika 15: Mokra vata in vezica (Eva Miklavc)

3.4 Poskus

Na stojalo smo namestili stekleni termometer. Na industrijski fen smo namestili masko. Ker maska sama nebi mogla stati na šobi, smo jo pritrdili s pomočjo plastične vezice. Stojalo smo vedno nastavili tako, da je bila bučka termometra na sredini fena in od mask, pritrjenih na šobi fena, oddaljena za 25mm. Poskrbeli smo za enake pogoje za vse meritve.

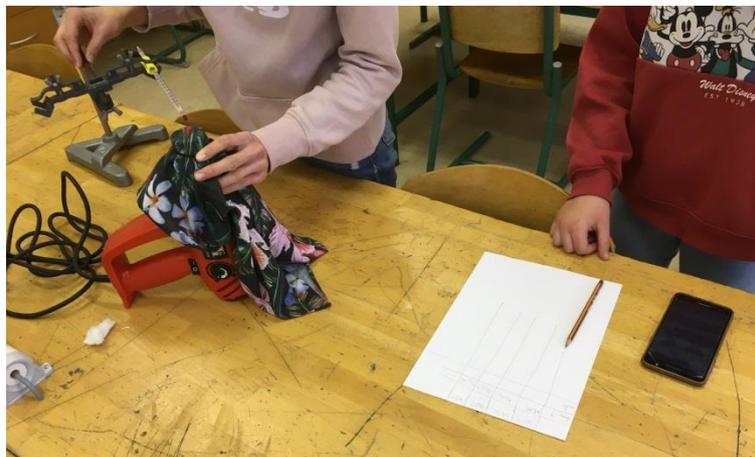
Merjenje je potekalo tako, da smo termometer nastavili na sredino šobe fena, hkrati prižgali štoparico in fen. Pri vnaprej določenih temperaturah smo izmerili vmesni čas in štopali naprej. Termometer je moral doseči najprej 30, 35, 40 in na koncu še 45 stopinj. Ko se je temperatura povzpela do 45 stopinj smo ustavili štoparico in fen.

Pomembno je bilo, da smo termometer spet ohladili. Če bi čakali, da se bi sam ohladil na sobno temperaturo (22°C), bi porabili preveč časa, zato smo ga raje ohladili s pomočjo mokre vate. Seveda se med eksperimentom nismo smeli ničesar dotikati, da se kaj ne bi premaknilo. Prva in zadnja meritev je bila brez mask, tj. merjenje ozadja.

Pri tem načinu smo sklepali in predpostavili, da manj časa kot je termometer potreboval, da se je segrel, bolj je zračna maska.



Slika 16: Merjenje ozadja (Marjan Tkavc)



Slika 17: Priprava na merjenje pretočnosti rute (Marjan Tkavc)

4. REZULTATI

4.1 Meritve

T sobna = 22°C

MASKA	Čas segrevanja termometra [s] do temperature T			
	T = 30 °C	T = 35 °C	T = 40 °C	T = 45 °C
Brez maske poskus	12	21	36	128
Brez maske poskus 2	9	16	25	46
Brez maske poskus 3	11	19	31	57
Brez maske poskus 4	10	17	28	50
Brez maske poskus 5	9	16	26	48
Brez maske poskus 6	10	17	23	48
Maska 3PLY	14	25	39	53
Maska KN95	50	68	87	126
Maska FFP2	20	36	52	72
Pralna maska tri plastna	11	22	34	48
Pralna maska iz elastičnega blaga	13	24	39	59
Pralna maska iz gostega blaga	150	Dosegla je maksimum 30°C in potem je temperature začela padati		
Ruta Buff	12	18	23	31

Pri prvi meritvi ozadja (merjenje brez maske) nismo upoštevali zadnje meritve, ker je preveč odstopala. Merjenje ozadja smo večkrat ponovili. Merjenje rute smo izvedli posebej, ker je pri osnovnem merjenju nismo imeli, zato je rezultat vprašljiv.

4.2 Ugotovitve

Med izvajanjem prvih merjenj smo ugotovili, da se fen in bližnja okolica po nekaj meritvah bolj segrejeta kot je to na začetku, kar vpliva na rezultate meritev. Zato smo merjenje ponovili, pri čemer smo fen vklopili 15 min pred izvajanjem meritev. Na ta način smo zagotovili enake pogoje za vse maske.

Rezultati so bili nekako pričakovani. Medicinska maska in navadna pralna maska ste zelo podobno prepustni za zrak. Medtem ko sta FFP2 in KN95 slabši. Med njima je pričakovano slabša KN95, ker ima filter. Presenečeni smo bili, da pralna maska iz gostega blaga zelo slabo prepušča zrak.

Hipoteza 1

Najbolj zračna je maska s filtrom (KN95).

OVRŽENA

Ugotovili smo, da je KN95 ni najbolj zračna maska.

Hipoteza 2

Pretok zraka skozi maske je slab.

POTRJENA

Pretok zraka skozi maske je slabši kot brez mask, vendar za bolj zračne maske razlika ni tako velika.

Hipoteza 3

Maska 3PLY in maska FFP5 imata podoben pretok zraka.

POTRJENA

Do določene temperature sta res imeli podoben čas, pri zadnjem merjenju, ko je morala temperatura doseči 45°C, smo ugotovili, da je maska FFP2 manj zračna.

Hipoteza 4

Najmanj zračna je maska iz blaga.

OVRŽENA

Na koncu so meritve pokazale, da je prav ta najbolj zračna.

Hipoteza 5

Ruta (buff) je najbolj zračna.

POTRJENA

Ugotovili smo, da je zelo zračna. Toda je rezultat vprašljiv, ker je bil čas segrevanja za 40 °C in 45 °C krajši kot brez maske.

5. RAZPRAVA

Ugotovili smo, da je pralna maska iz gostega blaga najmanj zračna. Tako bi lahko sklepali, da je tudi najbolj učinkovita. Pri tem se zavedamo, da učinkovitost mask ni odvisna samo od materiala, temveč tudi od oblike in kako se ta prilega obrazu, kako jo uporabnik nosi, ipd. To je vsekakor presegalo našo raziskavo.

Nadalje je zanimivo, da je bila pralna maska iz treh plasti bolj zračna. Torej sklepamo, da je bolj pomemben material kot število plasti.

Zanimivo je bilo, da je čas delovanja fena vplival na merjenje. Če smo začeli meriti s hladnim fenom, je se merjeno ozadje na začetku ni ujemalo s tistim na koncu.

Pri ruti je bil čas nepričakovano kratek za višje temperature. To nas se je presenetilo. Sklepamo, da material rute ustvarja lokalne pogoje, da se zrak okrog termometra precej hitreje in bolj segreje kot pri ostalih materialih.

6. ZAKLJUČEK

Pred začetkom izdelovanja naloge smo mislili, da bo nalogo izdelati zelo preprosto. Kaj kmalu smo ugotovili, da temu ni tako. Prvi poskus ni uspel, ker je šlo premalo zraka skozi maske in je bilo zelo težko meriti. Ko smo začeli delati drugi poskus, je bil uspešno, saj se je opazila razlika med maskami. Delo je bilo zelo zanimivo, saj smo delali veliko poskusov in ker sva se naučili, kako delati raziskovalno nalogo.

7. LITERATURA

IJS. Testiranje zaščitnih mask. Vir pridobljen z: <https://ijs.si/ijsw/Korona/Maske>

Maske za zaščito dihal. Univerza v Ljubljani, fakulteta za naravoslovje. Vir pridobljen z :
<https://www.ntf.uni-lj.si/toi/news/maske-za-zascito-dihal-kirurske-maske-in-respiratorji/>

Se zaradi nošenja mask počutite tesnobni? Vizitka .si. Vir pridobljen z:
<https://vizita.si/dusevnost/tesnoba-zaradi-nosenja-mask.html>

Raziskava uporabe obraznih mask s trajnostnega (okoljskega) vidika. Raziskovalna naloga. Mladi raziskovalec. Vir pridobljen z: <https://mladiraziskovalci.scv.si/ogled?id=1944>

Mit: Pralne maske iz blaga, ki jih sešijemo doma, ne nudijo zaščite. Neja .st.si. Vir pridobljen z:
<https://neja.sta.si/1636>

Raziskava: Najbolj učinkovita je medicinska maska N95. 24ur vir pridobljen z:
<https://www.24ur.com/novice/korona/najbolj-ucinkovita-je-medicinska-mask-a-n95.html>

Po novem so obvezne zaščitne maske, šal ali ruta ni več dovolj. 24ur. Vir pridobljen z:
<https://www.24ur.com/novice/korona/tudi-na-prostem-obvezne-zascitne-maske-sal-ali-ruta-nista-vec-dovolj.html>

Učinkovitost mask – navadna lahko ščiti bolje kot FFP2. zdravo.si . Vir pridobljen z:
<https://www.zdravo.si/ucinkovitost-mask-ffp2/>

Gamat. 3-slojna zaščitna kirurška maska za obraz – medicinska maska Tip IIR Portwest P029, 50 kos. Vir pridobljen z: <https://www.gamat.si/3-slojna-zascitne-maske-za-obraz-medicinska-mask-a-tip-iir-portwest-p029-50-kos>

Xplore. MASKA HIGIENSKA Ventil 10 kos KN95. Vir pridobljen z:
<https://www.xplore.si/izdelek/maska-zascitna-ventil-10-kos-kn95/>

Art kozmetika. Zaščitna maska za enkratno uporabo FFP2. Vir pridobljen z: <https://www.art-kozmetika.com/zascitna-oprema/zascitna-mask-a-ffp2.html>

Vezenje GS. Obrazna dvoslojna pralna maska. Vir pridobljen z: <https://www.vezenjega.si/dvoslojna-pralna-obrazna-mask-a>

Enzo. Buff / bandana. Vir pridobljen z: <https://www.enzo.si/sl/Personalizirano/izdelava-buffov-bandan/>