

RAD NA OTVORENOM U UVJETIMA NISKIH TEMPERATURA



Hrvatski zavod za javno zdravstvo
Radoslava Cimermana 64a, Zagreb, Hrvatska

www.hzjz.hr; e-mail: medicina.rada@hzjz.hr

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
2. UTJECAJ HLADNOĆE NA RADNIKA	4
3. WIND CHILL INDEKS (TEMPERATURA) WCTI	5
4. ODJEĆA ZA RAD U NEPOVOLJNIM MIKROKLIMATSKIM UVJETIMA	9
4.1. Odjeća	9
4.2. Pokrivala za glavu	10
4.3. Obuća i čarape	10
4.4. Zaštitne rukavice	11
5. ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA NISKOJ TEMPERATURI	11
5.1. Lokalne promjene	11
5.1.1. <i>Lokalne promjene kod kojih ne dolazi do smrzavanja tkiva</i>	11
5.1.2. <i>Lokalne promjene sa smrzavanjem tkiva</i>	12
5.2. Opće promjene.....	15
5.3. Ostala zdravstvena stanja	15
6. PREPORUKE	15
6.1. Organizacija rada	16
6.2. Osposobljavanje radnika za rad na siguran način	16
6.3. Praćenje uvjeta rada	16
6.4. Prikladna radna odjeća	17
6.5. Prevencija zdravstvenih tegoba povezanih s radom na hladnoći	17
7. LITERATURA	18

1. UVOD

Određeni poslovi kao što su poslovi u građevinarstvu, ribarstvu, sječa šuma, hitne intervencije (na cestama, dalekovodima, plinovodima,...) i dr. svuda u svijetu pa i kod nas se obavljaju u zimskom periodu na otvorenom, u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima pri niskim temperaturama, uz vjetar i padaline.

U hrvatskom zakonodavstvu iz područja zaštite na radu nisu propisani minimalni zahtjevi u pogledu uvjeta rada radnika na otvorenom u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima, a koje bi poslodavci trebali osigurati u cilju zaštite zdravlja i sigurnosti radnika na radu. Isto tako nije propisano pri kojim mikroklimatskim uvjetima bi poslodavac trebao obustaviti radove jer postoji realna opasnost po život i zdravlje radnika.

Na osnovu preporuka nacionalnih institucija Kanade koje imaju veliko iskustvo u organizaciji rada na otvorenom pri niskim temperaturama izrađene su ove preporuke (smjernice) prvenstveno za poslodavce, a onda i za radnike koji obavljaju poslove na otvorenom pri niskim temperaturama.

Čimbenici koji utječu na uvjete rada na otvorenom

Klima nekog manjeg prostora koja je značajno različita od klime regije u kojoj se promatrano područje nalazi naziva se mikroklima. U mikroklimatske čimbenike spadaju temperatura, relativna vlažnost zraka, brzina kretanja zraka i sunčeva radijacija.

Temperatura je fizikalna veličina kojom se izražava toplinsko stanje neke tvari, a izražava se najčešće u °C i °F. Ovdje nam je važna **temperatura zraka**, a mjerenje se obavlja **termometrom**.

Vlažnost predstavlja ukupnu količinu vodene pare u atmosferi. Mjeri se relativna vlaga zraka koja se izražava u postocima (%), a pokazuje odnos između količine vodene pare koja stvarno postoji u zraku u nekom trenutku i maksimalne količine vodene pare koju taj zrak može primiti da bi bio zasićen. Topliji zrak može primiti puno više vlage od hladnog zraka pa se u hladnom periodu javlja rosa. Vlažnost zraka se mjeri higrometrom.

Brzina vjetra (v) po definiciji je put (s) zračne struje u jedinici vremena (t)

$$v = \frac{s}{t}$$

Brzina vjetra izražava se u m/s ili km/h, a mjeri se anemometrom. Ako nemamo instrumenata za mjerenje brzine vjetra tada njegovu jačinu procjenjujemo prema efektu koji izaziva na objektima i u prirodi:

- 8 km/h: lagano pomicanje zastave
- 16 km/h: zbog brzine vjetra zastava je potpuno otvorena
- 24 km/h: vjetar podiže papire sa tla

- 32 km/h: vjetar odiže i otpuhuje snijeg sa tla

Jačina se vjetra određuje prema Beaufortovoj skali čiji je raspon od 0-12 Bf [1], što se vidi iz tablice 1.

Tablica 1. Brzine i oznake vjetra

VJETAR		
BRZINA VJETRA		OZNAKA VJETRA
Bofora (Bf)	Kilometara/sat (km/h)	
0	< 1	TIŠINA (dim se okomito diže uvis)
1	1-5	LAHOR
2	6-11	POVJETARAC
3	12-19	SLABI VJETAR
4	20-28	UMJERENI VJETAR
5	29-38	UMJERENO JAKI
6	39-49	JAKI
7	50-61	ŽESTOKI
8	62-74	OLUJNI VJETAR
9	75-88	JAKI OLUJNI VJETAR
10	89-102	ORKANSKI
11	103-117	JAKI ORKANSKI
12	> ili =118	ORKAN

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod http://prognoza.hr/prognoze.php?id=jadran_h¶m

Stupnjevi bofora	Opis vjetra	Glavni učinci vjetra na kopnu	Brzina (km/h)	Brzina (m/s)
0	tišina	dim se diže okomito uvis	0-1	0-0,2
1	lahor	smjer vjetra zapaža se po dimu	1-5	0,3-1,5
2	povjetarac	vjetar se osjeća na licu, vjetrulja se pokreće	6-11	1,6-3,3
3	slab vjetar	lišće i grančice stalno se njišu	12-19	3,4-5,4
4	umjeren vjetar	vjetar podiže prašinu i pokreće manje grane	20-28	5,5-7,9
5	umjereno jak vjetar	tanja lisnata stabla počinju se njihati	29-38	8,0-10,7
6	jak vjetar	pokreću se velike grane, čuje se zujanje telefonskih žica	39-49	10,8-13,8

7	žestok vjetar	njišu se cijela stabla, hodanje otežano	50–61	13,9–17,1
8	olujni vjetar	vjetar lomi grane na drveću	62–74	17,2–20,7
9	Jak olujni vjetar	nastaju laka oštećenja na zgradama	75–88	20,8–24,4
10	orkanski vjetar	velike štete na zgradama, čupa drveće iz zemlje	89–102	24,5–28,4
11	jak orkanski vjetar	velika razaranja	103–117	28,5–32,6
12	orkan	katastrofalna razaranja	>118	32,7–36,9

Beaufortova ljestvica je 1874. prihvaćena za međunarodnu upotrebu.[1] Kao jedinica za brzinu vjetra upotrebljavala se u pomorstvu.

Beaufortova ljestvica je 1946. proširena s 12 na 17 stupnjeva. Stupnjevi 13 - 17 se koriste samo u posebnim slučajevima, kao na primjer kod tropskih ciklona. Danas se proširena ljestvica koristi samo u Kini i na Tajvanu, a Svjetska meteorološka organizacija i dalje definira ljestvicu s 12 stupnjeva i ne daje preporuke za proširenu ljestvicu. [5] Ljestvica se danas u meteorologiji rijetko upotrebljava.[1]

Brzina vjetra po Beaufortovoj ljestvici iz 1946. određena je iskustveno po jednadžbi:

$$v = 0,836 \cdot Bf^{3/2}$$

gdje je: v - brzina vjetra (m/s) na 10 metara iznad površine mora i Bf broj iz Beaufortove ljestvice ili bofor.

Prilikom izvođenja radova na otvorenom pri niskim temperaturama glavni utjecaj na radnika ima **temperatura i brzina vjetra**.

2. UTJECAJ HLADNOĆE NA RADNIKA

Pri obavljanju radnih zadataka na otvorenom, u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima pri niskoj temperaturi i vjetru, radnik je dodatno opterećen obzirom na složenost posla koji obavlja, te obvezu korištenja osobne zaštitne opreme zbog rizika kojima je izložen na radnom mjestu. Zbog toga rad u hladnim uvjetima može dovesti do nižeg radnog učinka i veće opasnosti od ozljeda na radu i bolesti u svezi s radom. Hladnoća uzrokuje smanjenje mentalnih i fizičkih sposobnosti zbog gubitka osjetljivosti i spretnosti prstiju što povećava rizik od nastanka ozljeda na radu.

Za radnike koji su duže vrijeme pri radu izloženi niskim temperaturama i vjetru povećana je opasnost od nastanka ozeblina (smrzotina) i pothlađivanja (hipotermije).

Poslodavac je obvezan, sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu, poduzeti mjere za osiguranje uvjeta rada pri kojima će radnici kvalitetno obaviti radne zadatke a da im pri tom nije ugrožena sigurnost i zdravlje zbog nepovoljnih mikroklimatskih uvjeta u kojima rade.

3. WIND CHILL INDEKS (TEMPERATURA) WCTI

Analizu uvjeta rada na otvorenom pri niskim temperaturama najpreciznije možemo odrediti pomoću tzv. Wind chill indeksa.

Wind chill indeks – je temperatura koju ljudi „osjećaju“ kada se nalaze na otvorenom (osjećajna temperatura), pri temperaturi od 10°C i nižoj i brzini vjetra većoj od 4,8 km/h [2].

Izražava se u stupnjevima celzijusa (°C) i ne utječe na temperaturu objekata [2].

U tablici 2. možemo očitati vrijednosti wind chill indeksa pri temperaturama zraka od + 5 °C do - 50 °C i brzinama vjetra od 5 km/h do 75 km/h [3].

Wind chill indeks je standardiziran indeks. Standard je prihvatila i Republika Hrvatska kao HRN ISO 11079:2008 - *Ergonomija toplinskog okoliša – Određivanje interpretacije stresa prouzročenog hladnoćom za uporabu zahtjevne izolacijske odjeće (IREQ) i lokalnih učinaka ohlađivanja.*

Najjednostavniji primjer objašnjenja wind chill indeksa je primjer iz priobalnih krajeva kada puše bura. Prilikom puhanja bure naša „osjećajna“ temperatura je znatno niža od stvarne termometarske temperature što je vidljivo iz tablice 2.: ukoliko je temperatura zraka -5 °C, brzina vjetra 75 km/h, tada je „osjećajna,, temperatura (wind chill temperatura) - 17 °C

Formula za izračunavanje wind chill indeksa:

$$W = 13,12 + 0,6215 \times T_{\text{air}} - 11,37 \times V_{10\text{m}}^{0,16} + 0,3965 \times T_{\text{air}} \times V_{10\text{m}}^{0,16}$$

Gdje su:

W = wind chill temperatura

T_{air} = temperatura zraka u °C

V_{10m} = brzina vjetra na 10 metara visine (standardna visina anemometra), u kilometrima na sat (km/h)

Wind chill temperatura temelji se na „modelu osjeta ljudskog lica“. Ljudsko lice izabrano je jer je najizloženije utjecaju niskih temperatura. „Model osjeta ljudskog lica“ temelji se na teoriji prijenosa topline sa površine kože u okoliš za vrijeme hladnog i vjetrovitog vremena.

Brzina vjetra mjeri se anemometrom postavljenim na visinu od 10 m, međutim dobivena vrijednost se korigira faktorom 2/3, jer je dogovorom uzeto da se ljudsko lice nalazi

na visini 1,5 m od tla (ta vrijednost je uračunata u formulu). U formulu je uračunata normalna brzina kretanja izložene osobe od 4,8 km/h kao konstanta.

Nedostatak wind chill formule je što nije uzeto u obzir sunčevo zračenje, međutim za sasvim sunčanog dana wind chill indeks dobiven mjerenjem moramo uvećati za 8 - 10 jedinica (standard HRN ISO 11079:2008 - *Ergonomija toplinskog okoliša – Određivanje interpretacije stresa prouzročnog hladnoćom za uporabu zahtjevne izolacijske odjeće (IREQ) i lokalnih učinaka ohlađivanja*).

Wind chill za temperaturu od +5°C do -50°C												
T zraka (°C)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V ₁₀ (km/h)	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79

70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80

Tablica 2. Wind chill temperatura od + 5 °C do – 50 °C

Procjena rizika od smrzotina

Nizak rizik za smrzotine u većine ljudi
Povećan rizik za smrzotine kod većine ljudi tijekom izloženosti 10 - 30 minuta
Visok rizik za smrzotine kod većine ljudi tijekom izloženosti 5-10 minuta
Visok rizik za smrzotine kod većine ljudi tijekom izloženosti 2-5 minuta
Visok rizik za smrzotine kod većine ljudi tijekom izloženosti ispod 2 min.

Izvor: „Environment Canada Wind Chill Chart“ ;
 (<http://www.ohcow.on.ca/clinics/windsor/docs/workplaceconcernsseminars/windchillchart.pdf>) [3]

Tablica 3.: Opasnosti od hladnoće i mjere zaštite

Wind chill (°C)	Rizik	Udobnost preventivne mjere
4 do -9	Nizak rizik	Blago povećanje neudobnosti. Obući se toplo uključujući kapu i rukavice.
-10 do -25	Povećan rizik	Neudobnost. Rizik od hipotermije ukoliko je radnik izložen duže vrijeme bez adekvatne odjeće i obuće. Nositi višeslojnu odjeću kod koje je vanjski sloj vjetrootporn. Nositi kapu, šal, rukavice i toplu vodonepropusnu odjeću. Omogućiti pauze za zagrijavanje.
-26 do -45	Visok rizik	Rizik od ozeblina i smrzotina: Provjeriti najizloženije dijelove tijela (lice, nos, uši) na utrnulost i bljedilo. Rizik od hipotermije ukoliko je radnik izložen bez odgovarajuće odjeće ili skloništa od vjetra i hladnoće. Nositi višeslojnu odjeću kod koje je vanjski sloj vjetrootporn. Prekriti najizloženije dijelove tijela. Nositi kapu, šal, rukavice, potkapu i toplu vodonepropusnu odjeću. Biti fizički aktivan. Uzimati češće pauze za zagrijavanje.
-46 do -59	Vrlo visok rizik	Vanjske aktivnosti ograničiti na vrlo kratak period. Vrlo visok rizik od hipotermije.
-60 i više	Ekstremno visok rizik	Ne izlaziti van, ostati u skloništu.

Izvor: The Ontario Weather Page, (<http://www.ontarioweather.com/winter/safety/windchill.asp>) [4]

U prisutnosti vjetra, sloj zraka uz kožu neprestano se nadomješta novim zrakom, mnogo brže nego inače pa se i gubitak topline vođenjem (kondukcijom) povećava. Vjetar brzine 6 km/h rashlađuje dva puta jače od vjetra brzine 1,5 km/h. Ukoliko brzina vjetra premašuje 10 km/h, neće se proporcionalno povećavati rashlađivanje tijela jer kada vjetar snizi temperaturu kože do temperature samog zraka, izdvajanje topline neće se povećati bez obzira na daljnje povećanje brzine vjetra [5].

Gubitak topline ovisit će tada o brzini kojom unutarnja topline pristiže do kože [6].

Rizik za nastajanje lokalne smrztotine kože u ovisnosti je od brzine vjetra i temperature zraka [7].

Wind chill indeks se može odrediti putem wind chill kalkulatora koji se nalazi na stranicama „Environment Canada“ – https://weather.gc.ca/windchill/wind_chill_e.html

Uređaj za mjerenje wind chill indeksa sastoji se od sljedećih senzora:

- anemometra (mjeri brzinu vjetra)
- termometra (mjeri temperaturu)
- higrometra (mjeri relativnu vlagu)

Na mjernom uređaju (LCD zaslonu) očitavaju se sljedeće vrijednosti:

- brzina vjetra (m/s, ft/min, km/h, mph, čvorovi, beaufort)
- temperatura (°C, °F)
- relativna vlaga (%)
- barometarski tlak (hPa/mbar)



Slika 1. Uređaj za mjerenje wind chill indeksa

4. ODJEĆA ZA RAD U NEPOVOLJNIM MIKROKLIMATSKIM UVJETIMA

Zaštitna odjeća za rad u nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima pri niskim temperaturama na otvorenom treba se odabirati prema određenim faktorima:

- vremenski uvjeti (temperatura, vjetar, kiša, snijeg)
- intenzitet i trajanje aktivnosti
- vrsta posla koji se obavlja.

Ukoliko se ne uzmu u obzir navedeni faktori pri odabiru odjeće, radnik može biti nedovoljno zaštićen od hladnoće ili pak može doći do pretjeranog znojenja pri radu koje će povećati negativan utjecaj niskih temperatura na tijelo.

Zaštitna odjeća se dijeli prema dijelovima tijela koje štiti od hladnoće na:

- odjeću
- pokrivala za glavu
- obuću i čarape
- rukavice

4.1. Odjeća

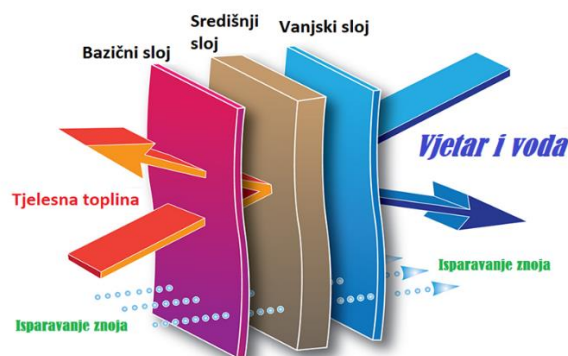
Ljudsko tijelo tijekom fizičkih napora proizvodi veliku količinu energije. Velik dio proizvedene energije je toplinska energija – približno tri četvrtine, pa je potrebno pobrinuti se oko reguliranja tjelesnih potreba pri oslobađanju te energije kako bismo zadržali zdravlje organizma u balansiranoj mikroklimi stvorenoj takvim okolnostima.

PRAVILO TRI SLOJA

Pravilo troslojnog oblačenja tokom napora u hladnijem dijelu godine polazi od činjenice da je osnova održanje tjelesne temperature ujedno i osnova zdrave aktivnosti i ugone koja je treba pratiti.

To postizemo korištenjem odjeće koja ima sposobnost prijenosa vlage (znoja) od kože prema vanjskoj površini odjeće, kako bi površina kože ostala suha i tako mogla sačuvati tjelesnu temperaturu.

Razlikuju se tri sloja odjeće: bazični (intimni), srednji i vanjski.





- Bazični sloj odjeće (intimni sloj)

- mora biti sposoban upiti što veću količinu znoja, zadržati antibakterijska svojstva i biti ugodan u dodiru sa kožom. Može biti izveden na više načina (bešavno tkanje, mrežasto tkanje itd.), od materijala posebno namijenjenih za tu vrstu rublja, u što se ubrajaju i materijali sa udjelom ugljičnih vlakana ili poliuretanskih slojeva zbog zaštite od prodora vjetra i odlične antistatičke zaštite.

Izbor intimnog sloja ovisi o vremenskim uvjetima, a u ponudi je rublje načinjeno od laganih superelastičnih materijala za umjereno tople ili tople dane, preko rublja od tehničkih materijala za teže napore i hladnije dane. Takvi komadi odjeće izvrsno odvođe znoj od kože i čuvaju toplinu tijela, a kožu od mogućih mehaničkih oštećenja zbog omekšane površine kože koja nastaje znojenjem.



- Središnji sloj odjeće (ostvaruje izolaciju: pulloveri, majice, hlače)

Taj sloj odjeće funkcionira kao toplinski izolator između tijela i vanjskog sloja odjeće, čuva toplinsku energiju tijela ali i dozvoljava polagano prozračivanje koje ubrzava isparavanje znoja s unutarnjeg sloja odjeće i tako pomaže u očuvanju osjećaja suhoće.

Izbor srednjeg sloja ovisiti će o dnevnim okolnostima, pa za hladnije dane treba izabrati majice i hlače od termo materijala.



- Vanjski sloj odjeće (jakne)

Treći, vanjski sloj je najvažniji u ulozi obrane od prodora kiše, vjetra ili snijega. U tako nepovoljnim uvjetima prijetnja zdravlju i tjelesnim mogućnostima je vrlo bliska ukoliko vanjski sloj ne uspije zaštititi tijelo od naglog i dugotrajnog gubitka energije. Ti se slojevi najčešće proizvode iz laminiranih membranskih materijala.

Slika 2. Odjeća

Odjevni predmeti koji služe za zaštitu od pothlađivanja tijela koriste se za zaštitu od lokalnog hlađenja tijela pri umjereno niskim temperaturama do - 5 °C. Takva vrsta odjevnih

predmeta koristi se kao dodatak osobnoj zaštitnoj odjeći u hladnim radnim uvjetima. Razina zaštite koju ova odjeća može pružiti ovisi o aktivnostima radnika, ostaloj odjeći na tijelu i faktorima okoliša.

Norma HRN EN 14058 - Odjevni predmeti za zaštitu od hladne okoline; definira zahtjeve i ispitne metode za performanse odjevnih predmeta kao što su prsluci, jakne, hlače koji služe za zaštitu od pothlađivanja tijela.

U skladu sa zahtjevima norme definira se osnovni i jedini zahtjev: - toplinska otpornost (3 klase)

Dodatni zahtjevi koji su neobavezni a određuju se po kriterijima norme HRN EN 342:2017 su: - propusnost zraka/otpornost, - sposobnost propuštanja vlage.

EN 14058



a b c d

- a - toplinski otpor (1 do 3)
- b - propusnost zraka (1 do 3)
- c - vodonepropusnost (1 ili 2)
- d - rezultatna efektivna toplinska izolacija
- e - efektivna toplinska izolacija

Norma HRN EN 342:2004 – Zaštitna odjeća: kompleti i odjevni predmeti za zaštitu od hladnoće - propisuje zahtjeve koje mora ispunjavati zaštitna odjeća za zaštitu od temperature niže od -5°C. Kod dugotrajnog izlaganja hladnoći treba izbjegavati pojavu znojenja korisnika, budući da će apsorbirana vlaga postupno smanjivati izolacijska svojstva odjeće. Stoga je važno odabrati primjerenu vrstu odjeće ovisno o radnim uvjetima koja će biti u mogućnosti eliminirati akumuliranu vlagu i toplinu unutar odjeće pomoću podesivih otvora i otkopčavanjem umjesto pasivnom difuzijom kroz slojeve odjeće.

Prilikom rada na niskim temperaturama preporučuje se nošenje više slojeva odjeće zbog bolje zaštite od hladnoće. Zrak između slojeva odjeće boljih je izolacijskih svojstava nego što ih pruža sama odjeća. Slojevita odjeća omogućava radniku skidanje pojedinog sloja ukoliko dođe do prekomjernog zagrijavanja i znojenja.

EN 342



a b c

- a- rezultatna efektivna toplinska izolacija
- b- efektivna toplinska izolacija (opcija)
- c - propusnost zraka (1 do 3)
- d - vodonepropusnost (opcija)

4.2. Pokrivala za glavu

Gotovo 50 % tjelesne topline može se izgubiti kroz nepokrivene dijelove glave i vrata ukoliko se ne koriste **pokrivala za glavu**. Vunena pokrivala ili potkape mogu smanjiti prekomjeran gubitak topline. Potkape i marame izuzetno su korisni dodaci koji se nose ispod kacige radi zaštite sinusa i ušiju od hladnoće te radi upijanja znoja [8].



Slika 3. Pokrivala za glavu

4.3. Obuća i čarape

Potrebno je nositi 2 para čarapa. Ne preporuča se nošenje pamučnih čarapa, jer je njihovo izolacijsko svojstvo znatno lošije od bilo kojih čarapa od sintetike.

Obuća se odabire prema normi *HRN EN ISO 20344:2007/A1:2008 – Osobna zaštitna oprema – Sigurnosna obuća*. Obuća mora imati dobru izolaciju od hladnoće i ograničenu propusnost za upijanje vode.



Slika 4. Obuća i čarape

4.4. Zaštitne rukavice

Norma *HRN EN 511: 2007 – Rukavice za zaštitu od hladnoće* – određuje zahtjeve i metode ispitivanja rukavica za zaštitu od hladnoće do -50°C .

Ne preporučuju se rukavice od pamuka prilikom rada u hladnim i mokrim uvjetima, jer on postaje brzo mokar i vlažan, te gubi svoja izolacijska svojstva.



Slika 5. Zaštitne rukavice

5. ZDRAVSTVENE TEGOBE POVEZANE S RADOM NA NISKOJ TEMPERATURI

Tijelo se sastoji od centralne jezgre koja sadrži vitalne organe (srce, bubrezi i mozak) koji moraju biti na konstantnoj temperaturi od $36,5^{\circ}\text{C} - 37,0^{\circ}\text{C} (\pm 0,5^{\circ}\text{C})$ i perifernog omotača kojeg sačinjavaju koža, mišići, mast i kosti čija temperatura može varirati. Prijenos topline između jezgre i perifernog omotača odvija se preko krvi [9].

Kada je tijelo izloženo hladnoći tijelo gubi toplinu brže nego što je stvara. Hipotalamus, dio mozga, je odgovoran za održavanje konstantne temperature tijela kod ljudi. Hipotalamus prima informacije o temperaturnom stanju tijela i uspoređuje ga sa kontrolnom točkom. Ako je potrebno spriječiti gubitak topline hipotalamus potiče mehanizme koji dovode do sužavanja krvnih žila na periferiji i smanjenja znojenja. Do proizvodnje potrebne topline za zagrijavanje tijela dolazi pojavom nevoljne kontrakcije mišića koja se naziva drhtanje [10].

Ukoliko se temperatura tijela ne održi iznad 32°C (mjereno rektalno), dolazi do progresivnog usporavanja svih fizioloških procesa, a smrt nastupa kad se temperatura spusti ispod 26°C (rektalno) [5, 9]. Naglo hlađenje tijela može dovesti do smrti bez posebnih znakova oštećenja tkiva [11].

Utjecaj hladnoće na tijelo ovisi o nekoliko faktora kao što su fizička aktivnost, odjeća, klimatski, socioekonomski i individualni faktori. Od individualnih faktora najvažnija je prilagodba [12]. Ponovljenom ili kontinuiranom izloženošću hladnoći dolazi do toplinsko-fiziološke prilagodbe tijela. Opća prilagodba odnosi se na cijelo tijelo i dolazi do promjene u hormonskoj ravnoteži dok se lokalna prilagodba odnosi na udove kod kojih dolazi do bolje prokrvljenosti periferije što dovodi do veće temperature kože [13].

Ozljede uzrokovane hladnoćom se mogu klasificirati na opće (cijelo tijelo) i lokalizirane (izloženi dijelovi tijela) te na one sa smrzavanjem (stvaranje kristalića leda u tkivu) i bez smrzavanja tkiva [13].

5.1. Lokalne promjene

5.1.1. Lokalne promjene kod kojih ne dolazi do smrzavanja tkiva:

- **Ozeblina**

Najčešće su izražene na rukama, nogama i nosu. Dolazi do pojave otoka, boli i lokalnog svrbeža. Simptomi se mogu razviti nekoliko sati nakon povratka u topli okoliš i mogu trajati danima [9].

Prva pomoć: Izložene dijelove tijela potrebno je postepeno utopljivati izlažući ih sobnoj temperaturi [13].



Slika 6. Ozeblina

- **Raspukline (fisura) na rukama**

Nastaju nakon duže i/ili ponovljane izloženosti hladnoći. U podlozi nastanka je kombinacija djelovanja hladnoće i isušivanje tkiva. Raspukline su duboke, bolne i mogu biti toliko bolne da potpuno onemogućavaju korištenje prstiju [9].

Prevenција: Potrebno je ruke držati toplima i hidratizirati kožu kremama [9].



Slika 7. Raspukline na rukama

- **Rovovsko (imerzijsko) stopalo**

Javlja se kod kontinuirane izloženosti dijelova tijela hladnoći, u kombinaciji sa učestalom ili stalnom izloženosti vodi (npr. nošenje mokrih čarapa). **Do pojave rovovskog stopala dolazi zbog toga što mokra stopala gube toplinu 25 puta brže od suhih.** Simptomi su crvenilo kože, otok, trnjenje i bol, a kod dulje izloženosti dolazi do pojave mjehura i odumiranja tkiva [9,14].

Prva pomoć: Noge podignuti na viši položaj, držati ih suhim i polagano ih utopiti [9]. Mjehure i oštećena tkivo prekriti sterilnom gazom.



Izvor: www.oshawaremembers.wordpress.com

Izvor: www.phase.com

Slika 8. Rovovsko stopalo

5.1.2. Lokalne promjene sa smrzavanjem tkiva

- **Smrztotine**

Javljaju se prilikom djelovanja hladnoće na kožu i površinsko potkožno tkivo. Posebno su izražene na okrajinama (šake, stopala, nos, uške). Rizik od pojave smrztotina je povećan kod radnika sa oštećenom perifernom cirkulacijom i kod radnika koji nisu propisno odjeveni [14]. Prvi simptomi su peckanje, bol, utnulost i gubitak osjeta. Razlikujemo više podjela smrztotina s obzirom na zahvaćenu dubinu oštećenog tkiva i razlikujemo više stupnjeva oštećenja. Kod površinskih smrztotina (koža i potkožje) dolazi do pojave mjehura ispunjenih bistrom tekućinom. Duboke smrztotine zahvaćaju cijelu debljinu kože, mišiće, tetive i kosti, a na površini su mjehuri ispunjeni krvavim sadržajem te može doći do odumiranja tkiva [5].

Prva pomoć: Skinuti vlažnu odjeću i obuću i polagano utopljivati izloženi dio tijela. Zahvaćeni dio se nikako ne smije trljati, naročito ne sa snijegom, jer se može oštetiti koža, niti se smije naglo uroniti u toplu vodu [5]. Utopljanje je jako bolno pa je ponekad potrebno dati lijekove protiv boli. Nastale mjehure nikako ne otvarati nego ih prekriti sterilnom gazom [5,9].



Izvor: www.catlinarticsurvey2009.com



Izvor: www.climbing.insidriinfo.com



Izvor: www.thedarkesthorse.co.uk



Izvor: www.addoli2.fh2y.com

Slika 9. Smrzotine

- **Hladne opekline**

Predstavljaju poseban oblik smrzotina do kojih dolazi brzim smrzavanjem tkiva prilikom direktnog fizičkog dodira sa zaleđenim predmetom (npr. metalni alat).

Prva pomoć: Ozlijeđeni dio potrebno je uroniti u toplu vodu temperature 40°C - 42°C oko 10 minuta te nakon toga osušiti i prekriti sterilnom gazom [9].



Izvor: www.momlogic.com

Slika 10. Hladne opekline

5.2. Opće promjene

Kod dugotrajne izloženosti hladnoći tijelo gubi zalihu energije i dolazi do pothlađivanja tijela.

- **Hipotermija**

Predstavlja stanje kada temperatura jezgre tijela iznosi ispod 35°C (rektalno) [9,12]. Simptomi hipotermije se mogu razlikovati ovisno o tome koliko dugo je trajala izloženost

niskim temperaturama. Važno je na vrijeme prepoznati simptome hipotermije jer ovo stanje može dovesti do smrti. **Rani simptomi su nekontrolirano drhtanje, umor, pospanost, gubitak koordinacije, konfuzija, dezorijentacija.** Kako pothlađivanje napreduje dolazi do prestanka drhtanja, koža plavi, dolazi do pomućenja svijesti, proširenja zjenica, ukočenja udova te smanjenja frekvencije srca i disanja [5, 9,10,14].

Prva pomoć: Osobu je potrebno odmah nježno i mirno uvesti (unijeti) u toplu sobu, ukloniti mokru odjeću te utopeliti centralni dio tijela (prsna, vrat, glavu i prepone) dekamama, ručnicima ili električnim pokrivačima. Ako je osoba pri svijesti ponuditi joj toplo piće. Ukoliko je osoba bez pulsa staviti u bočni položaj, provjeriti vitalne znakove, ukoliko osoba ne diše pozvati hitnu pomoć i započeti s oživljavanjem. Nakon što se temperatura tijela podigla potrebno je osobu još neko vrijeme držati pokrivenu suhim i toplim dekamama uključujući vrat i glavu [5,9,14].

5.3. Ostala zdravstvena stanja

Prilikom rada na otvorenom moguća je iritacija kože uslijed jakog vjetra, opekline na koži prilikom produženog izlaganja UV zrakama koje se reflektiraju od snijega na višim nadmorskim visinama, te mehaničke ozljede (lomovi, iščašenja) kao posljedice padova na površinama klizavim zbog snijega i leda [9,11].

Udisanje hladnog i suhog zraka uzrokuje fiziološke promjene gornjeg i donjeg dišnog sustava. Zimski period godine povezan je sa povećanim brojem oboljenja povezanih sa dišnim sustavom. Češće su upale gornjih i donjih dišnih putova.

Osobe koje pate od kroničnih bolesti imaju povećanu osjetljivost na hladnoću te radna ekspozicija hladnoći može uzrokovati pojavu simptoma osnovne bolesti kao i pojavu drugih stanja vezanih za hladnoću ranije nego kod zdravih radnika [12]. Niske temperature posebno teško podnose osobe koje boluju od srčanih bolesti (koronarne bolesti srca) jer se u hladnim uvjetima povećava potreba za kisikom zbog pojačanog mišićnog rada što dodatno opterećuje rad srca [15].

6. PREPORUKE

Poslodavac je sukladno odredbama Zakona o zaštiti na radu dužan osigurati uvjete rada na radnom mjestu koji neće štetno utjecati na život i zdravlje radnika. U procjeni opasnosti trebaju biti utvrđena radna mjesta na kojima radnik tijekom rada može biti izložen nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima (niskoj temperaturi, vjetru, kiši, snijegu), rizik na tim radnim mjestima i mjere koje poslodavac treba poduzeti da bi se taj rizik doveo na najmanju moguću mjeru.

Poslodavac pri radu na otvorenom ne može utjecati na vanjske čimbenike kao što su temperatura, vjetar i različite padavine, ali primjenom pravila zaštite na radu, može u velikoj mjeri smanjiti rizik po život i zdravlje radnika.

Prevenција bi se trebala provoditi u skladu sa gore navedenim standardima, odnosno preporukama, pri čemu se i od radnika treba zahtijevati poduzimanje nekih jednostavnih

koraka koji uključuju između ostalog odlazak u prostoriju za zagrijavanje, pijenje toplih napitaka, nošenje zaštitne odjeće i obuće i slično.

Ovdje su dane preporuke za poslodavce i radnike, koje će pomoći da se rizik od izloženosti niskim temperaturama na radnom mjestu svede na najmanju moguću mjeru, te kako postupati u slučaju pojave zdravstvenih problema vezanih uz rad na niskim temperaturama.

6.1. Organizacija rada

- Osigurati grijana skloništa kao što su šatori i prostorije za zagrijavanje pri radu na niskim temperaturama.
- Formirati grupe od najmanje 2 ili više radnika kod izvođenja radnih operacija na niskim temperaturama. Educirati ih da nadziru jedan drugog (nikad radnik ne smije ostate sam ili se u radu odvojiti od grupe) i kako prepoznati simptome hipotermije.
- Planirati obavljanje najvećeg dijela posla za vrijeme najtoplijeg dijela dana.
- Uvođenje dodatne radne snage kod ekstremnih uvjeta.
- Osigurati pokrivenost termoizolacijskim materijalom svih dijelova sredstava za rad sa kojima radnik dolazi u dodir, te mogućnost rukovanja bez skidanja rukavica.
- Izbjegavati aktivnosti koje uzrokuju prekomjerno znojenje, kao i dugotrajno stajanje ili sjedenje na hladnoći.
- Osigurati radnicima tople napitke.

6.2. Osposobljavanje radnika za rad na siguran način

- Upoznati radnike sa opasnostima kojima su izloženi pri radu na otvorenom na niskim temperaturama i mjerama koje će se poduzimati u cilju zaštite života i zdravlja radnika.
- Upoznati radnike sa simptomima bolesti uzrokovanih nepovoljnim mikroklimatskim uvjetima (niska temperatura, vjetar ..).
- Osposobiti radnike za pružanje prve pomoći.

6.3. Praćenje uvjeta rada

- Kontrolirati temperaturu zraka i brzinu vjetra na radnom mjestu (praćenjem vremenske prognoze putem medija, odnosno mjerenjem na radnom mjestu).
- Poduzimati odgovarajuće mjere u ovisnosti o očitanim vrijednostima.

6.4. Prikladna radna odjeća

- Osigurati radnu odjeću, pokrivala za glavu, obuću, čarape i rukavice prema navedenim normama.
- Obavezno nositi slojevit, nezategnutu i toplu odjeću, odgovarajuću obuću, rukavice i pokrivalo za glavu.

6.5. Prevencija zdravstvenih tegoba povezanih s radom na hladnoći

- Pridržavati se Pravilnika o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84). Člankom 4. i 5. definirano je da se radnici moraju uputiti na prethodni i periodički pregled. U dodatku Pravilnika (Popis poslova s posebnim uvjetima rad, uvjeti koji moraju ispunjavati radnici i rokovi za ponovnu provjeru sposobnosti radnika) pod točkom 18. definirano je da u nepovoljnoj mikroklimi ne smiju raditi radnici ispod 18 godina, žene za vrijeme trudnoće i radnici koji imaju kronične bolesti dišnog sustava, bolesti perifernih krvnih žila, kronične i recidivirajuće bolesti kože.
Rok za ponovnu provjeru zdravstvenog stanja je svaka 24 mjeseca ako obavljaju rad u mikroklimi izvan standarda, odnosno svakih 12 mjeseci ako obavljaju rad u mikroklimi izvan fizioloških granica [16].
- **Unos tekućine**
 - Unositi najmanje 2 litre tople, zaslađene bezalkoholne tekućine na dan.
 - Zabranjeno je konzumiranje alkoholnih pića jer uz to što izazivaju akutnu opijenost (smanjena koncentracija, usporeno vrijeme reakcije, poremećeno doživljavanje prostora i vremena, nekritičnost) smanjuju i podnošenje hladnoće. Alkoholni efekt „grijanja“ lažan je dojam jer alkohol uzrokuje periferno proširenje krvnih žila te se dovodi veća količina krvi na periferiju i dolazi do brzog pothlađivanja krvi i cijelog organizma.
- **Pravilna prehrana**
 - Povećati unos kalorija na oko 4000 kcal na dan kroz 4 topla, balansirana obroka. Dnevno je potrebno unijeti oko 60% ugljikohidrata, 25-30% masti i 10-15% proteina [9].
 - Masti bi se trebale konzumirati pretežno predvečer jer povećavaju tjelesnu temperaturu po noći i poboljšavaju kvalitetu sna. Ugljikohidrati koji se brzo apsorbiraju u probavnom traktu, poput šećera i slatkiša, trebali bi se pretežno konzumirati za vrijeme rada i pri direktnoj izloženosti hladnoći jer su brz izvor energije [9].

7. LITERATURA:

- [1] Tlak zraka: *Available from* http://www.pfos.hr/~dsego/ispitna_literatura/vjezbe/Teoretske%20vjezbe/AKiOF-V_09%20-%20Tlak%20zraka%20i%20vjetar.pdf *Accessed:* 2010-03-15.
- [2] Environment Canada`s. Wind chill Program: *Available from* <http://www.ec.gc.ca/meteor-weather/default.asp?lang=En&n=5FBF816A-1> *Accessed* 2009-09-15.

- [3] Environment Canada`s. Wind chill Calculation Chart *Available from* <http://www.ohcow.on.ca/clinics/windsor/docs/workplaceconcernsseminars/windchillchart.pdf> Accessed 2009-09-15.
- [4] The Ontario Weather Page, *Available from* [http://www.ec.gc.ca/meteo-\(http://www.ontarioweather.com/winter/safety/windchill.asp\)](http://www.ec.gc.ca/meteo-(http://www.ontarioweather.com/winter/safety/windchill.asp)) Accessed 2010-09-15.
- [5] Legović, D.; Gulan, G.; Tudor, A.; Šantić, V.; Jurdana, H.; Prpić, T.; Šestan, B.: Tjelesna aktivnost u hladnim uvjetima okoline i prevencija hipotermije. *Hrvat. Športskomed. Vjesn.* (2009), No.24: 38-44.
- [6] Guyton, MD.: Medicinska fiziologija: Temperatura tijela, regulacija temperature i vrućica. Beograd-Zagreb: *Medicinska knjiga* (1978): 965-978.
- [7] Ducharme M., Brajković D.: Guideline on the risk and time to frodbite during expoure to cold wind. In: Proceedings oft he RTO NATO Factors and Medicine Panel Specialist Meeting on Prevantion of Cold Injuries. Amsterdam: *NATO* (2005): 21-9.
- [8] Canadian Centre for Occupational Helth and Safety. Cold Enviroments. Working int he Cold: *Available from* www.ccohs.ca Accessed 2009-10-1.
- [9] Barbey, A.; Clyde, D. et al: Health Aspects of Work in Extreme Climates within the E&P Industry: The Cold, Report (1998), No. 6.65/270, *Available from* <http://www.ogp.org.uk/pubs/270.pdf> Accessed: 2010-05-31
- [10] Giedraitytė L.: Indentification and validation of risk factors in cold work-Doctoral thesis, Department of Human Work Scinsis, Luleå University of Technoloy (2005) *Available from* <http://epubl.ltu.se/1402-1544/2005/24/LTU-DT-0524-SE.pdf> Accessed: 2009-10-01
- [11] Launay, J.C.; Savourey, G.: Cold adaptation, *Industrial Health* **Vol.47** (2009) No 3, 207-220
- [12] Mäkinen,T.; Hassi, J. Health problems in cold work. *Industrial Health* **Vol.47** (2009) No 3, 207-220.
- [13] LaDou, J. et al: Injuries Caused by Physical Hazards, In *Current Occupational et Enviromental medicine 4th edt.*, The McGraw-Hill companies, ISBN-10:0-07-144313-4, London (2007):122-131.
- [14] NIOSH: Cold stress: *Available from* <http://www.cdc.gov/niosh/topics/coldstress/> Accessed: 2010-05-31.
- [15] Pranjić N .(ed.): Nepovoljni toplotni uslovi, In *Medicina rada* Arthur, ISBN 978-9958-9119-0-2, Tuzla (2007): 214-215
- [16] Pravilnik o poslovima s posebnim uvjetima rada (NN 5/84)