

# SREDSTVA ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA - ZAŠTITNE MASKE ZA LICE

---

Janičar, Filip

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:588691>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-22**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Filip Janičar

# **SREDSTVA ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA – ZAŠTITNE MASKE ZA LICE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2021. godina

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Filip Janičar

**SREDSTVA ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA  
– ZAŠTITNE MASKE ZA LICE**

Final paper

Karlovac, 2021. godina

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij sigurnosti i zaštite

Filip Janičar

# **SREDSTVA ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA – ZAŠTITNE MASKE ZA LICE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Budimir Mijović

Karlovac, 2021. godina

## Završni zadatak



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Trg J.J.Strossmayera 9

HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579

## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni / specijalistički studij: Preddiplomski stručni studij Sigurnosti I zaštite

Usmjerenje: Sigurnost I zaštita na radu .Karlovac, 2020..

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Filip Janičar

Matični broj: 0415616030

Naslov: SREDSTVA ZA ZAŠTITU DIŠNIH ORGANA – ZAŠTITNE MASKE ZA LICE

Opis zadatka:

- Sredstva za zaštitu dišnih organa- zaštitne maske za lice
- Pregled nastanka I razvoja zaštitnih maski za lice u vremenskoj perspektivi
- Globalna pandemija COVID-19 I njen utjecaj na masovno korištenja zaštitnih maski za lice diljem svijeta
- Pregled standardizacije izrade zaštitnih maski za lice kod odabranih hrvatskih proizvođača

Zadatak zadan:  
05.08.2020 .

Rok predaje rada:  
15.02.2021.

Predviđeni datum obrane:  
22.02.2021.

Mentor:  
prof. dr. sc. Budimir Mijović

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:  
Dr.sc. Snježana Kirin, viši predavač

## **PREDGOVOR**

Svima, koji su mi pomogli na bilo koji način u izradi ovog rada, od srca veliko hvala.

Posebno se zahvaljujem mentoru, profesoru Budimiru Mijoviću, koji je svojom profesionalnošću, savjetima učinio mi pisanje ovoga rada vrlo ugodnim.

Također veliko hvala mojim profesorima na studiju, koji su svojom tolerancijom i praktičnim znanjem doprinijele rastu mene kao osobe i stručnjaka.

Posebno hvala mojoj obitelji na pružanju bezuvjetne podrške, motivaciji i strpljenju tijekom cijelog studiranja jer bez njih ovo do sada ostvareno ne bi imalo smisla.

## SAŽETAK

Koronavirus (COVID - 19) je globalna pandemija koja se proširila na gotovo cijeli svijet, u rasponu od Kine, Japana i Koreje do Europe, premještajući se u SAD, Afriku i Južnu Ameriku. Veliki broj zaraženih ljudi u svijetu uzrokovao je da je najveći broj zemalja pokrenuo procese masovne izolacije stanovništva i zaustavio mnoge društvene i ekonomske procese kako bi iskorijenio ovu bolest, obzirom da se teški akutni respiratorni sindrom koronavirus 2 (SARS-CoV-2) koji uzrokuje COVID-19 širi se bliskim kontaktom.

Pojavom i širenjem pandemije COVID-19, globalno je zabilježen nedostatak zaštitnih maski za lice, kao i ostale medicinske opreme.

Kako je epidemija napredovala, zaštitne maske za lice postale su simbol jednog novog epidemijom pogođenog lica svijeta. Sama konotacija maski za lice gledano kroz povijest imala je šire značenje od samo medicinske upotrebe, no nikada ranije njena upotreba nije bila zabilježena na tako globalnoj razini. U radu su istraženi odgovori na pitanja pružaju li zaštitne maske za lice dovoljnu zaštitu, kakvi su normativi adekvatnosti zaštitnih maski, u čemu se sastoji razlika običnih zaštitnih maski, kirurških zaštitnih maski, te respiratornih maski, koja je vrsta optimalna za pučanstvo, a koja za medicinsko osoblje. Osobita pažnja dana je analizi svojstava tzv vlaknastog medija, kao najvažnijoj komponenti maske za filtriranje zraka.

Cilj rada ostvaren je kroz analizu učinaka fizičkih i kemijskih karakteristika zaštitnih maski za lice i zaštite od prijenosa virusa u populaciji.

**Ključne riječi:** globalna pandemija, Covid-19, zaštitne maske za lice, razina zaštite, kirurške zaštitne maske, respiratorne maske, vlaknasti medij, filtriranje zraka

## **ABSTRACT**

Coronavirus (COVID - 19) is a global pandemic that has spread to almost the entire world, ranging from China, Japan and Korea to Europe, moving to the United States, Africa and South America. A large number of infected people in the world have caused the largest number of countries to initiate mass isolation processes and stop many social and economic processes in order to eradicate this disease, given the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) caused by COVID -19 spreads by close contact.

With the emergence and spread of the COVID-19 pandemic, there has been a global shortage of face masks as well as other medical equipment.

As the epidemic progressed, face masks became a symbol of a new epidemic-stricken face of the world. The very connotation of face masks seen throughout history has had a broader meaning than just medical use, but never before has its use been recorded on such a global scale. The paper investigates the answers to the questions of whether face masks provide sufficient protection, what are the norms of adequacy of face masks, what is the difference between ordinary face masks, surgical face masks and respiratory masks, which type is optimal for the population and which for medical staff. Particular attention is paid to the analysis of the properties of the so-called fibrous medium, as the most important component of the mask for air filtration

The aim of this work was achieved through the analysis of the effects of physical and chemical characteristics of face masks and protection against virus transmission in the population.

**Keywords:** global pandemic, Covid-19, face masks, level of protection, surgical face masks, respiratory masks, fibrous medium, air filtration



## SADRŽAJ

<b>Završni zadatak.....</b>	<b>I</b>
<b>PREDGOVOR .....</b>	<b>II</b>
<b>SAŽETAK.....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IV</b>
<b>1.UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1. Predmet i ciljevi rada.....	1
1.2. Stručni doprinos rada .....	3
1.3. Metode prikupljanja podataka .....	4
<b>2.KOMPARATIVNI PREGLED NASTANKA I RAZVOJA ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE U VREMENSKOJ PERSPEKTIVI .....</b>	<b>5</b>
2.1. Upotreba zaštitnih maski za lice u antičko doba .....	5
2.2. Razdoblje od srednjeg vijeka do „renesanse“ .....	6
2.3. Zaštitne maske u vrijeme industrijske revolucije.....	7
2.4. Suvremena istraživanja o zaštitnim maskama .....	8
2.5. Pojava pandemije gripe početkom 20. stoljeća kao faktor opće konverzije stava ka prihvaćanju maske za lice kao sredstva zaštite od zaraze .....	12
2.6. Razvoj zaštitnih maski za lice u medicini u prvim desetljećima 20. stoljeća .....	14
2.7. Učinci razvoja zaštitnih maski za lice u suvremeno doba.....	15
<b>3. GLOBALNA PANDEMIJA COVID-19 I NJEN UTJECAJ NA MASOVNO KORIŠTENJE ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE DILJEM SVIJETA.....</b>	<b>17</b>
3.1. Razmjeri globalne pandemije i državne mjere ublažavanje tereta zaraze.....	18
3.2. Pitanje međunarodnog konsenzusa oko upotrebe zaštitnih maski za lice .....	19
3.3. Rezultati studije matematičkog modeliranja kao osnove za razumjevanje povezanosti smanjenja broja infekcija i smrtnih slučajeva COVID-19 povezanih s distribucijom i upotrebom zaštitnih maski za lice .....	20
<b>4.VAŽNOST RAZUMIJEVANJA DISTINKTIVNIH OBILJEŽJA KIRURŠKIH ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE, N95 RESPIRATORNIH MASKI I KUĆNIH PAMUČNIH MASKI ZA LICE .....</b>	<b>33</b>
4.1. Pitanje učinkovitosti običnih pamučnih maski za lice .....	34
4.2. Razumijevanje zaštitnog učinka kirurških zaštitnih maski i respiratornih maski .....	36
Parametri učinka za procijenu maski .....	39
Razlika između laboratorijskih / proizvodnih rezultata i kliničkih rezultata .....	43
<b>5. PREGLED STANDARDIZACIJE IZRADE ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE KOD ODABRANIH HRVATSKIH PROIZVOĐAČA .....</b>	<b>45</b>

5.1. Zaštitne maske URIHO .....	45
<b>6. USPOREDNI TEST ZAŠTITNOG EFEKTA KOD ODABRANIH VRSTA ZAŠTITNIH MASKI .....</b>	<b>48</b>
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>51</b>
<b>POPIS LITERATURE .....</b>	<b>54</b>

# 1. UVOD

## 1.1. Predmet i ciljevi rada

Postoje zapisi iz različitih kultura o tome kako su ljudi prekrivali lice kako bi spriječili infekciju, ali su to činili i iz duhovno religioznih i obrednih pobuda. U Kini se smatra da maske potječu iz drevnih vjerskih ceremonija. Slike ljudi koji nose maske pronađene su na kamenim slikama duž Yangtzea. Kasniji oblici maski okupljaju mitove i simbole iz šamanizma i budizma [1].

Prekrivanje nosa i usta bilo je dio tradicionalne sanitarne prakse protiv zaraznih bolesti u ranoj modernoj Europi. Ova se zaštita prvenstveno odnosila na neutraliziranje takozvane mijazme u zraku putem parfema i začina koji su se držali pod maskom, poput maski nalik na liječnike kuge. Takva je praksa, međutim, postala marginalna do 18. stoljeća detalji uvida [2].

Maske za lice, kakve se danas koriste u zdravstvu i u zajednici, mogu se u velikoj mjeri pratiti povijesno do novijeg razdoblja kada je u kirurgiji primijenjeno novo razumijevanje zaraze temeljeno na teoriji klica. Iako postoje spoznaje o tome da su ljudi tijekom različitih povijesnih epoha prekrivali lice kako bi spriječili infekciju, francuski kirurg Paul Berger na samom kraju 19. stoljeća uveo je novi uzus kod izvođenja operacija, tako što je lice prekrivao komadom tkanine. Vrijedi spomenuti i američkog inovatora Lewisa Hassleya, koji je pola stoljeća ranije, dobio prvi patent za zaštitnu masku, tako što je izradio zaštitnu masku za rudare [2].

Kada su u pitanju medicinske zaštitne maske, nakon Bergerove inicijacije korištenja maski u kirurgiji, slijedila je izrada zaštitnih maski od nekoliko slojeva pamučne gaze, ponekad s dodatnim slojem nepropusnog materijala, koji je držao metalni okvir. Njihov glavni cilj bio je spriječiti da se respiratorne kapljice prenose s i na nositelja, kao što su Mikulicz i Flügge predložili za operacijsku dvoranu [1].

Američki ured za rudnike (USBM) pokrenuo je prvi program certificiranja respiratora. 1919. godine, te je nekoliko mjeseci kasnije, ovo savezno tijelo certificiralo prvi respirator, da bi sedamdesetih godina 20. stoljeća, USBM i NIOSH razvili standarde za respiratore za jednokratnu upotrebu [2]. Prva respiratorna maska N95 odobrena je 1972. godine. Ubrzo potom, izrađuju se kirurške maske za lice s netkanom tkaninom koja ima bolju filtraciju bakterija i propusnost zraka, a ostaje manje skliska od tkanine. Za njihovu izradu najčešće se koristi polipropilen, gustoće 20 ili 25 grama po četvornom metru (gsm) [3].

Do pojave globalnih vremena nije zabilježena opća potražnja za zaštitnim maskama. Nestašica zaštitnih maski tijekom pandemije COVID-19 postala je simbol krhkosti moderne medicine i javnog zdravstva. Unicentričnost proizvodnje, mahom u Kini i drugim zemljama azijskog bloka u slomu globalnih dobavnih lanaca, potpomognuta panikom, rezultirala je općim poremećajem globalne trgovine, te je pitanje nabave zaštitnih maski postalo od vitalne važnosti zaštite pučanstva od zaraznih bolesti.

Ciljevi istraživanja su utvrđivanje poznatih činjenica iz literature, analizom primarnih i sekundarnog istraživanja, tj. teoretskog znanja i praktičnih pravila na području tehnologije, medicine, ekonomske i drugih znanosti, a povezano s procesom i normama razvoja zaštitnih maski za lice kroz povijest, uvjetima koje moraju zadovoljiti kirurške i respiratorne zaštitne maske, kao i put njihova pozicioniranja na globalnom pandemijom COVID-19 uzdrmanom globalnom tržištu i revizija postojećih strategija pozicioniranja nefunkcionalnih maski za lice, kakve su one primjerice pamučne, a koje lošim informiranjem ciljne javnosti i agresivnim marketingom uspijevaju steći svoj tržišni udio, kako na tržištu Republike Hrvatske, tako i diljem svijeta.

Pod nazivom zaštitna maska za lice podrazumijeva se zaštitna cjelina namijenjena zaštiti lica i/ili očiju korisnika i sprječavanju udisanja zraka kontaminiranog kemijskim i / ili biološkim sredstvima [4].

Kirurška zaštitna maska, poznata i kao proceduralna maska, namijenjena je zdravstvenim radnicima tijekom operacije i tijekom njege radi hvatanja bakterija izlivenih u kapljicama tekućine i aerosolima iz usta i nosa korisnika. Ove maske nisu

namijenjene zaštiti nositelja od udisanja bakterija ili čestica virusa u zraku, a manje su učinkovite od respiratora, poput maski N95 ili NIOSH, koje pružaju bolju zaštitu zbog svog materijala, oblika i čvrstog brtvljenja. Kirurške zaštitne maske, neovisno o aktualnoj pandemiji COVID-19, popularno nosi široka javnost tijekom cijele godine u istočnoazijskim zemljama poput Kine, Tajvana, Japana i Južne Koreje kako bi se smanjila šansa za širenje respiratornih bolesti i spriječilo udisanje čestica prašine u zraku stvorenih zagađenjem zraka [5].

Teoretska znanja i činjenice će poslužiti za daljnju provedbu istraživanja i pronalaženje ključnih normi koje maske moraju zadovoljiti da bi bile zaštitne maske za lice, odnosno kirurške zaštitne maske, te respiratorne maske, kao i distinktivnih obilježja običnih platnenih maski za lice, u vezi sa stupnjevanjem rizika od pobola od COVID-19, kod svake od navedenih kategorija zaštitnih maski. Na temelju provedenog primarnog i sekundarnog istraživanja doći će se do pronalaženja odgovarajućih zaključaka i smjernica za potencijalno unaprijeđenje nabavki zaštitnih maski s jasno istaknutim i provjerljivim normama zaštite, koje će udovoljiti kriterijima zaštite medicinskog osoblja, odnosno zaštititi pučanstvo od zaraznih bolesti. Teorijska znanja potvrdit će se valorizacijom široke baze literature, koja će uključiti i povijesni pregled nastanka zaštitnih maski, podjelu zaštitnih maski, klasifikaciju i označavanje razine filtracije kirurških zaštitnih maski, kao i pravilno postavljanje i korištenje zaštine kirurške maske.

## **1.2. Stručni doprinos rada**

Stručni doprinos završnog rada „Zaštitne maske za lice“ podrazumijeva pronalaženje ključnih elemenata klasifikacije i označavanja zaštitnih maski, kako bi iste bile pravilno pozicionirane na tržište, te kao takve doprinijele maksimalnom učinku zaštite medicinskog osoblja i pučanstva, na temelju analize sekundarnih i primarnih podataka i provedene case study analize zaštitnih maski nekoliko odabranih hrvatskih proizvođača i u skladu s time definiranje smjernica za revalorizaciju postojećih strategija nabavki zaštitnih maski za lice u Republici Hrvatskoj, te mogućnost korištenja rezultata istraživanja kao poticaj i podloga za primjenu kod korištenja i nabavke zaštitnih maski u smislu jasnije profilacije kriterija zaštitnog učinka. Navedena svrha osobito je važna ima li se u vidu da je u proteklom vremenu u Republici Hrvatskoj na

području nabavke, kao i postavljanja zaštitnih maski uočen veliki faktor neznanja, pa su se tako u javnosti mogle vidjeti mnogobrojne ekspoziture vlasti, kao i pripadnika javnog i političkog života kako nepravilno nose zaštitnu masku, a i svjež je primjer sa početka školske godine o kupovini navodno zaštitnih maski za djecu, koje maske su bile i prevelike i od neadekvatnog materijala, da bi udovoljile svrsi koju svaka zaštitna maska mora udovoljiti, kako bi bila atribuirana kao zaštitna maska.

### **1.3. Metode prikupljanja podataka**

Tema će se obraditi uz pomoć primarne i sekundarne literature. Opća bibliografska baza u vidu znanstvenih publikacija, knjiga, te web izvora bit će osnova prikupa sekundarnih podataka. Primarni doprinos sastojat će se u provedbi studije slučaja o klasifikaciji i označavanju kirurških zaštitnih maski odabranih hrvatskih proizvođača (Varteks, Uriho, GIT).

Rezultati analize bit će uobličeni u smjernice za unaprijeđenje kvalitete zaštitnih maski koje se stavljaju na tržište Republike Hrvatske, kao osnovnog predvjeta smanjenju širenja zaraze među pučanstvom.

## **2. KOMPARATIVNI PREGLED NASTANKA I RAZVOJA ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE U VREMENSKOJ PERSPEKTIVI**

U ljudskoj su populaciji socijalni kontakti ključni za prijenos bakterija i virusa. Čini se da je upotreba maski za lice presudna kako bi se spriječio prijenos SARS-CoV-2 u razdoblju u kojem nedostaju terapijske intervencije [6].

U ovom poglavlju opisuje se povijest zaštitnih maski od srednjeg vijeka do modernih vremena. U posljednjih nekoliko mjeseci javnosti je predstavljeno mnogo poruka da su maske za lice nedjelotvorne tijekom pandemijske krize. Od 27. travnja 2020. maske za lice postale su obvezne za kupnju i javni prijevoz u Njemačkoj. U Hrvatskoj su maske za lice postale obavezne u javnom prijevozu 25. lipnja 2020. [7], dok su za trgovine postale obavezne 13. srpnja 2020. [8]. Niz europskih zemalja, kao i uopće zemalja diljem svijeta slijedio je navedene trendove o obavezi nošenja zaštitnih maski u sličnoj dinamici.

Međutim, u azijskim zemljama ljudi već godinama nose maske u javnosti. Iako su New York i Hong Kong metropolitanska područja, pandemija virusa korone bila je razorna u SAD-u, a ne u Hongkongu. Samo ta činjenica podrazumijeva nužno i istaknutije viđenje normativne primjene maski za lice.

„Kirurška maska za lice postala je simbolom našeg doba“. Dana 17. ožujka 2020. ovaj se naslov pojavio u New Yorku Times u članku o ulozi maski za lice u vrijeme izbijanja COVID-19 [9].

Ovo je najnoviji izraz upotrebe maski za lice. Međutim, maske za lice koriste se od srednjeg vijeka, ali njihova funkcionalna upotreba seže još u antičko doba.

### **2.1. Upotreba zaštitnih maski za lice u antičko doba**

Širom svijeta znanstveni su umovi prepoznali potrebu za zaštitom dišnih putova mnogo prije američkog Ureda za rudnike (USBM) i njihove inovativne certificirane respiratorne maske.

Najraniji zabilježeni objekti nalik na maske za lice u povijesti datiraju u 6. stoljeće prije Krista. Neke slike ljudi koji su nosili tkaninu preko usta pronađene su na vratima perzijskih grobnica. Smatra se da je u Kini vrsta marama tkana od svilenih i zlatnih niti iz dinastije Yuan (1279.-1368.), bila najraniji predmet u Kini koji je sličan današnjoj maski za lice [11].

Prema zapisu iz *Putovanja Marka Pola*, putopisa slavnog Talijana iz 13. stoljeća koji je svojedobno putovao u Kinu, za vrijeme dinastije Yuan (1279. - 1368.), sluge koje su služile caru za vrijeme obroka trebale su nositi svilene marama kako bi prekrile usta. i nos. Vjerovalo se da će svilene marama spriječiti dah sluga da ne utječe na miris i okus hrane [11].

Govoreći o antičkim vremenima, povijest zaštite dišnih putova seže sve do Plinija Starijeg (23-79.godine poslije Krista), rimskog filozofa i prirodoslovca, koji je koristio labave životinjske kože mokraćnog mjehura, kako bi filtrirao prašinu od udisanja tijekom drobljenja cinovara, koji je otrovan živa-sulfidni mineral koji se u to vrijeme koristio za pigmentaciju u ukrasima [2].

Mnogo stoljeća kasnije, Leonardo da Vinci (1452.-1519.) preporučio je upotrebu vlažnih krpa preko usta i nosa kao oblik zaštite od udisanja štetnih sredstava [10].

Dok su drevni ronionci koristili crijeva i cijevi za dovod zraka, znanstvenici iz sedamnaestog stoljeća dodali su mijeh na ove uređaje kao način pružanja disanja s pozitivnim tlakom. Od vremena Plinija Starijeg, potreba za pravilnom zaštitom dišnog sustava postajala je sve očitija. U 1700-ima Bernadino Ramazzini, poznat kao otac medicine rada, opisao je neadekvatnost zaštite dišnog sustava od opasnosti arsena, gipsa, vapna, duhana i silicijevog dioksida [10].

Iako su ta znanstvena otkrića i napredak u zaštiti dišnih organa bili ključni, najvažniji datum zaštite dišnih puteva tek je trebao doći.

## **2.2. Razdoblje od srednjeg vijeka do „renesanse“**

U 14. stoljeću Crna smrt proširila se Europom. To je također uvelike promoviralo pojavu funkcionalnih predmeta nalik maski za lice. U 16. stoljeću francuski liječnik Charles de Lorme izumio je masku kljuna. Instalirao je staklo u očne duplje kako bi osigurao



vidljivost, a parfem, mirisni začini ili lijekovi, uključujući lišće mente, te kamfor, stavljali su se u odjeljak kljuna kako bi se filtrirala bolest. Pored maske, cilindar, šal, ogrtač, hlače, rukavice, cipele i štapići činili su kompletno "odijelo s kljunom". Na kraju je ovo odjelo evoluirao u zastrašujući simbol smrti zbog raširenosti kuge [11].

Ovdje su slike medicinskih stručnjaka iz ranog modernog doba koji liječe pacijente koji pate od bubonske kuge noseći maske nalik kljunu. Te su maske navodno punjene biljem poput klinčića ili cimeta, kao i tekućinama, što je dovelo do izraza liječnici sa kljunovima [2], kako je vidljivo na slici 1.



Sl.1. Obojena verzija bakrореza doktora Schnabela (tj. Dr. Beak-a), liječnika za kugu u Rimu sredinom sedamnaestog stoljeća [2]

Liječnici su bili odjeveni u crne ogrtače i tamne šešire i smatrani su simbolom smrtne epidemije srednjeg vijeka. Njihove maske su trebale zaštititi od zaraze - mijazme, koja se tada smatrala uzrokom kuge. Proglašeno je da je zaraženi zrak s Istoka izazvao epidemiju. Ipak, nema dokaza da su ti liječnici kuge s maskama poput kljuna stvarno postojali. Postoje dvije maske izložene u njemačkim muzejima za koje se sumnja da su krivotvorine iz mlađeg datuma [11].

### 2.3. Zaštitne maske u vrijeme industrijske revolucije

Ono što se naziva industrijskom revolucijom odnosi se na 18. stoljeće. U to su vrijeme rođene mnoge tvornice i tvrtke. Zahvaljujući Talijanu Bernardinu Ramazziniju, preteči medicine rada i istinskom utemeljitelju profesionalne higijene, raste sve veći interes za

sve djelatnosti izložene opasnim tvarima. Među različitim implementiranim uređajima, onima koji rade u nehigijenskim močvarama preporučuje se pokrivanje lica tkaninom ili gazom [12].

Nanošenje na nos i usta mokre spužve ili tanke, uske krpe u obliku šupljeg konusa također se preporučuje, aa isto tako se smatralo da je dodavanje octa ili drugih proizvoda poput vapnene vode dovoljno da zaštiti proizvođače ljepila, odvodnike, grobare, pa čak i bolničke radnike [12].

## **2.4. Suvremena istraživanja o zaštitnim maskama**

Dizajn maske napravio je velik korak naprijed u 19. stoljeću. 1827. škotski znanstvenik Robert Brown otkrio je "Brownovo gibanje", što je teoretski dokazalo zaštitni učinak maski na prašinu [2].

Prekretnica u povijesti maski za lice bila je 1848. godina, kada je maska koju je američki Lewis Hassley izradio za rudare, dobila jprvi patent za zaštitnu masku

Maske su u ovoj fazi bile bliže plinskim maskama. Hassley se prijavio za patent 1849. godine s patentom broj 6529, koji je još uvijek dostupan u arhivima u SAD-u [2].

Francuski biolog, mikrobiolog i kemičar Louis Pasteur je 1861. godine dokazao prisutnost bakterija u zraku, zbog čega je više ljudi obraćalo pažnju na dizajn modernih maski [2].

Britanski kirurg Joseph Lister još 1867. godine je pretpostavio da su bolest rana uzrokovane klicama mikroskopski malih živih bića koje je Louis Pasteur nešto ranije opisao. Lister je predložio uklanjanje klica upotrebom antiseptičkih tvari. No, 1880-ih nova generacija kirurga osmislila je strategiju asepse koja je za cilj imala zaustaviti mikrobe da uđu u rane. Ovo je bila rizična strategija. Sad su bile sumnjive ruke, instrumenti, čak i izdah operatora [1].

Još od Listerovih i Pasterovih djela, kirurški odjel i njegove specijalne discipline u razvoju suočili su se s diskursom o izbjegavanjima infekcijama rana. To je započelo 1870. godine, dok je bolnička gangrena ograničavala ishode operacija, posebno onih koji se odnose na trbušne zahvate i one koji uključuju kosti. Uvođenje pokrivača za

usta i nos (zaštita za usta, velovi za lice, maske za lice, usta zavoji) mogu se pratiti natrag do prijelaza 20. stoljeća. 1897. higijeničar Carl Friedrich Flügge (1847. - 1923.) koji je u to vrijeme radio u Breslauu objavio je svoja djela o razvoju kapljičnih infekcija, u sklopu svog istraživanja o genezi tuberkuloze [2].

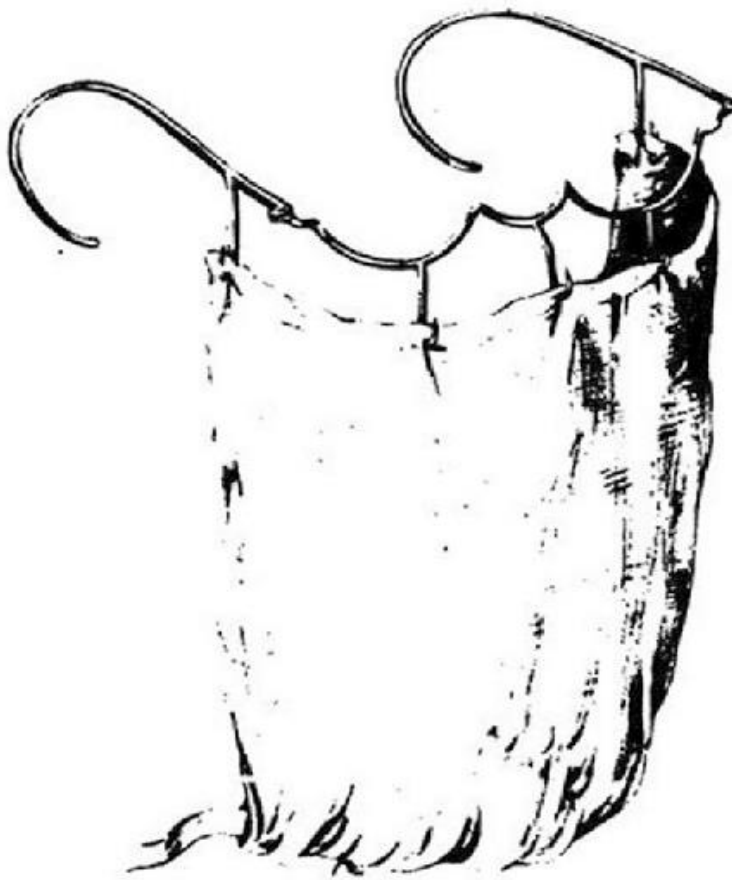
Krajem 19. stoljeća, njemački liječnik Carl Flügge, sumnjajući na širenje bolesti između liječnika i pacijenata putem sline, pridonijeo je novom trendu svojim kolegama da nose masku tijekom kirurških operacija. Johann Mikulicz, voditelj odjela za kirurgiju Sveučilišta Breslau (danas Wrocław, Poljska) započeo je suradnju s lokalnim bakteriologom Carlom Flüggeom, koji je eksperimentalno pokazao da kapljice dišnog sustava nose bakterije koje se mogu kultivirati. Kao odgovor na ova otkrića, Mikulicz je 1897. godine počeo nositi masku za lice, koju je opisao kao „komad gaze koji je s dvije žice vezan za kapu i koji se prebacuje preko lica tako da pokriva nos, usta i bradu“ [1]. Iste 1897. godine objavljeno je suradničko djelo između Flüggea i učenika Teodora Billrotha (1829–1894) i Johannesesa von Mikulicza (1850–1905), koji je također radio u Breslauu od 1890. godine. Publikacija se bavila izvođenjem operacija noseći „zavoj za usta“. Ovdje je Mikulicz opisao jednoslojnu masku izrađenu od gaze [2].

Mikulicz, koji je već bio odgovoran za uvođenje sterilnih rukavica izrađenih od tkanine, napomenuo je o primjenjivosti kirurških maski: „... tako smo lako disali kroz nju kao dama koja nosi veo na ulicama ...“ [2].

U Parizu je iste godine kirurg Paul Berger također počeo nositi masku u operacijskoj sali. Maska za lice predstavljala je strategiju suzbijanja infekcije koja se usredotočila na držanje svih klica daleko, za razliku od ubijanja kemikalijama. Takva usko ciljana strategija nije bila kontroverzna. Na primjer, liječnik Alexander Fraenkel u Berlinu bio je skeptičan prema "cijelom kirurškom kostimu s kapuljačom, maskom za usta i velom, osmišljenom pod sloganom totalne sterilnosti rane". Međutim, maske su postajale sve raširenije. Studija na više od 1000 fotografija kirurga u operacijskim salama u američkim i europskim bolnicama između 1863. i 1969. pokazala je da je do 1923. njih više od dvije trećine nosilo maske, a do 1935. većina ih je koristila maske. U to je vrijeme dišni sustav kao prijenosnik klica dospio u fokus istraživanja i već su bile propisane upute o potrebi da se drži udaljenost.

Mikuliczev asistent Hübner nastavio je s temom i opisao dvoslojnu zaštitu za usta od gaze koja bi trebala spriječiti širenje kapljica. Slijedilo je više studija o sadržaju klica u zraku operacijske dvorane. Do 1910. primjena pokrivača za lice nije bila uobičajena u kirurgiji i općim bolnicama [2].

Ipak, ranija ilustracija višeslojne maske za lice od gaze može se naći u kirurškim operativnim učenjima britanskog kirurga B.G.A. Moynihan (1865–1936), kako je prikazano na slici 2.



Sl. 2. Moynihanova kirurška zaštitna maska za lice [2]

Ovaj je francuski liječnik stvorio masku od šest slojeva gaze i prišio je na ovratnik kirurške oprave 1899. Za vrijeme korištenja, liječnik je trebao samo okrenuti ovratnik.

Postupno je evoluirao u oblik koji se mogao slobodno vezati i okačiti remenom na uši i tako je stvorena moderna maska [11].

Tijekom kasne dinastije Qing (1644.-1911.) Kineski medicinski znanstvenik Wu Liande izumio je masku izrađenu od dva sloja gaze koja se naziva Wu-ova maska, kao odgovor na kugu na sjeveroistoku Kine. Ovu masku su visoko pohvalili stručnjaci iz različitih zemalja, jer je bila jednostavna za izradu, imala je niske proizvodne troškove, a materijale je bilo lako dobiti [2].

Da su određeni retrogradni tijekovi ipak mogući, vidljivo je i u nazadnom shvaćanju iz modernih vremena 1914. godine, kada je kirurg Fritz König (1866. - 1952.) u priručniku o kirurgiji za liječnike opće prakse primijetio: „... Zbog dugogodišnjeg iskustva smatramo da su njihove (maske za usta) - inače prilično iritantne - posve nepotrebne. Samo oni koji su oboljeli od katarha ili angine trebaju nositi zavoji za usne tijekom rada koji se sterilizira na pari. Govor treba ograničiti i izbjegavati smjer operativnog polja ... ”[2]

Moynihanova kirurška zaštitna maska za lice najprije je korištena u operacijskim salama Njemačke i SAD-a dvadesetih godina prošlog stoljeća. No, posebno u endoskopskim zahvatima ili malim operacijama, zaštitna maska u medicini se dugo vremena odricala. Još uvijek nije bilo nagovještaja zaštitne maske za lice u knjizi „Pomoć za operativni stanični rad“, koja se 1926. godine publicirala na njemačkom govornom području. Godinu dana kasnije, Martin Kirschner (1879. - 1942.), koji je u Heidelbergu bio na čelu katedre za kirurgiju, u svojoj je operativnoj teoriji detaljno opisao nužnost nošenja maske za lice u poglavlju "Mjere za borbu protiv infekcija" [2].

U sljedećem izdanju knjige „Pomoć za operativni stanični rad“, objavljenoj 1935. godine, spomenute su zaštitne maske za lice, što se vjerojatno može povezati s povećanim brojem studija o smanjenju klica [2].

Slična situacija vrijedi i za Sjedinjene Države. U toj se zemlji, nakon Prvog svjetskog rata, sve više i više istraživanja bavilo analizama maski s različitim debljinama. Ipak, maske nisu bile općenito prihvaćene, što se može vidjeti na suvremenim fotografijama

ili slikama (slika 3). Dok su pripravnici i medicinske sestre već nosili zaštitne maske od tkanine ili gaze, generacija glavnih liječnika odbacivala ih je, kao i gumene rukavice, u svim fazama operacije, jer su ih smatrali „iritantnima“ [2].



Sl.3. Umjetnička zbirka Charité, slika Bruns s ilustracijom liječnika koji prilikom operacije ne nose zaštitnu kiruršku masku [2]

## **2.5. Pojava pandemije gripe početkom 20. stoljeća kao faktor opće konverzije stava ka prihvaćanju maske za lice kao sredstva zaštite od zaraze**

Pandemija gripe 1918. i 1919. bila je najsmrtonosnija epidemija gripe u povijesti, usmrivši do 50 milijuna ljudi širom svijeta. U Sjedinjenim Državama, gdje je na kraju ubijeno oko 675 000 ljudi, lokalne su vlasti pokrenule inicijative kako bi zaustavile njegovo širenje. One su se razlikovale po regijama, a uključivali su zatvaranje škola i javnih mjesta za zabavu, provođenje odredbi o nepljuvanju, poticanju ljudi da koriste maramice ili maramice za jednokratnu upotrebu i zahtijeve od ljudi da javno nose maske [14].

Uglavnom je upotreba maske pokrivala usta i nos (i bradu) tijekom mandžurske kuge 1910–11 i pandemije gripe 1918–19., koja je masku za lice pretvorila u sredstvo zaštite medicinskih radnika i pacijenata od zaraznih bolesti izvan operacione sale [1].

Tijekom pandemije gripe 1918–19. nošenje maske postalo je obvezno za policijske snage, medicinske radnike, pa čak i stanovnike nekih gradova, iako je njihova uporaba često bila kontroverzna. Ipak, u gradovima poput San Francisca, pad smrtnosti od gripe dijelom je pripisan obveznim politikama nošenja maski. U tom periodu, obrazloženje za nošenje maski premašilo je njihovu izvornu uporabu u operacijskoj sali, te su one od tog trenutka također postale bitan faktor zaštite od infekcije [1].

Odredbe o nošenju maski uglavnom su se pojavljivale u zapadnim državama i čini se da ih je većina ljudi poštivala. Nacija se još uvijek borila u Prvom svjetskom ratu, a dužnosnici su mjere protiv gripe oblikovali kao način zaštite trupa od smrtonosnog izbijanja. Prva zabilježena zaraza bila je u privatnoj američkoj vojsci stacioniranoj u Fort Riley u državi Kansas 4. ožujka 1918. Iako su Sjedinjene Države i druge nacije u ratu u početku suzbijale vijesti o gripi (neutralna Španjolska to je slobodno izvještavala, pa otud i pogrešan naziv "španjolska gripa"), postojao je konsenzus da je slijediti ove nove zdravstvene mjere opreza patriotski [14].

Na slici 4. prikazane su žene, koje su radile za Crveni križ za vrijeme španjolske gripe.



Sl.4. Žene koje rade za Crveni križ izrađuju maske za vrijeme pandemijske gripe 1918. [14]

Ipak, iako je usklađenost bila visoka, neki su se žalili da su maske neugodne, neučinkovite ili loše za posao. Službenici su tako znali biti uhvaćeni u javnosti bez maski. A nakon što je rat završio i više nije bilo osjećaja da bi ljudi trebali nositi maske kako bi osigurali sigurnost svojih trupa, neki neistomišljenici čak su u San Franciscu osnovali „Ligu protiv maski“ [14].

## **2.6. Razvoj zaštitnih maski za lice u medicini u prvim desetljećima 20. stoljeća**

U međuvremenu su se maske nastavile razvijati u medicini. Iako su se liječnici slagali oko opće funkcije maske, u prvim desetljećima 20. stoljeća pokušali su odrediti najučinkovitiju vrstu maski, te su postojali patenti na različite dizajne [2].

Maske su se obično izrađivale od nekoliko slojeva pamučne gaze, ponekad s dodatnim slojem nepropusnog materijala, koji je držao metalni okvir. Njihov glavni cilj bio je spriječiti da se respiratorne kapljice prenose sa i na nositelja, kao što su Mikulicz i Flügge predložili za operacijsku dvoranu. Većina maski bila je periva, a metalni dijelovi mogli su se sterilizirati i „tako omogućiti upotrebu maske dulje vrijeme“, kako je objasnio jedan američki izumitelj, koji je medicinsku masku patentirao 1919. godine [2].

Sredinom 1930-ih, istraživanje uloge maski za lice nastavljeno je u Njemačkoj i SAD-u. Tek su se četrdesetih godina prošlog stoljeća perive i sterilizirane maske prihvale u njemačkoj i međunarodnoj kirurgiji, a samo je broj slojeva gaze varirao (2–3, 3–4). Zaštitne maske od papira i vlakana predstavljene su u cijelom svijetu nakon što je to pokrenuto u SAD-u. Ipak, devedesetih godina prošlog stoljeća bilo je samo nesigurnih podataka. Stoga je bila prisutna neriješena rasprava između kirurgije i bolničke higijene, mogu li se infekcije rana smanjiti uporabom kirurške zaštite za usta i nos [2].

Napokon, nakon preporuka RKI (njemački Robert Koch-Institut za higijenu), dostupni podaci pokazuju da kirurške maske za lice smanjuju onečišćenje zraka u zatvorenom [13].



## 2.7. Učinci razvoja zaštitnih maski za lice u suvremeno doba

Usljed izbijanja zaraznih bolesti i gripe te porastom smoga iz moderne industrije, materijali u maskama nastavili su se razvijati kako bi bolje filtrirali viruse i zagađenje. Pored epidemije SARS-a 2003. godine, posljednja velika upotreba maski u Kini posljedica je smoga 2012. Te godine pojam „PM2,5“ počeo je ulaziti u svijest javnosti, a modeli zaštitnih maski za lice poput N95 i KN90, koji mogu filtrirati te fine čestice, postale su vrlo popularne [11].

3M maska je skraćenica od Minnesota Mining and Manufacturing Co, tvrtke koja ove maske proizvodi od 1967. Zanimljivo je da je ideja o 3M potekla od ženskih grudnjaka za jednokratnu upotrebu. Zaposlenik je predložio nadahnuće da jednokratna maska može zaštititi nos i pluća radnika u teškim radnim uvjetima, poput rudarstva i topljenja.

Maske za odrasle možda nisu prikladne za dječja mala lica. Gledajući ovaj problem, tehnološka tvrtka Airmotion surađivala je s danskim dizajnerskim studijem Kilo Design kako bi smislila masku posebno za djecu, koju su nazvali Woobi Play.

Prema uvođenju Airmotiona, princip Woobi Playa uglavnom su dva posebno dizajnirana porta s velikom veličinom na lijevoj i malom veličinom na desnoj strani. Veliki se koristi za udisanje, mali služi za dah, a srednji dio je spiralno presavijeni filtrirni element koji može filtrirati 95% onečišćujućih tvari u tri dimenzije. Kutija u obliku kofera izrađena od prirodne pulpe koristi se za postavljanje maske s priručnikom s verzijom crtića [11].

Dodatno, kirurške maske postale su modna izjava u suvremenoj istočnoazijskoj kulturi potkrijepljena popularnošću u japanskoj i korejskoj pop kulturi koje imaju velik utjecaj na istočnoazijsku kulturu mladih [15].

U novije vrijeme, neovisno o aktualnom kontekstu pandemije COVID-19, zbog sve većeg problema smoga u južnoj i jugoistočnoj Aziji, kirurške maske i maske za filtriranje zraka danas se često koriste u većim gradovima Tajlanda, Indije i Nepala kada se kvaliteta zraka pogoršava na toksične razine. Uz to, maske za lice koriste se u Singapuru, Maleziji i Indoneziji tijekom sezone maglice u jugoistočnoj Aziji [15].

Povijest medicine sugerira da bi se mogao uzeti u obzir još jedan čimbenik: progresivne zamjena maski za lice za višekratnu upotrebu jednokratnim od 1960-ih. Medicina je naime transformirana potrošačkom kulturom, tj onim što je magazin *Life* nazvao "Odbacivanje života" 1955. godine [11].

### **3. GLOBALNA PANDEMIJA COVID-19 I NJEN UTJECAJ NA MASOVNO KORIŠTENJE ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE DILJEM SVIJETA**

Akutna respiratorna bolest uzrokovana teškim akutnim respiratornim sindromom koronavirusom 2 (SARS-CoV-2) koja se pojavila u Kini krajem 2019. godine, i dalje se brzo širi svijetom izazivajući ozbiljne zabrinutosti. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) proglasila je bolest koronavirusa 2019. (COVID-19) svjetskom pandemijom u ožujku 2020. godine. Dokazana je visoka zaraznost ove bolesti, koja prvenstveno utječe na gornje dišne putove, a slijedi oštećenje donjih dišnih putova što dovodi do teške upale pluća. Na temelju trenutnog statusa, starija populacija i osobe s prethodnim popratnim bolestima vrlo su osjetljive na ozbiljne zdravstvene učinke [16].

Trenutno ne postoji određeni lijek usmjeren na SARS-CoV-2, te se provodi samo simptomatsko liječenje, uz primjenu nekih antivirusnih lijekova. Kraj 2019. godine nosi međutim naličje rješenja u vidu cjepiva protiv COVID-19, a koja su od strane više kompanija rapidno brzo razvijena. U međuvremenu zaštitne maske za lice ostaju glavno sredstvo spriječavanje zaraze i očuvanja zdrave populacije, od one zaražene.

Pandemija nove bolesti koronavirusa (COVID-19) koja je u tijeku već je zarazila milijune širom svijeta, te se sukladno najnovijim informacijama (prosinac 2020), smatra da će i kroz skorašnje procijepljivanje populacije i nadalje biti potrebne intervencije za ublažavanje prijenosa, obzirom da će cjepiva davati imunitet na samo nekoliko mjeseci.

Iako postoji široki konsenzus da su ograničenja putovanja i socijalno distanciranje korisni u ograničavanju širenja, preporuke oko upotrebe maski za lice nisu dosljedne. Korisno je zato sagledati spoznaje u znanstvenoj publikaciji Worbyja i Changa iz 2020. godine, koji su izveli matematičko modeliranje kako bi ispitali epidemiološki utjecaj maski za lice, uzimajući u obzir ograničenja resursa i niz dinamike ponude i potražnje [17].

Sukus provedenog istraživanja jest u tome da čak i s ograničenim zaštitnim učinkom, maske za lice mogu smanjiti ukupne infekcije i smrtne slučajeve, a mogu i odgoditi vrhunac epidemije. Međutim, slučajna raspodjela maski uglavnom je neoptimalna; prioritarno pokrivanje starijih osoba poboljšava ishode, dok zadržavanje resursa za otkrivene slučajeve pruža daljnje ublažavanje u nizu scenarija. Upotreba maske za lice, posebno za patogene s relativno uobičajenim asimptomatskim prijenosom učinkovita je intervencijska strategija, dok je optimizirana distribucija važna kada su resursi ograničeni [17]. Uslijed sloma globalnog dobavnog lanca, a i unicentričnosti proizvodnje koju su razvijenije zemlje zapada mahom delegirale Kini i azijskom bloku zemalja, problematika distribucije i potrebne dostupnosti zaštitnih maski za lice poprimila je svoje panično naličje, te su poneke zemlje, među kojima i Hrvatska, bile primorane naručivati, tj kupovati aprecionirane zaštitne maske za lice, kako bi namirile hitne potrebe zaštite medicinskog osoblja, kao i pacijenata.

### **3.1. Razmjeri globalne pandemije i državne mjere ublažavanje tereta zaraze**

Brzo globalno širenje SARS-CoV-2 i rezultirajuća pandemija koronavirusne bolesti (COVID-19) dovela je do hitnih napora da se zaustavi i ublaži prijenos, što je dovelo do značajnih i široko rasprostranjenih socioekonomskih poremećaja [18].

Iako je infekcija često asimptomatska ili je povezana sa samo blagim simptomima kod mnogih ljudi, kod imunokompromitiranih i starijih osoba može uzrokovati teške i po život opasne bolesti, s omjerom smrtnosti slučajeva preko 10% u potonjoj skupini [19].

Brzo širenje virusa potaklo je zabrinutost da zdravstvenim sustavima nedostaju dovoljni resursi i neće moći podnijeti teret smještaja pacijenata koji pate od COVID-19, što je rezultiralo značajno povećanim morbiditetom i smrtnošću. Stoga je bilo hitno potrebno bolje razumjeti učinkovitost potencijalnih intervencija za ograničavanje širenja bolesti, posebno u kontekstu ograničenja resursa.

Kako bi ublažile teret zaraze, mnoge su zemlje nametnule međunarodna i domaća ograničenja putovanja, zatvorile škole i nevitarna poduzeća i strogo ograničile javna okupljanja. Takve mjere osmišljene su kako bi se smanjila izloženost osobe prema

osobi, smanjujući efektivni reprodukcijski broj, a time i stopu rasta epidemije. Nadalje, pojedinačno ponašanje poput socijalnog distanciranja, samoizolacije dok simptomatsko, pranje ruku i dezinfekcija površina može dodatno ublažiti prijenos. Ovakve intervencije mogu ponuditi zaštitu (smanjenje rizika od infekcije) osjetljivim osobama i / ili zadržavanje (smanjenje rizika od daljnjeg prijenosa) zaraženim osobama [20].

### **3.2. Pitanje međunarodnog konsenzusa oko upotrebe zaštitnih maski za lice**

Iako vlade i odjeli za javno zdravstvo gore navedene mjere smanjenja rizika od infekcije, kao i smanjenja rizika od daljnjeg prijenosa, gotovo univerzalno potiču, među širom je javnosti postignut ograničen međunarodni konsenzus oko upotrebe maski za lice, bilo da se radi o kirurškim ili jednostavnim platnenim maskama. Korištenje kirurških maski kao mjere suzbijanja infekcije uobičajeno je u istočnoj i jugoistočnoj Aziji, a vlade u Kini, Hong Kongu i Tajvanu preporučile su rano u pandemiji za zdrave osobe u prepunim javnim prostorima, dok su zaštitne maske također preporučene za simptomatske osobe u Japanu i Singapuru [21].

Suprotno tome, zapadne su zemlje sporije poticale bilo kakvo usvajanje maski, iako je sve veće priznanje da bi to trebalo biti dio politike javnog zdravstva za ublažavanje širenja COVID-19 [22].

Američki CDC preporučio je pokrivanje lica platnom u travnju 2020, nakon što su već provedene mnoge druge mjere nadzora, dok je vlada Velike Britanije u lipnju 2020 preporučila platnene maske, ograničavajući obavezu nošenja samo na javni prijevoz [23, 24].

WHO je također ažurirao svoje smjernice u lipnju kako bi javno preporučio prekrivala za lice, kao i medicinske maske za visoko rizične i simptomatske osobe, u područjima s poznatim ili sumnjivim prijenosom iz zajednice [25].

Uz proturječne nacionalne smjernice i promjenjivu javnu usklađenost, uporaba zaštitnih maski koja znatno se razlikuje među zemljama.

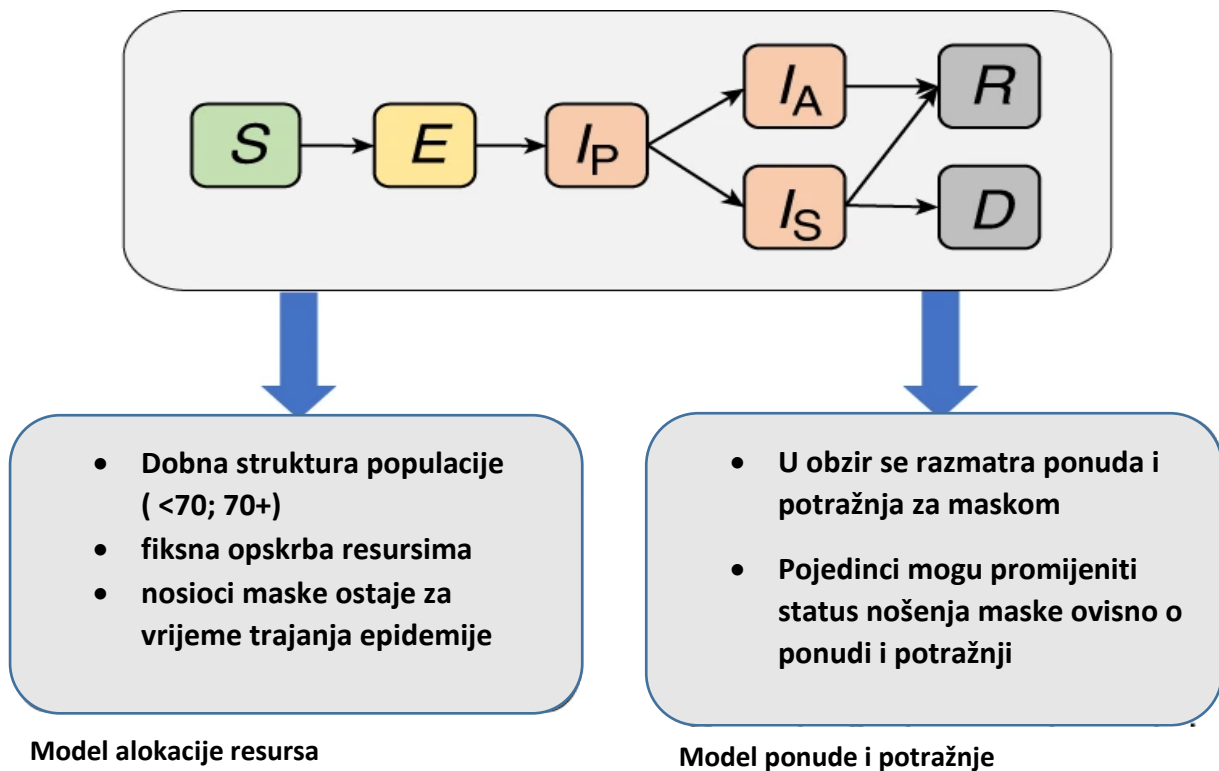
Neke su zemlje zabilježile ogromnu potražnju javnosti za maskama za lice, pri čemu je zaliha smanjena, te je čak došlo i do nestašice. Čak i uz manju potražnju javnosti, Sjedinjene Države izvijestile su o nedostatku maski među zdravstvenim radnicima [26].

Prepoznavši potrebu za maskama, nekoliko je zemalja zabranilo izvoz maski za lice. Suočavajući se s takvim nedostatkom resursa, od vitalne važnosti je bilo da se ograničene zalihe učinkovito koriste. Pri navedenom je zaštita osoblja u zdravstvenim ustanovama bila od presudne važnosti, dok je optimalna raspodjela dodatnih resursa za opću populaciju ponudila daljnje koristi [17].

### **3.3. Rezultati studije matematičkog modeliranja kao osnove za razumjevanje povezanosti smanjenja broja infekcija i smrtnih slučajeva COVID-19 povezanih s distribucijom i upotrebom zaštitnih maski za lice**

U studiji koju su u kolovozu 2020 proveli autori Worby i Chang istražena je uloga upotrebe i distribucije zaštitnih maski za lice među javnošću tijekom izbijanja koronavirusa pomoću matematičkog modeliranja, kako bi se bolje razumjelo ukupno smanjenje broja infekcija i smrtnih slučajeva povezanih s distribucijom i upotrebom maski [17].

Kako bi se istražili učinci distribucije maski za lice na različitu subpopulaciju na razini populacije, kao i bilježenje dinamike ponude i potražnje tijekom trajne epidemije, autori Worby i Chang u svojoj su studiji predložili dva modela (slika 5).



Sl.5. Struktura odjeljka zajednička za oba modela [17]

Prvi model „raspodjele resursa“ omogućuje ograničeni broj maski da se distribuira među početnom osjetljivom populacijom ili dodijeli simptomatskim osobama dok su zalihe dostupne. To omogućuje usporedbu strategija distribucije u smislu konačnog broja infekcija i smrtnih slučajeva. Drugi model „ponude i potražnje“ bilježi dinamičnu dostupnost maski, koja varira kao odgovor na povećanu potražnju cijele populacije kako se povećava broj prijavljenih slučajeva, kao i stope proizvodnje maski [17]

Primarno se procjenjuje učinak jednokratnih medicinskih maski (tj. opskrba ograničena resursima; ukoliko nije drugačije rečeno, pojam maske za lice u ovoj studiji odnosi se na ovu vrstu), a ne domaćih, višekratnih pokrivača za lice, iako se razmatra primjena obje vrste maski u usporedbi javnih zdravstvenih politika [17].

Ovdje se pokazuje da je upotreba maski za lice u široj javnosti učinkovita strategija za ublažavanje prijenosa SARS-CoV-2 prema nizu scenarija. Nemedicinske maske, kada se široko koriste, također mogu smanjiti ukupan broj slučajeva i smrtnih slučajeva [17].

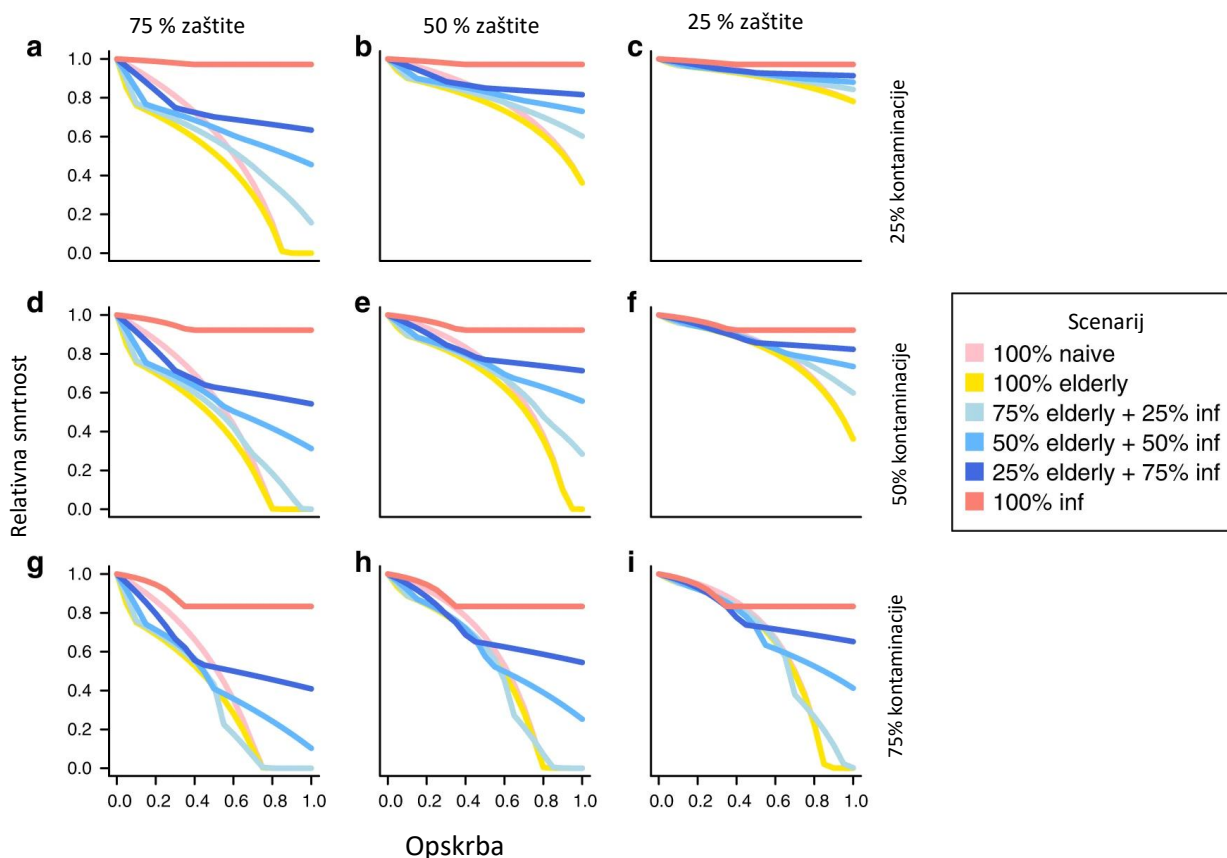
Pokazuje se da bi s ograničenom javnom opskrbom medicinske maske trebale biti prioritet za ranjive i zaražene pojedince, kako bi se optimiziralo smanjenje morbiditeta i smrtnosti. Budući da nema dostupnih cjepiva i ograničenih terapijskih mogućnosti, upotreba maske za lice važna je sastavnica javnozdravstvenih mjera za ograničavanje stalnog širenja COVID-19 [17].

Rezultati studije autora Worbya i Changa pokazali su da raspodjela ograničenih resursa može smanjiti smrtne slučajeve. Kako bi došli do ovakvog nalaza, autori su simulirali izbijanje bolesti pod različitim vrijednostima parametara povezanih s učinkovitošću maske (zaštita i zadržavanje) i opskrbom maskama, te identificiranjem rezultirajućeg ukupnog broja infekcija i smrtnih slučajeva [17].

Autori su dosljedno otkrili kako se smanjenje ukupnih smrtnih slučajeva i infekcija povećavalo s učinkovitošću i dostupnošću maski. Iako je neposredna opskrba zdrave populacije pružila maksimalan učinak, odgođena provedba opće politike nošenja maski i dalje bi mogla osigurati smanjenje ukupnih infekcija. Vrhunac epidemije mogao bi se sve više odgađati ranijim usvajanjem upotrebe maski.

Autori su razmotrili niz strategija za distribuciju ograničene ponude maski, uključujući (1) slučajnu distribuciju među populacijom, (2) prioritetnu distribuciju starijim osobama, (3) distribuciju starijim osobama i otkrivenim slučajevima, te (4) distribuciju samo u otkrivenim slučajevima, dok zalihe maski traju. Slika 6 prikazuje utjecaj raspodjele maski na smanjenu smrtnost u svakoj strategiji, za različite razine dostupnosti.





Sl. 6. Smanjenje ukupnih smrtnih slučajeva prema svakoj strategiji distribucije za niz razina dostupnosti maski [17]

Iz slike 2 proizlazi, da bi čak i ograničena distribucija maski koja nudi samo 25% zaštite i zadržavanja mogla rezultirati značajnim smanjenjem pobola od Covid-19.

Usvajanje od 10% u populaciji moglo bi rezultirati sa 5% manje smrtnih slučajeva (slika 6c). Slučajna raspodjela maski među općom populacijom obično je bila neoptimalna; te je ovo bila najmanje optimalna od testiranih strategija, osim ako je resursa bilo u izobilju (slika 6i) [17].

Iako je davanje prednosti starijim osobama samo malo smanjilo ukupan broj infekcija iznad onog postignutog slučajnom raspodjelom, broj smrtnih slučajeva općenito je bio znatno manji ovom strategijom. Korist od davanja prednosti starijoj populaciji bila je najveća u scenarijima s ograničenom opskrbom zaštitnim maskama. Uz obilne resurse, razlika između prioriteta starije populacije i slučajne raspodjele postala je ograničena [17].

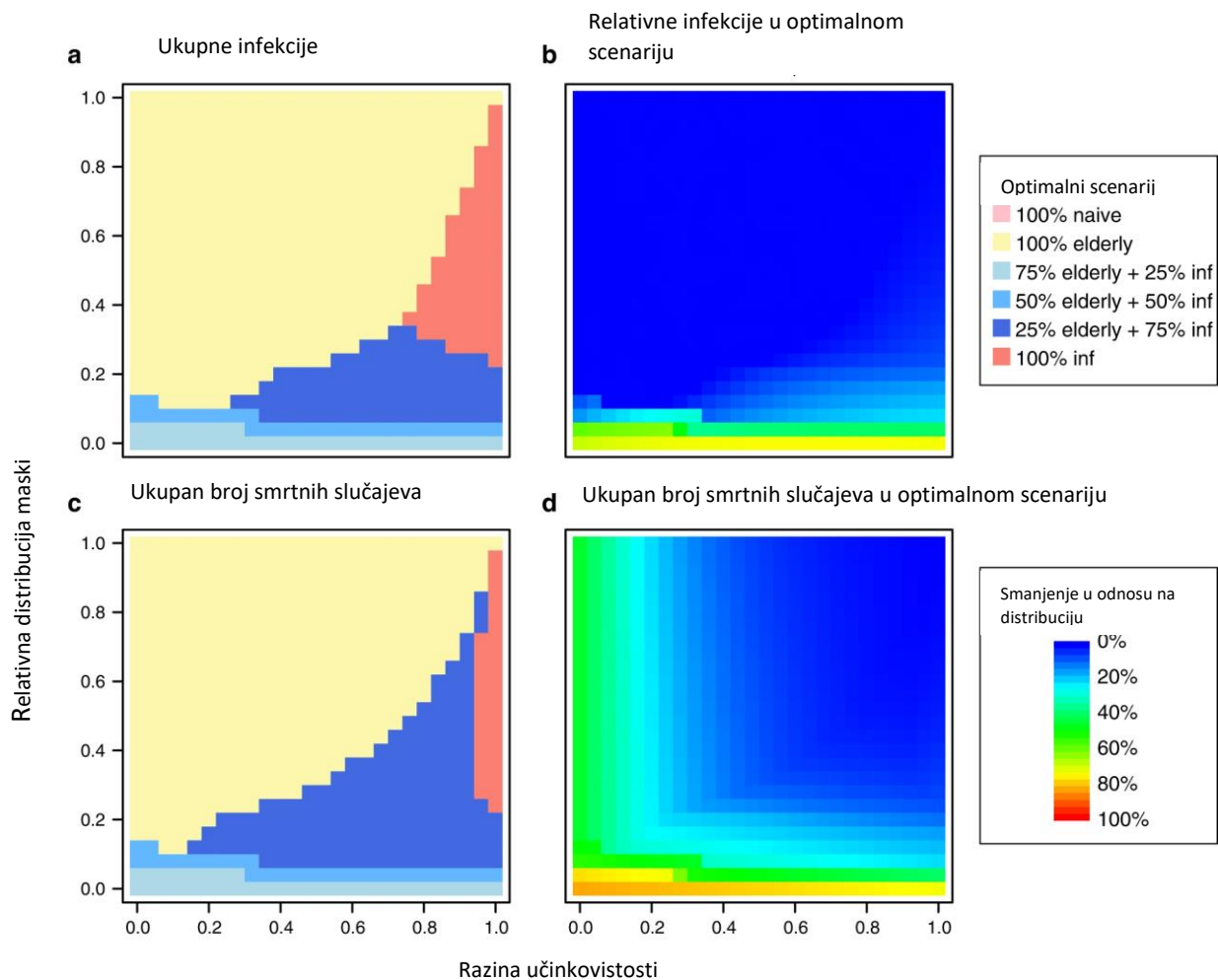
Podrazumijeva se da uz podmaklu dob, postoje i mnogi drugi čimbenici rizika za COVID-19 morbiditet, pa se tako primjerice preko 20% stanovništva u Engleskoj može smatrati visokorizičnim [17, 27].

Na imenovanom tragu su autori Worbya i Changa istražili niz dinamika u kojima je do 25% populacije imalo povišeni rizik od simptomatskih bolesti i smrti (naspram 7,6% starije populacije razmatrane u prethodnim scenarijima). Relativno smanjenje smrtnih slučajeva povezanih s prioritetnom raspodjelom povećalo se kad je populacija s visokim rizikom u većini scenarija bila veća, što upućuje na to da je prioritizacija resursa posebno važna u populacijama s uobičajenim popratnim bolestima ili kod mnogih starijih osoba [17].

Rezultati ispitivanja su nadalje pokazali da odredbe samo za otkrivene slučajeve obično imaju ograničeni učinak. Iako je vjerojatno da maske nude veći stupanj obuzdavanja epidemije, nego li zaštite, pružanje maski samo u otkrivenim slučajevima općenito nudi ograničene koristi, posebno kada je resursa u izobilju (slika 6, crvene linije). Budući da se mnoge infekcije ne otkrivaju, ova strategija ne pruža nikakvo obuzdavanje velikom, neotkrivenom ležištu, a koristi povezane s povećanjem opskrbe dosežu maksimum kada postoje dovoljni resursi za sve otkrivene slučajeve. Kao takva, ova politika nudi najmanje optimalnu distribuciju za niz parametara učinkovitosti maske. Pružanjem maske koja nudi srednje razine zadržavanja (50%) za sve otkrivene zarazne slučajeve, broj smrtnih slučajeva može se smanjiti i do 10%, dostižući tu razinu resursima koji pokrivaju 30% stanovništva (slika 6d – f). Povećanje stope otkrivanja slučajeva može dodatno povećati blagodati ove strategije [17].

Daljnji rezultati su ukazali da optimalna raspodjela ovisi o vrsti maske i dostupnosti. Za maske koje nude visoku razinu zaštite, postizanje ravnoteže između pružanja resursa zaraženim osobama i starijoj populaciji nudi optimalan ishod u pogledu ukupnih infekcija i smrtnih slučajeva (slika 6, plave crte). Ove strategije nude obuzdavanje usredotočeno na otkrivene slučajeve, ali također ublažavaju prijenos od dijela neotkrivenih asimptomatskih nosača [17].

Slika 7 prikazuje optimalnu strategiju distribucije u cijelom rasponu parametara učinkovitosti maski s resursima za namirivanje 40% populacije, kao i odgovarajuće smanjenje ukupnih infekcija i smrtnih slučajeva, u odnosu na strategiju slučajne raspodjele. Optimalna ravnoteža raspodjele maski varirala je ovisno o opskrbi i učinkovitosti maske. Općenito, iako je resursa dosta, pružanje većine dostupnih zaliha zdravoj populaciji (davanje prednosti starijim osobama) bilo je optimalno za smanjenje infekcija i smrti [17].



Sl. 7. Optimalna raspodjela resursa za različite razine učinkovitosti maske [17]

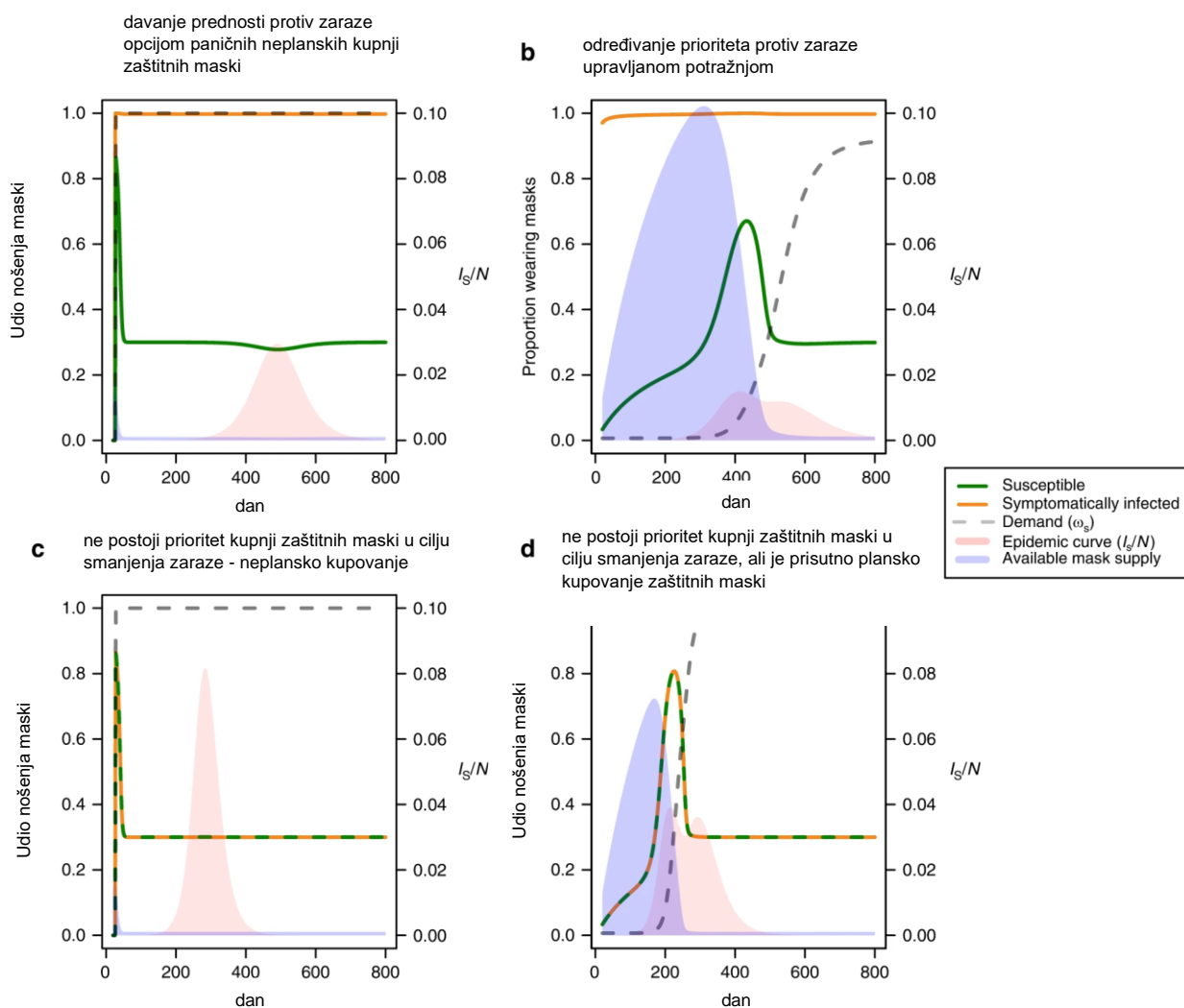
Optimiziranje distribucije maski koje nude ograničenu zaštitu i zadržavanje nije iznenađujuće imalo minimalno dodatno smanjenje morbiditeta i smrtnosti izvan slučajne distribucije u zdravoj populaciji (slika 6b, d). Međutim, autori su otkrili da je, iako su ukupne infekcije ostale slične, optimizirajuća raspodjela utjecala na odgađanje

vršnog vremena izbijanja. U praksi je ovo poželjan ishod koji može smanjiti neposredni teret na zdravstvene ustanove [17].

Daljnji su zaključci studije da panična kupnja sprečava nakupljanje zaliha i povećava morbiditet. U prethodnom se modelu izričito ne uzima u obzir proizvodnja novih maski i trajna opskrba, stoga su autori ovdje istražili ulogu dinamike, u smislu različitih scenarija dostupnosti i potražnje maski, varirajući parametrizaciju funkcije potražnje, kao i brzinu proizvodnje novih maski. Nije iznenađujuće, bez obzira na dinamiku potražnje, to da je veća stopa proizvodnje maski povećala dostupnost, a time i namirenost stanovništva maskama [17].

Rezultati analize nadalje ukazuju na smanjenje ukupnih infekcija s obzirom na različite razine zaštite i izradu maski, ističući da je potreban veći broj manje učinkovitih maski da bi se postigao isti učinak kao i manje, ali učinkovitije maske. Scenarij „panične kupnje“, u kojem se maksimalna potražnja za maskama postiže vrlo rano u epidemiji, općenito je imao štetan utjecaj na nastalu epidemiju [17].

Ako se proizvodnja ne pojača tijekom izbijanja, nemogućnost stvaranja zaliha raspoloživih resursa sprječava ljude da lako dobivaju maske tijekom vršnog prijenosa (slika 8a, c). Suprotno tome, postupni porast potražnje ili, podjednako, upravljana raspodjela resursa, omogućuje nakupljanje zaliha u ranim fazama epidemije, što dovodi do veće dostupnosti maski tijekom vršnog prijenosa i manje ukupnih infekcija (Sl. 8b, d). Konkretno, scenarij "upravljanje potražnje" omogućuje pokrivanje većeg udjela osjetljivih pojedinaca tijekom vršnog prijenosa, što dovodi do manje infekcija nego u slučaju scenarija panične kupnje (slika 8) [17].



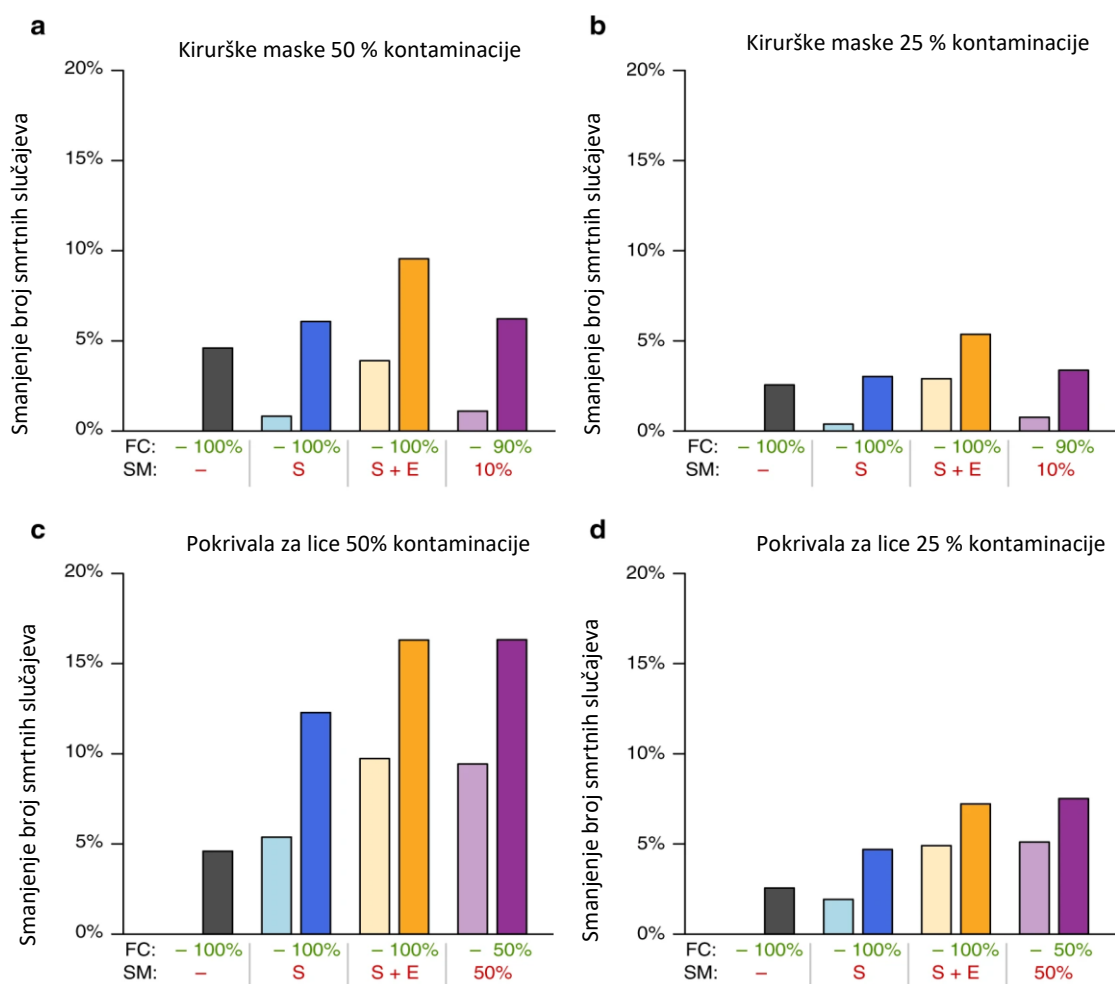
Sl. 8. Rano upravljanje potražnjom može ograničiti ukupan broj infekcija [17]

Uz visoku stopu proizvodnje maski, davanje prioriteta zaraznim slučajevima omogućava održavanje visoke pokrivenosti maskom u ovoj skupini tijekom vršnog prijenosa, čak i u scenariju panične kupnje, i može smanjiti ukupne infekcije (slika 8, od vrha prema dnu). Prednost davanja maski prioritetnim infekcijama postaje manja ako je udio asimptomatskih infekcija veći. Iako stvaranje zaliha u ranoj fazi epidemije može biti korisno, visoke razine proizvodnje bile su potrebne kako bi se izbjegla nestašica tijekom vršne potražnje [17].

Nadalje, rezultati ukazuju kako univerzalno pokrivanje lica u javnosti može dodatno smanjiti slučajeve

Do sada je izlagana samo distribuciju zaštitnih maski za lice (tj. kirurških maski). Međutim, niz zemalja, kao i WHO; uvele su preporuke za upotrebu maski u domaćoj radinosti ili pokrivača za lice u javnosti, u područjima u kojima se događa prijenos iz zajednice [17].

Iako će učinkovitost takvog pokrivala za lice vjerojatno biti ograničena, univerzalno usvajanje rezultiralo bi smanjenjem  $R_0$  za faktor  $r_{trs}$ , gdje su  $r_t$  i  $r_s$  relativni prijenos i relativna osjetljivost povezane s maskama za lice. Univerzalno prihvaćena domaća maska koja nudi samo 5% zaštite i zadržavanja tako bi smanjila  $R_0$  s 2,5 na 2,26. Usvajanje univerzalnih pokrivača za lice osiguralo je značajno smanjenje ukupnih smrtnih slučajeva (slika 9).



Sl. 9. Univerzalno pokrivalo za lice u kombinaciji s ciljanim postavljanjem kirurške maske smanjuje ukupnu smrt [17].

Tijekom pandemije poput COVID-19, ublažavanje širenja infekcija bitno je u nedostatku cjepiva i ograničenim resursima za kritičnu skrb. Autori Worby i Chang su

u opisannom istraživanju pokazali da upotreba maski za lice u općoj populaciji može imati blagotvoran utjecaj na smanjenje ukupnog broja infekcija i smrtnih slučajeva, te da se taj utjecaj prirodno povećava s učinkovitošću maske [17].

Prednosti postavljanja maski očite su čak i uz nisku učinkovitost i ograničene resurse. U takvim slučajevima, iako postavljanje maski možda neće imati velik utjecaj na ukupne infekcije i smrtne slučajeve, neizravne koristi za upravljanje izbijanjem postižu se odgađanjem vrhunca epidemije. Važno je, međutim, da ukupni utjecaj postavljanja maski ovisi o odgovarajućim strategijama distribucije. U istraživanju je primijećeno da slučajna raspodjela maski u općoj populaciji suboptimalna strategija. Suprotno tome, davanje prioriteta starijoj populaciji i zadržavanje zaliha maski za identificirane zarazne slučajeve obično dovodi do većeg smanjenja ukupnih infekcija i smrtnih slučajeva od naivne raspodjele resursa [17].

Iako ostaje velika neizvjesnost oko stvarne učinkovitosti maski za lice, posebno kada se uzimaju u obzir razlike u vrstama maski, razinama pridržavanja i obrascima ljudskog ponašanja, postoje dokazi koji ukazuju na to da maske mogu pružiti mjeru zaštite i zadržavanja respiratornih virusa [17].

Sustavni pregledi razmatrali su smanjenje prijenosa povezanog s nošenjem maski za respiratorne viruse (omjer vjerojatnosti 0,32) [23], kao i za SARS-CoV-2 i druge betakoronaviruse (prilagođeni omjer vjerojatnosti 0,15) [28].

Klaster randomizirana ispitivanja koja su uključivala kućanstva s dijagnosticiranim slučajevima gripe pokazala su značajno smanjenje prijenosa povezanih s nošenjem maski, s omjerom vjerojatnosti infekcije od 0,33 u kombinaciji s pranjem ruku. Matematički modeli također sugeriraju da se broj slučajeva gripe, može značajno smanjiti čak i ako samo mali dio stanovništva nosi maske [29, 30].

Laboratorijske studije također su pokazale učinkovitost maski i drugih tkanina kao zapreke malim česticama i mikrobima. Kirurške maske i maske N95 ograničavaju i preusmjeravaju projekciju kapljica u zraku. Procijenjeno je da učinkovitost filtracije,

koja može korelirati sa sadržajem, iznosi 80% za ugrađene kirurške maske protiv malih čestica ili do 96% protiv mikroba [31].

Kirurške maske bile su tri puta učinkovitije od domaćih maski, iako je prijenos kapljica zaraženih osoba koje su ih nosile ipak smanjen. Procijenjeno je da kirurške maske značajno smanjuju otkrivanje RNK u aerosolima, a mogu smanjiti prolijevanje virusnog aerosola gripe više nego trostruko<sup>32</sup>. Općenito, međutim, teorijski zaštitni učinak maski može umanjiti niz čimbenika. Usklađenost i učinkovita uporaba mogu biti neadekvatne, maske se možda neće mijenjati dovoljno često da bi se spriječila kontaminacija, i konačno, infekcija COVID-19 može se čak dogoditi i alternativnim putovima, poput očnog prijenosa [32].

U istraživanju Worbyja i Changa namjerno je dopušteno da se parametri u modelima razlikuju u cijelom rasponu potencijalnih vrijednosti zbog nesigurnosti u istinskoj učinkovitosti maske. Nedavna studija modeliranja koristila je parametre učinkovitosti od 50%, iako je primijetila ograničene dokaze dostupne u postavljanju ovih vrijednosti. Potrebne su daljnje studije kako bi se dobile poboljšane procjene učinkovitosti maski u javnosti tijekom pandemije COVID-19 [33].

Iako je osobna zaštita vodeći motivator nošenja maski<sup>36</sup>, općenito se smatra da su maske za lice učinkovitije u pružanju ograničenja, ograničavajući daljnji prijenos od zaraznih nositelja. Smatra se da COVID-19 ima značajan udio blago simptomatskih ili asimptomatskih infekcija, pa stoga zarazne osobe nesvjesne svog statusa mogu i dalje izlagati druge. Kao takve, čak i ako maske nude ograničenu osobnu zaštitu, opća preporuka da se maske nose u javnosti može biti osobito korisna ako sadrži prijenos od nesvjesno zaraznih osoba [32, 17].

Worbyjev i Changovi modeli pokazuju da što je maska učinkovitija, potrebno je manje maski za suzbijanje epidemije. Prema strategiji u kojoj se maske zadržavaju za zarazne osobe, to je posebno važno. Kako veći udio zaraznih osoba -i simptomatskih i asimptomatskih (i možda nesvjesnih), nosi maske koje nude visoku razinu zadržavanja, javlja se manji broj daljnjih prijenosa, što zahtijeva pružanje manje maski za novootkrivene osobe. Budući da su ljudsko ponašanje i pridržavanje značajna



komponenta učinkovitosti upotrebe maski, neophodno je da se preporuke javnog zdravlja u vezi s maskama za lice u općoj populaciji odvijaju zajedno s jasnom edukacijom o pravilnoj uporabi i primjeni, tako da se ograničeni resursi koriste na učinkovit način što je moguće [17].

Iako upotreba maski može pomoći ublažiti prijenos, model ponude i potražnje sugerira da panična kupnja u vrlo ranoj fazi epidemije može biti štetna i da bi upravljanje potražnjom ili povećanje proizvodnje maski u ranim fazama izbijanja moglo biti korisno. Na Tajvanu je vlada povećala stopu proizvodnje maski i provodila takvu strategiju upravljanja resursima početkom veljače 2020., ograničavajući broj maski koje svaka osoba može kupiti tjedno svojim karticama nacionalnog zdravstvenog osiguranja. Od 1. travnja 2020. Tajvan je proizvodio do 13 milijuna maski za lice dnevno (što je ekvivalent  $B / N \approx 0,5$ ), akumulirajući dovoljno veliku zalihu da započne izvoziti maske globalno. Budući da je preporučljivo zamijeniti jednokratne maske kad su zaprljane, pretpostavljeno je da se maske u prosjeku nose jedan dan. U stvarnosti je prosječni životni vijek jednokratne maske vjerojatno dulji zbog ponovne upotrebe. U Worbyjevom i Changovom modelu ista se dinamika postiže povećanjem trajanja maske ili smanjenjem potražnje. Kao takav, životni vijek trodnevne maske omogućio bi trostruko smanjenje proizvodnje maski, što bi rezultiralo ekvivalentnom dinamikom epidemije, pod pretpostavkom da nema pogoršanja učinkovitosti [17].

Optimizirano raspoređivanje resursa bitno je tijekom pandemije poput COVID-19. Opidsni se modeli odnose na raspodjelu resursa u općoj populaciji, pod pretpostavkom da zdravstveni radnici i ključno osoblje imaju odgovarajuću zaštitu. Ako se proizvodnja kirurških maski može povećati tako da se opskrba može učiniti dostupnom široj populaciji, od ključne je važnosti optimizirano raspoređivanje tih resursa.

Iako je u Worbyjevom i Changovom modelu razmatrana starija populaciju, kao i opća klasa pojedinaca s „visokim rizikom“, nije ziričito uzeta u obzir heterogenost unutar ove populacije. Može se međutim zaključiti da daljnja razina stratifikacije za određivanje prioriteta resursa može dovesti do daljnjeg smanjenja infekcija [17].

Uz to, u ovoj studiji nije uzeta u obzir heterogenost u miješanju stanovništva; u stvarnosti, kako je nažalost vidljivo i na primjeru RH postoje skupovi posebno ranjivih

osoba (npr. bolnice, starački domovi, zatvori) koji predstavljaju povišen rizik; propust da zaštiti takve zajednice mogao bi dovesti do brzog i visoko lokaliziranog širenja. Pružanje maski osobama koje komuniciraju s takvom populacijom (skrbnici, posjetitelji, skrbničko osoblje) vjerojatno će ponuditi veće koristi od opće distribucije javnosti. Vjerojatno je da je upotreba maske za lice korisnija i kod populacija s višim stopama kontakta. Budući rad na modeliranju mogao bi razmotriti meta-populacije različitih gustoća stanovništva kako bi se optimiziralo raspoređivanje resursa u urbanim i ruralnim okruženjima [17].

Korištenje maski za lice može se provoditi istodobno s drugim strategijama, uključujući socijalno distanciranje, ograničenja putovanja i samoizolaciju, radi ublažavanja širenja pandemijske bolesti poput COVID-19. Čak i tijekom mjera zaključavanja u kojima ljudi rijetko napuštaju domove, mnogi se i dalje suočavaju s postavkama visoke izloženosti (npr. obavljanjem osnovnih poslova, odlascima u supermarket ili drogerije), iako rjeđe. Upotreba maske za lice mogla bi biti posebno važna komponenta ublažavanja prijenosa tijekom takvih aktivnosti, a široko usvajanje omogućilo bi veći stupanj interakcije jer se opuštaju strože mjere zaključavanja, a efektivni broj reprodukcije zadržava ispod 1. Priprema odgovarajuće opskrbe lica maske za takvo prijelazno razdoblje mogle bi pomoći u sprečavanju potencijalno novog vala epidemije.

#### **4.VAŽNOST RAZUMIJEVANJA DISTINKTIVNIH OBILJEŽJA KIRURŠKIH ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE, N95 RESPIRATORNIH MASKI I KUĆNIH PAMUČNIH MASKI ZA LICE**

Respiratori N95 i kirurške maske primjeri su osobne zaštitne opreme koja se koristi za zaštitu nositelja od čestica u zraku i od tekućine koja zagađuje lice [34].

Nasuprot navedenim, kućne pamučne maske za lice najmanje su podesno rješenje, no u danim okolnostima ograničenja u vidu dobave zaštitne opreme, kao i maski, iste su odobrene za korištenje kao validne, slijedom linije manjeg otpora, odnosno po sistemu „bolje išta nego ništa“. Iako se i dalje prikupljaju dokazi / podaci o učinkovitosti maski za lice i drugih zaštitnih sredstava za COVID-19, glavne organizacije za zaštitu zdravlja i sigurnost neprestano upozoravaju da ljudi trebaju paziti da ne pomiješaju potencijalne blagodati nošenja maske s blagodatima društvene distance. Mnogo je sigurnije izbjegavati društvo ljudi koji su bolesni ili potencijalno zarazni nego biti u bliskom kontaktu s tim ljudima, bez obzira na to koja se zaštitna oprema nosi. Ipak, mnogi bitni radnici u zdravstvu i ostalim poljima morat će nastaviti s neželjenom / nenamjernom izloženošću osobama s virusom. Stoga je važno da budu dobro informirani o najboljim mogućim praksama kako bi zaštitili svoje zdravlje i zdravlje onih o kojima brinu. Nekoliko istraživanja pokazalo je da su respiratorne maske učinkovite za smanjenje izloženosti HCP-a virusima i bakterijama u zraku [38].

Iako neke studije ne pokazuju razliku između učinkovitosti kirurških maski i respiratornih maski, drugi podaci pokazuju da respiratore treba preferencijalno koristiti pred kirurškim maskama, prilikom izvođenja postupaka stvaranja aerosola, jer su nepropusni i regulirani filtri u respiratorima bolje opremljeni za odvratanje zračnim prijenosom [39].

Međutim, kirurške maske i dalje se smatraju važnim oblikom OZO-a, jer to čine pružaju određenu zaštitu za disanje i mogu se staviti na zaražene osobe kako bi se spriječio prijenos zaraznih kapljica dišnog sustava. S druge strane, djelotvornost krpe i domaćih maski teško je utvrditi jer postoje ograničeni RCT-ovi koji uključuju upotrebu tih maski.

Međutim, studije provedene u nekim laboratorijskim postavkama i jedno kliničko ispitivanje pokazuju da one pružaju minimalne zaštita dišnog sustava u usporedbi s kirurškim maskama ili respiratorima. Važno je proučiti / nastaviti daljnje istrage o djelotvornosti i ponovnoj upotrebi kirurških maski, respiratora i domaćih maski za lice, kako bi i pružatelji zdravstvenih usluga i javnost mogli surađivati kako bi se smanjio razarajući učinak SARS-CoV-2 i raditi na poboljšanju prevencije ove vrlo zarazne, potencijalno smrtonosne zarazne bolesti [40].

#### **4.1. Pitanje učinkovitosti običnih pamučnih maski za lice**

Maska od tkanine namijenjena je hvatanju kapljica koje se oslobađaju kad korisnik govori, kašlje ili kihne.

Prekrivači za lice najvjerojatnije će smanjiti širenje virusa COVID-19 kada ih ljudi široko koriste u javnim okruženjima.

Iako kirurške maske i maske N95 mogu nedostajati i trebale bi biti rezervirane za pružatelje zdravstvenih usluga, maske za lice od tkanine lako je pronaći ili izraditi, a mogu se prati i ponovno koristiti.

Maske se mogu izrađivati od uobičajenih materijala, poput čvrsto tkanog pamuka. Maske od tkanine trebaju sadržavati više slojeva tkanine [35].

Upravljanje globalnom krizom pandemije koronavirusne bolesti 2019. zahtijeva detaljnu procjenu dokaza kako bi se podržale jasne, djelotvorne i dosljedne poruke javnog zdravstva. Raspravlja se o upotrebi platnenih maski za opću upotrebu i ona je u promjeni. Pretražena je stoga MEDLINE i EMBASE baza podataka za članke koji izvještavaju o svojstvima filtracije ravne krpe ili platnenih maski. Pronađeno je 25 članaka.

Studija zaštite nositelja koristila je zdrave dobrovoljce ili je koristila lutku koja nosi masku s protokom zraka za simuliranje različitih brzina disanja. Studije zaštite okoliša, također poznate kao kontrola izvora, koristile su praktične uzorke zdravih dobrovoljaca. Dizajn i izvođenje studija općenito je bio strogo opisan. U mnogim opisima tkanina nedostajali su detalji potrebni za ponovljivost; niti jedna studija nije pružila sve

očekivane detalje materijala, broja konca, tkanja i težine. Uspješne kućne maske izrađene su od muslina sa 100 niti po inču (TPI) u 3 do 4 sloja (4-slojni muslin ili sendvič od muslina-flanela-muslina), kuhinjskih krpi (poznate i kao ručnici za posuđe), izrađene u jednom sloju očekivalo bi se da su slojevi bolji), a kvalitetne pamučne majice u 2 sloja (s prošivenim rubom kako bi se spriječilo istežanje). U eksperimentima s ravnom krpom, platnene kuhinjske krpe, pamuk od 600 TPI u 2 sloja i pamuk od 600 TPI s flanelom od 90 TPI dobro su se pokazali, ali pamuk od 80 TPI u dva sloja nije. Stoga se sukladno nalazima istraživanja preporučuje pamuk ili flanel najmanje 100 TPI, najmanje 2 sloja. Više slojeva, 3 ili 4, pružit će povećanu filtraciju, ali postoji kompromis u tome što više slojeva povećava otpornost na disanje [36].

Po pitanju učinkovitosti kućnih pamučnih maski za lice zanimljivo je analizirati spoznaje iz studije koju su proveli Teasing i suradnici [37].

Opće konsenzualno je prihvaćeno da u svijetu nedostaje medicinskih maski za lice, kao i da maske za nanošenje mogu igrati važnu ulogu u suzbijanju širenja SARS-CoV-2.

Cilj Tessingove studije sastojao se u analizi pitanja postoji li djelotvorna maska za nošenje stanovništva u javnosti, koja bi se lako mogla napraviti tijekom nedostatka medicinske maske za lice pomoću lako dostupnih materijala.

U studiji je utvrđena učinkovitost lako dostupnih materijala i modela za izradu maske za lice. Ishodi su uspoređeni s certificiranim zaštitnim maskama za lice N95 / FFP2 / KN95. Maske su testirane kako bi se utvrdilo filtriraju li najmanje 35% čestica od 0,3  $\mu\text{m}$ , jesu li hidrofobne, brtvljene na licu, prozirne, te mogu li se prati [37].

Nalazi studije ukazuju da je četrnaest od 25 (kombinacija) materijala filtriralo najmanje 35% čestica od 0,3  $\mu\text{m}$ . Četiri materijala pokazala su se hidrofobnima, a riječ je bila o svim komercijalno proizvedenim filtrima. Dva su modela zapečatila lice. Dvadeset i dva od 25 materijala prozirno je pri  $<0,7$  mbar. Niti jedan hidrofobni materijal nije ostao netaknut nakon pranja [37].

Na tragu imenovane studije može se zaključiti da bilo bi moguće smanjiti stopu razmnožavanja SARS-CoV-2 s 2,4 na ispod jednog faktora, ako bi 39% stanovništva nosilo masku izrađenu od ePM<sub>1</sub> 85% komercijalno proizvedene filtrirne tkanine i u obliku patka. Ova maska izvodi bolje od 80% uvezenih N95 / FFP2 / KN95 maski i

pruža bolje prijanjanje od kirurške maske. Dva sloja popluna s papirnatim ručnikom za kućanstvo kao filterom također su održiv izbor za zaštitu korisnika i okoliša [37].

Kako je vidljivo u citiranom istraživanju, tzv kućne zaštitne maske za lice nisu nužno najlošije rješenje, ukoliko se rade od propisnog materijala i slojeva. Problematika kućnih maski na tržištu jest u tome što se uobičajeno mogu kupiti one tanke, od jednog sloja neadekvatne tkanine, za koju je sasvim izvjesno da ne pruža dostanu razinu zaštite.

## **4.2. Razumijevanje zaštitnog učinka kirurških zaštitnih maski i respiratornih maski**

Kirurška maska je uređaj za kontrolu infekcije dizajniran da pomogne u sprječavanju širenja infekcije iz izdahnutog daha korisnika na potencijalno osjetljive osobe [41]. Kirurška maska može pomoći u smanjenju kontaminacija okoliša osiguravanjem barijere za velike kapljice koje je nositelj istjerao. U kontekstu COVID-19, kirurške maske mogu se koristiti u nekoliko različitih svrha, uključujući stavljanje na sumnjive ili potvrđene pacijente s COVID-19 ograničiti širenje zaraznih respiratornih sekreta na druge; nosi ih HCP kako bi se zaštitili od prskanja ili prskanja krvi ili tjelesnih tekućina. Ove maske za lice mogu također pomoći nositelju da kontaminirane prste / ruke drži dalje od usta i nosa. Usprkos tim blagodatima, kirurške maske nisu dizajnirane da čvrsto brtve lice korisnika, što znači da tijekom udisanja velik dio potencijalno onečišćenog zrak može proći kroz praznine između lica i ruba maske, zaobilazeći učinkovito funkcioniranje filtera materijala maske. Kao rezultat toga, na kirurške se maske ne može pouzdano zaštititi pacijente ili medicinske radnike od zaraznih sredstava u zraku [41].

Za razliku od kirurških maski, respiratori su napravljeni tako da filtriraju čestice u zraku, poput virusa i bakterija, stvaranjem čvršće brtve usta i nos. (Na slici 10 prikazano je više informacija o razlikama između kirurških maski i respiratora). Ove uređaje treba nositi u slučajevima kada pacijenti imaju potvrđene virusne infekcije, poput COVID-19, ili kada su prisutne čestice, para ili plin [42].

Respiratori se proizvode u nekoliko različitih razreda, uključujući N95, N99, N100, ovisno o postotku 0,3  $\mu\text{m}$  čestica koje treba istisnuti (u slučaju respiratora N95,

najmanje 95% čestica zaustavlja maska). Dodijeljeni zaštitni faktor (APF) može se odrediti na respiratorima u skladu s očekivanom sposobnošću respiratora da smanji kontaminaciju u skladu s učinkovitim programom zaštite dišnog sustava. Na primjer, APF od 10 znači da se maska može sigurno koristiti u atmosfera do 10 puta zagađenija od dopuštene granice izloženosti (PEL) [42].

N95 maskama dodijeljen je APF od 10,30,31.

Razlike između maske i respiratora		
	Kirurška maska	Respirator
<b>Primjena</b>	Otporna na tekućinu. Pruža zaštitu od velikih kapljica, prskanja ili mlaza tjelesnih izlučevina ili drugih opasnih tekućina. Ščiti okolinu od respiratornih emisija osobe koja je nosi.	Smanjuje izlaganje česticama, uključujući aerosol s malim česticama i velikim kapljicama (aerosol na bazu vode, ne uga).
<b>Brtvljenje</b>	Labavo	Čvrsto
<b>Testiranje brtvljenja</b>	Ne	Da
<b>Test provjere brtvljenja</b>	Ne	Da. Obavezan svaki put pri stavljanju respiratora.
<b>Filtracija</b>	Ne pruža pouzdanu razinu zaštite od udisanja malih čestica u zraku.	Ovisno o modelu filtrira 88% do 99% malih čestica u zraku.
<b>Curenje zraka</b>	Curenje zraka događa se oko rubova maske pri udisaju.	Minimalno curenje zraka oko rubova respiratora, uz pravilnu upotrebu i brtvljenje.
<b>Ograničenja upotrebe</b>	Jednokratna.	Idealno se treba odbaciti nakon susreta s pacijentom i nakon postupaka pri kojima se stvara aerosol. Također, trebala bi se odbaciti ako je oštećena ili deformirana, ako više ne pruža efikasno brtvljenje, smrdi se ili zaprija, ako disanje kroz nju postane otežano, ako je kontaminirana krvlju, respiratornim ili nosnim izlučevinama te drugim tjelesnim tekućinama pacijenta.

Sl.10. Razlike između kirurških maski i respiratora [44]

Kirurške maske za lice proizvedene su u višeslojnu strukturu, općenito pokrivajući sloj tekstilnih pločica netkanom ljepljenom tkaninom s obje strane. Netkani materijali, koje je zbog svoje jednokratne prirode jeftino izraditi i očistiti, sastoje se od tri ili četiri sloja. Ove se jednokratne maske često izrađuju s dva sloja filtera učinkovita u filtriranju izuzetno malih čestica poput bakterija veće od 1 µm. Treba, međutim, napomenuti da razina filtracije maske ovisi o vrsti tkanine, načinu na koji je tkanina proizvedena, strukturi mreže i obliku presjeka tkanine. Na primjer, materijal koji se najčešće koristi za izradu kirurških maski je polipropilen, gustoće 20 ili 25 grama po kvadratnom metru

(gsm); međutim, maske se također mogu izrađivati od polistirena, polikarbonata, polietilena ili poliestera. Materijal maske od 20 gsm izrađen je postupkom predenog vezanja, koji uključuje istiskivanje rastopljene plastike na transporter. Materijal je istisnut u mrežu u kojoj se niti međusobno lijepe dok se hlade. S druge strane, tkanina od 25 gsm izrađena je tehnologijom puhanja topljenjem, sličnim postupkom kojim se plastika istiskuje kroz matricu sa stotinama malih mlaznica i puše vrućim zrakom kako bi postala sitna vlakna, ponovno se hladeći i vežući na transportna traka. Nakon ovih proizvodnih koraka, maske se zatim utisnu trakama za nos, ušnim ušicama i drugim pričvršćenim komadima poput kravata [40].

Respiratori, slični kirurškim maskama, sastoje se od više slojeva. Vanjski sloj s obje strane zaštitna je netkana tkanina između 20 i 50 gsm gustoće kako bi se stvorila prepreka protiv vanjskog okoliša i iznutra, kako bi se zaštitilo od vlastitih izdisaja korisnika. Zatim slijedi sloj predfiltracije, koji može biti gust i do 250 gsm. To je obično iglasta netkana struktura koja se proizvodi vrućim kalendarsom, tijekom kojeg se plastična vlakna termički vežu provlačenjem kroz visokotlačne grijane valjke. To čini pred-filtracijski sloj debljim i krutijim za stvaranje, zadržavajući željeni oblik. Unutarnji sloj je električni netkani materijal topljene topljenjem visoke učinkovitosti, koji određuje razinu efikasnosti filtracije [41].

Kako bi uhvatili čestice, respiratori se oslanjaju na netkani filter. Vlakna veličine manje od 1  $\mu\text{m}$  do 100  $\mu\text{m}$  međusobno se križaju i tvore mrežu od mnogih slojeva, što je uglavnom zrak zbog razmaka. Gazirani džepovi između čvrstih dijelova omogućuju prozračnost. Čestice se zarobljavaju ili zatvaraju u kapice prilikom probijanja kroz slojeve filtera zbog niza različitih mehanizama, uključujući gravitacijsko taloženje, inercijski udar, presretanje, difuzija i elektrostatičko privlačenje. Ovi fizikalni principi pružaju temelj za učinkovitost respiratora u zaštiti HCP-a od zaraznih sredstava kao što je virus SARS-CoV-2.27. Kada se završi montaža, postupak ocjenjivanja kvalitete dovršen je prema američkom Društvo za ispitivanje materijala (ASTM), međunarodna organizacija za certificiranje proizvodnje opreme. Nakon toga, maske mora odobriti Uprava za hranu i lijekove (FDA) za uporabu tijekom operacije [43].



## Parametri učinka za procijenu maski

Maske se procjenjuju pomoću pet parametara učinka. Učinkovitost bakterijske filtracije in vitro (BFE). Aerosoli staphylococcus aureus, vodeća bolnička infekcija (podrijetlom iz bolnice), pucaju se kroz masku pomoću veličine čestica od 3,0  $\mu\text{m}$  i brzine protoka od 28,3 L / min. Odnos aerosola stafilokoka uzvodno u odnosu na preostalu koncentraciju odgovara BFE s visokim postotkom koji ukazuje na bolje performanse.

2. Učinkovitost filtracije čestica (PFE). Mikrosferski aerosoli polistirenskog lateksa (PSL) probijaju se kroz masku pomoću veličine čestica od 0,1  $\mu\text{m}$  i brzine protoka od 28 L / min. Slično proračunima BFE, omjer aerosola PSL uzvodno i preostale koncentracije u ravnini jednak je PFE s visokim postotkom koji ukazuje na bolje performanse [43].

Kod otpora disanju se kontrolira zračni tok i mjeri se razlika tlaka na površini maske kako bi se utvrdio njezin otpor zračnom protoku. Nizak otpor disanja ukazuje na bolju prozračnost korisnika i održavanje oblika maske.

Kod otpora na prskanje, radi se o tome da strujanja velike brzine tekućine pucaju kroz masku pomoću tlaka ljudske krvi od 80, 120 i 160 mmHg za simuliranje udara krvi i drugih tjelesnih tekućina. Tada se najbržoj od ove tri brzine koja ne dopušta prodor vlage na suprotnu stranu maske dodijeli broj 5.

Kod pitanja zapaljivosti, maske se postavljaju na vatru i mjeri se vrijeme potrebno za njihovo širenje igara. Potom se klasificiraju od razreda 1 do 4, ovisno o kriterijima različitih organizacija, a klasa 1 ukazuje na najmanju unosnost. Slijedeći rezultate svojstava barijere maske, klasificirani su prema ASTM smjernicama u 3 kategorije: niska barijera (razina 1), umjerena barijera (razina 2) i visoka barijera (razina 3) [45].

Maske razine 1 imaju BFE  $\geq 95\%$ , ne zahtijevaju PFE i fluidni otpor 80 mmHg; oni također imaju sposobnost zapaljivosti klase 1, sličnu na sve tri razine. Te su maske glavni standard za kirurške maske i koriste se tijekom nisko rizičnih aerosola, tekućina ili potencijalnih situacija u spreju. Maske razine 2 imaju BFE  $\geq 98\%$ , PFE  $\geq 98\%$  i vlažni otpor od 120 mmHg. Oni se obično koriste za zaštitu u laganim do umjerenim scenarijima aerosola, vlage ili raspršivanja. •Maske razine 3 imaju BFE i PFE  $\geq 98\%$ ,

slične razini 2, ali vlažnu otpornost od 160 mmHg. Dizajnirani su za uporabu tijekom umjerenih do teških aerosola, tekućina ili prskanja. Maske s minimalnim učinkom, poput kirurški oblikovanih korisnih maski, padaju ispod standarda klasifikacije, dok su respiratori određeni različitim kriterijima od kirurških maski, čime se sprječava izravna usporedba. Respiratori potpadaju pod Nacionalni institut za zaštitu na radu (NIOSH), a ne ASTM, a ispituju se pomoću različitih postupaka za PFE.

Posebno se respiratori prvo kondicioniraju tijekom 24 sata pri 85% relativne vlažnosti i 38 ° C. Zatim se pucaju natrijevim kloridom, aerosolom nabijeno, a ne neutraliziranim, koristeći veličinu čestica od 0,3  $\mu\text{m}$  i protok od 85 L / min.<sup>32</sup> Dakle, bilo koji zahtjev koji izravno uspoređuje „filtriranje“ Učinkovitost ”kirurške maske na respiratoru stoga treba zanemariti, jer ispitivanje sigurnosti nije isto. Kirurške maske s certifikatom ASTM pokazuju širok raspon PFE, s većinom manjom od 70% kada se testiraju u skladu s NIOSH postupcima.<sup>35</sup> Kao rezultat toga, OSHA nije dodijelila zaštitne faktore kirurškim maskama i preporučuje respiratore sukladne NIOSH u okolnostima koje se bave opasnosti u zraku [45].

Sanchez je izveo značajan rad na djelotvornosti filtracije kirurških maski koristeći različite veličine čestica za procjenu prema NIOSH-ovim smjernicama [46].

Dvostruke kirurške maske s tri sloja filtera na rubovima su zapečaćene silikonom ili su ostavljene nezapečaćene. Slično standardnim NIOSH postupcima, na kirurške se maske pucalo pomoću tri različite veličine čestica PSL: 0,5  $\mu\text{m}$ , 1  $\mu\text{m}$  i 2  $\mu\text{m}$ . Kao što se i očekivalo, zatvorene maske, koje nisu ostavljale praznine za nefiltriranu izmjenu plina, pokazale su bolju filtraciju: 47,02% za čestice 0,5  $\mu\text{m}$  (porast od 23% u odnosu na neotvorene), 76,74% za čestice 1,0  $\mu\text{m}$  (8% porast za nezapečaćeno) i 78,75% za čestice od 2,0  $\mu\text{m}$  (porast od 10% u odnosu na nezapečaćene maske) [46].

Zapečaćene kirurške maske pružale su bolju zaštitu tijekom svih ispitivanja i pokazale su poboljšanje u širokom rasponu varijabilnosti zabilježene na nezapečaćenoj maski tijekom ispitivanja od 0,5  $\mu\text{m}$ , što ukazuje na potrebu čvrsto zatvorene maske za učinkovitiju zaštitu od submikronskih čestica [46].

Ova karakteristika čvrste brtve, uz strože NIOSH standarde, omogućuje da se respiratori smatraju superiornijima od kirurških maski u prenošenju respiratornih bolesti. Unatoč tome, pravilna upotreba respiratora, kirurških maski, pa čak i domaćih

maski, otežava prijenos virusa na sluznicu na ustima i nosu nakon dodirivanja fomita (predmeta s virusom); svi oni imaju barem neku manju zaštitnu funkciju protiv velikih respiratornih kapljica [46].

Također je važno napomenuti da, iako se respiratori uglavnom koriste za zaštitu nositelja od vanjskih zračnih čestica, mnogi također imaju ulogu smanjenja onečišćenja od nositelja na okoliš na isti način na koji kirurške maske pomažu u smanjenju onečišćenih čestica. Ova dvosmjerna zaštita uvelike ovisi o vrsti respiratora; oni s ventilima olakšavaju disanje olakšavajući izdah, ali istodobno olakšavajući respiratornim kapljicama dah nositelja da pobjegnu iz maske. Razlika između respiratornih kapljica i aerosola (poznatih i kao jezgre kapljica) temelji se veličina čestice. Čestice veće od  $0,5 \mu\text{m}$  u promjeru smatraju se respiratornim kapljicama koje mogu pasti na površinu uslijed sila gravitacije. S druge strane, aerosoli su klasificirani kao dijelovi manji od  $0,5 \mu\text{m}$ , čije je ponašanje bliže Brownovom gibanju, pri čemu je molekularno međudjelovanje važniji čimbenik gibanja od gravitacije, što im omogućuje čestice da dulje ostanu u zraku [47].

Neke su studije pokazale da je virus SARS-CoV-2 promjera  $\sim 60\text{-}140 \text{ nm}$  s najvećom koncentracijom aerosoliziranih čestica u promjeru od  $0,25\text{-}1,0 \mu\text{m}$ , što je dovelo do zabrinutosti da mala veličina SARS-CoV-2 može omogućiti virusu da prođe kroz filtere respiratora, koji su testirani na veće čestice od  $0,3 \mu\text{m}$  [46].

Da bi se pozabavilo ovom zabrinutošću, studija koja je koristila šest respiratora N95 otkrila je da su svi mogli filtrirati čestice manje od  $0,1 \mu\text{m}$  s 94% učinkovitosti ili boljom. Iako ovo financiranje pokazuje samo efikasnost disanja u laboratorijskim uvjetima s anorganskim ili nebiološkim aerosolima, drugi istraživači podržavaju ekstrapolaciju ovih podataka na biološke logike pokazujući da se efikasnost filtracije temelji na veličini čestica, a ne na priroda čestice (npr. bakterije, virusi, nebiološki). Nadalje, kada se promatraju mehanizmi filtracije, dokazi da se visoka djelotvornost filtra pri veličini od  $0,3 \mu\text{m}$  dobro prevodi u visoku efikasnost filtra na manje veličine (kao u slučaju SARS-CoV-2) imaju smisla.

Za veće čestice (promjera veće od  $0,6 \mu\text{m}$ ), filtriranje djeluje postupkom presretanja i inercijskog udara. Inercijalni udar nastaje kada čestica zbog svoje tromosti ne može slijediti strujanje zraka. Presretanje je, s druge strane, kada se čestica drži na zračnoj

liniji, ali ta će struja dovesti česticu dovoljno blizu da dođe u kontakt s patogenom. Ti su mehanizmi manje značajni u česticama manjim od 0,1  $\mu\text{m}$ , poput SARS-CoV-2, budući da difuzijske i van der Waalove sile postaju snažnije na ovoj razini. Pri toj se veličini slučajni pokreti molekula zraka sudaraju s tim sitnim česticama i uzrokuju ih da lutaju strujama dok ne dođu u kontakt s patogenom, gdje ih elektrostatička privlačnost sprječava da dalje prolaze kroz filter [48].

Detalji ukazuju na to da bi prijenos virusa trebao biti učinkovitiji u sprečavanju korištenjem usko zategnutih respiratora, a ne labavih kirurških maski. Međutim, primjena ove teorije na kliničke postavke nije rezultirala apsolutno jasnom razlikom [47].

Respiratori su proizvedeni i regulirani kako bi se spriječilo da nositelj bude izložen zračnim kontaminantima, uglavnom zbog zategnutosti na licu i veća moć filtriranja. To je važno kad se razmišlja o tome hoće li se koristiti kirurška maska ili respirator jer se smatra da se nekoliko patogena, uključujući virus SARS-CoV-2, širi (barem djelomično) zračnim putem. Štoviše, postoje dokazi da i do 90% aerosolnih čestica može prodrijeti kroz kirurške maske, dok N95 respiratori filtriraju 95% do 99% aerosolnih čestica. S tim podacima moglo bi se očekivati da bi uporaba respiratornih sredstava od strane HCP-a prilikom pregleda bolesnika s COVID-19 dovela do znatno smanjenih brzina prijenosa [46].

Nažalost, nedavna pandemija COVID-19 ograničava dostupne podatke o učinkovitost maski i respiratora na prijenos virusa SARS-CoV-2. Međutim, podaci o ovim maskama za lice s drugim respiratornim bolestima mogu se protumačiti kako bi se utvrdila moguća klinička učinkovitost. Na primjer, Soerokromo i suradnici održali su koncept da u nekim slučajevima respiratori mogu dovesti do boljih zaštitnih ishoda od kirurških maski. U ovoj je studiji izmjerena kontrola kontaminacije u laboratorijskim i zdravstvenim ustanovama s tri kohorte: nositelji kirurške maske, nositelji respiratora N95 i kontrole. Rezultati su pokazali da korisnici kirurške maske pokazuju nižu zaštitnu učinkovitost u usporedbi s korisnicima N95 protiv bakterijske infekcije (kolonizacija nositelja kirurške maske: 5,3%; kolonizacija nositelja N95: 2,9%) [49].

Iako se ovo istraživanje usredotočilo na bakterijski prijenos, vjerojatnije je prediktivnije proučavati studije usredotočene na inuenu jer ovaj mikroorganizam dijeli slične

karakteristike s virusom SARS-CoV-2: oba uzrokuju respiratornu infekciju, prenosivi su kapljicama i aerosolom, također sa sličnošću u veličini čestica. takva studija koja analizira dva randomizirana kontrolna tri-ala (RCT) pokazuje statistički značajno smanjenje laboratorija potvrđenog gripom A i B u skupinama s kontinuiranom ili ciljanom uporabom (tijekom izvođenja postupaka stvaranja aerosola kao što su intubacije ili kada se vidi pacijent s poznatim respiratornim bolestima), tj. nošenje respirator N95 u odnosu na skupine koje koriste medicinske maske [49].

Međutim, nije bilo statistički značajne razlike između kontinuirane skupine za uporabu respiratora i ciljane skupine za uporabu respiratora. To može potkrijepiti ideju da je dobrobit respiratora nad kirurškim maskama uglavnom posljedica filtracije čestica u zraku u rizičnim situacijama koje uključuju aerosol. Ovaj zaključak, u kombinaciji s ukupnom oskudicom i višim troškovima respiratora (0,63 USD), podupire politiku nošenja respiratora samo ciljano [50].

Za razliku od gornje studije, drugi su istraživači iznijeli manje konačne rezultate u vezi sa stopama prijenosa gripe i respiratornih bolesti prema tipu maske. Sustavni pregled Offedda i suradnika pružili su dokaze o zaštitnim učincima i kirurških maski i respiratora protiv kliničkih respiratornih bolesti i bolesti sličnih gripi, ali nisu pokazali značajnu razliku između ovih skupina za virusne infekcije [51].

Isto tako, Radonovich također nije pronašao značajnu razliku između ove dvije skupine. Međutim, isti sustavni pregled je pronašao dokaze da su u usporedbi s kirurškim maskama respiratori N95 povezani s manjom penetracijom filtera, manjim propuštanjem brtve na licu i smanjenim ukupnim ulazom curenje u laboratorijskim eksperimentalnim uvjetima [52].

### **Razlika između laboratorijskih / proizvodnih rezultata i kliničkih rezultata**

Razlika između laboratorijskih / proizvodnih rezultata i kliničkih rezultata u ovim studijama može se objasniti ljudskim ponašanjem i zajedničkom funkcijom kirurških maski s respiratorima. Na primjer, nepravilno navlačenje (stavljanje) respiratora moglo bi negirati prednost inače čvrstog brtvljenja, a nepravilno uklanjanje (polijetanje) moglo bi dovesti do kontaminacije i prijenosa zarazne bolesti. Uz to, postoji mogućnost nižeg

usklađivanja kod određenih skupina ljudi koji koriste respiratore jer pojačani rad disanja može uzrokovati nelagodu. I na kraju, zračni prijenos uključuje manji mehanizam čestica koje se prenose u usporedbi s respiratornim kapljicama ili izravnim kontaktom za mnoge od ovih virusa, pa većina zaštite od respiratornih kapaka dolazi od barijere između velikih kapljica zbog kihanja , kašalj itd. i prepreka za neizravni (na bazi fomita) kontakt sa sluznicom [48].

## 5. PREGLED STANDARDIZACIJE IZRADE ZAŠTITNIH MASKI ZA LICE KOD ODABRANIH HRVATSKIH PROIZVOĐAČA

Kako je uvodno najavljeno, na odabranom primjeru hrvatskog proizvođača zaštitnih medicinskih maski, sagledane su norme koje se poštuju prilikom izrade zaštitnih maski.

### 5.1. Zaštitne maske URIHO

URIHO ustanova za profesionalnu rehabilitaciju i zapošljavanje osoba s invaliditetom, Avenija Marina Držića 1, 10 000 Zagreb deklarirala je da su maske za lice napravljene u skladu s odgovarajućim zakonodavstvom Unije o usklađivanju i u skladu s HRN EN ISO 13688:2013 (EN ISO 13688:2013) [53].

Pregledom Tehničke dokumentacija proizvođača može se doći do sljedećih informacija:

- Opis i namjena;

Maske za lice izrađene su od 100% pamučne tkanine i mješavine pamuk / poliester. Svi modeli imaju podstavnu tkaninu od 100% pamuka. Neki modeli između vanjske tkanine i obloge imaju otvor u koji je umetnut netkani filter. Filter ima jednokratnu upotrebu uporabe, a tekstilne maske namijenjene su višestrukoj upotrebi.

Materijal od kojeg se sastoje ove maske su: tkanina, sirovinski sastav 100% pamuk i sirovinski sastav 70% poliester i 30% pamuk

- Procjena rizika od kojih štiti;

Neinvazivni proizvod, klasa I.

- Bitni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi primjenjivi na proizvod;

#### I. Ergonomija

Maske za lice dizajnirane i proizvedene kako bi zaštitile lice korisnika od dodira s rukama sprječavaju djelomično udisanje čestica iz zraka i u konačnici štite korisnika od širenja

posjedovati ili udisati tuđe kapi prilikom kihanja i kašljanja.

II. Razine i razine zaštite

Nošenje maske ne ograničava disanje. Neinvazivni proizvod gdje ga korisnik koristi sam procjenjuje njegovu zaštitu.

III. Bezopasno

Maska služi kao minimalna zaštita lica

IV. Prikladni sastavi materijala

Maske izrađene od tkanine (za višekratnu upotrebu) koje ne utječu štetno na zdravlje i sigurnost korisnika.

Zadovoljavajuće stanje površine svih dijelova ovog proizvoda u kontaktu s korisnikom Maske za lice izrađene od ovih tkanina nemaju grube i oštre rubove koji bi uzrokovali iritaciju i ozljeda lica.

V. Udobnost i učinkovitost

Maske se jednostavno stavljaju na lice preko nosa, usta i brade, mijenjajući one elastične traka oko ušiju / prebacivanjem elastičnih traka preko glave.

VI. Lakoća i snaga

Lagani materijal, omogućuju normalno disanje.

- Upućivanje na usklađene norme ili dijelove usklađenih standarda;

Primjena usklađene norme HRN EN ISO 13688 i zdravstvenih i sigurnosnih zahtjeva (poglavlje II) Uredba (EU) 2016/425.

- Izvješća o ispitivanju koja se provode radi provjere sukladnosti proizvoda s primjenjivim bitni zdravstveni i sigurnosni zahtjevi;

I. Izvještaj o ispitu br. 20-5-07894, izdao Euroinspekt Eurotextil d.o.o., Hrvatska

II. Izvještaj o ispitu br. 20-5-07895, izdao Euroinspekt Eurotextil d.o.o., Hrvatska

III. Izvještaj o ispitu br. 20-5-07896, izdao Euroinspekt Eurotextil d.o.o., Hrvatska




Na slici 11. i 12. dane su fotografija i deklaracija URIHo maski za lice.



Sl.11. Uriho tkana maska za lice [53]

Informacije na pakiranju:

- Ime i adresa proizvođača: URIHO ustanova za profesionalnu rehabilitaciju i zapošljavanje osoba s invaliditetom, Avenija Marina Držića 1, 10 000 Zagreb
- Sirovinski sastav proizvoda: 100% pamuk  
70% poliester/30% pamuk
- Način održavanja: 

Napomena: Prije upotrebe oprati proizvod

Sl.12. Uputa proizvođača i informacija [53]

## 6. USPOREDNI TEST ZAŠTITNOG EFEKTA KOD ODABRANIH VRSTA ZAŠTITNIH MASKI

U ovom se poglavlju ispituju karakteristike zaštitnih maski prema različitim materijalima, kako bi se uspostavili standardi zaštitnog efekta diferencirano prema vrstama maski. Skupina istraživača sa Sveučilišta Duke stvorila je jednostavnu tehniku za analizu učinkovitosti različitih vrsta maski koje su postale kritična komponenta u zaustavljanju širenja virusa. Verifikacija zaštitnog efekta kod različitih tipova zaštitnih maski za lice je započela kada je profesor na *Duke's School of Medicine* pomagao lokalnoj zajednici da odaber maske na veliko kako bi ih se podijelilo članovima zajednice u potrebi. Profesor se želio uvjeriti da je grupa kupila maske koje su zapravo bile učinkovite [54].

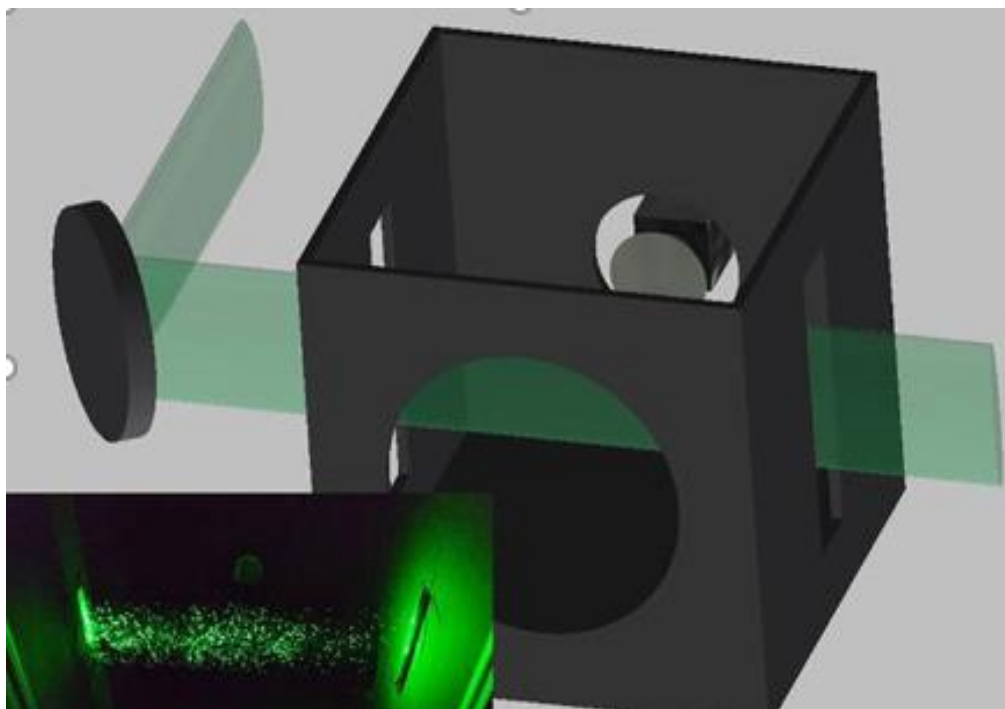
Stručnjaci za javno zdravstvo mjesecima su isticali kako su maske jedan od najučinkovitijih alata za borbu protiv pandemije, a mnoge su države uvodile neku vrstu zahtjeva za maskama. No, testirajući njihovu učinkovitost, istraživači su otkrili da su neke maske doslovno beskorisne.

U objavljenoj studiji, istraživači s Dukeovog odjela za fiziku pokazali su upotrebu jednostavne metode koja koristi lasersku zraku i mobitel za procjenu učinkovitosti maski proučavanjem prijenosa respiratornih kapljica tijekom redovitog govora [54].

Iako je postavljanje testa prilično jednostavno, potrebna je samo kutija, laser za manje od 200 dolara, jedna leća i kamera mobitela. Fischer ne preporučuje ljudima da ih postavljaju kod kuće.

Ako osoba nije upoznata s laserskom sigurnošću ili nema optičko iskustvo, pogrešno rukovanje moćnim laserima može trajno oštetiti oči. Međutim, istraživači su uputili da tvrtke, muzeji i tereni za zajednicu postave test kako bi ljudima pokazali koje su maske najučinkovitije [54].

Na slici 13. prikazano je vizualno pomagalo, koje pokazuje kako laserska zraka i list svjetlosti djeluju na hvatanje kapljica dišnog sustava.



Sl.13. Vizualno pomagalo koje pokazuje kako laserska zraka i list svjetlosti djeluju na hvatanje kapljica dišnog sustava [54]

Autori studije su istaknuli kako koriste crnu kutiju, laser i kameru. „Laserska zraka je vertikalno proširena da tvori tanki sloj svjetlosti kojim se osvjetljava kroz proreze s lijeve i desne strane kutije“ [54].

Na prednjoj strani kutije nalazila se rupa, sa zvučnikom kroz koji se moglo razgovarati. Kamera mobitela postavljena je na stražnju stranu kutije kako bi snimila svjetlost koju u svim smjerovima raspršuju respiratorne kapljice koje presijecaju lasersku zraku kad ljudi razgovaraju. Jednostavan računalni algoritam tada broji kapljice viđene u videozapisu [54].

Istraživači su testirali 14 uobičajeno dostupnih maski, uključujući profesionalnu zaštitnu masku N95, te običnu zaštitnu masku za zdravstvene radnike. Prvo je test proveden sa zvučnikom koji je govorio bez maske. Zatim su to ponovili dok je zvučnik nosio masku. Svaka maska testirana je 10 puta.

Najučinkovitija maska bila je zaštitna maska N95. Troslojne kirurške maske i pamučne maske, koje mnogi ljudi rade kod kuće, također su se pokazale dobrim [54].

Na slici 14. dan je slikovni prikaz zaštitnih maski čiji je zaštitni učinak ispitan u imenovanoj studiji.



Sl.14. Prikaz ispitanog zaštitnog učinka zaštitnih maski [54]

Vunice za vrat, koje se nazivaju i maskama za kapice, a koje trkači često koriste, bile su najmanje učinkovite. Zapravo, nošenje runene maske rezultiralo je većim brojem respiratornih kapljica jer se činilo da materijal veće kapljice razgrađuje u manje čestice koje se lakše odnose zrakom.

Preklopljene bandane i pletene maske također su se slabo pokazale i nisu pružale veliku zaštitu.

Autori su se iznimno iznenadili kad su otkrili da je broj čestica izmjerenih runom zapravo premašio broj izmjerenih čestica bez nošenja maske. Važnost ove studije sadržana je u tome da se ljude zaista potaknu da nose maske, no cilj je bio da ljudi nose maske koje zapravo djeluju.

Test grupe istraživača se pokazao kao vrlo moćan vizualni alat za podizanje svijesti da vrlo jednostavne maske, poput ovih domaćih pamučnih maski, stvarno dobro zaustavljaju većinu respiratornih kapljica. Praktična učinkovitost istraživanja sadržana je u činjenici da tvrtke i proizvođači lasersku tehnologiju mogu lako postaviti i testirati svoje dizajne maski prije nego što ih proizvedu, što bi također bilo vrlo korisno [54].

## 7. ZAKLJUČAK

Sredstva za zaštitu dišnih organa od infekcija imaju dugu povijest, staru tisućljećima prije Krista. Postojali su različiti razlozi zašto su se maske nosile na licu, te navedeno nisu bili samo zdravstveni razlozi, nego i ritualni. Povijest pokazuje veću ili manju uspješnost u praksi nošenja maski, u odnosu na svrhu suzbijanja širenja zaraze, no ono što je bitno jest pozitivna namjera i osvješćivanje da se zaraza suzbije. Industrijska revolucija bi se mogla nazvati prekretnicom u razvoju zaštitnih maski. Djelovanje istaknutih znanstvenika kao što je Pasteur, sinergično sa spoznajama pojedinih kirurga da primijenjuju zaštitne maske prilikom izvođenja operacija bili su pozitivan pomak na kraju 19. stoljeća. Međutim trendovi s početka 20. stoljeća ukazuju da je praksa nošenja zaštitnih maski bila djelomično isprepletenu retrogradnim tijekovima, kada se upotreba maske od strane obrazovanih pojedinaca liječnika kirurga čak i odbacivala, jer im je bila neudobna prilikom izvođenja operacija. Pojava epidemije španjolske gripe 1918. godine uvela je u praksu širu primjenu nošenja zaštitnih maski za lice.

Medicinske maske zamijenjene su jednokratnim papirnatim maskama tijekom 1930-ih, a 1960-ih su se sve više izrađivale od sintetičkih materijala za jednokratnu upotrebu. Početkom 1960-ih u časopisima za njegu i kirurgiju pojavili su se oglasi za nove vrste filtrirajućih maski izrađenih od netkanih sintetičkih vlakana. Sve ove filtrirajuće maske bile su jednokratne. Oglasi su istaknuli njihovu izvedbu, udobnost i praktičnost. Za razliku od većine tradicionalnih medicinskih maski, ove maske za disanje u obliku čaše dobro su se prilagale licu, te su bile dizajnirane su za filtriranje dolaznog, a ne samo odlaznog zraka, kao i za sprečavanje širenja kapljica poput tradicionalnih maski. Navedene su se maske mogle koristiti samo jednom, jer bi se njihova sintetička tkanina pokvarila tijekom sterilizacije.

Zamjena maski za višekratnu uporabu bila je dio šire transformacije u bolničkoj njezi prema onome što je na samom koncu '60ih godina prošlog stoljeća nazvaano ukupnim sustavom za jednokratnu upotrebu, koji je obuhvaćao šprice, igle, pladnjeve i kirurške instrumente. Djelomično je jednokratnost trebala smanjiti rizik od ugrožavanja nesigurnog stanja sterilnosti. Međutim, još jedan razlog za prelazak na jednokratne maske bila je želja da se smanje troškovi rada, olakša upravljanje zalihama i odgovori

na povećanu potražnju za jednokratnom potrošnjom, koju su agresivne marketinške kampanje stvorile među zdravstvenim radnicima. Jednokratni materijali bili su prikladni, prednost očigledna svima, koji su vidjeli osoblje kako rastavlja vrpce i sastavlja autoklavirane lanene maske.

Studije koje je sponzorirala industrija otkrile su da su nove sintetičke maske superiornije od tradicionalnih pamučnih maski za višekratnu upotrebu. Međutim, češće su iz usporednih studija izostavljene maske za višekratnu upotrebu. U jednoj od posljednjih studija koja je uključivala industrijski proizvedenu pamučnu masku, autor je zaključio da je maska za višekratnu uporabu, izrađena od četveroslojnog pamučnog muslina, superiornija od popularnih maski za jednokratnu upotrebu papira i novih sintetičkih respiratora. Primijetio je da pamučne tkanine mogu biti jednako učinkovite kao sintetičke tkanine kada su ugrađene u dobar dizajn maske [50].

U radu analizirane studije većim dijelom sugeriraju da bi pranje maski za višekratnu uporabu moglo povećati učinkovitost bakterijskog filtriranja, mmoguće uslijed zatezanja vlakana. U nedostatku komercijalnih pamučnih maski, novija su istraživanja uspoređivala samo zanatske ili domaće maske s industrijski proizvedenim jednokratnim maskama, utvrdivši da su potonje superiornije. Ti su rezultati donekle ojačali ideju da su maske za višekratnu upotrebu potencijalno nesigurne, dijelom obeshrabrujući daljnja istraživanja dobro dizajniranih i industrijski proizvedenih maski za višekratnu uporabu.

Tijekom pandemije COVID-19, zdravstvene vlasti u nekim zemljama isprva su preporučivale građanima da pod određenim okolnostima nose maske u javnosti, da bi u jednom momentu to postao obligativ za sve građane. U tom kontekstu pojavile su se brojne lokalne inicijative, koje pomažu ljudima da kod kuće šiju platnene maske za osobnu upotrebu i u nekim zajednicama za opskrbu obližnjih bolnica. Ove improvizirane maske obično previđaju neke od elemenata dizajna koji su bili presudni za učinkovitost ranijih pamučnih maski. Domaća proizvodnja maski za višekratnu uporabu za upotrebu u zajednici nekima nudi krajnje rješenje, a mnogima utjehu, ali neće globalno pridonijeti rješavanju nedostatka osobne zaštitne opreme. Što se tiče zdravstvenih radnika i bolnica, u nekim okruženjima eksperimentiraju s metodama za sanaciju jednokratnih maski, iako nisu predviđene za ponovnu upotrebu. Takav pristup

daleko je od pažljivo dizajniranih, proizvedenih i testiranih maski za višekratnu upotrebu u uporabi do 1970-ih.

Maske za višekratnu uporabu nekada su bile važan dio medicinskog arsenala. Međutim, industrijska proizvodnja i daljnja istraživanja i razvoj maski za višekratnu upotrebu uglavnom su zaustavljeni prelaskom na maske za jednokratnu upotrebu 1960-ih. Jednokratne maske i respiratori zasigurno će ostati važan dio medicinske osobne zaštitne opreme u budućnosti, budući da neki od njih posjeduju posebne filtracijske osobine namijenjene zdravstvenim situacijama. Da bi se izbjegla nestašica maski tijekom sljedeće pandemije, treba gledati dalje od stvaranja velikih zaliha jednokratnih maski za lice i razmotriti unaprjeđenje jednokratnih maski, koje kako je pokazalo verificirano istraživanje Teesinga, iznijeto u ovom radu, itekako mogu biti učinkovite, ukoliko su rađene u više slojeva, sa specijalnim materijalima [37].

## POPIS LITERATURE

- [1] Strasser B.J., Schlich, T.: A history of the medical mask and the rise of throwaway culture, (May 2020), The Lancet 396(10243), DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31207-1
- [2] National Institute for Occupational Safety and Health: 100 Years of Respiratory Protection History, <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/Respiratory-Protection-history.html>, pristupljeno: 25.8.2020
- [3] Chua M.H. et al., Face Masks in the New COVID-19 Normal: Materials, Testing, and Perspectives, Research (Wash D C), (2020): 7286735.
- [4] Dictionary of Military and Associated Terms. US Department of Defense 2005, <https://www.thefreedictionary.com/protective+mask>, pristupljeno: 26.8.2020
- [5] <https://www.definitions.net/definition/surgical+mask>, pristupljeno: 17.8.2020
- [6] Matuschek C. et al.: The history and value of face masks, European Journal of Medical Research, (2020) 25:23
- [7] <https://vijesti.hrt.hr/628046/maske-obavezne-u-javnom-prijevozu>, pristupljeno: 28.8.2020
- [8] <https://www.vecernji.hr/vijesti/nosenje-maski-od-danas-je-obavzeno-moraju-se-nositi-i-u-trgovinama-1416734>, pristupljeno: 28.8.2020
- [9] Friedman V.: The Mask, 17.3.2020, <https://www.nytimes.com/2020/03/17/style/face-mask-coronavirus.html>, pristupljeno: 30.8.2020
- [10] Spelce D. et al.: History of U.S. Respirator Approval, Journal of the International Society for Respiratory Protection, vol. 35, no. 1, (2018), pp. 35-46.
- [11] <https://www.globaltimes.cn/content/1179358.shtml>, pristupljeno: 31.8.2020
- [12] <https://curiokids.net/the-protective-mask-through-history/?lang=en>, pristupljeno: 1.09.2020
- [13] Tunevall TG: Postoperative wound infections and surgical face masks: a controlled study. World J Surg (1991), 15:383–7
- [14] Little B: When Mask-Wearing Rules in the 1918 Pandemic Faced Resistance, 6.5.2020, <https://www.history.com/news/1918-spanish-flu-mask-wearing-resistance>, pristupljeno 8.9.2020
- [15] Young M: Face Mask Culture Common in East, New to West, 2.04.2020, <https://www.voanews.com/science-health/coronavirus-outbreak/face-mask-culture-common-east-new-west>, pristupljeno 9.9.2020
- [16] Muralidar S. et al.: The emergence of COVID-19 as a global pandemic: Understanding the epidemiology, immune response and potential therapeutic targets of SARS-CoV-2, Biochimie Volume 179, December (2020), Pages 85-100



- [17] Worby C.I., Chang H.H.; Face mask use in the general population and optimal resource allocation during the COVID-19 pandemic, *Nature Communications* volume 11, Article number: 4049 (2020)
- [18] Sohrabi C. et al. World Health Organization declares global emergency: a review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Int J. Surg.*76, 71–76 (2020).
- [19] Bai Y. et al. Presumed asymptomatic carrier transmission of COVID-19. *JAMA*323, 1406–1407 (2020).
- [20] Anderson R. M. et al.:How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *Lancet*395, 931–934 (2020).
- [21] Feng S. et al. Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic. *Lancet Respir. Med.*8, 434–436 (2020).
- [22] Leung C. C. et al.: Mass masking in the COVID-19 epidemic: people need guidance. *Lancet*395, 945 (2020).
- [23] <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/cloth-face-cover.html>, pristupljeno 17.9.2020
- [24] <https://www.gov.uk/government/news/face-coverings-to-become-mandatory-on-public-transport>, pristupljeno 17.9.2020
- [25] [https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-the-community-during-home-care-and-in-health-care-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)-outbreak](https://www.who.int/publications/i/item/advice-on-the-use-of-masks-the-community-during-home-care-and-in-health-care-settings-in-the-context-of-the-novel-coronavirus-(2019-ncov)-outbreak), pristupljeno 17.9.2020
- [26] <https://www.nytimes.com/article/face-masks-coronavirus.html>, pristupljeno 18.9.2020
- [27] Banerjee, A. et al. Estimating excess 1-year mortality associated with the COVID-19 pandemic according to underlying conditions and age: a population-based cohort study. *Lancet*395, 1715–1725 (2020).
- [28] Chu, D. K. et al. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*395, 1973–1987 (2020).
- [29] MacIntyre, C. R. et al. Face mask use and control of respiratory virus transmission in households. *Emerg. Infect. Dis.*15, 233–241 (2009).
- [30] Tracht S.M.: Mathematical modeling of the effectiveness of facemasks in reducing the spread of novel influenza A (H1N1). *PLoS ONE*5, e9018 (2010).
- [31] Davies A. et al. Testing the efficacy of homemade masks: would they protect in an influenza pandemic? *Disaster Med. Public Health Prep.*7, 413–418 (2013).
- [32] Li J. O. et al.:Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19): the importance of recognising possible early ocular manifestation and using protective eyewear. *Br. J. Ophthalmol.*104, 297–298 (2020).

[33] Stutt R. O. J. H. et al.: A modelling framework to assess the likely effectiveness of facemasks in combination with 'lock-down' in managing the COVID-19 pandemic. Proc. R. Soc. A476, 20200376 (2020).

[34] <https://www.fda.gov/medical-devices/personal-protective-equipment-infection-control/n95-respirators-surgical-masks-and-face-masks>, pristupljeno 20.10.2020

[35] <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/coronavirus/in-depth/coronavirus-mask/art-20485449>, pristupljeno 24.10.2020

[36] Clase C.M. et al.: Forgotten Technology in the COVID-19 Pandemic: Filtration Properties of Cloth and Cloth Masks—A Narrative Review, Mayo Clinic Proceedings Volume 95, Issue 10, October 2020, Pages 2204-2224

[37] Teasing G.R., Is there an adequate alternative to commercially manufactured face masks? A comparison of various materials and forms, Journal of Hospital Infection Volume 106, Issue 2, October 2020, Pages 246-253

[38] Soerokromo N et al.: Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and co-infection in hospital healthcare workers—Comment on the article by MacIntyre. Preventive Medicine 2014;65:153

[39] MacIntyre CR et al.; The efficacy of medical masks and respirators against respiratory infection in healthcare workers. Influenza and other respiratory viruses 2017;11(6):511–7

[40] MacIntyre CR et al.: A cluster randomised trial of cloth masks compared with medical masks in health-care workers. BMJ open 2015;5(4):e006577.

[41] MacIntyre CR, et al: The efficacy of medical masks and respirators against respiratory infection in healthcare workers. Influenza and other respiratory viruses 2017;11(6):511–7

[42] Smith JD et al. : Effectiveness of N95 respirators versus surgical masks in protecting health care workers from acute respiratory infection: a systematic review and meta-analysis. CMAJ 2016 May 17;188(8):567–74.

[43] <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/ppe-strategy/face-masks.html>, pristupljeno 23.11.2020

[44] He F et al.: Coronavirus disease 2019 (COVID-19): what we know? Journal of Medical Virology 2020 Mar 14.

[45] <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/pdfs/understanddifferenceinfographic-508.pdf>, pristupljeno 8.11.2020

[46] Sanchez E. Graduate theses and dissertations. Graduate Theses and Dissertations. 2010.

[47] <https://smartairfilters.com/en/blog/what-is-pm0-3-why-important>, pristupljeno 12.11.2020

[48] Rossettie S. et al.: Effectiveness of manufactured surgical masks, respirators, and home-made masks in prevention of respiratory infection due to airborne microorganisms April 2020, The Southwest Respiratory and Critical Care Chronicles 8(34):11-26

[49] Soerokromo N. et al.: Efficacy of face masks and respirators in preventing upper respiratory tract bacterial colonization and co-infection in hospital healthcare workers—Comment on the article by MacIntyre. Preventive Medicine 2014;65:153

[50] Chughtai A.A. et al.: Use of cloth masks in the practice of infection control—evidence and policy gaps. Int J Infect Control 2013;9(3)

[51] Offeddu V et al. Effectiveness of masks and respirators against respiratory infections in healthcare workers: a systematic review and meta-analysis. Clinical Infectious Diseases 2017 Nov 13;65(11):1934–42

[52] Radonovich LJ et al. N95 respirators vs medical masks for preventing influenza among health care personnel: a randomized clinical trial. JAMA 2019 Sep 3;322(9):824–33

[53] Uriho – interna dokumentacija

[54] Elassar, A., Researchers created a test to determine which masks are the least effective, 2020, dostupno na: <https://edition.cnn.com/2020/08/08/us/duke-university-face-mask-test-trnd/index.html>, pristup 28.1.2021