

N. Pejnović \*

# OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA ZA ZAŠTITU TIJELA

UDK 614.89

PRIMLJENO: 26.2.2015.

PRIHVAĆENO: 1.6.2015.

**SAŽETAK:** Tijekom radnog procesa korisnici zaštitne odjeće i obuće često su izloženi povišenim temperaturama, djelovanju otrovnih kemikalija i plinova. Za siguran rad u takvim akcidentnim situacijama potrebna je prikladna zaštitna odjeća. Odabir zaštitne odjeće treba se temeljiti na zahtjevima radnog procesa, odnosno procjeni rizika. Osim funkcionalnosti, zaštitna odjeća treba biti udobna za nošenje, zdravstveno i fiziološki prihvatljiva, te izrađena od prikladnih i kvalitetnih materijala. U radu su prikazane vrste osobne zaštitne opreme za zaštitu tijela i način njihove primjene, te preporuke dobre prakse. Zaštitna odjeća je mjera kvalitete života industrijskog društva.

**Ključne riječi:** zaštita kože, zaštitna odjeća, osobna zaštitna oprema, akcidentne situacije

## UVOD

Čovjek je svakodnevno izložen raznim nepovoljnim, teškim radnim i životnim uvjetima, a funkcija odjeće oduvijek je bila da štiti tijelo od vanjskih utjecaja. Novi koraci u sigurnosti zahtijevaju nove ideje i materijale u razvoju zaštitne odjeće. Primarna funkcija zaštitne odjeće je da stvara barijeru između čovjeka i okoline kako bi se regulirala tjelesna temperatura u odnosu na okolinu. Da bi bila djelotvorna s mogućnošću funkcionalne primjene, zaštitna odjeća mora biti ergonomski oblikovana u skladu s dinamički antropometrijskim uvjetima uporabe, a pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta (*Havenith i sur., 2004.*). Pri dizajnu i izradi zaštitne odjeće moraju biti u optimalnom omjeru zaštita, komfor, trajnost i cijena (*Parsons, 2000.*). Primarna

funkcija zaštitne odjeće je da djeluje kao barijera između čovjeka i njegovog okoliša i da regulira reakciju tijela na okoliš. Dizajn i izrada zaštitne odjeće temelji se na procjeni rizika i ima za cilj optimizirati potrebna svojstva, komfor, trajnost, održavanje i troškove.

Zbog zaštite organizma i dijelova tijela, osobama koje su za vrijeme rada izložene određenim vrstama opasnosti i štetnosti stavljaju se na raspolaganje sredstva osobne zaštite, odnosno zaštitna oprema ako se djelovanje opasnosti i štetnosti ne može drugim mjerama zaštite na radu otkloniti. Zaštitna odjeća svojim određenim svojstvima štiti tijelo od mogućih ozljeda. Udobnost i komfor odjeće direktna su posljedica mikroklimatskog stanja u međuprostoru između tijela i odjeće te karaktera raspodjele kontaktnog naprezanja i deformacija. Svojstva materijala na mjestu kontakta s kožom tijela moraju zadovoljiti niz tribološko fizioloških svojstava. Vrlo često zaštitna odjeća treba istovremeno osigurati više zaštitnih funkcija uz omogućavanje prirodnog disanja kože.

\*Natalija Pejnović, mag. ing. techn. text., (npejnovic@hzzzsr.hr), Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, Radoslava Cimermana 64a, 10000 Zagreb.

Uz velike troškove proizvodnje materijala važni parametri su otpornost na habanje, postojanost na kemikalije, otpornost na stvaranje statičkog elektriciteta, perivost, svi aspekti termičkog ponašanja, apsorpcija vlage i mogućnost stvaranja udobnosti materijala. Osobna zaštitna oprema za zaštitu tijela treba biti izrađena od odgovarajućih materijala, tako da budu komforna, lagana i udobna, te da ne smetaju prilikom kretanja.

Zaštitna odjeća za zaštitu tijela štiti osim radnika i proizvod od onečišćenja. To je naročito karakteristično u industrijama kao što su prehrambena i farmaceutska industrija.

Ako je radnik tijekom rada konstantno izložen štetnom utjecaju tehnoloških procesa (prljavštini, vlazi, visokoj temperaturi), mora imati na raspolaganju odgovarajuću zaštitnu odjeću, a to je:

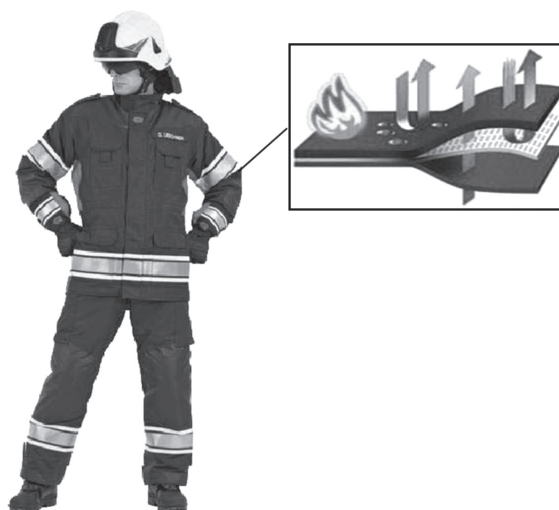
- odjeća od pamuka ili kepera u jednodijelnoj ili dvodijelnoj izvedbi (jakna i hlače) za rad s raznim sredstvima rada (strojevi, instalacije i sl.) i za rad u prljavštini i prašini,
- odjeća od impregniranog materijala - za komunalne djelatnosti (rad u kanalizacijskoj mreži, odvozu smeća, čišćenje ulica), pri plovidbi, ribarenju i druge djelatnosti,
- odjeća od materijala koji je otporan na otrovne i ngrizajuće tvari.

## ZAŠTITNA ULOGA ODJEĆE

Unatoč velikom razvoju tehnike i tehnologije, mnoga radna mjesta još su vrlo rizična i čovjek je često izložen nepovoljnim radnim uvjetima. U želji da se omogući što sigurnije radno djelovanje razvijena su vlakna i materijali koji štite čovjeka od mogućih opasnosti. Korisnici zaštitne opreme raznih zanimanja (vatrogasci, radnici u kotlovnica, zavarivači, radnici na naftnim platformama, pripadnici civilne zaštite) su tijekom obavljanja svojih radnih aktivnosti

izloženi raznim vanjskim utjecajima kao što su djelovanje topline, vatre, vode, statičkog elektriciteta, kemijskih sredstava, a također rade u uvjetima smanjene vidljivosti uz povećani fizički napor.

Kod proizvodnje zaštitne odjeće potrebno je uskladiti načine izrade sa svojstvima materijala koji pored funkcionalnosti i udobnosti štite korisnika od predviđene opasnosti. Razvoj potpuno novih tehnologija umjetnih vlakana usmjeren je na proizvodnju vlakana posebnih svojstava što omogućuje proizvodnju raznolikih materijala vrlo kompleksne građe s unaprijed zadanim svojstvima (slika 1).



Slika 1. Utjecajna obilježja tekstilnog materijala

Figure 1. Important characteristics of textile material

Skrb i želja da se čovjeku omoguće što sigurniji uvjeti rada rezultirali su razvojem novih vatrootpornih tekstila, odnosno tekstila smanjene zapaljivosti i gorivosti. Težište se postavlja na odgovarajuće vrste vlakana koja proizvode daju potrebna zaštitna svojstva, a da pri tom nisu suviše skupa, te da se mogu prerađivati u odjevne predmete zadovoljavajuće udobnosti i funkcionalnosti oblika. Vrlo često zaštitna odjeća treba istovremeno osigurati više zaštitnih funkcija uz omogućavanje prirodnog disanja kože. U Tablici 1. prikazana je klasifikacija parametara materijala za zaštitnu odjeću.

**Tablica 1. Klasifikacija parametara materijala za zaštitnu odjeću****Table 1. Classification of parameters for protective clothing materials**

Parametri materijala za zaštitnu odjeću		
Otpornost	Zaštita	Udobnost
Otpornost na cijepanje	Nepropusnost za čestice	Propusnost zraka
Otpornost na habanje	Nepropusnost za tekućine pod tlakom	Propusnost vodene pare
Otpornost na probadanje	Kemijska nepropusnost	Propusnost znoja
Otpornost na tlak		Težina „Osjet“

## NORME I PREPORUKE ZA IZBOR ZAŠTITNE ODJEĆE

Zaštitna odjeća je odjeća koja se nosi preko osobne odjeće ili je zamjenjuje, a dizajnirana je tako da pruži zaštitu od jedne ili više opasnosti (EN 340:2003, Zaštitna odjeća opći zahtjevi). Da bi bila djelotvorna s mogućnošću funkcionalne primjene, zaštitna odjeća mora imati sljedeća obilježja:

- univerzalna, s obzirom na konstrukcijsku izvedbu, jer nema podjele na mušku i žensku odjeću,
- izrađuje se u nekoliko odjevnih veličina koje omogućuju upotrebu u širokom rasponu statičkih antropometrijskih razmjera,
- ergonomski oblikovana u skladu s dinamički antropometrijskim uvjetima uporabe, a pri izvođenju aktivnosti mora osigurati udobnost kod nošenja i visok stupanj slobode pokreta,
- posebno dizajnirana, pri čemu su sagle dane sve mogućnosti uvjeta nošenja koji mogu nastati prilikom uporabe kao npr. nošenje alata, pribora, aparata za disanje i sl.

U skladu sa Zakonom o zaštiti na radu i pripadajućim pravilnicima poslodavac je dužan:

- procijeniti opasnosti i štetnosti, te rizike koji iz njih proistječu,
- eliminirati ili umanjiti opasnosti na izvoru,

- eliminirati ili umanjiti rizike kolektivnim mjerama,
- eliminirati ili umanjiti rizike administrativnim mjerama,
- odabrati prikladnu osobnu zaštitnu opremu nakon procjene realnih „preostalih rizika“.

Poslodavac na temelju procjene rizika za sigurnost i zdravlje pri radu određuje radna mjesta i poslove na kojima je obavezna uporaba zaštitne odjeće kao i njezine zaštitne parametre prema Pravilniku o izradi procjene rizika. Temeljni dokument za provođenje i primjenu osobne zaštitne opreme, pa tako i zaštitne odjeće je europska Direktiva 89/686/EEZ iz koje proizlaze osnovni zdravstveni i ergonomski zahtjevi:

- neškodljivost materijala,
- dizajn,
- udobnost,
- starenje.

Sva zaštitna odjeća treba biti označena. Oznake trebaju sadržavati informativni dio na službenom jeziku zemlje u kojoj se upotrebljava, pa je potrebno da se nalaze na samom proizvodu ili na etiketi pričvršćenoj na proizvodu na način da su vidljive i čitljive, te trebaju biti otporne na pranje. Oznake i piktogrami trebaju biti dovoljno veliki da omogućavaju dobru čitljivost.

Direktiva 89/686/EEZ odnosi se na osobnu zaštitnu opremu koja je obuhvaćena u tri skupine, označene kao kategorije I, II i III (slika 2). Kategorija I obuhvaća osobnu zaštitnu opremu jednostavne konstrukcije koja se upotrebljava kod zaštite od minimalnih rizika koje korisnik može identificirati sigurno i na vrijeme. Kategorija II čini osobnu zaštitnu opremu koja nije niti jednostavna niti kompleksna i obično se naziva zaštitnom opremom „srednje konstrukcije“. Osobna zaštitna oprema namijenjena je za pružanje „srednje“ razine zaštite. Kategorija III čini osobnu zaštitnu opremu kompleksne konstrukcije i namijenjena je za zaštitu od smrtnih opasnosti ili opasnosti koje mogu ozbiljno i nepovratno oštetiti zdravlje. Npr. osobna zaštitna oprema kompleksne konstrukcije za vatrogasce, radnike koji rukuju motornom pilom, za zaštitu od električne struje.



Slika 2. Kategorije osobne zaštitne opreme  
Figure 2. Categories of personal protective equipment

Prema općoj normi za zaštitnu odjeću HRN EN 340:2004 - Zaštitna odjeća – opći zahtjevi definirana je kao odjeća koja pokriva ili zamjenjuje osobnu odjeću i pruža zaštitu od jednog ili više rizika koji mogu ugrožavati sigurnost i zdravlje osoba na radu. Ova norma navodi piktograme, kao i odgovarajuće norme koje se primjenjuju kod zaštitne odjeće (Tablica 2). Ovakav tip odjeće upotrebljava se pri radu s otrovnim plinovima, u akcidentima s raspršenim kemijskim i

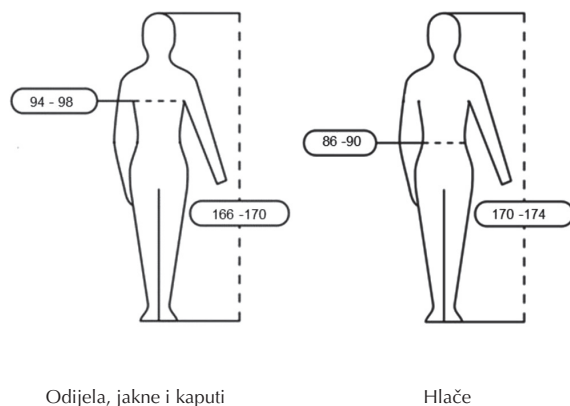
radioaktivnim tvarima. Kemijska zaštitna odjeća treba biti izrađena od visokoučinkovitih kvalitetnih materijala koji sprečavaju prolazak tekućih, krutih ili plinovitih agensa kroz odjeću do kože. Ona treba biti izrađena suvremenim tehnikama šivanja i spajanja kako bi i spojevi ostali nepropusni. U akcidentnim situacijama osobe koje nose kemijsku zaštitnu odjeću trebaju biti opremljene i zaštitnom maskom punog profila i/ili izolacijskim sustavom za disanje.

Tablica 2. Piktogrami za zaštitnu odjeću i područje zaštite

Table 2. Pictograms indicating the intended application of protective clothing

Piktogram	Područje zaštite	Piktogram	Područje zaštite
	Zaštita od zahvaćanja pokretnim dijelovima		Zaštita od posjekotina i uboda ručnim nožem
	Zaštita od hladnoće		Zaštita od radioaktivne kontaminacije
	Zaštita od kiše		Zaštita od mikroorganizama
	Zaštita od kemikalija		Zaštitna odjeća za vatrogasce
	Zaštita od statičkog elektriciteta		Upozoravajuća odjeća visoke uočljivosti
	Zaštita pri radu s motornom pilom		Odjeća za zaštitu pri radu s mlazom abraziva
	Zaštita od topline i plamena		Zaštitna odjeća (oprema) za vozače motocikla

Osnovni zdravstveni i ergonomski zahtjevi za zaštitnu odjeću prema HRN EN 340 su: neškodljivost, dizajn, udobnost, starenje, odnosno vijek trajanja odjeće, način označavanja odjeće, te što sve obuhvaćaju informacije proizvođača. Zaštitna odjeća mora biti obilježena oznakom veličine koja je temeljena na tjelesnim dimenzijama mjenjenim u centimetrima (tjelesna visina, opseg grudi i opseg struka - slika 3).



Slika 3. Primjeri označavanja veličina  
Figure 3. Examples of size designation

Deklaracija proizvoda – osobno zaštitno sredstvo za zaštitu tijela uključuje (HRN EN 340:2004):

- oznaku,
- veličinu,
- simbole za održavanje,
- obilježja materijala i odijela,
- područja uporabe,
- ograničenja kod uporabe,
- pravilnu uporabu,
- skladištenje,
- uništavanje poslije uporabe.

Metode testiranja zaštitne odjeće povezane su s metodama testiranja materijala (*Havenith i sur., 2004.*). Testovi odjeće obuhvaćaju test na udobnost, fiziološke karakteristike, zaštitu od hladnoće i topline, ergonomijski dizajn, pristalost, propusnost kiše/vlage i test visoke uočljivosti odjeće (*Parsons, 2000.*). Treba se posebno

dizajnirati, pri čemu su sagledane sve mogućnosti uvjeta nošenja koji mogu nastati prilikom upotrebe kao npr. nošenje alata, pribora, aparata za disanje i sl. Pri dizajnu i izradi zaštitne odjeće moraju biti u optimalnom omjeru zaštita, komfor, trajnost i cijena ([www.personalprotection.dupont.com](http://www.personalprotection.dupont.com)).

## PRIMJERI ZAŠTITNE ODJEĆE ZA ZAŠTITU OD POJEDINIH OPASNOSTI I ŠTETNOSTI

Zaštitna odjeća najčešće pruža više zaštitnih funkcija istovremeno, ali je podijeljena prema glavnoj odnosno osnovnoj zaštitnoj funkciji koju ima (slika 4). Prema funkciji zaštite, zaštitna odjeća može se podijeliti na sljedeće skupine (*Horvat i sur., 2009.*):

- tehnička zaštitna odjeća (uključujući zaštitu od mehaničkih opasnosti, zaštitu od antistatičkog naboja),
- kemijska i biološka zaštitna odjeća (uključujući i zaštitu od radiobioloških (RKB) agensa),
- toplinska zaštitna odjeća,
- odjeća za zaštitu od kiše i hladnoće (uključujući zaštitu od kiše, vjetra, hladnoće),
- vatrogasna odjeća (uključujući zaštitu kod strukturnih i šumskih požara).

Prije izbora zaštitnog odijela potrebno je što bolje procijeniti opasnosti i štetnosti za radnika na:

- određenom radnom mjestu,
- plin, tekućinu ili čestice,
- stalnu opasnost ili samo u slučaju „nezgode“,
- toksičnost kemikalije,
- izloženost temperaturi ili tlaku,
- mijenja li kemikalija fizikalne uvjete radnog prostora (temperatura, tlak),
- ostalo: mehanička otpornost, toplinska otpornost.



Slika 4. Podjela osobne zaštitne opreme za zaštitu tijela prema zaštitnoj funkciji

Figure 4. Types of personal protective equipment according to protective function

### Tehnička zaštitna odjeća

Ova zaštitna odjeća pruža mehaničku zaštitu, i to od zahvata pokretnih dijelova strojeva, presijecanja, te od letećih čestica. U tehničku odjeću ubraja se i upozoravajuća odjeća visoke vidljivosti, te antistatička odjeća.

Kako predvidivi uvjeti rada uključuju rizik od mogućih mehaničkih opasnosti u procesu rada koji se ne može otkloniti na drugi način, zaštitna odjeća mora imati određenu razinu otpornosti koja će zaštititi radnika ovisno o vrsti opasnosti. Norme koje se odnose na navedena područja su:

- a) Odjeća za zaštitu od zahvata gibajućih dijelova  
HRN EN 510:2001. – Zaštitna odjeća za primjenu na mjestima gdje postoji opasnost od zahvaćanja pokretnim dijelovima
- b) Odjeća za zaštitu od uboda i posjekotina  
HRN EN ISO 13998:2004 – Zaštitna odjeća – Pregače, hlače i prsluci za zaštitu od posjekotina i uboda ručnim noževima
- c) Oprema za zaštitu od uboda i posjekotina

HRN EN 381-5: 2003 – Zaštitna odjeća za korisnike ručnih motornih lančanih pila – Zahtjevi za štitnike za noge

HRN EN 381-11:2003 – Zaštitna odjeća za korisnike ručnih motornih lančanih pila – Zahtjevi za štitnike gornjih dijelova tijela.

### Odjeća za mehaničku zaštitu








Upozoravajuća odjeća visoke uočljivosti ima svrhu da se postigne uočljivost korisnika u opasnim situacijama danju, ali i noću. Ovu odjeću često nose radnici koji rade na prometnicama, lučki radnici, osoblje koje radi u zračnim lukama, vatrogasci itd. S obzirom na površinu uočljivog materijala, svrstana je u 3 klase uočljivosti, s time da klasa 3 pruža najveću uočljivost.

### Kemijska i biološka zaštitna odjeća

Kemijska zaštitna odjeća štiti radnika od štetnog učinka tekućih, krutih i plinovitih kemikalija. Često se kemijska zaštitna odjeća upotrebljava pri radu s otrovnim plinovima, u akcidentima s raspršenim kemijskim, biološkim i radioaktivnim tvarima. U akcidentnim situacijama osobe koje nose kemijsku zaštitnu odjeću trebaju biti opremljene i zaštitnom maskom punog profila i/ili izolacijskim sustavom za disanje (opremom za zaštitu respiratornog sustava uporabom aparata za disanje). S obzirom na trajnost koja ovisi o čvrstoći i vrsti materijala, dijeli se na odijela za trajnu uporabu, za ograničenu uporabu, te onu za jednokratnu uporabu.

Kemijska zaštitna odjeća treba biti izrađena od visokoučinkovitih kvalitetnih materijala koji sprečavaju prolazak tekućih, krutih ili plinovitih agensa kroz odjeću do kože i suvremenim tehnikama šivanja i spajanja kako bi i spojevi ostali nepropusni. S obzirom na namjenu, kemijska zaštitna odijela mogu se podijeliti na 6 tipova (Tablica 3).

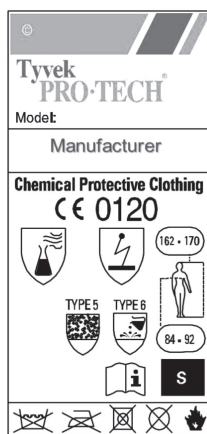
**Tablica 3. Piktogrami za kemijsku zaštitnu odjeću u skladu s EN 14605:2005****Table 3. Pictograms for chemical protective clothing, according to the EN 14605:2005**

	Piktogram	Tip	Opis	Norma
 Zaštita od kemikalija		1	Plinonepropusna odjeća	EN 943-1:2002 EN 943-2:2002
		2	Plinopropusna odjeća	EN 943-1:2002
		3	Nepropusno za tekuće kemikalije	EN 14605:2005
		4	Nepropusno za špricanje tekućina	EN 14605:2005
		5	Nepropusno za krute čestice	EN ISO 13982-1:2004
		6	Zaštita od manjeg razlijevanja tekućina i aerosola	EN 13034

Slika 5 prikazuje kombinezon za jednokratnu uporabu i primjer njegovog označavanja. To je kombinezon za jednokratnu uporabu izrađen od posebnog netkanog materijala šivan s posebnim šavovima koji su nakon toga prelijepljeni trakom. Ova odjeća pruža zaštitu od čestica i maglica, te niske razine aerosolnog zagađenja zasnovanog na vodotopljivim kemikalijama, a istodobno može štiti proizvođače od ljudske kontaminacije česticama kože, dlake i sl. Primjeri takve odjeće su zaštitni kombinezoni za uporabu u kemijskoj, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji.



a)



b)

Slika 5. Kombinezon (a) i etiketa Tyvek Classic (b)

Figure 5. Coveralls (a) and label Tyvek Classic (b)

Ako je radnik tijekom rada konstantno izložen biološkom ili štetnom utjecaju tehnoloških procesa (prljavštini, vlazi, visokoj temperaturi), mora imati na raspolaganju odgovarajuću zaštitnu odjeću, a to je:

- odjeća od pamuka ili kepera u jednodijelnoj ili dvodijelnoj izvedbi (jakna i hlače) za rad s raznim sredstvima rada (strojevi, instalacije i sl.) i za rad u prljavštini i prašini,
- odjeća od impregniranog materijala - za komunalne djelatnosti (rad u kanalizacijskoj mreži, odvozu smeća, čišćenje ulica), pri plovidbi, ribarenju i druge djelatnosti,
- odjeća od materijala koji je otporan na otrovne i nagrizajuće tvari (EN – 369).

Kemijska zaštitna odijela testirana su na propusnost za kemikalije u tekućem stanju. Kemijski proces gdje kemikalija prolazi kroz materijal na razini molekula uključuje:

- apsorpciju kroz kontaktnu površinu,
- probijanje kroz materijal,
- deapsorpciju od površine na drugoj strani.

Vrijednost probijanja:

- vrijednost probijanja opasne tekućine (težina opasne tekućine na površinu materijala u jedinici vremena),

- vrijeme probijanja (EN 369 ili EN 374-3),
- vrijeme koje je proteklo od kontakta opasne tekućine s vanjskom površinom do detekcije opasne tekućine na unutarnjoj površini zaštitnog materijala u vrijednosti probijanja: 1 mg/cm<sup>2</sup> za 60 min.

U Tablici 4 prikazane su veličine zaštitne odjeće za zaštitu od kemijskih i bioloških štetnosti. Tablica 4. prikazuje način određivanja ve-

ličina koje se kreću u rasponu od najmanje do najveće (od S do XXXL) na temelju izmjera visine tijela čovjeka i izmjera opsega grudi.

Na slici 6. prikazani su primjeri kemijske zaštitne odjeće s obzirom na trajnost uporabe. Kemijski zaštitni odjevni sustavi sastoje se od zaštitne maske i kape ili potkape koja štiti glavu, odijela ili kombinezona koji pokriva sve dijelove tijela, rukavice i čizme.

**Tablica 4. Veličine zaštitne odjeće DuPont**

**Table 4. Sizes of DuPont protective clothing**

Veličina	162 – 170	168 - 176	174 - 182	180 - 188	186 - 194	192 - 200
84 - 92	S					
92 - 100		M				
100 - 108			L			
108 - 116				XL		
116 - 124					XXL	
124 - 132						XXXL



a.



b.



c.



d.

*Slika 6. Primjeri kemijske zaštitne odjeće s obzirom na trajnost uporabe: a. plinonepropusni jednokratni kombinezon; b. Tyvek® jednokratni kombinezon; c. plinonepropusno odijelo ograničene upotrebe, tip 1A izrađeno od Tychem materijala; d. plinonepropusno trajno odijelo tip 1A izrađeno od materijala Viton/Butyl/Viton ili Viton Laminat (www.tehprojekt.com)*

*Figure 6. Types of chemical protective clothing with regard to use: a. gas-proof single use coveralls; b. Tyvek® single use coveralls; c. gas-proof coveralls of limited use, type 1A manufactured from Tychem material; d. gas-proof permanent coveralls, type 1A manufactured from material Viton/Butyl/Viton or Viton Laminat (www.tehprojekt.com)*



Pri oblačenju zaštitnog odijela koje se nosi za zaštitu od djelovanja radiobioloških agensa važno je pravilno navući odijelo kako ne bi došlo do njegovog oštećenja. Ispravno oblačenje zaštitnog odijela prikazano je na slici 7a ([www.safespec.dupont.co.uk](http://www.safespec.dupont.co.uk)). Na slici 7b. prikazano je pravilno skidanje zaštitnog odijela koje se nosi za zaštitu od djelovanja radiobioloških agensa.

ji nekoliko načina kojim toplina može ugroziti zdravlje i život radnika, a to su:

- kontakno (kondukcijski),
- konvekcijski,
- radijacijski (IC i MV zračenje),
- iznenadni kratkotrajni ili dulji kontakt s plamenom,



(a) Pravilno oblačenje zaštitnog odijela



(b) Pravilno skidanje zaštitnog odijela

Slika 7. Oblačenje i skidanje kemijskog zaštitnog odijela  
Figure 7. Donning and doffing chemical protective clothing

### Odjeća za zaštitu od topline i plamena

Toplinska zaštitna odjeća štiti radnika od jednog ili više vrsta topline, te je izrađena od materijala koji pružaju dobru toplinsku izolaciju, kao i ostala svojstva. Upotrebljava se na mnogim radnim mjestima (u rafinerijama, plinskoj industriji, ljevaonicama, industriji stakla, vatrogastvu, na nosačima zrakoplova, naftnim platformama, pripadnici civilne zaštite i sl.). Toplinska zaštitna odjeća treba biti izrađena od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te istovremeno mora biti nepropustan za vodu. Posto-

- prskanje/polijevanje rastaljenim ili užarenim materijalom i
- kombinacija navedenih utjecaja.

Zahtjevi koji se postavljaju za odjevni predmet su otpornost na ograničeno širenje plamena, smanjenje toplinskog toka, a time i smanjenje toplinske doze zračenja na površinu kože. Odjeća za zaštitu od topline i plamena uvijek se nosi kao vanjski sloj odjeće pa bi trebala biti dizajnirana tako da dobro pristaje i da je udobna. To znači da se kod dizajna uzimaju u obzir svi slojevi

odjeće koji se nose ispod vanjskog sloja. Zaštitna odjeća treba biti izrađena od materijala koji je otporan na visoke temperature i gorenje te istodobno nepropustan za vodu. Proizvođači materijala za zaštitnu odjeću za zaštitu od toplinskog zračenja i prskanja rastaljenih čestica materijala posljednjih godina postigli su veliki napredak, kako u kvaliteti, tako i u izvedbi krojeva.

### Odjeća za zaštitu od nevremena i hladnoće

Odjeća koja štiti od kiše i hladnoće upotrebljava se za zaštitu radnika koji rade na otvorenom u uvjetima niskih temperatura, gdje su radnici izloženi utjecaju vjetrova, kiše i snijega ili se upotrebljava pri radu u hladnjačama (slika 8).



*Slika 8. Zaštitna odjeća pri radu kod niskih temperatura*

*Figure 8. Protective clothing for protection against cold*

Zahtjeve za odjeću namijenjenu zaštiti od nevremena i hladnoće obrađuju tri europske norme:

- HRN EN 342:2005: Zaštitna odjeća - Kompleti i odjevni predmeti za zaštitu od hladnoće,
- HRN EN 343:2008: Zaštitna odjeća - Zaštita od kiše,
- HRN EN 14058:2005: Zaštitna odjeća - Odjevni predmeti za zaštitu od hladne okoline.

Odjeća za zaštitu od nevremena i hladnoće namijenjena je za zaštitu tijela radnika koji rade

na otvorenom prostoru, kao na primjer na gradilištima, cestama, u šumi, na brodovima i sl. Razina toplinske izolacije ove vrste odjeće bitno je viša od one koju pruža uobičajena zimska odjeća. Odjeća koja štiti od djelovanja velike hladnoće nosi se pri radu u hladnjačama, kao i pri radovima s malo kretanja u hladnim godišnjim dobima.

### Vatrogasna odjeća

Vatrogasna odjeća štiti vatrogasca pri gašenju požara, spašavanju ljudskih života, te sprečavanju štete na imovini i okolišu. Razlikujemo vatrogasnu odjeću za gašenje strukturnih požara i vatrogasnu odjeću za gašenje šumskih požara. Vatrogasci su danas sve više izloženi kemijskim i biološkim agensima, kao i utjecaju toksičnih industrijskih kemikalija i materijala prilikom akcidenta u kemijskoj, petrokemijskoj i farmaceutskoj industriji. U takvim akcidentnim situacijama vatrogasci trebaju biti opremljeni zaštitnom odjećom koja će im omogućiti odgovarajuću udobnost. Stoga zaštitna odjeća treba zadovoljiti zaštitu od kemijskih i bioloških štetnosti.

Zbog vanjskih utjecaja koji nastaju u akcidentnim situacijama i širenja požara, radna odjeća vatrogasaca treba zadovoljiti i zaštitu od ostalih ekstremnih uvjeta kao što su zaštita od:

- kiše i vode za gašenje,
- hladnoće,
- mehaničkih djelovanja,
- agresivnih i reaktivnih kemikalija,
- kemikalija opasnih za zdravlje, uključujući i kemijske suspenzije i otopine za RKB dekontaminaciju.

Uz velike troškove proizvodnje vatrootpornih materijala, važni parametri su otpornost na habanje, postojanost na kemikalije, otpornost na stvaranje statičkog elektriciteta, perivost, svi aspekti termičkog ponašanja, apsorpcija vlage i mogućnost stvaranja udobnosti materijala. Na slici 9. prikazani su primjeri odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i radiobioloških agensa namijenjenih vatrogascima.



Slika 9. Primjeri odjevnih sustava za zaštitu od djelovanja topline, plamena i RKB agensa  
Figure 9. Types of clothing for protection against the effects of heat, flame and NBC agents

## Njega i održavanje

Zaštitnu odjeću ovisno o ugrađenim materijalima i dodacima potrebno je pažljivo održavati i prati odnosno čistiti, pri čemu se treba držati uputa proizvođača. Simboli za njegu tekstila propisani su normom ISO 3758:2005 (Tablica 5). Zaštitna odjeća mora se odlagati u skladu s uputama proizvođača. Po isteku predviđenog vijeka trajanja ili nakon oštećenja kemijska zaštitna odjeća odlaže se u skladu s uputama proizvođača na kontrolirani deponij. Ispravan izbor zaštitne odjeće kao i njihovo prikladno skladištenje, održavanje i provjera važni su kriteriji za njihovu ispravnu funkciju.

Tablica 5. Simboli za njegu odjeće

Table 5. Symbols indicating textile care

Simbol	Postupak pranja	Simbol	Postupak pranja	Simbol	Postupak pranja
	najviša temperatura pranja 95° C normalni postupak		najviša temperatura pranja 50° C normalni postupak		najviša temperatura pranja 30° C normalni postupak
	najviša temperatura pranja 95° C blagi postupak		najviša temperatura pranja 50° C blagi postupak		najviša temperatura pranja 30° C blagi postupak
	najviša temperatura pranja 70° C normalni postupak		najviša temperatura pranja 40° C normalni postupak		najviša temperatura pranja 30° C vrlo blagi postupak
	najviša temperatura pranja 60° C normalni postupak		najviša temperatura pranja 40° C blagi postupak		ručno pranje najviša dopuštena temperatura 40° C
	najviša temperatura pranja 60° C blagi postupak		najviša temperatura pranja 40° C vrlo blagi postupak		zabranjeno pranje
Simbol	Strojno sušenje	Simbol	Izbjeljivanje	Simbol	Postupak kemijskog čišćenja
	dopušteno sušenje u bubnju normalna temperatura sušenja (70° C)		dopušteno bijeljenje svim oksidacijskim sredstvima		suho čišćenje u tetrakloretenu i svim ugljikovodicima na osnovi petroleja normalni postupak
	dopušteno sušenje u bubnju niža temperatura sušenja (50° C)		dopušteno bijeljenje sa sredstvima na osnovi kisika/bez primjene klora		suho čišćenje u tetrakloretenu i svim ugljikovodicima na osnovi petroleja blagi postupak
	zabranjeno sušenje u bubnju		nije dopušteno bijeljenje		čišćenje u ugljikovodicima na osnovi petroleja normalni postupak
Simbol	Prirodni postupak sušenja	Simbol	Postupak glačanja	Simbol	Postupak kemijskog čišćenja
	u obješenom stanju, prethodno ocijeđeno		glačanje s najvišom temperaturom glačala 200° C		nije dopušteno kemijsko čišćenje
	u obješenom stanju, bez prethodnog cijedenja		glačanje s najvišom temperaturom glačala 150° C		profesionalno čišćenje vodom normalni postupak
	položeno na horizontalnu površinu		glačanje s najvišom temperaturom glačala 110° C		profesionalno čišćenje vodom blagi postupak
	sušenje u sjeni		nije dopušteno glačanje		profesionalno čišćenje vodom vrlo blagi postupak

## ZAKLJUČAK

Zaštita radnika na radnom mjestu provodi se zakonsko-administrativnim, organizacijskim, tehničkim, osobnim i medicinskim mjerama. Obveza je poslodavca prema pravnoj regulativi osigurati radnicima osobnu zaštitnu opremu u slučaju ako se organizacijskim i tehničkim mjerama isto nije moguće, a radnik je dužan upotrebljavati propisanu osobnu zaštitnu opremu. Svako zaštitno odijelo koje je isporučeno i primijenjeno mora imati dokaz da je proizvod ispitan, te zadovoljava odgovarajuće propise i norme. Svu zaštitnu odjeću za trajnu uporabu treba redovito čistiti u skladu s uputama i preporukama proizvođača, te odložiti na odgovarajuće mjesto. Ako se radi o odjeći za jednokratnu uporabu, nakon uporabe potrebno ju je zbrinuti na odgovarajući način. Zaštitna odjeća svojim određenim svojstvima štiti tijelo od mogućih ozljeda, ujedinjujući aktivna i pasivna stajališta sigurnosti.

## LITERATURA

Bishop, P., Ray, P., Reneau, P.: A review of the ergonomics of work in the US military chemical protective clothing, *Int. J. of Industrial Ergonomics*, 15, 1995., 271-283.

Bishop, P., Gu, D., Clapp, A.: Climate under impermeable protective clothing, *Int. J. of Industrial Ergonomics*, 25, 2000., 233-238.

Buldum, A., Clemons, C., Evans, E.A.: Coating growth on nanofibers: Multiscale modeling, simulation and experiments, *Nanotech*, 3, 2004., 346-349.

Council Directive 89/686/EEC of 21 December 1989 on the approximation of the laws of the Member States relating to personal protective equipment, dostupno na: <http://eur-lex.europa.eu>, pristupljeno: 15.1.2015.

Dragčević, Z., Hursa, A.: Zaštitna odjeća i obuća u akcidentnim situacijama, *8. Znanstveno-stručno savjetovanje tekstilna znanost i gospodarstvo*, 26. siječnja 2015., Zagreb.

EN 366 - *Protective clothing*. Protection against heat and fire. Method of test: evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat, 1992.

EN 367 - *Protective clothing*. Protection against heat and fire. Method of test: evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat, 1993.

Gibson, P.W., Schreuder-Gibson, H.L., Rivin, D.: Electrospun fiber mats: Transport properties, *AIChE Journal*, 45, 1999., 1, 190-195.

Goldner, R.B., Wong, K.K., Haass, T.E.: One-dimensional, diffusion into a multilayer structure. An exact solution for a bilayer, *J. of Appl. Phys.*, 72, 1992., 10, 4674-4676.

Goldman, R. F., Kampmann, B.: *Handbook of Clothing*, 2nd Edition, Research Study Group 7 on Bio-Medical Research Aspects of Military Protective Clothing, 2007.

Havenith, G., Heus, R.: A test battery related to ergonomics of protective clothing, *Appl. Ergonomics*, 35, 2004., 1, 3-20.

Horvat, J., Regent, A.: *Osobna zaštitna oprema*, Veleučilište u Rijeci, Rijeka, 2009.

HRN EN 340:2004: *Zaštitna odjeća - opći zahtjevi*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2004.

HRN EN 342:2005: *Zaštitna odjeća - Kompleti i odjevni predmeti za zaštitu od hladnoće*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2005.

HRN EN 343:2008: *Zaštitna odjeća - Zaštita od kiše*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2008.

HRN EN 348:2001: *Zaštitna odjeća - Određivanje ponašanja materijala kod udara malih prskotina rastaljenog metala*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2001.

HRN EN 348:2001/AC:2005: *Zaštitna odjeća - Ispitna metoda: Određivanje ponašanja materijala kod udara malih prskotina rastaljenog metala*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2001.

HRN EN 381-1:2001: *Zaštitna odjeća za radnike koji rukuju motornim pilama - I dio.: Oprema*

ma za ispitivanje otpornosti na zarezivanje motornom pilom, Hrvatski zavod za norme, Zagreb, 2001.

HRN EN 342:2005: Zaštitna odjeća -- Kompleti i odjevni predmeti za zaštitu od hladnoće (EN 342:2004).

HRN EN 343:2008: Zaštitna odjeća -- Zaštita od kiše (EN343:2003+A1:2007).

HRN EN 14058:2005: Zaštitna odjeća -- Odjevni predmeti za zaštitu od hladne okoline (EN 14058:2004).

HRN EN 510:2001: Specifikacija za zaštitnu odjeću za primjenu na mjestima gdje postoji opasnost od zahvaćanja pokretnim dijelovima (EN 510:1993.)

ISO 3758:2005 – Textiles Care labelling code using symbols.

Kirin, S.: Stanje i normizacija zaštitne odjeće, *Tekstil*, 51, 2002., 5, 230-237.

Kurtz, J.: *Laundrying in the prevention of skin infections, in Textiles and the Skin*, Krager, Basel, 2003., 64-81.

Lavastir, GP.: Wet cleaning, *Deterg March*, 5, 2007., 5, 28-37.

Parsons, K. C.: Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models, *Appl. Ergonomics*, 31, 2000., 6, 581-594.

Pejnović, N. i sur.: Zaštitna odjeća u primjeni, 5. međunarodni stručno-znanstveni skup „Zaštita na radu i zaštita zdravlja“, 17.-20. 9. 2014., Zadar.

Popis hrvatskih norma za osobnu zaštitnu opremu, N.N., br. 110/09.

Pravilnik o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme, N.N., br. 89/10.

Pravilnik o uporabi osobnih zaštitnih sredstava, N.N., br. 39/06.

Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti kemijskim tvarima na radu, N.N., br. 155/08.

Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti biološkim agensima pri radu, N.N., br. 155/08.

Pravilnik o izradi procjene rizika, N.N., br. 112/14.

Regent, A.: Analiza prijelaznih i završnih odredbi Pravilnika o stavljanju na tržište osobne zaštitne opreme, *Sigurnost*, 51, 2009., 3, 215-222.

Schliemann, S., Elsner, P. (ed.): *Skin Protection: Practical Application in the Occupational Setting*, Karger, Basel, 2007.

Scott, R. A. (ed.): *Textiles for protection*, GBR: Woodhead Publishing, Cambridge, 2005.

Sobera, M.P., Kleijn, C.R., Van den Akker, H.E. A., Brasser, P.: Convective heat and mass transfer to a cylinder sheathed by a porous layer, *AIChE Journal*, 49, 2003., 2, 3018-3028.

Stolwijk, J.A.J.: *A mathematical model of physiological temperature regulation in man*, NASA, Cr-1855, 1971.

Zakon o radiološkoj i nuklearnoj sigurnosti, N.N., br. 141/13.

Zakon o zaštiti na radu, N.N., br. 71/14., 118/14., 154/14.

Zakon o zaštiti od požara, N.N., br. 92/10.

### **PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT FOR BODY PROTECTION**

*SUMMARY: During work process the human body is exposed to numerous dangers and harms such as high temperatures, exposure to toxic chemicals and gases, etc. Thus, safe work requires the use of suitable protective clothing. Most injuries and ensuing financial costs can be reduced or entirely avoided by using appropriate protective clothing. The selection of protective clothing should be determined by the conditions of the work process and the assessment of the corresponding risks. In addition to being functional, protective clothing should be comfortable to wear, it should satisfy health and physiology criteria, and be manufactured from suitable, high-quality materials. This paper describes the types of protective personal equipment for the protection of the body and how they are used, as well as recommendations for good practice. Protective clothing may be regarded as one of the measures of the quality of life in industrial societies.*

**Key words:** *skin protection, protective clothing, personal protective equipment, accident situations*

*Subject review  
Received: 2015-02-26  
Accepted: 2015-06-01*