

Vse, kar morate vedeti o testu prileganja (ang. Fit test) osebne varovalne opreme za zaščito dihal

Avtor:

Dr. Boštjan Podkrajšek, univ. dipl. kem.

Področje ustrezne izbire osebne varovalne opreme (OVO) za zaščito dihal je izredno kompleksno področje, kjer je treba za ustrezno izbiro poznati različne dejavnike, ki lahko vplivajo na varnost končnega uporabnika. Vendar se tokrat ne bomo osredotočili na celoten postopek izbire ustrezne varovalne opreme za zaščito dihal, ampak bomo poskušali opozoriti na zadnji korak pred uporabo ustrezno izbrane maske na delovnem mestu, ki je prav tako pomemben, ampak se v praksi žal ne izvaja.

Po natančni preučitvi vseh dejavnikov, ki vplivajo na izbiro ustrezne varovalne opreme za zaščito dihal, smo prišli do zaključka, da mora delavec pri postopku npr. brušenja uporabljati polobrazno masko (respirator) FFP2. Seveda je na trgu veliko mask različnih proizvajalcev, ki izpolnjujejo omenjene zahteve (imajo vse potrebne certifikate), so pa različnih oblik in seveda tudi cen, kar v veliki meri lahko vpliva na izbiro. Kako torej izbrati pravo masko? Če bi vprašali nabavno službo v podjetju, bi rekla, naj izberemo najcenejšo, ki izpolnjuje vse predpisane pogoje, če pa bi vprašali delavce, bi rekli, naj izberemo tisto, ki je najbolj udobna in jih med opravljanjem dela najmanj moti. To sta le dva izmed dejavnikov, ki vplivata na končno izbiro, najpomembnejši dejavnik pri izbiri pa mora biti zagotovljena ustrezna zaščita delavca pri uporabi izbrane maske. Uporabljena maska mora torej zagotavljati ustrezno zaščito, to pa lahko zagotavlja le, če se prilega obrazu in tesni. Test prileganja oz. »fit test« je postopek, kjer pri vsakem delavcu preverimo, kako se izbrana maska prilega njegovemu obrazu oziroma kako dobro tesni.

V tem članku bomo obravnavali vse vidike »fit testa« in poskušali odgovoriti na najpogostejša vprašanja, ki se pojavljajo.

KAJ IN ČEMU SLUŽI TEST PRILEGANJA OBRAZA?

Namen testa prileganja je ugotovitev, ali se oblika in velikost osebne varovalne opreme za zaščito dihal prilega obliki obraza in delavca ustrezno zaščiti pred onesnaženim zunanjim zrakom. Pri dihanju zrak vedno sledi poti najmanjšega upora. Kadar maska ne ustreza obrazu in zato ne tesni, lahko onesnažen zrak lažje prodre skozi majhne odprtine med robom maske in obrazom uporabnika. S testom prileganja preverimo tesnost uporabljane maske pri različnih vajah, ki posnemajo uporabnikove gibe med redno uporabo maske.

PRI KATERI OPREMO ZA ZAŠČITO DIHAL JE TREBA IZVAJATI TEST PRILEGANJA?

Test prileganja se izvaja pri uporabi osebne varovalne opreme za zaščito dihal s tesno prilagajočo se masko. Med omenjeno opremo spadajo:

- respirator za enkratno uporabo (FFP1, 2, 3, N95, N99, N100 ...);
- polobrazna maska za večkratno uporabo za filtracijo delcev, plinov in par;
- celobrazna maska – filter za delce, filter za pline ali pare;
- zaščitna obrazna, polobrazna ali četrtingska maska s tlačno filtracijo zraka.

Test prileganja se običajno ne izvaja pri medicinskih/kirurških maskah in navadnih higienskih maskah (maske iz blaga, doma narejene maske ...), saj pri teh vrstah mask ne moremo zagotoviti tesnosti med masko in obrazom uporabnika.

ZAKAJ JE TREBA IN JE SMISELNO IZVAJATI TEST PRILEGANJA?

Glavni razlog, zakaj je treba izvajati test prileganja oz. tesnosti maske, je seveda varnost vseh uporabnikov osebne varovalne opreme za zaščito dihal. Z ustrezno izvedenim testom prileganja potrdimo, da uporabljena maska pri vsakem delavcu zagotavlja ustrezno predpisano zaščito. Hkrati pa sam postopek izvedbe testa prileganja omogoča dodatno praktično usposabljanje o pravilni namestitvi in odstranitvi osebne varovalne opreme. Test prileganja predstavlja tudi glavno orodje za izbiro ustrezne osebne varovalne opreme, kjer bo delavec lahko čim bolj udobno in nemoteno opravljal predpisane delovne naloge.

KDAJ JE TREBA OPRAVITI TEST PRILEGANJA?

Test prileganja je treba izvesti kot zaključni del pri izbiri osebne varovalne opreme za zaščito dihal pred prvo uporabo oz. tam, kjer je nepreverjena maska že v uporabi. Ponoviti ga je treba, če uporabnik izgubi ali pridobi težo ali pa ima zobne operacije oz. lepotne operacije, kjer pride do obraznih sprememb (brazgotine, znamenja) okoli tesnila v območju obraza. Test prileganja je treba ponoviti tudi pri vsaki zamenjavi osebne varovalne opreme (velikost, tip, model, proizvajalec ...).

ALI JE TEST PRILEGANJA V SLOVENIJI ZAKONSKO PREDPISAN?

Trenutno v Sloveniji ni jasne zakonske obveze, da se mora test prileganja izvajati. Standard SIST EN 529:2006 Oprema za varovanje dihal – Priporočila za izbiro, uporabo, nego in vzdrževanje – Navodilo podaja jasna navodila o izvedbi testa prileganja, vendar morajo kljub veljavnosti

omenjenega standarda v Evropski uniji obvezno uporabo standarda predpisati posamezni nacionalni predpisi, ki pa ga trenutno v večini držav ne. Na Nizozemskem in v Franciji je test prileganja obvezen samo za podjetja, ki izvajajo odstranjevanje azbesta.

Test prileganja pa je obvezen v večini anglosaških držav. V Veliki Britaniji se test prileganja izvaja po postopku HSE 283/28, HSG 53 in ga je treba izvajati vsako leto, v ZDA se obvezno izvaja vsako leto v skladu z OSHA 1910.134, podobno je tudi v Kanadi in Avstraliji.

V državah, kjer ni uradnih predpisov, je priporočljivo uporabljati protokola OSHA ali HSE. V tabeli 1 so podatki iz držav, kjer je test prileganja obvezen, o standardih, po katerih se izvaja, in tem, kako pogosto in kakšni so predpisani faktorji prileganja glede na testirano masko.

Tabela 1. Podatki o standardih, po katerih se izvaja test prileganja v anglosaških državah, kako pogosto in kakšni so predpisani minimalni faktorji prileganja (FF) glede na vrsto testirane maske

Organizacija, država	Standard	Pogostost fit testa	min. FF za respiratorje in polobrazne maske	min. FF za celolobrazne maske
OSHA, ZDA	OSHA 29CFR 1910.134	1 X letno	100	500
ANSI, ZDA	ANSI Z88.2-1992 z ANSI Z88.10-2001	1 X letno	100	500
CSA, KANADA	CSA Z94.4-02	na vsaki 2 leti	100	1000
HSE, VELIKA BRITANIJA	HSE 282/28	1 X letno	100	2000
Standards Australia	AS/NZS 1715:1994	1 X letno	100	500 z P2 1000 z P3



Slika 1: A) Kvalitativni test prileganja

KATERE VRSTE TESTA PRILEGANJA SE IZVAJAJO?

Za izvajanje testa prileganja se opravljata dve vrsti testa:

- **kvalitativni test**, ki temelji na uporabnikovi subjektivni oceni uhajanja sredstva skozi masko;
- **kvantitativni test**, objektivna preskusna metoda, ki poda tudi t. i. »fit faktor« oz. faktor prileganja, ki je predpisan za določeno vrsto mask. V uporabi sta dve metodi: metoda štetja delcev in tlačna metoda.



B) Kvantitativni test prileganja



KVALITATIVNI TEST prileganja ni primeren za ugotavljanje tesnosti celoobraznih mask oz. mask, kjer je zahtevan faktor prileganja večji od 500. Kvalitativni test se ne izvaja tudi v primeru, ko testiranec ne zazna vonja. Kvalitativni test se lahko izvaja z naslednjimi snovmi:

- izoamil acetat – ugotavljanje vonja banane ali hruške;
- saharinova aerosolna raztopina – ugotavljanje sladkega okusa;
- bitrex – ugotavljanje grenkega okusa;
- dražilni plin – kositrov klorid.

Postopek izvedbe kvalitativnega testa je naslednji: delavec si namesti ustrezno masko, čez glavo se mu namesti testna kapuca (visoko 35 cm, široko 30 cm), nato se mu podnjo doda določena koncentracija ustrezne substance z vonjem. Po izvajanju določenih predpisanih nalog (npr. normalno dihanje – 1 min, globoko dihanje – 1 min, pogled levo, pogled desno, pogled gor, pogled dol, branje besedila, tek na mestu, normalno dihanje – 1 min) se ugotavlja, ali je testiranec zaznal vonj snovi, ki mu je bila razpršena pod tesno kapuco. Če je vonj zaznal, je test neuspešen, uporabljena maska pa ne tesni in ni primerna.

KVANTITATIVNI TEST prileganja nam omogoča s pomočjo predpisanih postopkov in merilnih naprav izračun numeričnega faktorja prileganja (ang. fit factor). Minimalna vrednost testa prileganja mora znašati pri polobraznih in četrtinskih maskah vsaj 100, pri celoobraznih pa vsaj 500.

Faktorja prileganja oz. tesnosti ne smemo zamenjati z zaščitnim faktorjem (PF), ki je opredeljen v standardu SIST EN 529:2006 in stopnja zaščite, ki jo nudijo različne vrste opreme, ali NPF (nominalni zaščitni faktor) ali APF (dodeljeni zaščitni faktor).

Kvantitativni test se lahko izvede v testni komori ali brez nje. Za izvedbo testa v testni komori se kot testna razpršila za ugotavljanje tesnosti uporabljajo nenevarna testna razpršila, kot so aerosol natrijevega klorida, aerosol sledilnega plina žveplovega heksafluorida in razpršeno koruzno olje. V testni komori proizvajamo aerosol določene koncentracije in izvedemo meritve v komori in maski. Med opravljanjem meritev testiranec izvede predpisano vrsto in število vaj. Za vsako vrsto vaj opravimo meritve in izračunamo skupen povprečni faktor prileganja.

Izvajanje kvantitativnega testa, ki se ne izvaja v tesni komori, je v primerjavi z metodo, ki se izvaja v testni komori, relativno enostavno in poceni. Na razpolago sta dve metodi:

a) metoda štetja delcev (najbolj razširjena in uporabna metoda). Naprava za štetje delcev prešteje delce okolice, ki uhajajo v obrazni del, in jih primerja s številom delcev zunaj maske, medtem ko testiranec izvaja številne vaje. Za izvajanje te metode se lahko uporabljajo delci okolice ali pa se za izvedbo preizkusa proizvedejo aerosoli;

b) tlačna metoda oz. metoda negativnega pritiska. Naprava v maski ustvarja in vzdržuje konstanten podtlak. Stopnja

izčrpanega zraka se nadzoruje med testom prileganja; ko se izvajajo različne vaje, v maski vzdržujemo konstanten podtlak. Količina zraka, ki ga izčrpamo, ko podtlak pade, je enaka puščanju maske. Če je podtlak konstanten, je količina zraka, ki vstopa v masko zaradi njenega puščanja, enaka količini izčrpanega zraka. Puščanje se pretvori v faktor prileganja. Ta metoda se izvaja pri celoobrazni maski, pri kateri se obrazni del lahko zapre.

POSTOPEK IZVEDBE KVALITATIVNEGA TESTA PRILEGANJA Z METODO ŠTETJA DELCEV

V nadaljevanju bomo podrobneje predstavili postopek kvantitativnega testa prileganja z metodo štetja delcev. Naprava za štetje delcev prešteje delce okolice, ki uhajajo v obrazni del, in jih primerja s številom delcev znotraj maske, medtem ko testiranec izvaja predpisane vaje. Prileganje oz. tesnost uporabljene maske se številčno določi na podlagi faktorja prileganja oz. t. i. fit faktorja – FF, ki se določi na podlagi naslednje enačbe:

$$FF = \frac{\text{številčna koncentracija delcev v okolici}}{\text{številčna koncentracija znotraj maske}}$$

S tem določimo razmerje med koncentracijo aerosolov zunaj osebne varovalne opreme in koncentracijo aerosola znotraj osebne varovalne opreme.

Opisali bomo postopek ameriškega protokola *OSHA 29CFR1910.134 Respiratory Protection Standard*, ki je zelo podoben tudi drugim predstavljenim standardom v tabeli 1.

Postopek testa prileganja v praksi običajno poteka po naslednjih korakih:

- izbere se ustrezno osebna varovalna oprema za dihala;
- priprava izbrane maske za izvedbo »fit test« (v primeru respiratorja respirator preluknjamo in vstavimo nosilec);
- v skladu z navodili proizvajalca se demonstrira pravilna namestitve maske;
- če preiskovanec želi, se mu pred izvedbo »fit testa« omogoči tudi »online« spremljanje faktorja prileganja (FF) med različnimi namestitvami respiratorja oz. maske; preiskovanec dobi potrditev, kdaj respirator oz. maska najbolj tesni;
- preveri se, ali je maska ustrezno nameščena;
- testiranec nosi masko pet minut pred začetkom izvedbe testa;
- poda se navodila o poteku »fit testa« in izvedbi vaj;
- testirana maska se poveže z instrumentom za štetje delcev;
- izbere se ustrezen protokol in začne se izvedba »fit testa«;

- testiranec v skladu z navodili in izbrano metodo izvaja predpisane vaje (tabela 2);
- po vsaki vaji se izpiše izračunani faktor prileganja oz. fit faktor (FF);
- upošteva se le skupen (povprečni) faktor prileganja;
- v primeru uspešnosti (FF>100 za vse polobrazne maske/ respiratorje) se izda potrdilo o uspešno opravljenem testu prileganja;
- v primeru neuspešnega testa se poskuša ugotoviti vzrok (slaba namestitvev, napačna velikost ali oblika ...), test se nato ponovi.
- »fit test« se ponovi čez eno oz. dve leti ali ob vsaki spremembi, ki to zahteva.

KAKŠNI SO REZULTATI TESTA PRILEGANJA V PRAKSI?

Po podatkih iz literature se je izkazalo, da je okoli 30 % testov prileganja neuspešnih, razlog za to pa niso maske, ki ne bi izpolnjevale predpisanih standardov, ampak dejstvo, da se vsaka maska ne prilega vsakemu obrazu. Zaradi pandemije covid-19 se je v Sloveniji izredno povečalo povpraševanje po polobraznih mask oz. respiratorjev za enkratno uporabo po standardih FFP2, N95 ali KN95, te pa se glede na obliko, material, način pritrditve in tudi ceno med seboj bistveno razlikujejo.

Zato smo se odločili, da preverimo test prileganja za nekaj respiratorjev FFP2 oz. KN95, ki smo jih dobili v Sloveniji

Tabela 2. Seznam vaj, ki jih testiranec izvede pri testu prileganja za polobrazne maske oz. respiratorje

Izdajatelj	Postopek	Št. vaj	Predpisane vaje
OSHA, ZDA	OSHA 29CFR 1910.134	8	normalno dihanje globoko dihanje premik glave levo in desno premik glave gor in dol govor grimase oz. pačenje predklon naprej normalno dihanje
OSHA, ZDA	OSHA FAST (modificiran OSHA 29CFR 1910.134)	4	predklon naprej govor premik glave levo in desno premik glave gor in dol

Tabela 3. Podatki o testiranih respiratorjih

Standard	Proizvajalec	Model	Ventil	Pritrditev
FFP2	VIPLAM	NR D 9920	Da	Glava
FFP2	3M	AURA 9322+	Da	Glava
FFP2	WUHAN	HSD – F02	Ne	Glava
FFP2	WINNER	WN N95FW	Ne	Glava
KN95	POWECOM	KN95	Ne	Ušesa
KN95	NN	KN95, kov	Ne	Ušesa
KN95	NN	KN95, bel	Ne	Ušesa

avgusta 2020. V tabeli 3 so zbrani podatki o testiranih respiratorjih. Testirali smo dobro uveljavljena respiratorja podjetij 3M in Viplam, ki se že dolgo uporabljata kot uspešna zaščita pred povečanimi koncentracijami prahu v industriji, ter nekaj respiratorjev, ki so se razširili na trgu s pojavom pandemije covid-19. Prvi trije respiratorji so respiratorji z vsemi potrebnimi certifikati, zadnja dva pa sta respiratorja iz Kitajske, ki imata sicer odtisnjeno oznako KN95, vendar brez ustreznih podatkov o proizvajalcu ali certifikatih.

Pred predstavitvijo rezultatov opravljenih testov prileganja je treba še enkrat poudariti, da test prileganja ni namenjen testiranju učinkovitosti uporabljenih materialov respiratorjev, ampak le učinkovitosti prileganja posameznega respiratorja posamezniku. S kvantitativno metodo štetja delcev se izvaja meritev koncentracije delcev velikosti med 0,02 in 1 µm istočasno pred masko in pod masko, vendar se je treba zavedati, da ne moremo ločiti med delci, ki so prodrli skozi filtrni material, in delci, ki so

Slika 2. Testirani respiratorji



prišli pod masko zaradi slabe tesnosti med respiratorjem in obrazom. Hkrati pa so zahteve standardov za testiranje mask bistveno drugačne od pogojev pri izvajanju testa prileganja (višje koncentracije delcev, večji pretoki ...).

Seveda pa se hkrati pojavlja tudi vprašanje, kako zagotoviti predpisan test prileganja 100 pri respiratorjih FFP1, če vemo, da standard za maske zagotavlja le 80 % učinkovitost materiala, mi pa zahtevamo 99 % učinkovitost tesnosti. Zaradi omenjenega ima uporabljen instrument PORTACOUNT PLUS 8048 proizvajalca TSI Inc. iz ZDA vgrajeno funkcijo »N95 modulacija«, kjer se izvaja le meritve delcev v območju med 20 in 80 nm, kjer je učinkovitost filtrnih materialov tudi pri FFP1, FFP2 in N95 respiratorjih večja od 99 %, medtem ko delcev velikosti med 100 in 400 nm, ki so najbolj prodorni pri prehodu skozi filtrni material (ang. Most Penetrating Size Particles), ne merimo. Pri testu prileganja za maske z učinkovitostjo materiala za prehod delcev manj od 99 % je nujna uporaba funkcije »N95 modulacija«.

Ker je učinkovitost tesnosti odvisna od respiratorja in oblike obraza testiranca, smo test prileganja za vsak respirator izvajali pri petih različnih testirancih (Tabela 4), kjer smo poskušali zajeti čim bolj različne fizične značilnosti testirancev (velikost, teža, spol, starost), ki seveda vplivajo tudi na samo obliko obrazov. Hkrati pa smo pri osebi št. 5

preverili tudi negativni učinek brade na uspešnost testa prileganja.

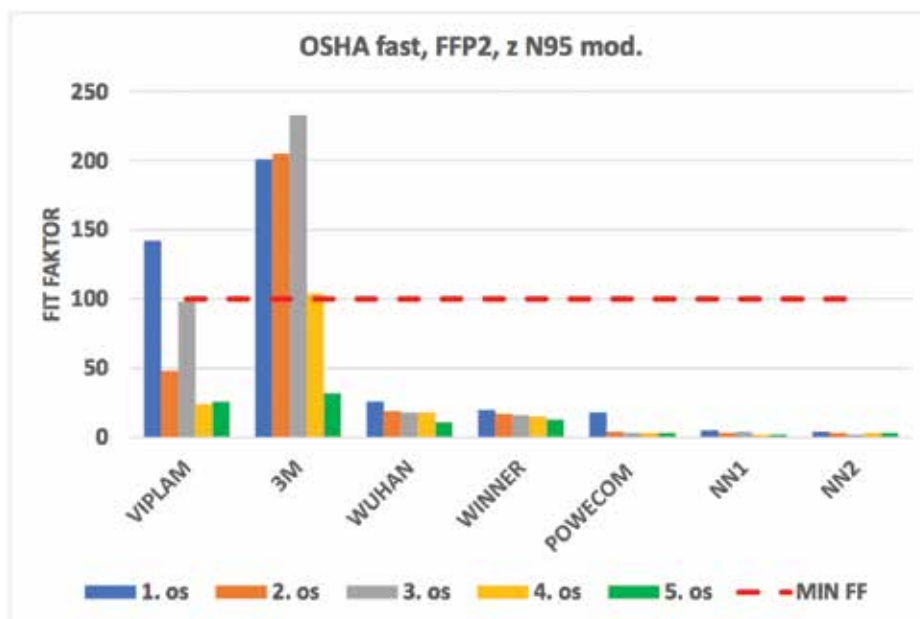
Iz prikazanih faktorjev prileganja oz. fit faktorjev (Slika 3) je razvidno, da so bili najboljši rezultati pri respiratorju proizvajalca 3M, kjer so bili uspešni vsi testi prileganja razen pri preiskovancu, ki je imel brado. Pri respiratorju proizvajalca VIPLAM se je izkazalo, da je zaradi oblike (hruškasta) in velikosti respiratorja uspešnost testa močno odvisna od velikosti in oblike obraza preiskovanca. Pri preostalih petih »mehkih« respiratorjih test prileganja ni bil uspešen pri nobenem preiskovancu. Rezultati testa pa so boljši pri »mehkih« respiratorjih, ki se jih pritrdi z nastavljivo elastiko preko glave, v primerjavi z respiratorji, kjer se pritrditev izvede z nenastavljivo elastiko preko ušes. Čeprav predpisani minimalni faktorji prileganja pri »mehkih« respiratorjih niso bili doseženi, pa se je treba zavedati, da je bila dosežena učinkovitost pri respiratorjih s pritrditvijo preko glave več kot 90 %, medtem ko je bila pri respiratorjih s pritrditvijo za ušesi med 50 in 80 %.

Negativni učinek na rezultat testa prileganja pri preiskovancu z brado je lepo viden pri prvih dveh respiratorjih (3M in VIPLAM), medtem ko pri ostalih vrstah respiratorjev zaradi slabše uspešnosti testa prileganja razlik ni bilo opaziti.

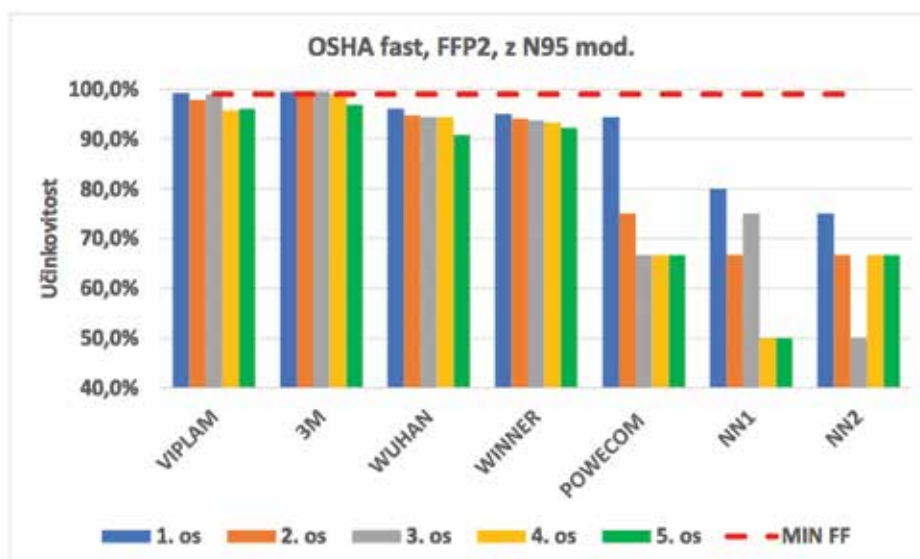
Tabela 4. Osnovni podatki o testiranih osebah

Oznaka	Spol, starost	Višina	Teža	Brada
1. os.	Moški, 45 let	1,87 m	97 kg	Ne
2. os.	Ženska, 30 let	1,75 m	70 kg	Ne
3. os.	Moški, 63 let	1,80 m	80 kg	Ne
4. os.	Ženska, 55 let	1,55 m	50 kg	Ne
5. os.	Moški, 32 let	1,75 m	80 kg	Da

Slika 3. Dobljeni faktorji prileganja (fit faktor) za testirane respiratorje pri različnih testirancih



Slika 4. Učinkovitost tesnosti v % za testirane respiratorje pri različnih testirancih



ZAKLJUČEK

Test prileganja (ang. fit test) osebne varovalne opreme za zaščito dihal je sicer zadnji, ampak eden od najpomembnejših postopkov pri ustrezni izbiri in zaščiti delavca. Test se izvede pred prvo uporabo izbrane tesno prilegajoče se maske pri vsakem posameznem delavcu, uspešen test pa je zagotovilo, da maska tesni in da je s tem ustrezno zaščiten.

Uspešnost testa prileganja je odvisna tako od oblike in vrste maske kot oblike obraza delavca. Uspešen test prileganja pri eni osebi ni nikakršno zagotovilo, da bo test z enako masko uspešen tudi pri drugi osebi. V anglosaških državah je test prileganja obvezen pred prvo uporabo in nato vsako leto, medtem ko je v Sloveniji test le priporočen preko standarda SIST EN 529:2006 in posredno vključen pri zahtevah glede zakonodaje o osebni varovalni opremi in oceni tveganja, kjer je treba delavcu zagotoviti varno delovno okolje. Predstavljeni

kvantitativni test prileganja je bolj objektivni, natančnejši, hitrejši in prijaznejši do uporabnikov od kvalitativnega testa prileganja.

Testi prileganja različnih respiratorjev so pokazali, da so rezultati odvisni od vrste in oblike respiratorjev in tudi od oblike obrazov testiranih oseb. Rezultati testov prileganja so bili bistveno slabši pri »mehkih« respiratorjih, ki se jih pritrdi z nenastavljivo elastiko za ušesi.

TUDI NAJBOLJŠA MASKA NAS NE ZAŠČITI, ČE NETESNI!

Za dodatne informacije in morebitno izvedbo kvalitativnega testa prileganja osebne varovalne opreme za zaščito dihal se obrnite na ZVD Zavod za varstvo pri delu d. o. o. Kontaktna oseba je Boštjan Podkrajšek, (bostjan.podkrajsek@zvd.si, tel. 01 585 5124 ali 031 395 538).