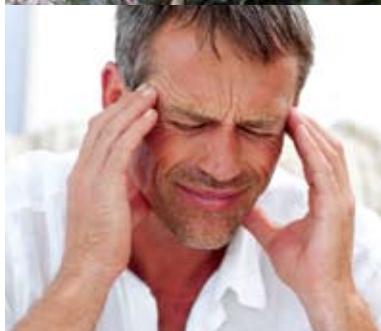


Delo in varnost

Revija za varnost in zdravje pri delu in varstvo pred požarom

1/2014



Osrednja tema

Vpliv vibracij na zdravje
in delazmožnost

Problematika vibracij rok
na delovnih mestih sekačev

Razvoj in znanost

Vloga informacijskih in
komunikacijskih tehnologij pri
doživljanju poklicnega stresa



**OLIMPIJSKI KOMITEJ
SLOVENIJE**

ZVD

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

cmš

Center za medicino in šport

**ZLATI STROKOVNI PARTNER
OLIMPIJSKEGA KOMITEJA SLOVENIJE**



E-USPOSABLJANJE IZ VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

NOVO NOVO NOVO

1 KAJ JE E-USPOSABLJANJE?

E-usposabljanje predstavlja sodobno obliko usposabljanja s pomočjo informacijsko komunikacijske tehnologije oziroma interneta.

2 KAKO POTEKA E-USPOSABLJANJE

Za vas izdelamo E-gradiva popolnoma usklajena z zahtevami zakonodaje ter z upoštevanjem sodobnih pedagoških načel.



3 ZAKAJ E-USPOSABLJANJE

E-usposabljanje za VZD je dobrodošla alternativa klasičnemu teoretičnemu usposabljanju. Zaradi številnih možnosti, ki jih nudi, delodajalcem omogoča lažjo organizacijo in izvedbo usposabljanj.

Kontaktna oseba za dodatne informacije in predstavitev v vašem podjetju:

Fanči Avbelj E: fanci.avbelj@zvd.si, M: 041 658 953

Delo in varnost

Izdajatelj:

ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana Polje
CENTERKONTURA d. o. o.
Linhartova 51, 1000 Ljubljana

Založnik: ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana Polje
Izvršni direktor in član upravnega odbora: Miran Kalčič

Odgovorna urednica in lektorica: Andreja Tasič

Urednik znanstvene priloge: prim. prof. dr. Marjan Bilban

Uredniški odbor: mag. Kristina Abrahamsberg,
prim. prof. dr. Marjan Bilban, mag. Ivan Božič, Karl Destovnik,
Miran Kalčič, Jana Konček Cigula, Ladi Lebar,
dr. Maja Metelko, Tatjana Polanc

Uredništvo in sodelavci: mag. Nataša Belopavlovič,
mag. Borut Brezovar, Janez Fabijan, dr. Primož Gspan,
Jernej Jenko, Peter Pogačar, mag. Miro Škufca,
asist. Metka Teržan, mag. Cveto Uršič, Mirko Vošner,
Janez Zavrl, Saša Žebovec, mag. Bojan Žlender

Oblikovanje: Ana Destovnik

Fotografije: arhiv ZVD d. d.

Uredništvo in izvedba: CENTERKONTURA d. o. o.

Telefon: (01) 280 34 55, **e-pošta:** zalozba@centerkontura.si

Trženje in naročila: Jana Konček Cigula

Telefon: (01) 585 51 28

Izhaja dvomesečno

Naklada: 650 izvodov

Tisk: Grafika Soča, d. o. o., Nova Gorica

Cena: 13,90 EUR z DDV

Odpovedni rok je tri (3) mesece s priporočenim pismom. Vsako spremembo naslova sporočajte uredništvu pravočasno.

Povzetki člankov so vključeni v podatkovni zbirki COBISS in ICONDA. Revija DELO IN VARNOST je vpisana v razvid medijev, ki ga vodi Ministrstvo za kulturo RS, pod zaporedno številko 622. Vse pravice pridržane. Ponatis celote ali posameznih delov je dovoljen samo s soglasjem izdajatelja.

Foto na naslovnici: arhiv ZVD

UDK 616.

628.5

331.4

614.8

ISSN 0011-7943

Delo in varnost

Številka 1/2014

Osrednja tema

Marjan Bilban

Vpliv vibracij na zdravje in delazmožnost 5

Ferdinand Deželak in Bogdan Plesničar

Problematika vibracij rok na delovnih mestih
sekačev 28

Andrež Tancek

Vibracije na delovnem mestu – zaščita rok s
protivibracijskimi rokavicami 40

Znanstvena priloga

Nataša Sedlar

Vloga informacijskih in komunikacijskih tehnologij
pri doživljanju poklicnega stresa 42

Vi sprašujete, mi odgovarjamo

Nina Kos

Pravica do dopusta in odpravnine ob prekinitvi
delovnega razmerja 53

Uvodnik

Spoštovane bralke, spoštovani bralci,

v tokratni številki smo se posvetili predvsem vibracijam na delovnem mestu in njihovim posledicam na zdravje. Tako avtor v prvem članku piše o tem, kaj so vibracijske bolezni in kako vibracije vplivajo na delovno zmožnost delavcev. Pravi, da je vibracijska bolezen niz motenj, ki se javljajo pri delavcih po dolgotrajnem stiku z lokalnimi ali splošnimi vibracijami. Lahko gre za napredujoče obolenje, ki se kaže s prizadetostjo krvnih žil, mišičnih tetiv, živcev, kosti in sklepov. Avtor piše tudi o tem, da kratkotrajna izpostavljenost vibracijam ne privede do težjih in nepopravljivih okvar, dolgotrajna pa skupaj z nizom vzporednih dejavnikov privede do izčrpanja zaščitnih mehanizmov.

V naslednjem članku sta se avtorja osredotočila predvsem na delovna mesta sekačev in problematiko vibracij rok. Avtorja pišeta o tem, da predstavljajo vibracije, ki se prenašajo na roke, za izpostavljene delavce pomemben faktor tveganja. V evropskih državah je približno 3 % delavcev izpostavljenih prekomernim vibracijam rok in v nekaterih državah so vibracije rok priznane kot poklicna bolezen.

Zadnji članek Osrednje teme pa govori predvsem o zaščiti – zaščiti rok s protivibracijskimi rokavicami in kaj lahko proizvajalci in delavci sami naredijo, da bi zmanjšali tveganje za vibracijske bolezni.

V rubriki Razvoj in znanost avtorica piše o vlogi informacijskih in komunikacijskih tehnologij pri doživljanju poklicnega stresa. Osredotoča se predvsem na sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije, kot so mobilni telefoni, računalniki, internetna omrežja, in njihovo vlogo pri doživljanju poklicnega stresa pri zaposlenih.

V rubriki Vi sprašujete, mi odgovarjamo pa naša pravnica odgovarja na vprašanja, ki sta ju poslala naša bralca, ki sta se znašla v zagati. Sprašujeta, ali jima ob prekinitvi delovnega razmerja pripada dopust in odpravnina.

Prijetno branje vam želi uredništvo revije Delo in varnost.

Kratkotrajna izpostavljenost vibracijam ne privede do težjih in nepopravljivih okvar. Dolgotrajna izpostavljenost pa skupaj z nizom vzporednih dejavnikov: pojav mikrotravm mišic in kostnosklepnih struktur, povzročenih s povratnim udarom, statičnega napenjanja mišic, hlada, hrupa ipd., privede do izčrpanja zaščitnih mehanizmov.

(Več na strani 5)

Čeprav številne študije kažejo na potencialno negativen vpliv dejavnikov IKT na zdravje in počutje zaposlenih, ni mogoče izključiti možnosti, da lahko gre samo za navidezne učinke, ki nastopajo kot posledica siceršnjega stresnega življenja in povečevanja poklicnega stresa na splošno.

(Več na strani 42)

Vpliv vibracij na zdravje in delazmožnost

Vibracijska bolezen je niz motenj, ki se pojavljajo pri delavcih po dolgotrajnem stiku z lokalnimi ali splošnimi vibracijami. Lahko gre za napredujoče obolenje, ki se kaže s prizadetostjo krvnih žil, mišičnih tetiv, živcev, kosti in sklepov. Glede na smer širjenja lahko imajo vibracije vertikalno in/ali horizontalno smer ali katero koli med njima.



Širjenje vibracij skozi telo je odvisno od energije vibracij, ki je proporcionalna kvadratu amplitude. Vsa tkiva ne prevajajo vibracij enako; najbolje jih prevaja kostno tkivo. Širjenje vibracij čez kostno tkivo je odvisno od zgradbe kosti in njihove povezave v sklepih. Sprememba v strukturi kosti pri raznih obolenjih lahko poveča ali zmanjša prenos vibracij. Osteoporoza povzroča izboljšane razmere za prevodnost vibracij, sklerotični procesi v kosteh pa zmanjšujejo prenos vibracij skozi kosti.

Širjenje vibracij skozi tkiva olajšuje čvrst kontakt roke z orodjem ali predmetom, ki ga obdeluje. Pri delu z vibrirajočim orodjem je dlan zvita, ker čvrsto drži instrument, relativno nepokretna, fiksirana, še posebej v radiokarpalnem sklepu in prstih. Zmanjšana gibljivost čvrsto fiksirane dlani zmanjšuje amortizacijsko sposobnost tkiva, ki s svojo elastičnostjo gasi vibracije. Enako deluje dol-

gotrajen prisilni položaj telesa in prisilni kontakt organizma delavca z vibrirajočim orodjem.

Povečana občutljivost na vibracije je ugotovljena pri ljudeh, ki so doživeli splošne ali lokalne ozeblin, so kronični alkoholiki, imajo motnje periferne cirkulacije, motnje koronarne cirkulacije, zvišan ali znižan krvni tlak, bolezni srednjega ušesa in živčne bolezni.

Pri vibratorni bolezni gre za poškodbo terminalnih krvnih žil zgornjih okončin z vazospastičnimi krizami, ki se pojavijo spontano na hladnem, pri dolgotrajnem delu ali po provokacijskem testu. Spremembe krvnih žil so na začetku funkcionalnega karakterja, pozneje prihaja do organskih sprememb v arterijah in arteriolah s povišanim tonusom. Znaki poklicne vazonevroze se pojavljajo pri desničarjih na levi roki in obratno.

Kratkotrajna izpostavljenost vibracijam ne privede do težjih in nepopravljivih okvar. Dolgotrajna

Avtor:

prim. prof. dr. Marjan Bilban,
dr. med., specialist medicine dela,
prometa in športa,
predstojnik Centra
za medicino dela
ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje



izpostavljenost pa skupaj z nizom vzporednih dejavnikov: pojav mikrotravm mišic in kostnosklepnih struktur, povzročenih s povratnim udarom, statičnega napenjanja mišic, hladu, hrupa ipd. privede do izčrpanja zaščitnih mehanizmov. Pride do biokemijskih sprememb v celicah in tkivih organizma, ki privedejo do sprememb splošnega ravnovesja v organizmu in neuro-endokrinem sistemu. Pozneje pride do morfoloških sprememb in pojava polimorfne klinične slike.

Prvi podatki o uporabi orodja, ki povzročata hitre vibracije, segajo v leto 1883, poročilo o povezanosti vibracij s simptomi v rokah pa na začetek dvajsetega stoletja (1911. leta je opisan angiospastični sindrom prstov rok pri kamnosekih, 1918. in 1930. pa je opisan angiospastični sindrom, neobčutljivost in beli prsti delavcev s pnevmatičnimi orodji). Šele leta 1983 pa so se znanstveniki strinjali, da opredelitev vibracijske bolezni vključuje poškodbe cirkulatornega, živčnega in kostno-mišičnega sistema.

1 Epidemiološki kazalci

Razsežnost problema v Evropi je po oceni Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu (European Agency for safety and

Health at Work) kar v 24 % pregledanih delavcev, ki so poročali o izpostavljenosti vibracijam. Na Švedskem poročajo o 15-odstotni prevalenci vibracijske bolezni med avtomehaniki. Po ocenah italijanskih avtorjev je prevalenca vazonevroze pri izpostavljenih vibracijam v toplejših geografskih območjih do 5-odstotna, v severnih deželah pa celo od 80- do 100-odstotna.

V EU je 19 odstotkov gradbenih delavcev cel delovni dan izpostavljeno vibracijam, 54 odstotkov pa le del delovnega časa. Glede na vrsto dela je logično, da se vibracijska bolezen pojavlja predvsem pri moških, je pa občutljivost na vibracije enaka pri obeh spolih. Začetne oblike bolezni se pojavijo v povprečju po 5 do 6 letih dela. Raziskave kažejo, da bo imelo težave od 6 do 100 odstotkov delavcev, ki so bili izpostavljeni nihanju rok – odvisno od ostalih pogojev. V povprečju bo zbolel vsak drugi delavec.



V ZDA prizadene vibracijska bolezen osem do deset milijonov delavcev. V Veliki Britaniji so ugotovili, da je bilo vibracijam rok tedensko izpostavljenih več kot 4 milijone moških in še nekaj manj kot milijon žensk, na Švedskem pa ugotavljajo 15-odstotno prevalenco vibracijske bolezni med avtomehaniki (oziroma kar 20 na 1000 delavcev letno).

V jeklarski industriji se parestezije (krči v rokah) pogosto pojavijo že po dveh letih, pri delavcih z motorno žago po štirih, v ladjarski industriji pa pred pojavom parestezij mine povprečno deset let.

Lokalnim vibracijam (Hand Arm Vibration, HAV) so predvsem izpostavljeni delavci, ki uporabljajo pnevmatska kladiva – pištole, vrtalnike, brusilke ali motorne žage (v rudarstvu, kamnolomih, kovinski industriji, gozdarstvu, lesni industriji, gradbeništvu itd). Splošnim vibracijam (Whole Body Vibration, WBV) so predvsem izpostavljeni delavci, ki delajo na transportnih sredstvih (vozniki, sprevodniki, vozniki poljedeljskih strojev, traktoristi, vozniki težke gradbene mehanizacije, pa tudi delavci v gradbeništvu (vibracijske mize v betonarnah) in drugih vejah industrije (elektromotorji, industrijske peči, neustrezno temeljeni stroji itd), kjer vibracije delujejo na celo telo.

Vibracije celotnega telesa se pojavijo, če je telo postavljeno na površino, ki niha oziroma vibrira. Možni so trije principi nihanja celotnega telesa: če sedimo na nihajočem stolu, stojimo na nihajoči



podlagi in če spimo na nihajoči postelji.

Stroji za nabijanje betona imajo frekvence 35 do 45 Hz in amplitudo 0,05 do 1 mm, vozniki kamionov, buldožerjev, kombajnov pa so izpostavljeni frekvencam 10 do 1 Hz in amplitudi 0,1 do 1 mm.

Poleg vibracij so delavci navadno izpostavljeni še številnim drugim spremljajočim škodljivostim (hrup, neugodni mikroklimatske razmere, statične obremenitve, nefiziološki položaji, izpostavljenost prahu in toksičnim plinom ipd).

Glede na frekvenco izvora se vibracije, ki delujejo na celo telo, delijo na vibracije v vozilih in na platformah, frekvence od 1 do 80 Hz, vibracije v zgradbah, frekvence od 1 do 80 Hz, in vibracije na ladjah, frekvence od 0,1 do 0,65 Hz. Prvi dve skupini vibracij povzročata prizadetost organizma v smislu vibracijskega sindroma, tretja pa povzroča t. i. morsko bolezen (kinetoza).

Beli prsti so ugotovljeni v 40 do 70 odstotkih brusilcev in rezalcev v livarnah in metalurgiji, v 17 odstotkih brusilcev v ladjedelnicah, v 25 do 40 odstotkih sekačev z motorno žago, v 30 do 35 odstotkih kamnosekov in v 4 do 100 odstotkih delavcev v različnih industrijskih vejah. Pogostost Reynaudovega fenomena v splošni populaciji je

okrog 4,6 odstotka pri ženskah in 2,5 odstotka pri moških.

Z ustreznimi varovalnimi ukrepi je možno pogostost pojavljanja belih prstov zmanjšati (študija iz Finske) pri sekačih z motorno žago od 40 na 5 odstotkov (zmanjšanje pospeškov vibracij s 14 na 2 m/s^2). Na Japonskem se je pojavnost belih prstov zmanjšala s 63 na 2 odstotka (po zmanjšanju pospeškov vibracij s 33 na 10 m/s^2 in dnevno izpostavljenostjo le do 2 uri). V Veliki Britaniji so ocenili, da se pri izpostavljenosti vibracijam s pospeškom, manjšim od 2,8 m/s^2 , v 8 letih vaskularni simptomi pojavijo pri 10 odstotkih izpostavljenih delavcev.

Pojav mravljinčenja, gluhosti in bolečin v rokah se pri delavcih sekačih z motorno žago po približno 2000 urah izpostavljenosti pojavi objektivizirana prizadetost perifernega živčevja in mikrocirkulacije, vključujoč tudi pojav Reynaudovega fenomena po 2000 do 5000 urah in prizadetost različnih organskih sistemov v ireverzibilni obliki po izpostavljenosti, večji od 8000 ur (220 delovnih dni po 8 ur na dan, 5 let).

Intenzivnost bolezni in latentna doba od začetka izpostavljenosti do razvoja težav sta odvisni od številnih dejavnikov, kot so intenzivnost vibracij, trajanje izpostavljenosti

(na dan, na leto ...), temperature delovnega okolja, oblike orodja, načina držanja orodja, individualne občutljivosti, kadilskih navad delavca. Zato so lahko spremembe ugotovljene že po enem letu dela z vibracijskimi orodji. Povprečna latentna doba do pojava prvih znakov je 1 do 2 leti pri brusilcih v ladjedelništvu in 4 do 19 let v drugih dejavnostih. Pri izpostavljenosti vibracijam s pospeškom 70 m/s^2 je ugotovljena latenca od 1,5 do 7 mesecev, pri pospešku 50 m/s^2 1,8 leta, pri pospešku 10 do 25 m/s^2 3 leta, pri izpostavljenosti vibracijam s pospeškom 10 do 20 m/s^2 pa do 14 let.

Pnevmatske brusilke proizvedejo okoli 1500 do 2300 udarcev v minuti s frekvenco 25 do 50 Hz in amplitudo 0,08 do 0,5 mm. Električne brusilke imajo frekvenco od 9 do 20 Hz z amplitudo od 1 do 1,5 mm, obstajajo pa tudi brusilke s frekvenco do 90 Hz in amplitudo od 0,09 do 0,3 mm. Pnevmska kladiva, ki se uporabljajo v metalni industriji in ladjedelništvu, imajo frekvenco od 30 do 60 Hz pri amplitudi 0,5 do 2,8 mm (nekaterne vrste celo do 100 Hz). Pnevmski vibratorji, ki se uporabljajo v livarnah, običajno proizvajajo vibracije s frekvenco 10 Hz pri amplitudi od 15 do 32 mm (za grobo obdelavo materiala je frekvenca 20 do 40

Hz in amplituda 0,04 do 6 mm, za fino obdelavo pa s frekvenco 80 do 120 Hz in amplitudo 0,048 do 0,13 mm).

2 Vrste reakcij na vibracije

• $\leq 0,5$ Hz

Velike individualne razlike pri reakcijah ljudi, ki take vibracije različno dobro prenašajo. Nastajajo pri različnih sistemih transporta: z motornimi vozili, vlakom, ladjo, letalom. Pri nekaterih ljudeh povzročijo vibracije tako imenovano morsko bolezen. Motnje nastanejo v možganih zaradi prevelike razdraženosti ravnotežnostnega organa v notranjem ušesu. Znaki so lahko samo lahen občutek neugodja ali pa bruhanje in mrzel pot, ki po končani vožnji mine (kinetozna).

Pri disponiranih osebah nastopa kinetozna okrog pol ure po začetku ekspozicije vertikalnim ali angularnim vibracijam zelo nizkih frekvenc. Pri 0,2 Hz je občutljivost največja. Situacija je najtežja, če istočasno nihata subjekt in obzorje v premaknjenih fazah (potnik na ladijskem krovu opazuje razburkano morje). Kinetozna je posledica neskladnosti informacij o položaju telesa, ki jih subjekt sprejema preko vestibularnega aparata in vidnih zaznav. Relevantno je nihanje glave in zrkla, zato kinetozo blaži fiksacija glave ali kar enostavno zapiranje oči.

• od 0,5 do 80 Hz

Najpomembnejši interval, v katerem ležijo tudi glavne lastne frekvence posameznih človeških organov (trebušne prepone, srca,

drobovja, glave, očesnega zrkla itd.). Najbolj je občutljivo človeško telo v frekvenčnem območju med 4 in 5 Hz, ker je tu prenosni faktor največji (amplituda nihanja telesa se poveča za 2- do 2,5-krat glede na amplitudo izvora in lahko pride celo do premika ledvenih vretenc hrbtenice). Lastna frekvenca glave je 20 Hz, trupa 3 Hz, zgornjih udov 8–30 Hz, hrbtenice 5 Hz. Lastne frekvence se gibljejo med 4 in 8 Hz (za vertikalne, linearne pospeške) ter 1 do 2 Hz (za horizontalne pospeške) za vse telo. Oči delavca pridejo v resonanco pri frekvenci vibracij 12 do 40 Hz. Pride do nihanja očesnih zrkla, kar ima za posledico slabšo ostrino vida in težave pri ocenjevanju razdalje, kar vpliva na varnost dela.

• ≥ 80 Hz

Vibracije so močno dušene že pri prenosu na telo in delujejo predvsem na kožno tkivo.

• nad 100 Hz

Vibracije s frekvenco nad 100 Hz se v splošnem jemljejo kot manj pomembne v zvezi z delovanjem na telo, pomembnejše pa so le v zvezi z delovanjem na roke.

S povečanjem frekvence nad 100 Hz slabi vazonevrotski efekt vibracij. Poleg vpliva na tonus periferne ožilja vplivajo tudi na srčni ritem, povečujejo želodčno sekrecijo itd.

Občutljivost organizma je odvisna od fizikalnih parametrov





in tudi od:

- načina delovanja – ali delujejo vibracije na celoten organizem ali le na okončine, ali človek sedi, leži ali stoji;
- od nefiziološkega položaja pri delu;
- od mesta na telesu delavca, kjer vibracije prihajajo in se širijo v telo;
- od velikosti stične površine med delavcem in izvorom vibracij;
- od smeri nihanja glede na glavno os telesa;
- od trajanja izpostavljenosti (urne, dnevne, tedenske, letne);
- od udobja mikro- in makroklimatskih razmer pri delu (temperatura okolja, vlažnost, gibanje zraka);
- od teže orodja;
- od trdote in teže materiala, ki se obdeluje;
- od sile, s katero delavec stiska vibracijsko orodje;
- od odzivnosti delavca na vibracije (konstitucije telesa, človekove predispozicije, spola in starosti delavca itd.);
- od zdravstvenega stanja delavca;
- od stanja kritičnih organov oziroma organskih sistemov;
- od pogostosti izpostavljenosti delavca vibracijam;
- od načina odmora pri delu.

3 Lokalna vibracijska bolezen

Vibracije, ki se prenašajo na človeško telo preko rok, povzročajo prizadetost mnogih organskih sistemov, najbolj pogosto pa se pojavljajo ravno na mestu prenosa, to je na rokah in dlaneh. Lokalna vibracijska bolezen (HAV) prizadene periferno cirkulacijo, periferno živčevje in kostno-sklepni sistem zgornjih udov.

Čeprav delimo HAVS na tri osnovne skupine, pa gre patogenetsko po novejših hipotezah za skupno okvaro mikrocirkulacije kot posledice neravnovesja centralnega simpatičnega sistema, kar se kaže v motnjah prekrvavitve kože prstov, perifernih živcev in s tem njihove okvare in nastanek kostnih sprememb zaradi motene vaskularizacije in s tem prehrane kosti. Vloga centralnih dejavnikov je predlagana na podlagi dejstva, da lokalne vibracije ene roke povzročijo vazokonstrikcijo kontralateralne roke, v literaturi pa omenjajo tudi v hujših oblikah generaliziran učinek z vazospazmom periferne žilja spodnjih udov, cerebralnih in koronarnih žil.

Po drugi strani pa gre tudi za prekomerno stimulacijo Paccinijevih telesc kot odgovor na stalne vi-

bracije, kar se kaže v stalni mišični napetosti in posledični okvari kit in obklesnih tkiv.

Posledica lokalnih vibracij naj bi se kazala kot nepravilno delovanje adrenoreceptorjev. Prišlo naj bi do selektivne adrenoreceptorske poškodbe receptorjev alfa-1 in pozneje predominance receptorjev alfa-2, okvarjeni naj bi bili tudi receptorji beta-2. To si razlagamo z moteno reaktivno vazodilatacijo digitalnih arteriol ob ohladitvi in podaljšano vazokonstrikcijo.

Odgovor receptorjev alfa-1, ko so ti prekomerno vzdraženi, je vazokonstrikcija in predomnanca nad receptorji alfa-2, ki naj bi s presinaptično modulacijo blokirali vazokonstriktorni učinek receptorjev alfa-1. Pozneje učinek receptorjev alfa-1 slabi, vztraja pa učinek na receptorje alfa-2, kar se kaže tudi s spazmom žilnih arteriovenskih anastomoz.

Delovanje vibracij na roko je prepoznano kot prizadetost krvnih žil, zaradi česar se je ta bolezen imenovala tudi »beli prsti«, povzročeni z vibracijami, travmatska vazospastična bolezen, profesionalni Raynaudov fenomen. Menimo, da lahko prizadetost kapilarne in prekapilarne mreže nastane s sočasnim delovanjem vibracij, zaradi ponavljajočih se

mikrotravm in/ali kot posledica prizadetosti živčne inervacije ali krvnih žil; klinično se to kaže kot Raynaudov fenomen, po draženju zaradi hladu, vlage, gibanja zraka, nagle spremembe temperature okolice ali stresa. Bolniki se pritožujejo zaradi pojava dobro omejene bledice in izrazitega občutka hladu na prstih in roki (beli Raynaud, beli prsti, mrtvi prsti). Motnje se najprej pojavljajo na vrhovih enega ali več prstov, sčasoma se širijo tudi na druge prste in na celo roko, palec pa je običajno neprizadet. Pojavlja se akrocianoza (rdeči Raynaud), prisotna je bolečina in edem. Na začetku bolezni nastajajo napadi krčev kapilar in prekapilar, pozneje tudi digitalnih arterij, po več letih pa se razvija hipertrofija mišičnega dela sten krvnih žil in na koncu kardiovaskularna fibroza, ki povzroča okluzijo (zaporo žile). V izraženih oblikah bolezni lahko pride do generalizacije vazospastičnih sprememb, ki lahko zajamejo periferne krvne žile spodnjih udov, cerebralne in koronarne žile, kar lahko ima za posledico klavdikacije, stenokardije, Menierov sindrom in tranzitorne ishemične atake. Pri lokalni vibracijski bolezni je znižan občutek za vibracije in temperaturo, prisotna je hiposenzibilnost ali hipersenzibilnost na vrhovih prstov. Pojavljajo se parastezije v prstih in rokah, običajno šele ponoči ali pa po uporabi aparatur, ki vibrirajo. Z napredovanjem bolezni mravljinčenje napreduje do popolne izgube občutka v prstih, ko bolnikom iz-



Raynaudov fenomen

padejo predmeti iz rok. Ugotavlja se edem, fibrozne spremembe in degeneracije živčnih vlaken. Gre za difuzno nevropatijo s prevladujočo senzorno prizadetostjo, kar ima za posledico moten občutek za bolečino, dotik in toplotne dražljaje. Motnje motorike običajno niso kritično izražene. Pri delavcih, izpostavljenih vibracijam, se pojavlja tudi sindrom karpalnega kanala, to je kompresijska nevropatija medialnega živca na področju ročnega sklepa, s parastezijami in slabostmi roke. Sindrom nastane zaradi pritiska na medialnem živcu v zapestju oziroma v kanalu, ki ga tvorijo karpalne kosti in prečni karpalni ligament. To stanje je lahko sestavni del slike HAV, s tem da je v nastanku tega sindroma zelo pomembna tudi vloga repetitivnih gibov in telesne obremenitve. Poleg sindroma karpalnega kanala lahko med škodljive učinke vibracij prištejemo tudi sindrom kubitalnega kanala. Vibracije povzročajo tudi aseptične cistične nekroze in cone dekalifikacije v majhnih kosteh zapestja, še posebej v lunici in čolničku, v kosteh prstov in cele roke ter enostoze in deformirajoče osteoartroze zapestja, komolca in ramena. Lahko

nastanejo tudi obsklepne spremembe, kot so burzitis, tendinitis, periartritis in kondilitis. Bolniki se pritožujejo zaradi bolečin v sklepih, katerih gibljivost je lahko močno omejena. Pogosto srečamo tudi Dupuytrenovo kontrakturo. Pri napredovalnem stadiju bolezni ugotavljajo zmanjšano ročno spretnost in mišično slabost dlani in roke. Na koži oseb, ki so izpostavljene vibracijam, ki se prenašajo na roke, se pojavljajo tudi spremembe v obliki hiperkeratoze, atrofije kože in nohtov. Poznano je, da se pri delavcih, ki delajo z vibrirajočimi stroji, pogosto pojavljajo motnje sekrecije želodčnega soka in ulkusna bolezen. Prav tako se pojavlja prizadetost sluha, ker so delavci ob delu z vibrirajočimi stroji pogosto izpostavljeni tudi prekomernemu hrupu. Pride do motenj vestibularnega aparata in cerebralne ter koronarne cirkulacije. Lahko se pojavijo tudi splošni simptomi, kot so utrujenost, glavobol, motnje spanja, pozabljivost, razdražljivost.

Spremembe pri vibracijski bolezni se pojavljajo postopno. Prve spremembe običajno ugotovimo v sedmih do osmih letih dela in se kažejo na perifernih krvnih žilah. Subjektivno povečano občutljivost na mraz, parastezije, okrepjeno znojenje, zmanjšana občutljivost v prstih, predmeti izpadejo iz rok, občasno hude bolečine pri izpostavljenosti nizkim temperaturam, napadi poblebitve prstov itd. Pojav belih prstov običajno zajame končne falange enega ali

več prstov obeh rok, bolj na dominantni roki. Ob napredovanju bolezni so prizadete tudi ostale falange. Napadi angiospazmov lahko trajajo do pol ure, ponekod tudi dlje. Spreminja jih cianoza prstov ali cele roke. Redko se namesto belih prstov pojavljajo napadi modrih prstov. Napadi povzročajo mraz in vibracije, lahko pa nastanejo tudi spontano. Pri težkih oblikah bolezni pride do generalizacije perifernih vaskularnih motenj. Cerebralni angiodistonični sindrom se kaže z glavobolom, vrtoglavico, povišano utrudljivostjo, motnjami spanja, labilnim pulzom in arterijskim tlakom. Objektivno obstaja cianotična obarvanost prstov in dlani, trofične spremembe na koži v obliki hiperkeratoze in zrvnanosti kožnih gub ter ragad in sprememb na nohtih. Pozneje prihaja do trofičnih sprememb na mišicah tenerja, hipotenerja in mišicah prstov. Pogosto prihaja do Dupuytrenove kontrakture tretjega in četrtega prsta in pona-

vljajočih se ali kroničnih tendovaginitisov, najpogosteje na tetivah ekstenzorjev prstov roke. Trofične spremembe lahko nastanejo tudi na mišicah ramenskega obroča, nadlahtnice in podlahtnice. Težke oblike motenj periferne cirkulacije se lahko kažejo tudi kot predgangrenozno stanje ali celo gangrena mehkih tkiv. Sočasno z vaskularnimi motnjami se pojavljajo tudi prizadetosti živčnega sistema. Na začetku so le motnje v senzibilnosti za vibracije, pozneje se pridruži hiperestezija, zatem hipanestezija, motnje senzibilnosti za bolečino in na koncu motnje senzibilnosti za termične dražljaje in dotik. V izraženem stadiju bolezni se pojavijo motnje motorike, leksitisi, redikulitisi in nevritisi, pareze in paralize živcev in sindrom karpalnega kanala. Spremembe na kosteh in sklepih so kot ciste, endostoze, eksostoze, aseptične nekroze, deformirajoče osteoartroze, osteoporozne in deformirajoče spondiloze. Spremembe so

najpogosteje na kosteh in sklepih zapestja, metakarpofalangealnih in zapestnih sklepih, lahko pa se javljajo tudi na drugih kosteh, odvisno od smeri širjenja vibracij, in prizadenejo celo hrbtenico. Kostno-sklepne spremembe spremljajo bolečine v mirovanju ali pri gibanju ponoči, med odmorom ali pri palpaciji, kažejo se tudi kot tudi zmanjšana groba moč in omejena gibljivost. Pogosto prihaja do neskladja med subjektivnimi težavami in radiografskim izvidom. Pri delavcih, ki so izpostavljeni pretežno splošnim vibracijam ob generaliziranju opisanih sprememb, se kažejo tudi motnje cerebralne in koronarne cirkulacije, vegetativni polinevritis, prizadetost vestibularnega aparata, splošna telesna astenija, motnje metabolizma in endokrinega sistema. Pri zelo dolgi ekspoziciji vibracij lahko nastanejo organske prizadetosti hrbtenjače z razprostranjenimi motnjami senzibilnosti in progresivne atrofije mišic. Pri kronični ekspoziciji, to je pri kroničnem draženju kosti, pride do dezorganizacije trabekularne kostne strukture, do nastajanja cist in do mikrofraktur, ki se obnavljajo tako, da tvorijo kalus. S tem se zmanjšuje število kostnih votlinic, ki so napolnjene s kostnim mozgom, in poslabša prehrana sklepnih hrustancev. Sklerozacija sloja med kostnim hrustancem in kostjo preprečuje cirkulacijo sinovialne tekočine in sklepu odvzema amortizacijsko sposobnost. Posledica teh procesov so osteoartroza, na primer v radiokarpal-



nem sklepu, nekroza lunatuma ali psevdofrakture navikularisa. Občutljivost mišic za vibracije je odvisna od njihove napetosti, tonusa. S povečevanjem napetosti se povečuje tudi napetost mišičnih vreten. Periodičnim vibracijam se telo prilagaja z dinamično mišično aktivnostjo, pri stohastičnih poskuša nihanje preprečiti izometrična kontrakcija. Mišice se preventivno napnejo, ker ne vedo, kakšen vibracijski udar jih čaka. Mišična utrujenost kot posledica vibracije je odvisna od napetosti mišic, kar najprej pomeni tudi od medsebojnega položaja telesnih segmentov, zato ni vseeno, v kakšnem položaju drži na primer gozdni delavec motorno žago, ko žaga. Tudi od položaja segmentov ali mišičnega tonusa je odvisno, koliko energije se bo v mišicah amortiziralo in koliko se je bo zaradi resonance povečalo. Vibracijski stres veča srčno frekvenco in krvni tlak, zaradi pasivnega gibanja trebušne prepone in trebušne miškulature pa se poveča dihalni volumen ob hkratnem padcu dihalne frekvence. Najznačilnejša je vendarle vazokonstrikcija, ki pride bolj do izraza pri lokalnem učinku vibrirajočih orodij z dominantno frekvenco 90 do 300 Hz in amplitudo nekaj milimetrov. Vazospazem se začne distalno in se z napredovanjem bolezni širi proti bazam prstov, redko na dlani. Delo, ki zahteva finomotorično koordinacijo, zaradi zmanjšanja senzibilnosti ni možno. Prizadeti so drugi do peti prst, ne pa palec. Vibracije povzročajo hipotrofijo



mišičja v steni arteriol in povečano vzdržljivost simpatika. Ob določeni predispoziciji pride ob hkratnem mrazu kot provokativnem dejavniku do vibracijsko pogojene vazospastičnega sindroma.

Tipično sliko vibracijske bolezni označujejo tri osnovne skupine simptomov

1. Vazonevroza (frekvence 35 do 150 Hz, motorna žaga, pnevmatska kladiva, zabijači, vrtni stroji, brusilni stroji – 80 do 90 Hz, amplituda je manjša od 1 mm – psevdoraynaudov fenomen) se razvije zaradi motene funkcije kapilarne in prekapilarne cirkulacije, zlasti rok, pride do vazospastičnih kriz – spontano v mrazu, pri dolgotrajnem delu ali po provokacijskem testu. Spremembe v krvnih žilah so na začetku funkcionalne (spazmi), pozneje pride do organskih sprememb v arterijah in arteriolah s povišanjem tonusa.

Patofiziološko gre za poškodbo kapilarne in prekapilarne mreže zaradi neposrednega delovanja vibracij ali zaradi poškodovane inervacije majhnih krvnih žil. Temu se pridružijo spazmi pre-

kapilarnih sfinktrov in pozneje digitalnih arterij. Po večletni izpostavljenosti z dolgotrajno ponavljajočo se aktivacijo arterij na prstih preko simpatikusa s ponavljajočo se vazokonstrikcijo hipertrofira tunica media krvnih žil, ki napreduje v perivaskularno fibrozo vse do okluzije žile. V izraženi obliki bolezni lahko pride do generaliziranih vasospastičnih sprememb, ki lahko prizadenejo periferno ožilje spodnjih udov, cerebralne in koronarne žile, kar ima lahko za posledico klavdikacije, stenokardije, meniereov sindrom in tranzitorne ishemične atake.

V dinamiki razvoja travmatske vazonevroze lahko izdvojimo tri stadije:

a) vazomotorični stadij – povečana občutljivost na mraz, lažje parestezije na rokah, akrohpotermija (znižana temperatura jagodic prstov) in akrocianoza (pomodrelost jagodic prstov); koža prstov in dlani je cianotična ali rdečkasta in otečena. Dlani so lahko bolj vlažne. S kapilaroskopijo se lahko ugotovi lažje izražen spazem kapilar lože

nohta, ki se poveča po ohladitvenem testu. Spremembe tega stadija imajo funkcionalen karakter in so popolno reverzibilne.

b) vazospastični stadij – parestezije, akrohipotermija (jagodic prstov in lahko cela dlan), bledenje prstov na mrazu, akrocianoza, povečano znojenje prstov; s pomočjo provokacijskega testa lahko izzovemo spazem prstov. Pojavljajo se izražene motnje krvnega obtoka, spremljane z napadi krčev in bledico prstov (»mrtvi prsti«) – najprej distalnih falang, pozneje tudi ostalih falang prstov in roke. Najprej se pojavljajo spremembe na 3. in 4. prstu, šele nato na 2. in 5. in povsem na koncu na palcu (ali pa se na njem sploh ne pojavijo), in sicer najprej na tisti roki, ki je bolj izpostavljena delovanju vibracij in povratnemu udaru. Bolečine in mravljinčenje se pojavljajo pogosto in trajajo dolgo. Javljajo se na prstih in roki, komolcih in ramenih, pa tudi v mišičju in tetivah podlahti. Na začetku so ti napadi kratki (nekaj sekund ali minut) in pri gibanju ali gretju prenehajo, pozneje pa trajajo celo eno do dve uri ali celo dlje. Pride do spastično-atoničnega stanja kapilar in jasno znižane temperature rok, ki so hladne na dotik. V zgodnjem stadiju prevladuje spazem z razvojem spastično-atonične oblike, v poznem stadiju pa atonija (nižje frekvence povzročajo atonijo, višje pa spazem) kapilar s povečano prepustnostjo, deformiranim videzom in reduciranim številom. Znižan je prag za

bolečine, temperaturo in otip po distalnem tipu (rokavice).

c) vazoparalitični stadij – bolečine v rokah, bledenje prstov na mrazu, izguba občutka za fin prijem (predmeti letijo iz rok), dezintegracija pulznih valov v pletizmogramu, pride do motenj funkcije kardiovaskularnega in endokrinega sistema. Pogosto se pojavljajo tudi splošni znaki v smislu astenično-nevrasteničnega sindroma. Značilni so napadi spazmov in bledih prstov (mrtvi prsti), ki se izmenjuje s paretičnim stanjem kapilar in cianozo. Napadi bledenja prstov trajajo do 2 uri in dlje. Prsti so rdeče modrikasti, distalne falange so zadebeljene, interfalangealni sklepi so zatečeni. Med napadi spazmov se s kapilaroskopijo ugotavlja atonija tako arterijskega kot venskega dela kapilar z izraženo stazo krvnega obtoka. Ugotavljamo lahko tudi trombozo v venskem delu kapilar. Koža rok je spremenjena, ugotavljamo trofične spremembe kože in nohtov in distrofične spremembe mišično-kostnega sistema. Senzibilnost je znižana



po perifernem, včasih pa tudi po segmentarnem tipu. Spremembe se pojavljajo običajno po 10- in večletni ekspoziciji in imajo redko reverzibilen karakter. Objektivno ugotavljamo modrikaste prste in roko, trofične spremembe na koži v obliki hiperkeratoze, izravnosti kožnih gub in regad in spremembe na nohtih, pozneje pride do trofičnih sprememb na mišicah tenarja, hipotenarja in mišic rok. Pri palpaciji jagodic prstov dobimo občutek zmanjšane napetosti in občutek viška kože oziroma da je koža nalegla na kosti falange (fenomen praznih prstov). Pogosto se javlja Dupuytrenova kontraktura III. in IV. prsta in ponavljajoči se tendovaginitis, najpogosteje ekstenzorjev in prstov rok.

Do vazospastičnih napadov pride običajno zunaj delovnega časa. Trajajo nekaj minut do ene ure. Vazospazem se običajno začne na konicah prstov, z napredovanjem pa se širi proti začetkom prstov, redkeje na dlan.

Parestezijam ob nadaljevanju dela z vibrirajočimi orodji sledi akrocianoza (navadno v hladnem okolju) in bledenje prstnih konic. Delavci velikokrat ta, na začetku še reverzibilni pojav, pripisujejo ozeblinam in mu ne posvečajo prevelike pozornosti, kar pa običajno privede do prepozne diagnoze, ko je stanje že ireverzibilno. Začetno bledenje konic prstov, ki traja od 5 do 15 minut, se ob nadaljnjem izpostavljanju vibracijam in mrazu začne pojavljati vse pogoste-

je, bolj intenzivno in z bolečino, najprej le v hladnem letnem obdobju, nato pa skozi vse leto (ob stiku s hladnim predmetom ali vodo). Vibracije, mraz in nikotin imajo verjetno aditiven učinek, saj vsi trije delujejo kot vazokonstriktorji in v ekstremnih primerih lahko privedejo celo do gangrene prstov z nujno amputacijo.

2. Osteoartrotična oblika (frekvenca do 30 Hz, amplituda večja od 1 mm – vrtnanje s težkim pnevmatičnim orodjem) – prizadene kosti in sklepe: zapestje, komolec, rame, hrbtenico, pa tudi mišice in tetive.

Pogosto vidimo tudi osteoporozo, ki je simetrična na obeh rokah in na začetku še reverzibilna. Pojavijo se tudi revmatske bolečine v sklepih, posebej v tistih, ki niso izpostavljeni vibracijam. Vidimo periostalne spremembe v obliki osteofitov na bočnih straneh falang, kot tudi področje resorpcije in skleroze. Najbolj tipična sprememba je aseptična cistična nekroza na primer v lunici in čolničku – zapestne kosti (s tem se manjša število votlinic, v katerih je kostni mozeg, zmanjša se prekrvavljenost in zato so pospešeni artrotični procesi), revmatske bolečine v sklepih, zlasti zunaj izpostavljenosti vibracijam, deformantna osteoartroza, spondiloza in osteohondroza ter poroza hrbtenice, epikondilitisi, burzitis, periartritisi, miofasciitis, stenozantni tendovaginitisi in Dupuytrenova kontraktura. Najpogosteje so prizadete dlani, roke in ramena.



Pri kronični ekspoziciji (pri kroničnem draženju) pride do dezorganizacije trabekularne kostne strukture, do nastajanja cist in do mikrofraktur, ki se reparirajo tako, da tvorijo kalus. S tem se zmanjšuje število kostnih votlinic, ki so napolnjene s kostnim mozgom, in poslabša prehrana sklepnih hrustancev. Sklerozacija sloja med kostnim hrustancem in kostjo preprečuje cirkulacijo sinovialne tekočine in sklepu odvzema amortizacijsko sposobnost. Posledice teh procesov so osteoporozo v radiokarpalnem sklepu, nekroza lunatumov in pseudofrakture navikularisov.

Nastanek kostnih sprememb razlagamo z zmanjšanjem vaskularizacije in neposredno travmatsko prizadetostjo površine kosti. Na sklepnih hrustancih pride do fisur, degeneracije, razslojevanja in mestoma do fragmentacije. Odlomljeni deli hrustanca sami ali z deli kosti tvorijo sklepna telesa. Na robovih sklepnih površin se

kot regenerativni proces hrustanca ustvarjajo kljunaste ali trnaste formacije (osteofiti), v katere se impregnirajo kalcijeve soli.

Nastanek cist razlagamo z motnjami cirkulacije in s pojavom nekrotičnih ognjišč. S procesom organizacije nekrotičnega ognjišča nastaja kompakten sklerotični obroč, ki se proti periferiji širi v normalno spongiozo.

V mišicah zaradi kompresije krvnih žil pride do ishemije, v krvnih žilah kosti pride do refleksne vazodilatacije z upočasnitvijo cirkulacije in znižanjem pH, kar pogojuje proliferacijo osteoplastov in nastanek osteoporoze. V sinovialni tekočini sklepa se okrepi aktivnost hialuronidaze, ki razgrajuje mukopolisaharide brez možnosti regeneracije. Sklepne površine kosti postanejo oropane normalne prehrane. Osteoporozo je posledica difuzne motnje cirkulacije, spremembe pH in difuzne dekalifikacije.

Aseptične nekroze kosti nastanejo na že predhodno osteoporozno spremenjeni kosti kot travmatogeni učinek orodja, ki proizvaja vibracije velikih amplitud.

Mehanizem nastanka sprememb na kosteh je zaradi neposrednega delovanja vibracij ali delovanja protiudarcev. Aseptična cistična nekroza, enostoza in deformirajoča osteoartroza nastajajo zaradi direktnega delovanja vibracij. Zaradi pretiranega pritiska orodja in mišične prenapetosti lahko nastane epikondilitis, stiloiditis radiusa in ulne, bursitis, periartrosis in deformirajoča osteoartroza. Običaj-

no so spremenjene kosti in sklepi rok, pretežno dlani in komolca. Prvi znaki se začnejo pojavljati po dveh do treh letih dela z motorno žago.

RTG-spremembe so najpogostejše vidne na majhnih kosteh rok. Spremembe so v obliki aseptične cistične nekroze ali preloma kosti. Pri poškodbi komolca so vidne enostoza, deformirajoča artroza in osteoporoza. Najpogostejše so lokalizirane na glavici radiusa, na sprednji in zadnji strani humerusa in na notranjem delu sklepne površine komolca. Spremembe so lahko na eni ali obeh rokah. V ramenu in akromioklavikularnem sklepu vidimo znake deformirajoče osteoartroze.

Poškodbe nog zaradi vibracijske bolezni so redke.

3. Nevritična oblika (frekvenca nad 150 Hz, amplituda manjša od 0,1 mm)

Lahko se pojavijo izolirano ali v kombinaciji z vaskularnimi motnjami. Pogosto se pojavijo pred simptomi belih prstov, in sicer v obliki intolerance na hlad kot neprijeten občutek v hladnem okolju, brez izražene bledice prstov. Gre za periferno nevropatijo s prevladujočo okvaro aferentnega (senzornega) nitja. Lahko je pri-



zadet kateri koli živec zgornjega uda. Najpogosteje sta prizadeta medialni in ulnarni živec. Okvara se lahko kaže kot utesnitvena nevropatija, difuzna ali multifokalna nevropatija. Gre za okvarjeno dovodno aktivnost perifernih živčnih vlaken. S termotestom se registrira okvara tankih mieliziranih in nemieliziranih vlaken, z vibrometrijo pa alfa in debelih mieliziranih vlaken. Klinično gre za zmanjšan občutek za vibracije in temperaturo, prisotna je hiposenzibilnost ali hipersenzibilnost na vrhu prstov. Parestezije v prstih, lahko tudi proksimalno na dlaneh, se pojavljajo po uporabi ročnih vibrirajočih orodij, zlasti ponoči. Z napredovanjem bolezni prsti drevenijo in predmeti začnejo padati iz rok (zmanjšana ročna spretnost). Histopatološko je najti edem, fibrozne spremembe in degeneracijo živčnih vlaken. Gre za difuzno nevropatijo s prevladujočo senzorno prizadetostjo, ki se kaže kot motnja za občutek bolečine, dotika in toplotnega draženja. Motnje motorike običajno niso klinično izražene. Klinična slika je lahko precej raznolika:

a) organske spremembe v smislu nevitisa, polinevitisa ali nevritične amiotrofije (motnje senzibilnosti občutljivosti, zmanjšani ali popolno ugasli kitni in kostni refleksi, obstaja palpitna občutljivost in bolečina na področju inervacije cervicobrachialnega plexusa, hipotonija, atrofija mišic, fascikulacije, pareze in zmanjšanje grobe

mišične moči), gre za prizadetost (organsko poškodbo) perifernega nevrona; najpogosteje sta prizadeta ulnaris in medianus;

b) prizadetost centralnega nevrona ob sočasnih organskih spremembah perifernega motoričnega nevrona;

c) funkcionalne motnje perifernega živčnega sistema: nevralgije, parestezije, vegetativno cirkulatorne motnje.

Sindrom karpalnega kanala nastane z nabrekanjem pretresenih tkiv v omejenem prostoru karpalnega kanala s kompresijo in medianusa in motnjami prevodnosti v distalnem delu živca. Podobne spremembe se lahko pojavijo tudi na živcu v zapestju, lahko pa tudi v komolcu.

Zaradi izpostavljenosti vibracijam lahko pride do hiperkeratoze (čezmernega oroženevanja) ali do atrofije kože, ki je gladka, tanka in suha, ter razpok na koži. Pride do slabšanja ostrine vida ali dvojnih slik, dodatnih okvar sluha, do vrtočlavič, motenj v prebavi, kroničnega vnetja želodčne sluznice, razjede želodca ali dvanajstnika itd.

4 Izpostavljenost splošnim vibracijam

Pri izpostavljenosti splošnim vibracijam opisujemo dva sindroma:

- **cerebrovaskularni sindrom z nevrovegetativnimi motnjami**, stenokardijami, hipertonijo in vestibulopatijo in



- **spinalni sindrom s siringomielijo** (spremenjena senzibilnost, kjer ni občutljivosti za bolečino in temperaturo ter mlahave pareze z atrofijo) in amiotrofična oblika (s prizadetostjo centralnega in perifernega motoričnega nevrona).

Cerebrovaskularni sindrom se manifestira z napadi glavobola, ki jih lahko spremljajo slabost, vrtoglavica, obnemoglost in izguba ravnotežja.

Težave nastanejo predvsem pri spremembi telesnega položaja, pripogibanju in hitrem obračanju. Pride lahko do izgube zavesti, ki jo spremlja huda slabost in bruhanje. Lahko pride do bolečin v predelu srca – za prsnico, kot zbadanje ali stenokardija. Pogostejša je hipertenzija z labilnim tlakom in pulzom. Zelo pogosta je tudi asimetrija, tako tlaka kot srčne frekvence. Na EKG-ju so pogosto ugotovljene spremembe koronarne cirkulacije. Lahko pride do t. i. diencefalne krize – z vsemi že omenjenimi simptomi, močnimi glavoboli, bolečinami v predelu srca, povišano temperaturo, bledico, tahikardijo, povišanim krvnim tlakom in drhtenjem ter močnim znojenjem. Pogosto so prisotni tudi znaki vege-

tativnega polinevritusa – pretežno na nogah: bolečine v nogah, lažje motnje senzibilnosti. Bolečine se posebno intenzivirajo na toplem, na hladnem pa popustijo. Temperatura kože stopal in še posebej prstov je znižana, pulz arterije dorsalis je slabši. S kapilaroskopijo ugotovljamo spazem kapilar, znižana je tudi vibracijska senzibilnost. Na klinični sliki ugotovljamo okrepljene tetivne reflekse, tremor prstov rok in nistagmus. Stopala in prsti so hladni in cianotični, pulz je slabo tipen, stopala pa boleča. Ugotavlja se telesna astenija, izguba telesne mase, hipo- in redkeje hipertenzija, motnje termoregulacije, presnove in endokrinega sistema, tireotoksikoza, občasno tudi motnje spolnosti. Na očesnem ozadju lahko najdemo angiodistonične spremembe. Lahko pride do cirkulatornega šoka s padcem krvnega tlaka, opisani pa so tudi primeri paroksizmalne tahikardije. Ugotovljamo lahko spremembe EEG-ja: znižan alfa ritem ali ga celo ni, voltaža oscilacij je običajno zelo znižana, prevladujejo pa hitre oscilacije z nizkimi amplitudami.

Spinalni sindrom: organske okvare hrbtenjače predstavljajo naj-

težjo obliko vibracijske bolezni. Srečamo jo redko – najpogosteje pri delavcih z dolgo izpostavljenostjo. Razlikujemo siringomieloidno in amiotrofično obliko.

Prvo označujejo razširjene motnje senzibilnosti, lokalizirane ne le na rokah, ampak tudi v predelu ramen in celotnega prsnega koša. Lahko je ohranjena taktilna (dotik) senzibilnost, izgubljena pa za bolečino in temperaturo. Meje senzibilnih motenj so lahko približane segmentarni prizadetosti in zato obolenje spominja na siringomielijo, še posebej če je prisotna atrofija mišic, ki zajame poleg majhnih mišic roke tudi mišice ramenskega obroča.

Amiotrofična oblika je zelo redka. Na klinični sliki se poleg tipičnih vegetativno-senzitivnih okvar na nivoju roke postopno razvijejo znaki progresivne mišične atrofije zgornjih ekstremitet, ramenskega obroča, lahko pa so prizadete tudi spodnje ekstremitete. Globalni refleksi so oslabljeni ali odsotni. Pride do parez, piramidni znaki pa običajno niso izraženi.

Pri izpostavljenosti splošnim vibracijam prevladujejo torej motnje centralnega živčnega sistema in vestibularnega aparata. Predvsem so značilni glavoboli, teža v glavi, napadi vrtoglavice, splošna utrujenost, povečana razdražljivost in motnje spanca. V začetnih oblikah so vsi ti znaki reverzibilni. Pozneje se razvijejo motnje vestibularnega aparata z astenijo, izgubo telesne mase in znižanim (redkeje zvišanim) krvnim tlakom, motnjami termoregulacije in presnove,

endokrinimi motnjami, napadi kolapsov in razbijanja srca. Lahko pride do bolečin in utrujenosti v nogah (stoječi delavci), motenj občutljivosti, motenj kapilarnega pretoka, bledenja stopal in znižane temperature nog. Pogosto z RTG ugotavljamo spremembe na kostno-sklepni strukturi hrbtenice in nog (vibracije, prisilni položaj, statične obremenitve): deformacije intervertebralnih diskov, spondiloza, spondilartroza, spondiloosteohondroza, zoženje intervertebralnega prostora, hernije in dislokacije ledvenih diskov ... Pogosto pride do skolioze hrbtenice in artrozičnih sprememb sklepov kolka. Običajno pride do bolečin v spodnjem delu ledvene hrbtenice, včasih celo do ishiadičnih bolečin. Okvare hrbtenice, ki so pri splošni populaciji značilne za 90 odstotkov ljudi, starih od 55 do 60 let, pri delavcih, ki so izpostavljeni splo-



šnim vibracijam, srečujemo že pri starosti od 45 do 50 let v kar 100 odstotkih.

Vibracije, ki delujejo na celo telo, povzročajo tudi prizadetosti krvžilnega sistema, ki se kažejo z različnimi kliničnimi slikami: periferna vazospastična bolezen (Raynaudov fenomen), varice spodnjih udov, hemoroidi, varikokela, ishemična bolezen srca in povišan krvni tlak. Pri osebah, izpostavljenih splo-

šnim vibracijam, ugotavljajo povečan delež bolezni prebavil: od razjed želodca in dvanajstnika, gastritisa do divertikulitisa in kolitisa (k čemur pripomore tudi stres, izmenska delo, neurejena prehrana in alkohol).

Pri ženskah ugotavljajo večji delež pojavljanja menstrualnih motenj, anomalije pozicije reproduktivnih organov in podvrženost spontanemu splavom ter drugim težavam v nosečnosti.

Pri delavcih, izpostavljenih splošnim vibracijam, so ugotavljali tudi zoženje vidnega polja in spremembe na ožilju mrežnice.

5 Diagnostika vibracijske bolezni

Ena najzgodnejših metod za identifikacijo teže simptomov je bila Taylor-Pelmearejeva klasifikacijska metoda, ki je prikazana v tabeli 1.

Stadij	Znaki in simptomi	Oviranje pri aktivnostih
00	Jih ni	NE
0T	Intermitentno mravljinčenje (srbenje v konicah prstov)	NE
0N	Intermitentna otrplost (gluhost v konicah prstov)	NE
0TN	Mravljinčenje in otrplost (srbenje in gluhost v konicah prstov)	NE
1	Bledenje enega ali več distalnih členkov prstov (enega ali več prstov) z ali brez mravljinčenja in otrplosti	NE
2	Bledenje enega ali več prstov z otrplostjo (mravljinčenjem) le pozimi (oziroma v mrazu)	Lažje oviranje domačih in socialnih aktivnosti Pri delu ni oviranja
3	Pogoste epizode bledenja vseh prstov na obeh rokah tako poleti kot pozimi	Oviranje tudi pri poklicnem delu in hobijih
4	Enako kot pod tri, napadi so zelo pogosti in boleči, dodatno se pojavljajo ulceracije na prstih	Spremembe zahtevajo prenehanje izpostavljenosti vibracijam

Tabela 1: Taylor-Pelmearejeva klasifikacija z vibracijami povzročenelega bledlega prsta po stadijih

Leta 1986 je bila predstavljena stockholmska klasifikacija. V tej klasifikaciji so vaskularne in nevrološke spremembe obravnavane posebej (tabela 2a in 2b).

Menijo, da lahko osebe, mlajše od 50 let, v stadiju 1 in 2 po prekinitvi izpostavljenosti dosežejo znatno izboljšanje, starejše osebe v stadiju 3 in 4 pa lahko zadržijo isto stanje ali pa pride celo do poslabšanja.

Diagnostični postopki za verifikacijo diagnoze so: RTG, EMG, doppler ožilja. Kako daleč je napredovala vazonevroza, je odvisno od mnogih drugih dejavnikov, ki so predstavljeni v tabeli 3.

6. Funkcionalne preiskave za verifikacijo

- a) nevritične oblike je EMG za določanje prevodnih hitrosti motoričnih in nekaterih senzoričnih vlaken in senzorični testi (termotest, ki določi prag zaznavanja toplote, hladu in s tem povzročene bolečine, po potrebi dopolnjen z vibratrom in von freyevimi laski za nežen in grob dotik);
- b) osteoartikularne oblike rentgenska je slika zapestja, komolca in rame, ki pokaže osteonekrozo lunice in navikularke v zapestju in/ali hiperostotično artrozo komolca in/ali artrozo akromioklavikularnega sklepa;
- c) vaskularne oblike ohladitveni provokacijski test z digitalno

Stadij	Stopnje bolezn	Opis težav
0	Brez težav	Ni napadov
1	Blaga	Občasni napadi bledenja prizadenejo končne členke enega ali več prstov
2	Zmerna	Občasni napadi bledenja prizadenejo distalne, srednje in redkeje proksimalne členke prstov
3	Huda	Pogosti napadi bledenja prizadenejo večino prstov
4	Zelo huda	Enaki simptomi kot pod tri, z degenerativnimi spremembami (trofične spremembe) kože na distalnih členkih (konice prstov)

Tabela 2a: Vaskularne spremembe (frekvenca vibracij od 35 do 150 Hz, amplituda < 1 mm)

Stadij	Simptomi
0 SN	Izpostavljenost vibracijam, vendar brez simptomov
1 SN	Intermitentna otrplost (gluhost) z ali brez mravljinčenja (parestezije)
2 SN	Intermitentna ali stalna otrplost, zmanjšana senzorna percepcija (čutna zaznava)
3 SN	Intermitentna ali stalna otrplost, zmanjšana taktilna diskriminacija (otip) in/ali zmanjšana ročna spretnost (moteni fini gibi)

Tabela 2b: Senzorinevralne spremembe (frekvenca > 150 Hz, amplituda < 01 mm)

fotopletizmografijo pri sobni temperaturi in po ohladitvi s hladno kopeljo (10 stopinj C) 10 minut in kapilaroskopija.

Značilnost pletizmografije je, da je zelo občutljiva v blagih začetnih primerih, ko ohladitveni provokacijski test in merjenje sistolnega tlaka v prstih še ne kaže patologije.

Akralna fotopletizmografija je neinvazivna metoda preiskave, ki registrira spremembe v prostornini preiskovanega segmenta okončine, ki jih povzroči utripajoč tok krvi

in so sinhrono s srčnim ciklusom. Grafični zapis je pulzna krivulja, ki po obliki zelo posnema krivuljo, dobljeno z intraarterijskim merjenjem. V akralni pletizmografiji, pri kateri receptor postavimo na jagodice prstov, ki jih preiskujemo, se najpogosteje uporablja »strain-gauge« pletizmografija in fotoelektrična pletizmografija. Medtem ko je na zahodu bolj uveljavljena strain-gauge pletizmografija in predvsem merjenje spremembe sistoličnega tlaka v prstih, pa je pri nas uveljavljena metoda fotoelektrična pletizmografija, kjer ima poleg spremem-

Tvegani dejavniki	Biodinamični dejavniki	Individualni dejavniki
Amplituda vibracij	Moč stiska roke za vibracijski stroj	Kako obvlada stroj
Frekvenca vibracij	Površina, lokacija in masa dela roke, ki je v stiku s telesom	Izurjenost in produktivnost
Trajanje izpostavljenosti vsak dan	Trdota materiala, ki je v stiku s telesom	Individualna občutljivost na vibracije
Delovna doba na tem delovnem mestu	Pozicija roke in zgornjega uda glede na telo	Kajenje in zloraba drog
Kakšno je vzdrževanje stroja	Sestava ročaja stroja – ali je mehak in komplianten ali rigiden	Izpostavljenost drugim fizičnim in kemičnim dejavnikom
Uporaba varovalne opreme, počitek med delom	Anamnestični podatki o prejšnjih poškodbah rok ali prstov, predvsem podatki o omrzlinah	Bolezni ali prejšnje poškodbe na rokah

Tabela 3: Dejavniki, ki vplivajo na učinek vibracij na roko

be tlaka diagnostično vrednost tudi sprememba oblike krivulje. Normalna krivulja, ki jo dobimo z obema metodama, ima strm ascendentni krak, zašiljen vrh in nekoliko bolj položen descendentni krak z dikrotnim zobcem, ki je normalno na sredini dikrotnega dela.

Pletizmografija je stara diagnostična metoda. Prvi začetki uporabe principov pletizmografije so znani že iz tridesetih let prejšnjega stoletja, zadnjih dvajset let pa se uporablja v diagnostiki obolenja žil prstov okončin in z namenom testiranja substanc z vazodilatatornim učinkom ter fizioloških študij odzivanja KVS v anesteziologiji.

Tako je do zdaj že poznan učinek več dejavnikov, ki vplivajo na perfuzijo prstov rok in tako na obliko pulzne krivulje poleg manifestirane bolezni ožilja:

- S starostjo nad 50 let so vaskularne spremembe že primarno funkcionalne zaradi slabljenja aksonskega refleksa. Bolj je prizadeta sposobnost vazodilatacije kot sposobnost vazo-

konstrikcije, ker je mehanizem vazodilatacije bolj vulnerabilen. Opazovali so izginevanje dikrotničnega zobca.

- Posturalni položaj zgornje okončine; del preiskovancev, ki so sedeli z roko v spuščnem položaju, je imelo zmanjšanje amplitude pulznega tlaka pletizmografije, pri četrtini preiskovancev, ki so sedeli z roko v dvignjenem položaju, pa je opazno povečanje amplitude v primerjavi z izmerjeno amplitudo pulzne krivulje v ležečem položaju, kar lahko razlagamo s fiziološkim odgovorom avtoregulacije – z aksonskim refleksom posredovane vazokonstrikcije oziroma vazodilatacije.
- Nizka temperatura okolja oziroma hlajenje celega telesa povzroči povišan tonus simpatičnega živčevja, kar ima isti učinek na digitalno perfuzijo kot lokalno hlajenje in s tem vpliv na rezultat pletizmografije – zmanjša se amplituda pulznega vala.
- Akutno nastala stresna situacija lahko (tudi psihična) povzroči sistemsko reakcijo – povišan

simpatikotonus in vpliv na amplitudo pulzne krivulje pletizmografije.

- Dolgotrajni zmerni vztrajnostni trening vpliva na komplanco perifernih arteriol oziroma na periferno rezistenco s tem, da okrepi periferni fiziološki odgovor na posturalni položaj roke – opazovali so večjo spremembo amplitude pletizmografske krivulje s spremembo položaja okončine pri treniranih kot pri netreniranih.
- Bolezni, kot je dolgoletna arterijska hipertenzija, že sama po sebi remodelira arterijsko steno medio in s tem zmanjša njeno komplanco, kar se odraža z zmanjšanjem amplitude pletizmografske krivulje.
- Sladkorna bolezen brez spremljajoče ateroskleroze in manifestnih kliničnih znakov poznih zapletov že pri mlajših od 50 let prizadene fiziološki odgovor vazodilatacije, posredovan preko aksonskega refleksa, kar se odraža z izginevanjem dikrotničnega zobca pletizmografske krivulje.

- Zdravila, kot so beta blokatorji z vazodilatatornim učinkom, pa – nasprotno kot zgoraj naštetih vplivi – inhibirajo vazokonstriktorni odgovor na ohladitev, posredovan preko receptorjev alfa 1, kar se odraža v poglobitvi dikrotičnega zobca, podoben, vendar manjši učinek, je opazen tudi pri blokatorjih alfa 1.
- Nitrati učinkujejo bolj na večje arterije v smislu vazodilatacije, periferni vazodilatatorni učinek izražajo tudi kalcijevi antagonisti.
- Nasprotno pa je pri neselektivnih blokatorjih beta ali beta 1 bolj izražen periferni vazokonstriktorni učinek.
- Vpliv kajenja okrepi fiziološki odgovor vazokonstrikcije, vključen naj bi bil mehanizem disfunkcije vazodilatacije, posredovane preko endotelina.

Digitalna pletizmografija pomeni merjenje pulznih valov v digitalnih arterijah pred provokacijo (ohladitvijo) in po provokaciji. Nepogrešljiva je akralna pletizmografija v diagnostiki akrosindromov, še zlasti Raynaudovega sindroma.

Tako sprva posnamemo pulzne krivulje vseh prstov rok (ki morajo biti dobro ogreti) pri sobni temperaturi. Nato naredimo provokacijo z mrzlo vodo pri 10 stopinjah Celzija, tako da dlani in prste roke potopimo v to mrzlo vodo za 10 minut. Po ohladitvi ponovno posnamemo pulzne krivulje vseh prstov rok.

Diagnostične so značilne spre-

membe v amplitudi (redukcija na 60 % in manj amplitude pred provokacijo) in obliki krivulje – pomik dikrotnega zobca proti vrhu krivulje.

V razvoju Raynaudovega sindroma (tako primarnega kot tudi sekundarnega, poklicnega) sprva opazujemo pomik dikrotnih zobcev proti vrhu krivulje, v napredovalih stadijih oziroma hujših oblikah pa tudi redukcijo amplitude. Tako lahko fiziološke spremembe povezujemo tudi z obliko krivulje; okvarjeni reaktivni vazodilataciji ustreza pomik dikrotičnega zobca navzgor oziroma poplitvitev globine zobca, vazokonstrikciji ustreza redukcija velikosti amplitude. Diferencialnodiagnostičnoločimo obstruktivno (stenotično) obliko krivulje: ascendentni in descen-



dentni krak je bolj položen, vrh je zaobljen, zniža se amplituda in izgine dikrotni val.

Nasprotno pri vazospastičnih oblikah že pri blagih stanjih opazujemo visoko položen dikrotični zobec in nagib ascendentnega dela krivulje se sorazmerno pozno spremeni. Pri hujših oblikah se zniža pulzni val in s tem amplituda, izgine dikrotni zobec, pri akutno nastalem spazmu praktično izgine arterijski pretok in namesto pulzne krivulje registriramo ravno črto.

V diagnostiki vazonevroze ne obstaja samostojen test, s katerim lahko potrdimo ali ovržemo diagnozo. Kot vsepovsod drugod se diagnostični proces začne z anamnezo, ki mora biti natančna predvsem glede škodljivosti in obremenitev v delovnem okolju. Za diagnozo vazonevroze je potreben, a ne zadosten pogoj večletna vsakodnevna izpostavljenost vibracijam, ki so delovale predvsem lokalno, najpogosteje na roko (uporaba pnevmatskih kladiv, vrtnih strojev ...). Bolnika je treba povprašati po subjektivnih simptomih, kakšni so, kako pogosti in kako izraziti.

Pri klinični preiskavi je pomembno testiranje senzibilnosti prstov, mišične moči mišic dlani in finih gibov. Informacije o prehodnosti arterijskega žilja daje Allenov test.

Preiskovanec stisne pest in s tem spravi kri iz zapestja, nato preiskovalec na zapestju pritisne na art. radialis in art. ulnaris. Ko prei-



skovanec ponovno odpre pest, je dlan blede. Preiskovanec popusti pritisk na eni izmed arterij in opazuje hitrost vračanja in stopnjo vračanja normalne kožne barve, ki mora obsegati celotno dlan. Nato se test ponovi še z drugo arterijo. Normalno vračanje kožne barve pomeni normalno cirkulacijo distalno od mesta pritiska, ker pa rezultat testa temelji na opazovanju, je test subjektiven in njegova vrednost le orientacijska. Še eden od preprostih testov je t. i. provokacijski ohladitveni preizkus, ki izkorišča dejstvo, da do vazospastičnih kriz prihaja pogosteje ob nizkih temperaturah. Prste na roki izpostavimo nizki temperaturi (hladna voda) in nato opazujemo barvo kože.

Na podlagi anamneze in osnovne klinične preiskave dlani temelji t. i. stockholmska skala prizadetosti zaradi vazonevroze. Rezultat se poda za vsako roko posebej, in sicer s številom prstov, ki so prizadeti do določene stopnje. Dolgo časa je diagnosti-

ka vazonevroze temeljila skoraj izključno na anamnezi in preprostih kliničnih preiskavah, ki so omenjene zgoraj. Pokazala se je potreba po objektivni potrditvi delitve bolnikov po prizadetosti, ki jo podaja zelo subjektivna stockholmska skala. V zadnjem desetletju prejšnjega stoletja se je diagnostika vazonevroze nadgradila s pomočjo objektivnih metod preiskovanja mikrocirkulacije, ki danes z večjo zanesljivostjo potrdijo ali ovržejo diagnozo ter prikažejo stopnjo prizadetosti. Pomemben napredek je bil dosežen tudi s standardizacijo in objektivizacijo že omenjenih testov (testi senzibilnosti, provokacijski ohladitveni preizkus), ki so s tem pridobili vrednost.

Ohladitveni preizkus nam pomaga oceniti, kakšna je preskrba prstov s krvjo. Test je občutljiva meritve za okvaro žilne stene. Večja ko je okvara, dalj časa je potrebno, da se prsti segrejejo.

Danes obstaja več standardnih načinov izvedbe provokacijskega

ohladitvenega preizkusa glede na temperaturo vode (največkrat 10 °C ali 15 °C) in časa hlajenja dlani v vodi (5–10 minut). Po umaknitvi iz vode se neposredno ali s pomočjo toplotne kamere (provokacijska ohladitvena termografija) meri temperatura kože prstov in čas njene vrnitve na normalno vrednost. Prav tako se meri sistolni arterijski tlak v prstih, padec njegove vrednosti na 0 mmHg, ki je specifičen za nastanek vazospastične krize. Na rezultate ohladitvenega testa vplivajo tudi: sobna temperatura, preiskovančeva oblačila, prehranjevalni status, letni čas ..., zato morajo biti ti dejavniki kar se da kontrolirani in upoštevani pri interpretaciji. Tudi pri merjenju senzibilnosti prizadetih predelov, kjer se največ uporabljata ugotavljanje temperaturnega in vibrotaktilnega praga, so bili šele pred nekaj leti postavljeni standardi, ki omogočajo največjo občutljivost, specifičnost in ponovljivost rezultatov. Med preostale objektivne metode v diagnostiki vazonevroze spadata še digitalna pletizmografija in kapilaroskopija. Pletizmografija zapisuje spremembe v krvnem volumnu med vsakim srčnim ciklusom in merjenim predelom okončine. Dobimo volumsko krivuljo, ki je podobna pulzni, njena oblika pa pokaže stopnjo arterijske odpovedi in razkrije stanje kolateralnega obtoka. Omogoča preiskavo vazospastičnih bolezni, ker je možno meritve opravljati tudi na jagodicah prstov. Pri bolnikih z vibracijsko boleznijo dobimo po ohladitvenem testu značilne

žilne spazme, ki objektivno govorijo, da gre za obliko Raynaudovega fenomena.

Digitalna pletizmografija pomeni merjenje pulznih valov v arterijah pred in po izpostavitvi nizki temperaturi ter primerjanje obeh vrednosti. Kadar je vrednost po izpostavitvi znatno nižja od vrednosti pred izpostavitvijo, kaže to na nastanek vazospazme ob mrazu, torej vazonevrozo. Značilnost pletizmografije je, da je zelo občutljiva in specifična v blagih in začetnih primerih bolezni, ko provokacijski ohladitveni test in merjenje sistolnega tlaka v prstih še ne kažeta na patologijo.

Kapilaroskopija je vitalna mikroskopija kapilar v koži in zgodaj odkrije morfološke spremembe na kapilarah. Kapilaroskopija je pregled nohtnih ležišč z mikroskopom. Pri bolniku je opazno zmanjšano število kapilar, vidna so avaskularna področja, velikanske kapilare, intersticijski edem in zmanjšani pretok.

7 kriterijev verifikacije poklicne vibracijske bolezni zaradi lokalnih vibracij

Vaskularne okvare

Raynaudov sindrom: bledenje prstov rok na mrazu, izguba finega občutka, parestezije.

Kriteriji verifikacije:

a) objektivizirana poklicna vzročna zveza med izpostavljenostjo lokalnim vibracijam in poklicno zdravstveno okvaro (anamneza, klinična slika, funkcionalne preiskave – digitalna fotople-

tizmografija prstov rok pri sobni temperaturi in po ohladitvi 10° C 10 minut, analiza delovnih razmer);

b) najmanjša intenziteta izpostavljenosti: prekomerna izpostavljenost;

c) najkrajše trajanje izpostavljenosti: 6 mesecev (obratno sorazmerna intenziteti izpostavljenosti);

d) maksimalna latentna perioda: 2 leti.

Nevrološke okvare

Nevropatija s parestezijami, otrplostjo prstov rok in moteno senzorično.

Kriteriji verifikacije:

Enaki kot pri vaskularni obliki (EMG zgornjih okončin z meritvijo motoričnih in senzoričnih prevodnih hitrosti).

Osteoartikulirane okvare

Potrjene z rentgenskim slikanjem.

Zapestje: nekroza lunice (Kienböckovo obolenje), osteone-

kroza navikularke (Köhlerjevo obolenje), hiperostotska artroza komolca.

Kriteriji verifikacije:

a) objektivizirana poklicna vzročna zveza med izpostavljenostjo lokalnim vibracijam in poklicno zdravstveno okvaro (anamneza, klinična slika, rentgen zapestij in komolcev, analiza delovnih razmer);

b) najmanjša intenziteta izpostavljenosti: prekomerna izpostavljenost;

c) najkrajše trajanje izpostavljenosti: 5 let;

d) maksimalna latentna perioda: 2 leti.

Vibracijska bolezen zaradi splošnih vibracij se ne priznava kot poklicno obolenje.

7 Preventiva

Osnovna preventiva vibracijske bolezni je ukinjanje oziroma vsaj čim večje zmanjševanje vibracij na delovnem mestu. Poznamo vrsto varstvenih ukrepov; v grobem jih delimo v tri sklope.

7.1 Tehnični ukrepi

Najuspešnejši bomo, če uspemo zamenjati obstoječ vibracijski proces z nevibracijskim oziroma s takimi vibracijami, ki imajo frekvence različne od tistih, ki privedejo do okvar. Tako lahko v določenih primerih, na primer v kovaštvu, zamenjamo pnevmatično orodje s hidravličnim.

Če pa taka zamenjava ni možna, se v vibracijsko orodje vgradijo



različni amortizerji, ki blažijo vibracije. Nekateri delujejo tako, da preprečijo neposreden (mehan-ski) stik med vibrirajočim orodjem in telesom. V drugih pa vlagamo poseben dušilni element, običajno iz gume ali kovinske vzmeti. Dobre rezultate se doseže tudi z uravnoteženjem nihajočih (vrtečih se) delov orodja.

Pri strojih, kjer najnižje frekvence običajno niso pod 10 Hz, dosežemo dobre rezultate s približno 20 mm povesa izolatorja vibracij. Z gumijastimi amortizerji takih povosov ni mogoče doseči. Za doseganje večjih povosov lahko tudi povečamo nihajočo maso, kar dosežemo z dodajanjem težkih, običajno betonskih podložnih plošč. Obstajajo tudi različna osebna varnostna sredstva (na primer protivibracijske rokavice), ki pa so manj učinkovita, pa tudi delavci jih manj uporabljajo.

Vibracije lahko zmanjšamo s preprečevanjem prenosa vibracij, bodisi na sosednje vezne dele stroja ali sistema ali na podlago. V ta namen vgrajujemo elemente za shranjevanje kinetične energije (mase), za shranjevanje potencialne energije (vzmeti) in elemente za dispozicijo energije (dušilke). Čeprav vsak od elementov vibracijskega sistema, masa – vzmet – dušilka, lahko shranjuje tako kinetično energijo kot potencialno energijo in tudi duši energijo, pri analizah sistemov predpostavimo vibrirajoči sistem, ki je sestavljen iz idealne vzmeti, mase in dušilke s samo eno originalno funkcijo. Vibracije na poti širjenja lah-



ko torej zmanjšamo z maso ali vztrajnostjo sistema, z izolacijo ali vzmetenjem ali z viskoznim ali kakim drugim dušenjem. V večini primerov zadošča dušenje vibracij samo z maso, če pa ta ni zadosti, vgrajujemo različne oblike vzmetnih podložk ali vezi, ki dodatno zmanjšajo prevelike amplitude vibracij. Z vzmetenjem zmanjšamo prenos vibracijske sile ali odmika na podlago ali z nje ali med strukturnimi elementi. Vzmetenje je neučinkovito le v bližini resonančnih frekvenc vibracij. Za zmanjšanje vibracij v območju resonančne frekvence vgrajujemo dušilke po principu viskoznega trenja fluida zaradi pretakanja, redkeje pa tudi z drsnim trenjem in s histereznim ali strukturalnim trenjem, pri katerih se spreminja vibracijsko gibanje v toploto. Viskoзни dušilniki vibracij se vedno vgrajujejo vzporedno z vzmetnimi dušilniki vibracij, tako da se njuna učinka lahko dopolnjujeta.

Vibracija sistema pomeni dejansko pretvarjanje energije med njeno potencialno in kinetično obliko. V sistemih z dušenjem se del energije izgublja v vsakem nihajnem ciklu, zato moramo pri

stacionarnih vibracijah v sistem sproti dovajati energijo od zunaj. V strojništvu zmanjšujemo vibracije večinoma z vzmetenjem, če pa je vzbujevalna frekvenca v bližini resonančne frekvence, pa še z dušenjem. Rušilno moč potresov skušamo v gradbeništvu preprečiti ali vsaj omiliti s protipotresno gradnjo poslopij, to je s povečano maso in togostjo.

Da vibracijski del stroja ali naprave izoliramo od fiksne strukture ali podlage, največkrat uporabljamo elastične materiale, kot so kovinske vzmeti, elastomeri, pluta, klobučevina itd. Z izolacijskimi materiali ne dušimo vibracij, ampak preprečujemo prenos vibracij na podlago. Precej uporabljamo spiralne vzmeti, ki zelo dobro izolirajo pri nižjih frekvencah (na primer izolacija nizkih lastnih frekvenc motorja z notranjim zgorevanjem pri okrog 15 Hz), medtem ko se višje frekvence rade prenašajo na podlago. To pa lahko kompenziramo tako, da med vzmet in podlago vstavimo gumijaste ali klobučevinaste blazine. V praksi večkrat srečamo sistem obtežba – vzmet – dušilka, kjer vzmet preprečuje prenos vibracij, paralelno vezana

oljna dušilka pa je uporabljena za viskozno dušenje pri resonančnih frekvencah.

Elastomeri so izolatorji vibracij iz sintetične ali naravne gume, ki imajo široko področje uporabe, saj se dajo poljubno preoblikovati v različne oblike in togosti. So majhni in lahki in imajo večje dušenje od kovinskih vzmeti. So tudi poceni, imajo pa omejitve delovanja pri temperaturi nad 80° C. Njihova dobra lastnost je tudi ta, da se po prenehanju obremenitve vrnejo v prvotno obliko. Uporabljamo jih pri tlačnih in strižnih obremenitvah, pri natezalnih pa ne, ker se gume tedaj rade trgajo. Tudi pluta je koristen izolator, ki se uporablja pri tlačnih in strižnih obremenitvah, manj pa je upo-

rabna pri nizkih frekvencah. Za klobučevino pa je značilen zelo visok dušilni faktor, zato je zelo primerna za zmanjševanje visokih amplitud vibracij na primer pri resonanci.

Rokavice in zaščitni ročni zavoji sta dva izmed najpogostejših varovalnih sredstev. Protivibracijski material je zelo učinkovit v filtriranju velikih frekvenc, vendar je ta učinek omejen. Učinkovitost takih rokavic ali ovojev se giblje med 10 in 30 %. Učinki so večji pri manjših orodjih, ki delujejo na večjih frekvencah.

7.2 Pravnoupravni ukrepi Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam

(Ur. l. RS, št. 94–4108/2005, stran 9819, 9. 11. 2005)

1. člen

Ta pravilnik v skladu z direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2002/44/ES z dne 25. junija 2002 o minimalnih zdravstvenih in varnostnih zahtevah glede izpostavljenosti delavcev tveganjem iz fizikalnih dejavnikov (vibracij) (šestnajsta posebna direktiva v smislu člena 16 (1) Direktive 89/391/EGS) (Ur. l. RS, št. 177 z dne 6. 7. 2002, str. 13) določa zahteve za varovanje delavcev pred tveganji za njihovo zdravje in varnost, ki izhajajo ali bi lahko izhajale iz izpostavljenosti mehanskim vibracijam.

Zahteve tega pravilnika veljajo za dejavnosti, v katerih delavci so ali bi lahko bili med delom izpostavljeni tveganjem mehanskih vibracij.

2. člen

Izrazi, uporabljeni v tem pravilniku, imajo naslednji pomen:

- a) »vibracije dlan – roka«: mehanske vibracije, ki ob prenašanju na človekovo dlan in roko predstavljajo tveganje za varnost in zdravje delavcev, zlasti vaskularne ter nevrološke ali mišične motnje in prizadetosti kosti ali sklepov;
- b) »vibracije celotnega telesa«: mehanske vibracije, ki ob prenašanju na celotno telo predstavljajo tveganje za varnost in zdravje delavcev, zlasti težave s križem in poškodbe hrbtenice.

Mejne vrednosti in opozorilne vrednosti izpostavljenosti.

3. člen

Mejne vrednosti in opozorilne vrednosti izpostavljenosti za vibracije dlan – roka so naslednje:

- a) mejna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirana na referenčno obdobje osmih ur, je 5 m/s²;
- b) opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirana na referenčno obdobje osmih ur, je 2,5 m/s²;

Izpostavljenost delavcev vibracijam dlan – roka se ocenjuje in/ali meri v skladu z določbami iz Priloge A (1) pravilnika.

4. člen

Mejne vrednosti in opozorilne vrednosti izpostavljenosti za vibracije celotnega telesa so naslednje:

- a) mejna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirana na





referenčno obdobje osmih ur, je $1,15 \text{ m/s}^2$;

- b) opozorilna vrednost dnevne izpostavljenosti, normalizirana na referenčno obdobje osmih ur, je $0,5 \text{ m/s}^2$;

Izpostavljenost delavcev vibracijam celotnega telesa se ocenjuje in/ali meri v skladu z določbami iz Priloge B pravilnika.

9. člen

Zdravstveni nadzor se izvaja v skladu s podobnimi predpisi, ki urejajo zdravstveno varstvo pri delu. Pri izvajanju zdravstvenega nadzora je treba upoštevati rezultate ocene tveganja iz prvega odstavka 5. člena pravilnika, če ta pokaže, da je zdravje delavcev ogroženo.

Zdravstveni nadzor, katerega rezultate je treba upoštevati pri izvajanju varnostnih ukrepov na posameznem delovnem mestu, je namenjen preprečevanju in hitremu ugotavljanju kakršne koli zdravstvene okvare, povezane z izpostavljenostjo mehanskim vibracijam.

Zdravstveni nadzor iz prejšnjega odstavka je primeren, če:

- je izpostavljenost delavcev vibracijam taka, da se lahko ugotovi povezave med izpo-

stavljenostjo in znaki določene bolezni ali škodljivimi učinki na zdravje;

- je verjetno, da se bolezen ali škodljivi učinki pojavijo v posebnih delovnih razmerah za posameznega delavca, in
- obstajajo preskušene tehnike ugotavljanja bolezni in škodljivih učinkov na zdravje.

V vsakem primeru so delavci, ki so izpostavljeni mehanskim vibracijam, ki presegajo vrednosti iz črke b) prvega odstavka 3. člena in iz črke b) prvega odstavka 4. člena pravilnika, upravičeni do ustreznega zdravstvenega nadzora.

Za vsakega delavca, za katerega se izvaja zdravstveni nadzor v skladu z drugim in tretjim odstavkom tega člena, se izdelata in redno ažurira njegova zdravstvena dokumentacija. Ta zdravstvena dokumentacija vsebuje povzetek rezultatov izvedenega zdravstvenega nadzora. Hraniti jo je treba v ustrezni obliki, tako da je možna poznejša konzultacija ob upoštevanju zaupnosti podatkov.

Kopije ustrezne dokumentacije je treba na zahtevo predložiti inšpekciji del, ki mora v skladu s predpisi o zdravstveni dejavnosti tako pridobljene podatke varovati kot poklicno skrivnost. Vsak de-

lavec ima pravico do vpogleda v zdravstveno dokumentacijo, ki se nanaša nanj.

10. člen

Če se na podlagi zdravstvenega nadzora pri delavcu ugotovi določena bolezen ali škodljiv učinek na zdravje, za katerega pooblaščen zdravnik meni, da je posledica izpostavljenosti mehanskim vibracijam pri delu, mora:

- a) pooblaščen zdravnik obvestiti delavca o izvidu, ki se nanaša nanj. Delavec prejme predvsem informacije in nasvete v zvezi z morebitnim zdravstvenim nadzorom, ki bi se mu moral podvreči po koncu izpostavljenosti;
- b) pooblaščen zdravnik obvestiti delodajalca o kakršnih koli bistvenih ugotovitvah zdravstvenega nadzora, ob upoštevanju zdravniške molčečnosti;
- c) delodajalec:
 - preveriti oceno tveganja, opravljeno v skladu s 5. členom pravilnika,
 - preveriti ukrepe, predvidene za opravljanje ali zmanjševanje tveganj v skladu s 6. členom pravilnika,
 - upoštevati nasvet pooblaščenega zdravnika in/ali inšpekcije

dela pri izvajanju kakršnih koli ukrepov, potrebnih za odpravljanje ali zmanjševanje tveganja v skladu s 6. členom pravilnika, vključno z možnostjo premestitve delavca na drugo delovno mesto, kjer ni tveganja za nadaljnjo izpostavljenost, in

- poskrbeti za stalni zdravstveni nadzor in zagotoviti, da se preveri zdravstveno stanje vseh drugih delavcev, ki so bili podobno izpostavljeni. V takih primerih sme pooblaščen zdravnik ali inšpekcija dela predlagati, da izpostavljene osebe opravijo zdravstveni pregled.

Predpisani so mednarodni standardi mejnih vrednosti za vibracijske stroje (intenziteta, frekvenca in smer vibracije ter dovoljen čas izpostavljenosti delavca določenim vibracijam). Eden izmed bolj uporabljenih je ISO 2631-1974 (ocena ekspozicije človeka vibracijam). Obvezen je tudi periodični nadzor nad delovnimi prostori in sproti zdravstveni nadzor izpostavljenih (letni pregledi). Kontraindikacije za delo z vibracijski-

mi stroji so: nosečnost, bolezni perifernih žil, kronične bolezni in deformacije sklepov, preobčutljivost na hrup, težave s sluhom, Menierova bolezen in še nekatere druge.

7.3 Organizacijski ukrepi

Delo z vibracijskimi stroji mora biti organizirano tako, da delavec ni izpostavljen vibracijam več kot 30 % delovnega časa (izjemoma do 50 %). Pomembna je tudi razporeditev odmorov. Priporočljivo je kroženje delavcev pri nekem opravilu. Koristno je tudi, če vibracijsko delo poteka v toplem okolju (približno 22° C) in da omogočimo, da si delavec vsake toliko časa ogreje roke s toplim zrakom. Delavec naj bi imel tudi potrebno znanje o škodljivosti vibracij in o možnih zaščitah pred njimi.

Priporoča se, da so po vsakem delu z vibracijskim orodjem delo prekine za 10 minut. Japonci priporočajo, da se dela z motorno žago le dve uri dnevno, štiri dni na teden – pri tem pa le dva zaporedna dneva, le 32 ur na mesec

in 120 dni na leto ob popolni prekinitev dela z motorno žago dva mesecev v letu dni. Zgornja meja za prenehanje dela z motorno žago je priporočena na 55 let.

Kontraindikacije za delo z vibracijskimi stroji:

- bolezni krvnih žil z nagnjenostjo k angiospazmom in vaskularnim krizam,
- koronarna bolezen,
- arterijska hiper- in hipotenzija,
- vestibulopatije,
- nevritisi,
- polinevritisi,
- trajne okvare sluha,
- kronične motnje srednjega ušesa s pogostimi ponovitvami,
- holesteatom, epitimpanitis,
- otoskleroza, Menierova bolezen,
- nosečnost,
- alkoholizem, kajenje,
- stari nad 55 let in pod 18 let,
- kronične bolezni sklepov in kosti ter vezivnega tkiva,
- razjeda želodca ali dvanajstnika,
- težje duševne bolezni.

V terapiji se uporabljajo vazodilatatorji, vitaminski preparati, analgetiki in sredstva s tonizirajočim in protivnetnim delovanjem ter fizikalni (fizioterapevtski) postopki. Uspeh terapije je odvisen od stadija bolezni: v začetnih stadijih brez večjih organskih substratov bolezni lahko pričakujemo pomembno izboljšanje, v izraženih in neugodnih primerih pa je reverzibilnost procesa zelo majhna.





8 Literatura

- Allen, J. A., McGrann, S., McKenna, K. M. Use of questionnaire screening for vibration White finger in a high risk industrial population. In: *Int Arch Occup Environ Health* 75, 2002: 37–42.
- Ando, H., Ishitake, T., Miyazaki, Y., Kano, M., Tsutsumi, A., Matoba, T. The mechanism of human reaction to vibration stress by palmar sweating in relation to autonomic nerve tone. In: *Int Arch Occup Environ Health* 73, 2000: 41–46.
- Beretič Strahuljak, D., Žuškin, E., Valič, F. *Medicina rada*, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1990.
- Bilban, M. *Medicina dela: Vibracije in ravnotežje*, ZVD, Ljubljana 1999; 401–407.
- Bilban, M. *Vibracijska bolezen – diagnostika in preprečevanje*. V: *Delo in varnost 1/2006*. Zavod za varstvo pri delu. Ljubljana 2006: 30–35.
- Bilban, M. *Vibracijska bolezen po izpostavljenosti lokalnim in splošnim vibracijam*. V: *Delo in varnost 1/2006*. Zavod za varstvo pri delu. Ljubljana 2006: 21–29.
- Bogadi Šare, A., Goglia, A. *Vibracije*. V: Šarič M., Žuškin E. *Medicina rada i okoliša*, Medicinska naklada Zagreb, 2002: 345–360.
- Bogadi-Sare, A., Zavalič, M. Diagnostic value of finger thermometry and photoplethysmography in the assessment of hand- arm vibration syndrome. In: *Int Arch Occup Environ Health* 1994; 66(2) Abstract.
- Bovenzi, M. Exposure – response relationship in the hand – arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. In: *Int Arch Occup Environ Health* 71, 1998: 509–519.
- Cooke, J. P., Creager, S. J., Scales, K. M., Ren, C., Tsapatsaris, N. P., Beetham, W. J., Creager, M. A. Role of digital artery adrenoreceptors in Raynaud disease. In: *Vascular medicine* 1997; 2 (1).
- Čakš, T. *Priročnik iz higijene*. ULMF Inštitut za higijeno, Ljubljana 2002.
- Črnivec, R., Marušič, N., Dodič, F. M. *Poklicna vibracijska bolezen 38. Verifikacija poklicnih boleznih v RS*. KIMDPŠ, Ljubljana 2009.
- Črnivec, R. *Škodljivi učinki hrupa in vibracij pri delu ter varstvo pred temi učinki; razširjene teze*. KC KIMDPŠ, Ljubljana 2001.
- Črv, T. *Analiza akralne fotopletizmografije pri delavcih, ki delajo z vibrirajočim orodjem*. ULMF Katedra za javno zdravje, specialistična naloga, 2007.
- Čudina, M. *Tehnična akustika*. UL Fakulteta za strojništvo, Ljubljana, 2001.
- Deželjak, F. *Problematika vibracij na delovnih mestih in v okolju*. V: *Delo in varnost 1/2006*. Zavod za varstvo pri delu. Ljubljana 2006: 14–20.
- Giser, A. *Vibracije*. V: Vidakovič, A. *Medicina rada II, KCS – Institut za medicinu rada i radiološku zaštitu*, Beograd, Udruženje za medicinu rada Jugoslavije, Beograd 1997: 245–251.
- Gspan, P. *Ekologija dela – priročnik*. Iskra Telematika, ZVD SRS, Kranj 1987; 84–93.
- Harrison, T. R. et al. *Harrisons principles of internal medicine*. Eleventh edition. Vol 1. New York McGraw-Hill book company 1987: 362–368.
- Katayama, K., Shimoda, M., Maeda, J., Takemiya, T. Endurance exercise training increases peripheral vascular response in human fingers. In: *Japanese journal of physiology* 48, 1998: 365–371.
- Klemsdal, T., Mundal, H., Gjesdal, K. Effects of carvedilol and atenolol on arterial pulse curves (plethysmography) and finger temperature after hand cooling. In: *Eur J Clinical Pharmacology* 50, 1996: 483–489.
- La Dou, J. *Occupational & Environmental Medicine, USA* 1997; 61–63, 166–169.
- Marušič, N. *Verifikacija poklicnih boleznih, ki jih povzročajo vibracije*. KIMDPŠ Ljubljana. Ljubljana 2004.
- Mikov, M. *Vibracije i vibraciona bolelost*. V: *Medicina rada*, Naučna knjiga Beograd, 1985, 57–66.
- Planchon, B., Faucal, P., Essboui, S., Grolleau, J. Y. A quantitative test for measuring reactivity to cold by the digital plethysmograph technique: application to 66 control subject and 65 patients with Raynaud phenomenon. In: *Angiology*. 1986 Jun; 37(6): 433–9.
- Polajner, A., Verhovnik, V., Sabadin, A., Hrašovec, B. *Ergonomija*. UMB, Fakulteta za strojništvo, Maribor 2003; 147–152.
- Sabadin, A. *Ekologija dela za psihologe*. FF Oddelek za psihologijo, Ljubljana 1997.
- Srna, M. *Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam pri delu*. V: *Delo in varnost 1/2006*. Zavod za varstvo pri delu. Ljubljana 2006: 10–13.
- Stankovič, D. *Vibracije*. V: *Medicina rada, medicinska naklada*, Beograd-Zagreb 1986, 411–420.
- Stankovič, D. *Vibraciona bolelost*. V: *Profesionalne bolezni*, Svjetlost, OOUR Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1986; 219–227.
- Strozzi, C., Cocco, G., Destro, A., Padovan, G., Abasciano, V., Tossati, S. Disorders in peripheral arterial system in asymptomatic elderly: plethysmographic semiology in rest, during postural, effort and pharmacological test. In: *Gerontology* 25, 1979: 24–35.
- Sušnik, J. *Ergonomska fiziologija*. Didakta 1992; 96–115.
- Valič, F. *Zdravstvena ekologija*. Medicinska naklada Zagreb, Biblioteka – sveučilišni udžbenici, Zagreb 2001.
- Videčnik, V. *Akralna pletizmografija*. V: *Neinvazivna diagnostika boleznih perifernih žil 1*. interna klinika Trnovo. Ljubljana 1993.

Problematika vibracij rok na delovnih mestih sekačev

Številna ročna orodja oziroma stroji, ki jih med obratovanjem držijo delavci (ročne prenosne žage, ročni brusilni stroji, ročna pnevmatska kladiiva in podobno), povzročajo vibracije, del te vibracijske energije pa se prenaša tudi na roke izpostavljenih delavcev. Tako so na primer tudi gozdni delavci sekači pri delu z verižnimi prenosnimi motornimi žagami izpostavljeni vibracijam različnih jakosti. Ročaji teh žag namreč vibrirajo, tovrstno mehansko nihanje pa se potem prenaša naprej na roke izpostavljenih sekačev in dalje po njihovem telesu na druge organe.



Slika 1: Različne faze sečnje z ročno prenosno žago

Avtorja:

dr. Ferdinand Deželak,
univ. dipl. inž. geod., dipl. inž. fiz.,
vodja Laboratorija za fizikalne
meritve
ZVD, Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska 25
1260 Ljubljana Polje
in
Bogdan Plesničar
Gozdno gospodarstvo
Postojna, d. o. o.
Vojkova 9
6230 Postojna

Vibracije na verižnih prenosnih motornih žagah nastanejo zaradi delovanja njihovih notranjih sil (povzročenih z motorjem in prenosnimi elementi) in zunanjih sil (reakcija lesa). Te vibracije se manifestirajo kot vibracijski pospešek, ki ga določimo na osnovi meritev. Vibracije, ki se prenašajo na roke, za izpostavljene delavce predstavljajo pomemben faktor tveganja, saj ocenjujejo, da je v evropskih državah približno 3 % delavcev izpostavljenih prekomernim vibracijam rok. V nekaterih državah so vibracije rok priznane kot poklicna bolezen, v Nemčiji prejemajo

delavci v takih primerih tudi odškodnino, če pride do okvar kosti in sklepov.

1 Frekvenčna občutljivost človeka na vibracije, ki se prenašajo preko rok

Pri ocenjevanju odziva rok in drugih sistemov na vibracije je treba upoštevati predvsem frekvenco, čas trajanja, amplitudo in smer. Vibracije kvantitativno podajamo z odmikom, hitrostjo in pospeškom. Te velikosti so med seboj povezane. Zaradi neposredne zveze z energijo, na katero so roke oziroma organizem občutljivi, v delovnem okolju največkrat merimo rms (efektivni) pospešek in ga za vibracije rok v tem prispevku označimo z a_h . Efektivni pospešek je povezan s povprečenjem oziroma integracijo kvadrata pospeškovnega signala v določenem času, na tej osnovi pa lahko določimo tudi prejeta vibracijsko dozo oziroma energijo od izpostavljenega delavca.

Pri vibracijah gre v fizikalnem smislu za pojav, zelo podoben zvoku oziroma hrupu. Bistvena razlika je le v prenosnem sredstvu, ki je pri zvoku zrak, pri vibracijah pa običajno trdna snov, zato sta prenos na človeka in nje-



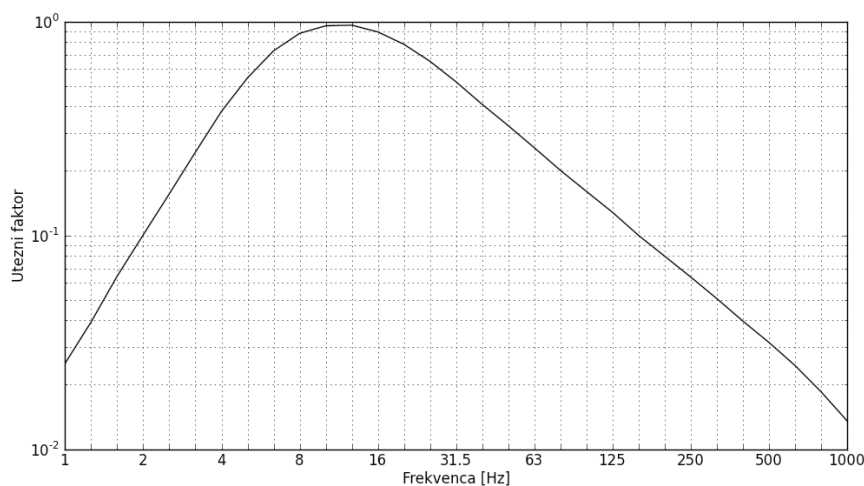
Slika 2 in 3: Različne faze sečnje z ročno prenosno žago

govo zaznavanje različna. Različne so tudi frekvence, ki jih človek zaznava. Te so pri zvoku med 20 Hz in 16 kHz, pri vibracijah, ki se prenašajo na roke, pa so znatno nižje, s posebnim poudarkom na intervalu med 8 Hz in 1000 Hz. Oblika vibracijskega frekvenčnega spektra je pomembna, ker vpliva na zdravje, udobje in zaznavanje. Treba je upoštevati, da tveganje poškodb roke zaradi izpostavljenosti vibracijam ni ena-

ko pri vseh frekvencah, zato se v ta namen uporablja še posebno frekvenčno uteženje. Podobno kot pri občutljivosti človeškega ušesa na zvok, kjer se v merilni sistem vgradi tako imenovano A-uteženje, je zato tudi v merilnike za vibracije rok treba vgraditi poseben filter z uteženjem, ki posnema odziv rok na vibracije. Tako uteženi pospeški vibracij najprej naraščajo, dosežejo svoj maksimum v območju med 8 in

16 Hz, nato pa upadajo z naraščajočo frekvenco. Matematično je možno tako odvisnost prikazati s prenosno funkcijo na osnovi Laplaceove transformacije in jo grafično prikazati v obliki krivulje (slika 4).

Frekvenčno utežen pospešek a_{hw} lahko izračunamo kot vsoto produktov izmerjenih rms pospeškov a_{hi} v vsakem terčnem frekvenčnem pasu i in pripadajočih utežnih faktorjev v vsakem izmed teh pasov $n W_{hi}$.



Slika 4: Frekvenčno utežena krivulja W_h za vibracije, ki se prenašajo na roke.

$$a_{hw} = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_{hi} a_{hi}^2} \quad [1]$$

Moderni merilniki imajo tovrstno uteženje že vgrajeno v svoj merilni sistem.

Tudi efektivni (rms) pospešek se z današnjimi integracijskimi meril-

niki običajno določi neposredno med meritvami:

$$a_h = \sqrt{\left[\frac{1}{T} \int_0^T (a_h(t))^2 dt \right]} \quad [2]$$

kjer je:

$a_h(t)$ časovno odvisen vrednoten pospešek v ms^{-2} ;

T pa čas trajanja meritev.

Pri tem izberemo čas povprečenja T , ki mora biti dovolj kratek, da zaporedje vzorcev kvadratov pospeškov $a_h(t)$, integriranih po času, zadosti natančno opisuje časovni potek vibracij, hkrati pa je treba zadostiti t. i. načelu vibracijske nedoločenosti (produkt pasovne širine in časa povprečenja mora biti večji kot 1).

2 Meritve in vrednotenje vibracij rok

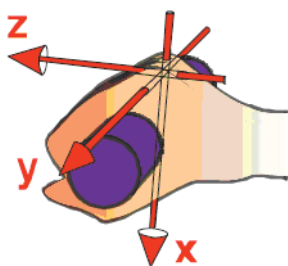
V prejšnjem poglavju smo že obravnavali vprašanje frekvenčne odvisnosti vibracij, ki se prenašajo na roke. Poleg frekvenčne odvisnosti pa je v zvezi s posledicami izpostavljenosti vibracijam rok treba upoštevati še nekatere druge parametre. Pri analizi vibracijskega signala, ki se prenaša na roke, je tako treba upoštevati vsaj naslednje parametre:

- frekvenca vzbujanja v Hz,
- smer vzbujanja,
- magnituda, to je pospešek a v ms^{-2} , izražen kot vrednost rms,

d) ekspozicijski čas, ki je pomemben za oceno učinkovite dnevne izpostavljenosti vibracijam.

Poleg teh standardiziranih parametrov pa so pomembni še nekateri drugi, ki jih trenutno veljavni predpisi oziroma standardi sicer ne obravnavajo, kot na primer stisk orodja, tehnika dela. Prav tako so pomembne tudi vremenske razmere, zlasti temperatura zraka in hitrost vetra, antropološke lastnosti izpostavljenega delavca, njegove predhodne izpostavljenosti vibracijam in podobno. Vsi ti faktorji vplivajo na absorbirano dozo vibracij določenega izpostavljenega delavca, ki lahko dolgočasno predstavlja faktor tveganja za nastanek zdravstvenih okvar.

Vibracije, ki se prenašajo na roke, obravnava standard ISO 5349, 1. in 2. del (2001), in sicer za frekvenčno območje med 8 Hz in 1000 Hz. [1, 2] S tem v zvezi je treba izmeriti učinkovite ravni frekvenčno vrednotenih pospeškov v treh medsebojno pravokotnih smereh (slika 5).



Slika 5: Koordinatni sistem za potrebe meritev vibracij rok

Os z je definirana kot vzdolžna os tretje metakarpalne kosti v smeri prstov, medtem ko je os x pravo-

kotna nanjo in na ravnino dlani. Os y je pravokotna na x in z ter kaže v smeri iztegnjenega palca. Izmerjene učinkovite in frekvenčno vrednotene pospeške po potrebi navedemo za vsako smer posebej. Tveganje zaradi izpostavljenosti rok vibracijam pa se glede na obstoječe predpise oceni na osnovi frekvenčno vrednotenega celotnega pospeška vibracij, definirane kot vsota kvadratov frekvenčno vrednotenih pospeškov v treh medsebojno pravokotnih oseh a_{hw} , ki jih izmerimo hkrati.

$$a_{hw} = \sqrt{k_x^2 a_{wx}^2 + k_y^2 a_{wy}^2 + k_z^2 a_{wz}^2} \quad [3]$$

kjer so a_{wx} , a_{wy} in a_{wz} vrednoteni pospeški rms v smeri x, y, oziroma z;

k_x , k_y , k_z so utežni faktorji, ki so za primer vibracij rok enaki 1.

Treba je opozoriti, da pri tem ne gre za vektorsko vsoto, saj so posamezne komponente definirane s pospeški rms, v katerih ni nobene informacije o fazi in torej sploh ne gre za vektorje.

Nekatere novejšje raziskave sicer kažejo, da je absorbirana vibracijska energija v smeri osi z približno dvakrat višja, v smeri y pa samo malenkostno višja kot v smeri x.[3] Po drugi strani sta avtorja te raziskave ugotovila, da absorbirana energija v smeri osi x narašča s frekvenco, medtem ko so njihuni zaključki za smer y, da absorbirana energija narašča s frekvenco, vendar samo približno 23 do 30 Hz, od tam naprej pa naj

bi bila stalna. V smeri osi z naj bi bila absorbirana energija najvišja pri 4 Hz in minimalna pri približno 100 Hz, od te frekvence naprej pa naj bi spet naraščala. Raziskave Kihlberga [4] pa kažejo, da se prsti pri frekvencah pod 250 Hz obnašajo kot togi in da bi naj prišlo do absorpcije energije v prstih šele pri frekvencah nad 250 Hz. Kljub temu trenutno veljavni predpisi pri vibracijah rok ne upoštevajo posebnih utežnih faktorjev za posamezne smeri in jih obravnavajo, kot da so vse tri osi približno enako pomembne.

Standard SIST EN ISO 5349 sicer že v svojem naslovu govori o izpostavljenosti človeka vibracijam, ki se prenašajo skozi roke (hand-transmitted vibration). Ta izraz je popolnejši kot izraz vibracije rok (hand-arm vibration), saj jasneje opredeljuje dejstvo, da gre za vibracije, ki vstopajo v telo pri rokah in se prenašajo tudi na druge dele telesa, kjer lahko prav tako pustijo določene posledice. Vibracije se tako preko rok prenašajo dalje na ramena in glavo. Dejstvo je, da vibracije, ki vstopajo v roke, dostikrat predstavljajo neudobje za izpostavljenega delavca, čeprav ni nujno, da pri tem tudi ogrožajo njegovo zdravje.

Dnevno izpostavljenost vibracijam normiramo na osemurno ekvivalentno frekvenčno vrednoteno celotno raven $A(8)$

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad [4]$$

kjer je T celotno trajanje izpostavljenosti vibracijskemu pospešku a_{hv} .

T_0 je referenčni čas, enak 8 h (28800 s).

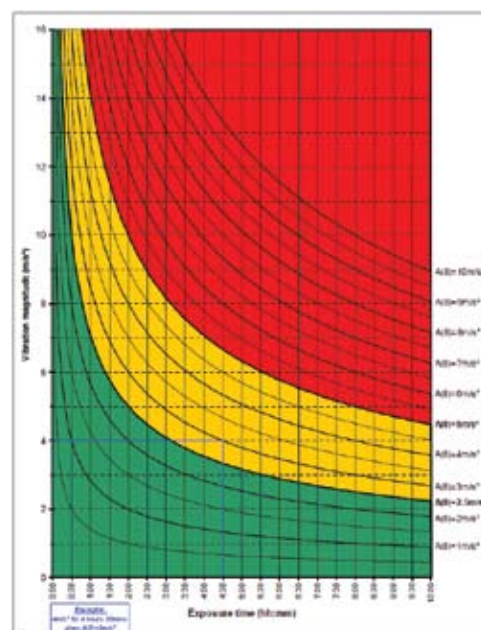
Če izpostavljenost delavca vibracijam rok sestoji iz več operacij z različnimi vrednostmi, dobimo celotno dnevno ekspozicijo s pomočjo enačbe

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i} \quad [5]$$

pri čemer je a_{hvi} celotna vrednost vibracijskega pospeška med operacijo i -te, T_i je čas njenega trajanja, n pa število vseh individualnih izpostavljenosti. V tem primeru gre za posplošeno obliko dnevne izpostavljenosti vibracijam, ki pa se pri gozdnih delavcih sekačih pokaže za primerno, saj večina od njih opravlja različne operacije (zasek, podžagovanje, naganjanje, prežagovanje, kleščanje), ki trajajo različno dolgo, pa tudi pospeški vibracij, ki se prenašajo na roke, se na splošno razlikujejo od operacije do operacije. To vrednost je najenostavneje dobiti neposredno z integracijskim merilnikom, ki sproti sešteva prispevke posameznih operacij in jih povpreči.

Iz enačb [4] in [5] je razvidno, da je bistveno učinkovitejši ukrep zmanjševanje vibracijskih pospeškov kot pa omejevanje časa izpostavljenosti vibracijam, saj

gre pri prvem za linearno odvisnost, v drugem pa za potenčno z eksponentom 1/2. Grafično je ta odvisnost prikazana na spodnjih diagramih, kjer so dnevne izpostavljenosti prikazane parametrično. [18]



Slika 6: Parametrični prikaz odvisnosti dnevne izpostavljenosti vibracijam od velikosti pospeška in časa izpostavljenosti [18]

Zgoraj navedeni standard ne definira meja za zdravstvene okvare. Dodatek C tega standarda pa napove verjetnost nastanka sindroma belih prstov kot funkcije frekvenčno vrednotenega energijsko ekvivalentnega pospeška $A(8)$ v ms^{-2} . Pri tem se uporablja povprečna vrednost za skupino D_y , izraženo v letih, v katerih lahko računamo na nastanek sindroma belih prstov pri 10 % izpostavljenih oseb v tej skupini

$$D_y = 31,8[A(8)]^{-1,06}$$

Enačba se običajno uporablja v časovnem intervalu 1–25 let.

Čeprav se danes v zvezi z ugotavljanjem izpostavljenosti največ uporabljajo meritve vrednotenih vibracijskih pospeškov, se v smislu ugotavljanja diagnostičnih motenj v nekaterih državah uporabljajo še nekatere dopolnilne meritve, na primer pretoka krvi skozi prste, hitrost prevajanja skozi živce, prag občutljivosti prstov za vibracije in njihove kombinacije. Kot koristna se je pokazala tudi meritev mehanske impedance roke oziroma prstov med držanjem ročaja, kar pa je v glavnem omejeno na laboratorijske razmere. [7]

Pri predpostavki, da je odziv človeka na vibracije povezan z energijo, sta dve dnevni vibracijski izpostavljenosti enaki, če velja

$$a_{hv1} \sqrt{T_1} = a_{hv2} \sqrt{T_2}$$

kjer sta a_{hv1} in a_{hv2} vrednotena pospeška rms prve in druge izpostavljenosti, T_1 in T_2 pa sta časa trajanja prve in druge izpostavljenosti.

3 Normativi in ocenjevanje

Za merjenje in ocenjevanje vibracij na delovnih mestih uporablja-

[6] mo v prvi vrsti zahteve Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam. [6] Osnova za ta pravilnik je direktiva Evropske unije 2002/44/EC. [5] Priporočila za vibracije, ki so jim delavci izpostavljeni, natančneje predpisujejo mednarodni standardi ISO.

V skladu z veljavnimi predpisi predvsem dva faktorja določata stopnjo ogroženosti z vibracijami rok:

- frekvenčno vrednotena energijska raven vibracijskega pospeška (v m/s^2),
- efektivni čas izpostavljenosti vibracijam.

Direktiva 2002/44/EC [5] v 3. členu in Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam (Ur. l. RS, št. 94-4108/2005 z dne 25. 10. 2005) [6] predpisujeta dve stopnji omejitev z vibracijami rok za 8-urno izpostavljenost, in sicer:

- prvostopenjsko omejitev $2,5 \text{ ms}^{-2}$
- drugostopenjsko omejitev 5 ms^{-2} .

Po podatkih delodajalcev so delavci sekači vibracijam večinoma efektivno izpostavljeni približno 3 ure dnevno. To velja zlasti pri podiranju dreves.

4 Negotovost izmerjenih vibracij

Negotovost izmerjenih oziroma izračunanih vibracijskih pospe-

škov je odvisna od več faktorjev:

- uporabljenega instrumentarija in njegove kalibracije,
- reprezentativnosti opravljanja sekaških del (izkušnje sekačev),
- ponovljivosti posameznih sekaških operacij,
- okoljskih učinkov,
- dolgoročne stabilnosti uporabljene žage (vzdrževanost, ogretost).

Kadar se raven vibracijskih pospeškov in čas izpostavljenosti neposredno izmerita, se negotovost v določitvi $A(8)$ giblje med 20 % nad in 40 % pod dejansko vrednostjo. Kadar pa se ta dva kazalca samo ocenita oziroma se uporabi podatke proizvajalca, je ta negotovost običajno še bistveno višja.

5 Posledice izpostavljenosti visokim ravnem vibracij rok

Visoke ravni vibracij lahko povzročijo številna obolenja, če izpostavljeni delavec ni primerno zavarovan. V tej smeri so pogosta obolenja hrbtenice, abdominalne bolečine, prebavne motnje, motnje v pogostosti uriniranja, prostatitis, hemoroidi, motenost ravnotežja, nespečnost.

Vibracije, ki se prenašajo na roke, povzročajo največkrat vaskularne motnje. Povečuje se prag občutljivosti dotika, nastopijo težave pri oprijemanju ter okvare zapestja in sklepov. Pri dolgotrajni izpostavljenosti visokim ravnem vibracij se lahko pojavi Raynaudsova bolezen, konice prstov pri tem

postajajo bele zaradi motenosti cirkulacije. Ta proces se pri nizkih temperaturah še pospeši. To lahko v ekstremnih primerih privede do cianoze ali celo gangrene. Nekatere novejšje študije kažejo, da lahko izpostavljenost rok vibracijam dolgoročno povzroča tudi glavobole in nespečnost, čeprav so v takih primerih pomembni tudi subjektivni učinki. Po drugi strani nekatere ugotovitve kažejo, da utegnejo močnejše vibracije rok povečati tveganje slušnih okvar, predvsem zaradi skrčenja krvnih žil ob notranjem ušesu.

Delavci, izpostavljeni prekomernim vibracijam, ki se prenašajo na roke, lahko dolgoročno trpijo zaradi različnih motenj in poškodb pretoka krvi v prstih ter nevroloških in lokomotornih funkcij roke. Take poškodbe lahko nadalje močno vplivajo na socialno in družinsko življenje delavca, izpostavljenega vibracijam. Zaradi tega namreč niso motena samo njegova delovna opravila, temveč tudi vsakodnevne domače, športne in druge aktivnosti. Nevrološke in vaskularne motnje ter okvare kosti in sklepov kot posledice izpostavljenosti vibracijam rok danes v več evropskih državah obravnavajo kot poklicno bolezen.

Človeška roka predstavlja kompleksen biološki sistem, sestavljen iz številnih tkiv. Med njimi so na vibracije najbolj občutljivi koža, živčni sistem, mišice in kosti. Tak sistem je zmožen znatnega dušenja vpadle vibracijske energije, ki jo posamezna tkiva absorbirajo. Znano je, da je vsako tkivo, ki prejme preveč



energije, podvrženo poškodbam. To velja za številne oblike energije (toplotno, mehansko, električno, elektromagnetno itd.) in vibracijska energija kot del mehanske pri tem ni nobena izjema. Vendar pa na splošno vsa absorbirana vibracijska energija ne povzroči poškodb oziroma zdravstvenih okvar; z zdravstvenimi okvarami je tako povezan le manjši delež celotne absorbirane energije.

Raynaudsova bolezen

Izpostavljenost previsokim ravnam vibracij z ročnimi prenosnimi žagami lahko povzroči Raynaudsovo bolezen oziroma sindrom belih prstov. Francoski zdravnik Maurice Raynaud je to bolezen belih prstov opisal že leta 1862, podrobnejše študije v zvezi z delom z ročnimi pnevmatskimi orodji in prenosom njihovih vibracij na roke pa so nadalje nekateri avtorji raziskovali in opisali že pred sto leti ([8] in [9]). Kljub temu na tem področju še danes ostajajo odprta mnoga vprašanja.

Ta bolezen običajno ni akutna,

temveč se razvija kronično med več leti izpostavljenosti, včasih celo 20 let in več. Iz praktičnih razlogov se temu ustrezno uporabljajo tudi primerne statistične metode oziroma se izbirajo nižje percentilne skupine, pri katerih obstaja določena verjetnost za nastanek te bolezni. Izbrana percentilna skupina je torej iz praktičnih razlogov čim manjša (10 %), vendar ne sme biti premajhna zaradi zagotovitve zadostne statistične zanesljivosti.

V začetnem stadiju Raynaudsove bolezni so prizadete predvsem konice prstov. Te pobelijo, z njenim napredovanjem pa se razširjajo tudi na druge dele dlani. Zaradi povečanega izločanja kisika iz obtoka v prstih se včasih pojavi tudi cianoza. Ogrevanje ali masaža pospeši krvni obtok, prsti pordečijo zaradi ponovne cirkulacije krvi, vendar pa vse to dostikrat spremlja bolečina. Napadi belih prstov so pogostejši pozimi kot poleti in trajajo od nekaj minut do nekaj ur, odvisno od vrste in ravni vibracij. Če se izpostavljenosti vibracijam rok nadaljujejo, postajajo tudi

napadi belih prstov pogostejši in prizadenejo več prstov. Med napadom belih prstov lahko delavec povsem izgubi občutek za dotik in stisk, kar lahko še pospeši nadaljnje izpostavljenosti vibracijam. Epidemiološke študije kažejo, da je verjetnost nastanka Raynaudsove bolezni odvisna od številnih faktorjev, to je od ravni in trajanja izpostavljenosti vibracijam, vrste žage in delovnega postopka, vremenskih razmer (temperatura zraka in ročajev, relativna vlažnost), biodinamskih in ergonomskih faktorjev (sile stiskanja ročaja, položaj rok oziroma komolcev) in od različnih drugih individualnih značilnosti (občutljivost in druga morebitna obolenja izpostavljenega delavca, kajenje, jemanje poživil in druge navade, ki lahko vplivajo na cirkulacijo krvi).

Raynaudsova bolezen je lahko boleča in prizadene obtok krvi, živčevje, mišična tkiva in celo kosti rok. V določenih primerih lahko pride celo do nastajanja cist v karpalnih kosteh [10]. Lahko povzroči trajno izgubo občutka stiska in s tem možnost opravljanja zahtevnejših ročnih del oziroma vsakdanjih opravil, na primer zapenjanja gumbov. Simptomi Raynaudsove bolezni so izrazitejši v hladnem vremenu. Občutljiva tkiva v rokah so namreč v hladnem vremenu manj elastična, zato ne morejo slediti vsiljenim nihanjem, ki jih povzroča žaga, in se tako hitreje poškodujejo. Nedavne raziskave v zvezi s tem so potrdile, da so sekači v tropskih in subtropskih krajih v manjši meri podvr-

ženi Raynaudsovi bolezni kot pa sekači v hladnejših krajih, pri sicer podobnih drugih razmerah [11]. Nekatere od tovrstnih raziskav kažejo, da je Raynadsova bolezen pri sekačih v tropskih krajih (Malezija, Indonezija, Papua) zelo redka, nekoliko pogostejša v subtropskih krajih (Indija, Vietnam, Južnoafriška republika, Okinava – južna Japonska), medtem ko je v zmernih in hladnejših pasovih (Finska, Kanada, Danska, Italija, Nizozemska, Švedska, ZDA in severna Japonska) dokaj pogosta.

Nevrološke motnje

Delavci, izpostavljeni vibracijam, imajo dostikrat občutek mravljinčastih rok. Po daljših izpostavljenostih lahko na ta način izgubijo občutek za dotik in temperaturo.

Mišično-skeletne motnje

Delavci s pogosto izpostavljenostjo vibracijam rok se večkrat pritožujejo tudi nad mišično oslabelostjo in bolečinami v rokah.

6 Varnostni ukrepi proti vibracijam

Podobno kot pri hrupu in drugih vrstah škodljivosti je tudi pri reševanju težav visokih vibracij treba upoštevati prioritetni red njihovega izvajanja. Prednost je tako treba dati predvsem tehnič-

ukrepom oziroma ukrepom na žagah kot samih virih vibracij. S tehničnimi ukrepi skušamo eliminirati nastanek in prenos vibracij oziroma vsaj zmanjšati njihov vpliv na sprejemljivo raven. Ko tehnični ukrepi niso možni oziroma ne dajejo zadovoljivih rezultatov, je treba upoštevati tudi druge ukrepe oziroma dejavnike, ki vplivajo na izpostavljenost delavcev vibracijam. Tako varnostne ukrepe v grobem razdelimo na tehnične, medicinske in organizacijske.

Tehnični ukrepi so:

- izbira in uporaba najsodobnejših motornih žag, namenjenih poklicni uporabi, z najboljšimi tehničnimi oziroma ergonomskimi karakteristikami;
- izvajanje dodatnih tehničnih protivibracijskih ukrepov (montaža dodatnih protivibracijskih in dušilnih elementov);
- redno vzdrževanje žag (brušenje zob, mazanje, menjava izrabljenih elementov (zobnikov in ležajev), nadzor in menjava izrabljenih amortizacijskih elementov) [12];



- uporaba rokavic (rokavice naj bodo označene s CE-znakom ter protivibracijske in atestirane skladno s standardom EN ISO 10819:1997).

Pri izbiri novih žag je treba preveriti podatke proizvajalca o vibracijskih pospeških, kar sicer predstavlja enostaven, vendar zelo pomemben ukrep. V skladu z zahtevami smernice direktive Directive 2006/42/EC on machinery [19] velja v državah članicah EU obveznost, da morajo proizvajalci vibrirajočih orodij tovrstne delovne naprave in priprave opremiti s podatki o ravni vibracij in njihovi merilni negotovosti. Če namreč stroj ali naprava povzroča vibracije, ki se prenašajo na roke delavca, mora biti navedena raven frekvenčno vrednotenega pospeška rms vibracij, če ta presega $2,5 \text{ ms}^{-2}$. Če ta vrednost ni presežena, mora biti to navedeno.

Med organizacijske ukrepe lahko prištevamo:

- omejevanje efektivnega časa dela s prenosno žago;
- način dela s prenosno žago (v znatni meri odvisen od posameznika);
- izogibanje sekaškimi opravilom pri zelo nizkih temperaturah zraka, če je to le možno;
- pri delu v nizkih temperaturah naj bo ročaj ogret, delavci pa naj uporabljajo ustrezne rokavice;
- roke sekačev naj bodo med delom ogrete in suhe;
- stiskanje ročajev s čim manjšimi silami, ki še omogočajo varno delo (bench-felling – naj ne drži žage krčevito);
- naslanjanje žage na obdelovalec (deblo) in ob telo (noge) med obdelavo drevesa (kleščanje vej, prežaganje debel);
- izogibanje kajenju (ker kajenje zavira dobro cirkulacijo krvi);
- organizacija odmorov;
- treba je organizirati periodične meritve vibracij rok in pri povišanih ravneh ustrezno ukrepati;
- pri pojavu belih prstov in drugih vibracijskih boleznih poiskati zdravniško pomoč;
- pri pojavu nenormalno visokih vibracij obvestiti odgovorno osebo;
- potrebna je destimulacija delavcev v smislu dodatne izpostavljenosti vibracijam zunaj delovnega časa (na primer daljše vožnje z motornimi kolesi, uporaba prenosnih žag, kotnih brusilk in drugih vibrirajočih ročnih orodij v prostem času);
- redno izobraževanje delavcev v zvezi s pravilno uporabo prenosnih žag.

Medicinski preventivni ukrepi za delavce, izpostavljene vibracijam rok

Vsak delavec, ki bo predvidoma izpostavljen vibracijam rok, naj opravi predhodni zdravstveni pregled. Pred začetkom dela z vibracijskimi orodji je treba pregledati delavce, zlasti v naslednjih primerih:

- Raynaudsova bolezen,
- bolezni, povezane s slabšo cirkulacijo krvi v rokah,

- predhodne poškodbe in deformacije sklepov in kosti,
- ostali vzroki sekundarnega Raynaudsovega fenomena,
- motnje in okvare perifernega živčnega sistema,
- motnje mišično-skeletnega sistema.

7 Nestandardizirani parametri in njihovi vplivi

Poleg vplivov posameznih parametrov in ukrepov, ki jih obravnavajo veljavni predpisi, obstaja še večje število parametrov in z njimi povezana priporočila s ciljem čim uspešnejšega zmanjšanja izpostavljenosti vibracijam rok posameznih sekačev pri njihovem delu. Od nastanka oziroma sprejetja trenutno veljavnih predpisov je bilo na tem področju opravljeno večje število raziskav različnih avtorjev in delovnih skupin, ki pa kljub temu še niso dale vseh dokončnih odgovorov. Je pa pričakovati, da bodo vsaj nekateri izmed teh dodatnih parametrov podrobneje obravnavani in upoštevani v bodočih verzijah standardov o vibracijah, ki se prenašajo na roke.^[17] Ne glede na to so zaključki teh raziskav zanimivi in jih je v smislu racionalnih možnosti smiselno že zdaj upoštevati.

Učinkovitost protivibracijskih rokavic

Čeprav so na tržišču dostopne tudi rokavice kot osebna varovalna oprema pred vibracijami, je treba opozoriti, da te učinkovito varujejo le pred visokofrekvenčnimi vibracijami, medtem ko je v niz-

kofrekvenčnem območju, kjer so roke še posebej občutljive, njihov učinek bistveno manjši. Podobno velja tudi za razne oblazinjene ročaje na prenosnih žagah in drugih ročnih vibracijskih orodjih.

V Evropski uniji se kot protivibracijske označujejo rokavice, izdelane po zahtevah standarda EN ISO 10819:1997 [12]. Vendar pa ta standard ne podaja podrobnejših podatkov in zahtev, tako da je učinkovitost protivibracijskih rokavic treba oceniti posebej, v skladu z evropsko direktivo o osebni varovalni opremi pri delu. Protivibracijske rokavice praktično ne znižajo prenosa vibracij za frekvence pod 150 Hz, bistveno bolj pa znižajo visokofrekvenčne komponente. Vendar pa je v tem primeru potreben relativno močnejši stisk orodja kot pri neuporabi rokavic, kar po drugi strani predstavlja neproduktiven faktor. Delavci se v takih primerih pogosto pritožujejo nad izgubo občutka stiska oziroma dotika. Zato so ocene o dejanski učinkovitosti protivibracijskih rokavic lahko precej nezanesljive.

Iz navedenega sledi, da rokavice same po sebi običajno ne ponujajo zadostnega neposrednega varovanja pred vibracijami, ki se iz žag prenašajo na roke.[13] Ne glede na to pa lahko nudijo vsaj koristno posredno zaščito, saj lahko učinkovito varujejo sekačevo roko pred mrazom, ki sicer pospešuje nastanek Raynaudsove bolezni, v določeni meri pa tudi pred mehanskimi poškodbami.

Usmerjenost in frekvenca vibracij

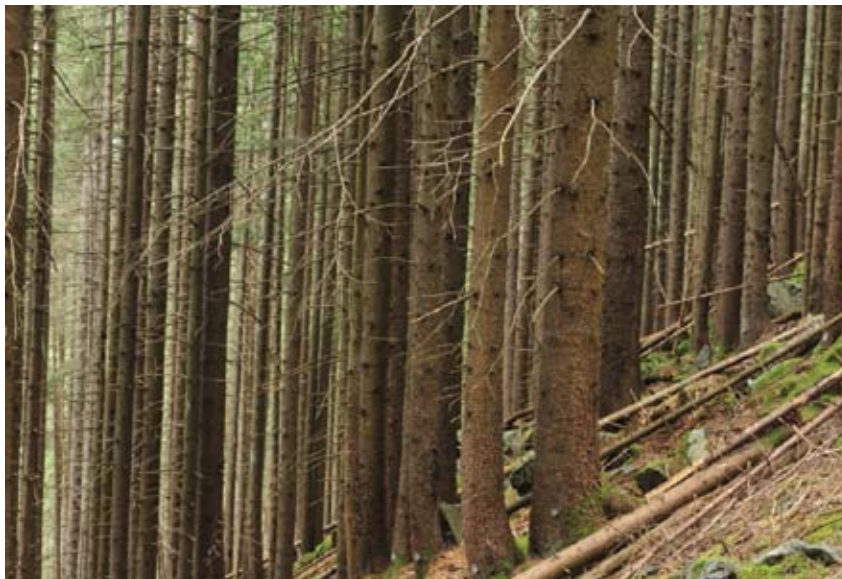
Izpostavljenost delavcev vibracijam je zahtevna zadeva, ki je ni možno enostavno in nedvoumno predstaviti. Vibracije so običajno prisotne v vseh treh oseh in se lahko spreminjajo tudi vzdolž ročajev, prav tako so po navadi različne na levi in desni roki. Vibracijski pospešek žage se na splošno spreminja od trenutka do trenutka. Frekvenčni spekter je na splošno širokopasoven, vendar se glavne dinamične značilnosti žag običajno dogajajo v frekvenčnem pasu okrog 125 Hz.

Temperatura okolice in ročaja

Po letu 1970 so se začele v Evropi in na Japonskem uveljavljati protivibracijske prenosne žage. Poleg dejanskega mehanskega znižanja vibracij, zlasti na ročajih, je pomemben korak v tej smeri predstavljala tudi uvedba ogrevalnih elementov v ročaje žag.

Sila stiskanja ročaja in absorbirana vibracijska energija

Prenos vibracij z orodja na roke je odvisen od dinamičnega odziva rok, ta pa nadalje od več faktorjev: značilnosti roke posameznika, njene stične površine z ročajem, jakosti objema ročaja ter položaja rok. Vpliv vseh teh faktorjev skupaj se lahko oceni z absorbirano energijo v rokah. Za določitev te absorbirane energije pa bi bilo treba opraviti hkratne meritve sile in hitrosti na stičišču rok in ročajev, kar je precej težavno. Če je dinamičen odziv oziroma impedanca roke pri njenem ustreznem stisku znana, se lahko absorbirana energija oceni iz izmerjenih pospeškov ali hitrosti vibracij. Žal pa jakost objema ročajev dostikrat ni znana in se občutno spreminja od primera do primera, zato je taka ocena lahko obremenjena z občutno napako. Glede na to so lahko v praksi pogosti primeri, da določen delež sekačev zbolijo za



raznimi boleznimi zaradi vibracij rok, drugi, kljub delu z enakimi žagami v enakih razmerah, pa ne zbolijo.

Delavec namreč lahko na določeno vibracijsko orodje izvaja samo določen pritisk, velikokrat pa ga s prsti oziroma dlanmi močnejše objame, kar velja tudi pri verižnih prenosnih žagah.

Burstrom v svoji študiji^[3] dokazuje da je močnejši stisk orodja povezan z višjo stopnjo absorbirane vibracijske energije. Tudi druge sorodne študije nakazujejo, da izpostavljenost ročnih mišic vibracijam povzroča mišični tonusni refleks, kar poveča njihovo krčenje, delavec pa posledično poveča silo, s katero drži orodje. Ta pojav je v neposredni povezavi z ravno, frekvenco in časom trajanja vibracij. Dokazano je bilo, da delavci, ki že bolehalo za Raynaudsovim sindromom, uporabljajo močnejši stisk orodja kot preostali zdravi delavci. Vibracije, ki se pri takih delavcih prenašajo na roke, zato povečujejo tveganje nastanka mišično-skeletnih simptomov, s tem pa tudi delavčevo občutljivost na vibracije.

Praksa kaže, da zlasti pri neustreznih žagah, njihovem nepravilnem vzdrževanju, nezadostni usposobljenosti delavca ali slabo organiziranem delu dodatno prihaja do močnejših stiskov ročajev delavcev, kot je to nujno potrebno.

Sekača pri delu z žago je v tem pogledu možno razbremeniti na različne načine, na primer z uporabo tehnike rahlega drsenja

žage ob deblu med kleščanjem namesto nošenja celotne teže žage. Zato morajo sekače usposabljeni izkušeni inštruktorji. Če se pokaže potreba oziroma če se ponudi možnost, je smiselno, da jih usposablja tudi proizvajalec žag.

Povečan stisk ročaja poveča impedanco in s tem tudi navidezno maso oziroma dinamično prožnost. Vendar pa je ta zadeva dokaj zahtevna, saj je med drugimi odvisna tudi od frekvence in smeri.^[7] Čeprav impedanca s povečanim stiskom pri številnih frekvencah naraste, lahko ostane pri nekaterih frekvencah nespremenjena, pri določenih pa se celo zmanjša.

Stopnja absorbirane energije je poleg stiska ročaja odvisna še od statične obremenitve, vibracijskega pospeška in tipa ročaja. Njena vrednost je običajno v razponu 0,3 do 0,5 Nms⁻¹.

Za načrtovalce in proizvajalce žag in protivibracijskih elementov (amortizerji, rokavice) so podatki o dinamičnem odzivu prstov, dlani in rok izredno pomembni, saj je njihova dinamična izvedba odvisna od impedance delov, ki jih želijo protivibracijsko zavarovati.

Položaj telesa

Spremembe pri kotu v komolcu lahko prav tako občutno spremenijo impedanco, vendar je to odvisno tudi od smeri rok. Roka z upognjenim komolcem na splošno prevaja nekoliko manj vibracij kot iztegnjena roka.^[7]

Burstrom je preiskoval tudi vpliv pokrčenosti komolcev, vendar pri tem ni odkril pomembnejših korelacij. Malenkostno povišanje absorbirane energije je odkril le v frekvenčnem območju med 10 in 25 Hz, pri komolcu, pokrčenem pod 90°, kar pa je pri žagah sekundarnega pomena. Do podobnega zaključka je prišel tudi v zvezi z ramenskimi sklepi.

Antropomorfne razsežnosti

V študiji^[14] je Burstrom raziskoval vpliv velikosti dlani na njihovo absorbirano vibracijsko energijo pri 84 osebah. Ugotovil je, da je pri tem pomembna le debelina dlani in nadalje, da sta pri tem prostornina roke in starost delavca nepomembni. Zanimiva pa je njegova ugotovitev, da moška dlan v povprečju absorbira kar 50 % več energije kot pa ženska.

Vrsta in oblika ročaja

Skupina raziskovalcev na Nizozemskem^[15] je pred leti napravila raziskavo subjektivne ocene delavcev v zvezi z obliko in sestavo ročnih vrtnih strojev. Izmed 12 sodelujočih moških in 12 žensk je večina kot najugodnejše sprejela orodje z eliptičnim ročajem z dimenzijo 50 mm x 35 mm. Preizkusi so bili opravljeni tudi z različnimi uporabljenimi materiali. Kot najspremljivejši so se pokazali mehki materiali, na primer penasta guma. Taki materiali namreč zmanjšujejo absorpcijo energije v rokah. Fellows pa je v svoji študiji^[16] pokazal,

da je s takimi materiali možno doseči enakomernjšo porazdelitev pritiskov na ročajih vrtnarskega orodja. Vendar pa so posamezniki pri tem uporabljali močnejši stisk roke na ročaj iz penaste gume, kar nekoliko izniči pozitivne vplive takega materiala.

Po drugi strani lahko ovijanje ročaja z gumo oziroma drugimi elastičnimi materiali sicer povzroči občutek povečanja udobja, vendar je malo verjetno, da bi tak korak pomembneje znižal tudi izpostavljenost vibracijam. Če po drugi strani tak material ni skrbno izbran, lahko pride celo do povišanega prenosa vibracij pri problematičnih frekvencah.

Dinamičen odziv prstov

Prsti se strukturalno precej razlikujejo od ostalih delov roke in predstavljajo bistveno manjšo impedanco za vibracije, na kar morajo biti načrtovalci ročajev in rokavic še posebej pozorni.

Odmori

Burstrom je s sodelavci v svoji študiji^[3] preiskoval tudi učinek krajših odmorov med posameznimi izpostavljenostmi delavcev vibracijam. Ugotovili so, da imajo že na primer 5-minutni odmori blagodejen učinek, saj prispevajo k zmanjšanju absorbirane energije v rokah. Taki odmori namreč prispevajo k mišični relaksaciji rok in s tem k zmanjšanju celotne absorbirane vibracijske energije.

8 Zaključek v zvezi z vplivi posameznih parametrov

Vibracije, ki jih povzročajo obratovanje prenosnih verižnih žag in nekaterih drugih ročnih orodij, se lahko prenašajo naprej na roke izpostavljenega delavca oziroma uporabnika takega vibrirajočega orodja. Stična točka rok in vibrirajočega orodja je pri tem običajno dlan oziroma prsti, vendar pa se take vibracije prenašajo še naprej po roki in tudi na druge dele telesa, kjer se v določeni meri tudi absorbirajo. Take vibracije so lahko za izpostavljene delavce samo moteče, včasih pa tudi škodljive.

Tveganje nastanka zdravstvenih okvar kot posledice vibracij rok narašča z višanjem ravni vibracijskih pospeškov in časa izpostavljenosti, kar je relativno enostavno merljivo in se trenutno uporablja pri oceni izpostavljenosti delavcev vibracijam in njihove ogroženosti.

Pri tem se opravi tudi frekvenčna analiza, kjer je treba posvetiti pozornost tudi uteženju posameznih frekvenc v skladu z vrednoteno krivuljo za vibracije rok.

Prevladujoča smer prenosa vibracij na roke je v smeri osi z, zato je pri kompleksnejših preiskavah smiselno posvetiti večjo pozornost tej osi. Vibracijska energija, ki jo sekačeve roke absorbirajo, je v znatni meri odvisna od njegove tehnike dela in se spreminja v skladu z dinamičnim odzivom njegovih prstov, dlani in rok. Po drugi strani pa je absorbirana vibracijska energija tesno povezana z jakostjo stiska ročaja. Osebe

z že razvitim Raynaudsovim sindromom običajno uporabljajo močnejši stisk zaradi izgube občutka, to pa še pospešuje razvoj mišično-skeletnih simptomov. V zvezi z držo delavčevega telesa pa je v manjši meri pomemben še položaj in upogib komolca. Študije prav tako kažejo, da je možno optimizirati obliko in temperaturo ročaja s ciljem doseganja čim večjega udobja delavca in čim manjše absorpcije vibracijske energije. Priporočljiva je tudi organizacija večjega števila krajših odmorov.

9 Literatura

- [1] SIST EN ISO 5349-1, Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 1: General requirements.
- [2] SIST EN ISO 5349-2, Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand – transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement in the workplace.
- [3] Burstrom, L., Lundstrom, R. Absorption of vibration energy in the human hand and arm, *Ergonomics*, Vol. 37, št. 5, str. 879–890, 1994.
- [4] Kihlberg, S., Attebrant, M., Gemne, G., Kjellberg, A. Acute effects of vibration from a chipping hammer and a grinder on the hand – arm system, *Occupational and Environmental Medicine*, Vol. 52, str. 731–737, 1995.
- [5] Directive 2002/44/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration).
- [6] Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti vibracijam (Ur. l. RS z dne 25. 10. 2005).

- [7] Griffin, M. J. Handbook of human vibration, Academic Press, London, 1990.
- [8] Loriga, G. Il lavoro con i martelli pneumatici, Boll inspett lavoro, 2, str. 35–60, 1911.
- [9] Hamilton, A. A study of spastic anaemia in the hands of stone cutters, Industrial accident hygiene services bulletin, 236(19), str. 53–66, 1918.
- [10] Kadam, R., Johnson, M., Muract, J., in Burdisso, J. Hand transmitted vibration measurement using experimentally simulated hand-arm rig, Noise conference Minneapolis, 2005.
- [11] Su, A. T., Miyashita, K., Maeda, S., Bulgiba, A., in Pantai, L. A systematic review of hand-arm vibration syndrome in tropical countries, Internoise, Osaka 2011.
- [12] Mechanical vibration and shock – Hand – arm vibration – Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves to the palm of the hand.
- [13] Shepherd, M. J. W. UK Policy and strategy to reduce risk to health from hand-arm vibration, Internoise 96 proceedings, str. 3243–3247, Liverpool 1996.
- [14] Burstrom, L. The influence of biodynamic factors on the mechanical impedance of the hand and arm, International Archives of Occupational Environmental Health, Vol. 69, str. 437–446, 1997.
- [15] Bjoring, G., Johansson, L., in Hagg, G. M. Choice of handle characteristics for pistol grip power tools, International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 24, str. 647–656, 1999.
- [16] Fellows, G. L., Freivalds, A. Ergonomics evaluation of a foam rubber grip for tool handles, Applied Ergonomics, Vol. 22, str. 225–230, 1991.
- [17] Nelson, C. M. Hand-transmitted vibration exposure standards: The revision of ISO 5349, Internoise 99 proceedings, Fort Lauderdale, 1999.
- [18] Guide to good practice on Hand-Arm Vibration, Non – binding guide to good practice with a view to implementation of Directive 2002/44/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibrations), European Commission Directorate-General Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, 2006.
- [19] Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery; Official Journal of the European Union, 2006.

VARNOSTNI ZNAKI



Nudimo vam **VARNOSTNE ZNAKE** v obliki nalepk in tabel:

- skladne z veljavno zakonodajo
- izdelane na kvalitetnih materialih
- vsebine lahko izdelamo glede na potrebe naročnikov



KATALOG VARNOSTNIH ZNAKOV

si lahko ogledate na: www.zvd.si

V prodaji tudi **SAMOSTOJEČE TABLE** Pozor! Spolzka tla

ter **POHODNE** in **MAGNETNE NALEPKE**



Kontaktna oseba:

Fanči Avbelj, T 01 585 51 21, G 041 658 953, F: 01 585 51 80, E fanci.avbelj@zvd.si

ZVD

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana - Polje
T: 01 585 51 00
F: 01 585 51 01
W: www.zvd.si
E: info@zvd.si

Vibracije na delovnem mestu – zaščita rok s protivibracijskimi rokavicami

Pri opravljanju dela z ročnimi orodji, ki vibrirajo, se vibracije lahko prenašajo z orodja na dlani in roke delavca. Vibracije lahko nastanejo tudi pri delovnih postopkih, pri katerih delavec ravna z materialom, ki ga obdeluje stroj.



Redna in pogosta izpostavljenost močnim virom vibracij lahko vodi do hudih in trajnih poškodb. Do teh najpogosteje pride, ko je ravnanje z vibrirajočim orodjem del vsakodnevnega dela delavca. Občasna uporaba vibracijskega orodja po navadi ni vzrok za nastanek poškodb, povezanih z vibracijami.

Poškodbe, ki jih lahko povzroči delo z vibrirajočim orodjem:

- izguba občutka za dotik,
- močne bolečine in otopelost,
- izguba moči oprijema,
- mravljinčenje,
- boleča zapestja – sindrom karpalnega kanala.

Pogosta izpostavljenost vibracijam lahko povzroči veliko trajnih poškodb, ki so znane kot »Hand Arm Vibration Syndrome« (HAVS), in vpliva na:

- krvni obtok – beli prsti zaradi vibracij,
- živce,
- mišice,
- kosti in sklepe.

Kakšni so simptomi

Beli prsti zaradi vibracij nastanejo, kadar dlanem postane hladno. Konice prstov postanejo bele. Nadaljevanje dela z vibrirajočim orodjem povzroči povečanje prizadetega območja. Prsti postanejo otopeli in pojavi se mravljinčenje. Če se delo nadaljuje, se lahko pojavi rdečica, ki jo spremlja bolečina.

Poškodbe živčevja se kažejo v zmanjšanem občutku za dotik in temperaturo. Pojavi se lahko trajna otopelost ali mravljinčenje v prstih.

Poškodbe mišičevja, kosti in sklepov – pojavi se lahko izguba moči v dlaneh in bolečina v zapestjih in rokah.

Kako simptomi vplivajo na zmožnost dela

Zaradi navedenih simptomov je lahko oteženo:

- nadaljnje delo z vibracijskim orodjem,
- delo v hladnih in mokrih okoljih,
- katero koli delo, ki zahteva uporabo prstov (na primer zabijanje žebeljev s kladivom),

Vpliv se lahko pozna tudi pri zabavnih in družinskih aktivnostih zunaj dela:

- ribarjenje,
- plavanje,
- golf,
- vrtnarjenje,
- zapenjanje gumbov,
- pranje avtomobila.

Avtor:

Andrež Tancek
ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje

Kako nastanejo poškodbe HAVS

V glavnem do sindroma pride zaradi pogostega izpostavljanja vibracijam. Še posebej pa je pojav odvisen:

- od stopnje vibracij (frekvenca, amplituda),
- od trajanja uporabe vibracijske opreme,
- od tega, kako praktična je oprema za uporabo,
- od tega, kako čvrsto je treba napravo držati pri uporabi,
- od tega, kako mrzlo in mokro je okolje, v katerem uporabljate opremo.

V nevarnosti ste, če med ali takoj po uporabi vibracijske opreme v prstih občutite otopelost ali mravljinice v prstih, dlaneh ali rokah.

Koliko ljudi je ogroženih zaradi sindroma HAVS

Ocenjeno je, da je okoli 36.000 ljudi z napredno razvitim sindromom belih prstov, ki je najbolj znana in razširjena oblika sindroma HAVS. Vsako leto je potrjenih na stotine novih primerov. Sindrom belih prstov je eden najpogostejših razlogov za tožbe proti delodajalcem iz razloga varstva in zdravja pri delu.

Orodje, ki je najpogosteje vzrok za poškodbe z vibracijami:

- motorne žage,
- pnevmatska kladiva in dleta,
- udarni vrtalniki in kladiva,
- ročni brusilniki,
- kosilnice,
- motorne kose,
- rezalniki ...

Kaj lahko storijo proizvajalci opreme

Proizvajalci morajo izdelke narediti tako, da so vibracije, ki se prenesejo na delavca, čim manjše. S tem namenom morajo:

- opremo načrtovati tako, da predstavlja čim manjšo nevarnost za poškodbo z vibracijami;
- podati morajo opozorila za obstoječe nevarnosti;
- podati morajo podatke o stopnji vibracij;
- podati morajo navodila za varno uporabo opreme, da se izognemo tveganjem zaradi vibracij.

Kaj lahko uporabniki sami storijo za zmanjšanje tveganja

Obstaja veliko poceni rešitev:

- ocenimo, ali obstaja drugačen postopek, ki odpravi delo z vibrirajočim orodjem;
- preverimo, ali uporabljamo najbolj primerno opremo za delovni proces; uporaba neprimerne opreme lahko podaljšuje čas dela ali pa vibrira bolj, kot je potrebno;
- skrajšajmo čas, ki ga delavci porabijo na delovnem mestu, ki predstavlja največje tveganje;
- načrtujmo dovolj pogoste odmore za počitek pri delu z vibracijsko opremo;
- uredimo delovno okolje tako, da se izognemo nepravilni drži in omogočimo pravilno uporabo orodja, da so vibracije čim manjše;
- vzdržujmo orodje v skladu z

navodili proizvajalca, da se količina vibracij ne povečuje s staranjem opreme;

- zagotovimo, da so rotacijski deli naprave uravnoveženi in noži nabrušeni; po potrebi je treba te dele zamenjati;
- postopke dela je treba prilagoditi navodilom za varno delo, ki jih zagotovi proizvajalec opreme;
- če je mogoče, opremimo orodje s protivibracijskimi vstavki, ki zmanjšujejo prenos vibracij na delavca;
- pri delu uporabljajmo suhe rokavice, da so dlani tople in suhe;
- razgibavajmo prste in dlani;
- ob pojavu simptomov takoj obvestimo nadrejene;
- prijavimo poškodovano opremo.

Protivibracijske rokavice

Na trgu je veliko rokavic, ki jim proizvajalci dodajo ime protivibracijske. Te rokavice so navadno opremljene z blazinicami na prstih in dlaneh. Blazinice so narejene iz absorpcijske pene, ki absorbirajo vibracije in zmanjšajo prenos vibracij z orodja na delavca.

Kakovost absorpcije se preizkuša s postopkom, opisanim v evropskem standardu EN ISO 10819. Proizvajalec mora v izjavi o skladnosti navesti tudi preverjanje po tem standardu. Če preizkusi po tem standardu niso izvedeni ali pa so izvedeni in rokavice niso dosegle minimalnih zahtev, rokavice ne morejo biti označene kot protivibracijske.

**ZNANSTVENA PRILOGA
SCIENCE SUPPLEMENT**

UREDNIK/EDITOR:

**prim. prof. dr. Marjan Bilban,
dr. med.**

Nataša Sedlar, univ. dipl. psih.
Družbenomedicinski inštitut,
Znanstvenoraziskovalni center
Slovenske akademije znanosti
in umetnosti (ZRC SAZU)
Novi trg 2
1000 Ljubljana

Vsebina - Contents

VLOGA INFORMACIJSKIH IN KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ PRI DOŽIVLJANJU POKLICNEGA STRESA

POVZETEK

Prispevek se osredotoča na sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT), kot so mobilni telefoni, računalniki, internetna omrežja, in njihovo vlogo pri doživljanju poklicnega stresa pri zaposlenih. V prispevku je predstavljen pregled dejavnikov, ki se umeščajo v sodobne modele in orodja obravnavanja vloge IKT na delovnem mestu in se povezujejo s počutjem zaposlenih. Pri tem gre tako za dejavnike, ki izhajajo iz uporabe IKT (na primer povečan dostop do informacij, stalna dosegljivost zaposlenega, spremenjene oblike komunikacije), kot tudi za organizacijske (na primer podpora v delovni organizaciji, nadzor) in osebne dejavnike (na primer starost, spol, izobrazba, učinkovitost pri uporabi IKT). Prispevek izpostavlja pomen proučevanja dejavnikov IKT z vidika skrbi za zdravje in dobrega počutja zaposlenih.

Ključne besede: dejavniki IKT, organizacijski dejavniki, psihosocialni dejavniki, poklicni stres, blagostanje

THE ROLE OF NEW INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE EXPERIENCE OF WORK-RELATED STRESS

ABSTRACT

The main focus of the article are new information communications technologies including cell phones, computers, internet networks, and their role in the experience of work-related stress. Main risk factors associated with new communications technologies (access to information, accessibility of workers, new ways to communicate), some organizational (organisational support, control over work) and personal (age, gender, education, computer efficacy and confidence) risk factors as well as actual main scientific models and instruments are presented. The paper highlights the importance of research in the field, especially in the terms of care for employee health and well-being.

Key words: risk factors associated with new communications technologies, organisational factors, psychosocial factors, work-related stress, well-being

Vloga informacijskih in komunikacijskih tehnologij pri doživljanju poklicnega stresa

1 Uvod

Globalizacija, ekonomske spremembe in spremembe splošne družbene klime povzročajo večjo nestabilnost zaposlitev ter od zaposlenih zahtevajo neprestano prilagajanje hitrim spremembam na delovnem mestu in vedno večjim zahtevam po produktivnosti (NIOSH 2002). Novejše evropske raziskave (EUROFOND 2010; ESENER 2010; OSHA 2009) kažejo, da enega največjih problemov na delovnem mestu predstavlja doživljanje poklicnega stresa, saj o njem poroča skoraj vsak četrti zaposleni, po ocenah raziskovalcev pa naj bi predstavljal dejavnik pri kar 50–60 % izgubljenih delovnih dnevih.

V zadnjih desetletjih pa opažamo tudi hiter porast, stalno izboljševanje in večjo cenovno dostopnost računalniških in komunikacijskih sistemov, mobilnih in internetnih omrežij ter internetnih aplikacij. Tudi vpeljevanje in uporaba informacijskih ter komunikacijskih tehnologij (IKT) lahko v delovne organizacije poleg vseh koristi prinaša nova tveganja za zdravje in dobro počutje zaposlenih in od njih zahteva nenehno prilagajanje na novosti (Cartwright in Cooper 1997).

2 Poklicni stres: izvori in posledice

Doživljanje poklicnega stresa nastopi, ko so zahteve delovnega okolja večje, kot jih je zaposleni zmožen obvladovati (OSHA 2009). Dolgotrajna izpostavljenost stresu povečuje verjetnost za težave zaposlenega s telesnim zdravjem (težave s srcem, visok krvni pritisk, razjede v želodcu, glavobol, bolečine v vratu in hrbtu, nizka odpornost idr.) (EUROFOND 2007) ter tudi težave psihološke narave (razdražljivost, okrnjena koncentracija in spomin, težave pri odločanju, nespečnost, nasilnost, zloraba drog in alkohola, anksioznost in depresija) (WHO 2005). Poleg finančnega bremena na ravni zdravstvene oskrbe povečuje tudi breme na ravni delovnih organizacij, saj povečuje verjetnost za izostajanje z delovnega mesta – absentizem (Johns 2003), zmanjšano produktivnost in učinkovitost pri delu – prezentizem (Johns 2010), zapuščanje delovne organizacije – fluktuacija (Bergerman, Corabian in Harstall 2009) ter izgorevanje pri delu (Maslach, Schaufeli in Leiter 2001).

Na doživljanje stresa v delovnem okolju vplivajo dejavniki, ki so neposredno povezani z naravo dela, na primer: vsebina in hitrost dela, zahtevnost nalog, usposobljenost, stopnja nadzora nad delom, organizacija delovnega časa, vključenost v odločanje, status in plačilo dela (Kopp idr. 2007; Leka, Griffiths in Cox 2003), in značilnostmi delovnega okolja, na primer: možnost napredovanja v

karieri, vloga zaposlenega v organizaciji, medosebni odnosi, organizacijska kultura (Leka idr. 2003). Poleg slednjih pa na doživljanje poklicnega stresa vplivajo tudi dejavniki, ki izhajajo iz posameznika, njegovega družinskega in širšega sociodemografskega okolja, na primer: osebnostne značilnosti, družinski odnosi, zdravstveni status, življenjski stil, kakovost bivanja, kulturno okolje, splošna družbena klima (Pološki Vokić in Bogdanić 2007; Seward in Larsen 2006).

3 Stres, ki izvira iz uporabe IKT – 'tehnostres'

Med dejavnike, ki izhajajo iz narave dela in vplivajo na doživljanje poklicnega stresa, se v zadnjih dveh desetletjih uvrščajo tudi dejavniki IKT. Zaradi hitrega vpeljevanja IKT v delovne organizacije in porasta uporabe IKT na delovnem mestu se je za fenomen začel uveljavljati izraz 'tehnostres' (technostress – Brillhart 2004).

Gre za stres, ki je posledica uporabe IKT in nastane ob posameznikovem spoprijemanju s spremembami, ki jih prinaša uporaba IKT. Prvi ga je opredelil Brod (1982) kot prilagoditvene težave, ki nastopijo, ko se posamezniku ne uspe na ustrezen način spopoprijeti z zahtevami, ki jih preden postavljajo nove računalniške tehnologije.

Zasluge za prvo operacionalizacijo tehnostresa gredo Hudiburgu (1989), ki je oblikoval prvi vprašalnik s tega področja: 'Computer Technology Hassles Scale'. Ta vsebuje tri podlestvice: prepričanja o IKT, potencialne stresorje, ki izhajajo iz IKT, in izrazite reakcije nanje.

Kot možne negativne posledice izpostavljenosti stesu, povezanem z uporabo IKT, nekateri strokovnjaki (Brod 1982; Brillhart 2004) navajajo zaznano preobremenjenost, doživljanje frustracij, preplavljenost z informacijami, izgubo motivacije in nezadovoljstvo z delom. Vendar pa je njihove ugotovitve treba jemati z rezervo, saj so anekdotske narave in jim manjka empirična podpora.

4 Konceptualni okvir za razumevanje tehnostresa

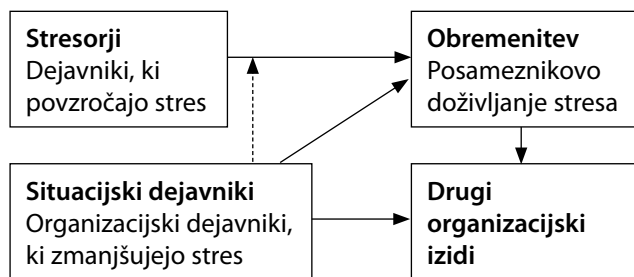
Trenutne teorije o stresu v delovnih organizacijah (Antoniou in Cooper 2005) sicer priznavajo vpliv tehnologije na doživljanje stresa. Vendar pa obstaja le malo modelov, ki bi ponujali konceptualni in empirični okvir za razumevanje tega vidika obremenjenosti zaposlenih. V nadaljevanju bomo zato predstavili dve novejši perspektivi, ki nudita osnovno ogrodje, v katero je mogoče umeščati posamezna spoznanja empiričnih raziskav.

Ragu-Nathan, Tarafdar, Ragu-Nathan in Tu (2005) so za

teoretično osnovo modela o povezanosti IKT z zdravjem in počutjem zaposlenih vzeli transakcijski model stresa (Lazarus in Folkman 1984), Day, Scott in Kelloway (2010) pa so ob upoštevanju slednjega izhajali predvsem iz modela zahtev in virov pri delu (Demerouti, Bakker, Nachreiner in Schaufeli 2001).

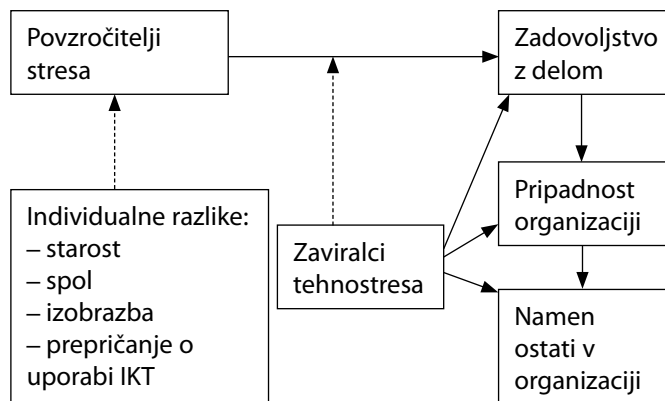
4.1 Transakcijski model stresa

Transakcijski model stresa (Lazarus in Folkman 1984) stres pojmuje kot transakcijo med posameznikom in okoljem, torej kot kombinacijo razmer v okolju in posameznikovega odziva nanje. Model predpostavlja, da dogodki sami po sebi niso tisti, ki povzročajo stres. Ključnega pomena je, kako jih posameznik interpretira. Torej ni le tisti, ki se odziva na situacijo, temveč s svojimi odločitvami in dejanji tudi ustvarja situacijo. Ključni pojmi, vključeni v model, so: stresorji, situacijski dejavniki, obremenitve in drugi organizacijski izidi.



Slika 1: Transakcijski model stresa (prirejeno po Ragu-Nathan idr. 2005)

Stresorji so dogodki, zahteve, situacije ali pogoji, s katerimi se posameznik sooča pri delu ali v delovni organizaciji in mu povzročajo stres. Situacijski faktorji so dejavniki iz organizacije, ki lahko zmanjšujejo doživljanje stresa pri zaposlenih. Obremenitve se nanašajo na vedenjske, psihološke ali telesne posledice, ki pri zaposlenih nastopijo kot posledica doživljanja stresa. Drugi organizacijski izidi pa vključujejo posledice doživljanja stresa na ravni delovne organizacije (kot na primer absentizem ali fluktuacija). Ragu-Nathan idr. (2005) na podlagi zgornje opredelitve ponujajo konceptualni model za razumevanje tehnostresa (slika 2), pri čemer osnovne izraze transakcijskega modela stresa prilagajajo področju IKT; stresorje poimenujejo 'povzročitelji tehnostresa', situacijske faktorje 'zaviralci tehnostresa', obremenitev je ekvivalentna 'zadovoljstvu z delom', druge organizacijske izide pa delijo na 'pripadnost organizaciji' in 'namen ostati v organizaciji'. V model dodatno vključujejo tudi 'individualne razlike' med posamezniki.



Slika 2: Konceptualni model za razumevanje tehnostresa (prirejeno po Ragu-Nathan idr. 2005).

S slike 2 vidimo, da je zaznava dejavnikov IKT kot stresnih povezana z individualnimi značilnostmi zaposlenih, kamor sodijo starost, spol, izobrazba in prepričanja o uporabi IKT. Dejavniki IKT, ki jih zaposleni zaznavajo kot stresne, se povezujejo z zmanjšanim doživljanjem zadovoljstva pri delu. Ta odnos moderirajo dejavniki iz delovne organizacije, ki zavirajo doživljanje tehnostresa pri zaposlenih in obenem povečujejo njihovo zadovoljstvo z delom, pripadnost organizaciji in namen ostati v organizaciji.

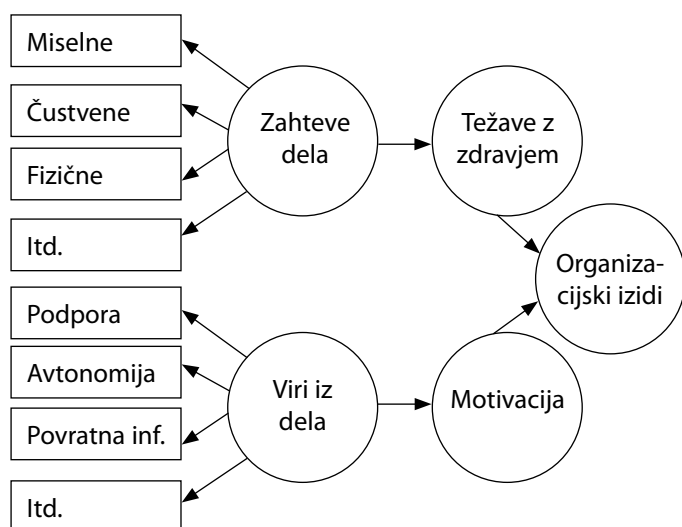
Med povzročitelji tehnostresa avtorji navajajo preobremenjenost s tehnologijo, invazivnost tehnologije, negotovost zaradi tehnologije in spremenljivost tehnologije. Med zaviralci tehnostresa pa izpostavljajo spodbujanje računalniške pismenosti, zagotavljanje tehnične podpore, spodbujanje vključenosti zaposlenih v tehnološki razvoj in spodbujanje inovacij.

4.2 Model zahtev in virov pri delu

Osnova za konceptualni model tehnostresa, ki ga ponujajo Day idr. (2010), je Model zahtev in virov pri delu (Demerouti idr. 2001). Model razlaga, kako različni vidiki delovnega okolja prispevajo k dobremu ali slabemu zdravju zaposlenih in organizacijskim izidom. Predpostavlja, da ima vsaka delovna organizacija specifično delovno okolje, ki ga lahko opišemo z vidika zahtev, ki jih postavlja pred zaposlene, in z vidika virov, ki jih prinaša zaposlenim.

Zahteve dela so opredeljene kot fizični, psihološki, socialni ali organizacijski vidiki dela, ki od zaposlenega zahtevajo fizični in/ali psihološki napor ali spretnosti, in se povezujejo z določenimi fizičnimi in/ali psihološkimi negativnimi posledicami (na primer preveč dela, časovni pritisk, čustveno obremenjujoči socialni stiki, neugodne fizične razmere dela ...). Po drugi strani pa so viri tisti fizični, psihološki,

socialni ali organizacijski vidiki dela, ki pozitivno vplivajo na zaposlenega. Bodisi pripomorejo k doseganju delovnih ciljev, zmanjšujejo zahteve dela in z njimi povezane negativne izide ali pa spodbujajo posameznikovo osebnostno rast, učenje in razvoj (na primer socialna podpora, različne naloge, nadzor nad delom, nagrade za delo ...) (Bakker in Demerouti 2007). Ker lahko viri in zahteve na zaposlenega delujejo istočasno, je možno, da viri zmanjšujejo negativen vpliv zahtev (Bakker, Demerouti in Verbeke 2004). Na to kaže dvosmerna puščica med zahtevami in viri dela na sliki 3. Tu vidimo tudi, da zahteve dela vplivajo na zdravje zaposlenih, medtem ko se vpliv virov odraža na njihovi motivaciji, oboje pa ima učinek na organizacijske izide.



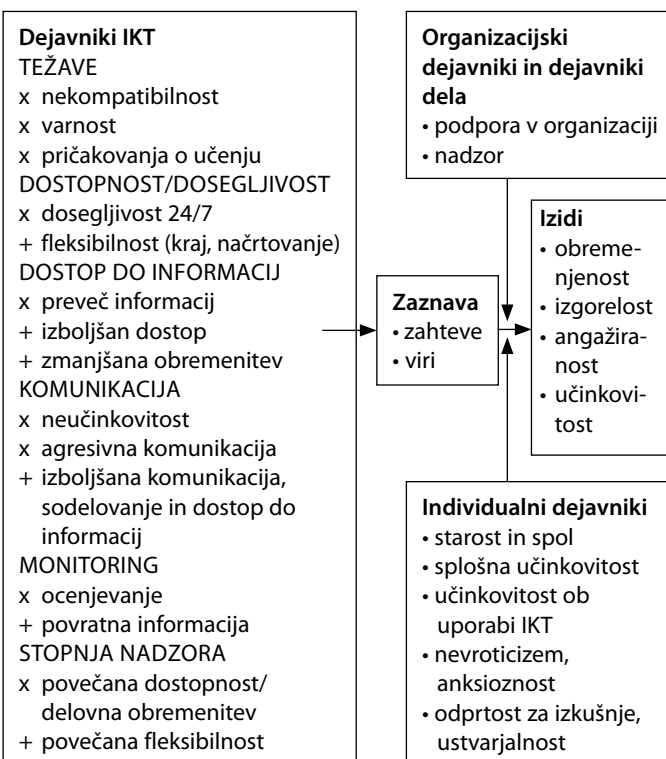
Slika 3: Model zahtev in virov pri delu (prirejeno po Demerouti idr. 2001)

Če zahteve in vire postavimo v kontekst IKT, se torej nanašajo na dejavniki oziroma procese pri delu, ki vključujejo rabo računalniške opreme in telekomunikacijskih naprav za upravljanje z informacijami (zbiranje, prenos, obdelava) ter omogočanje komunikacijskih procesov (Pinterič in Grivec 2007; Trček 2006). Zahteve so tisti dejavniki, ki jih zaposleni doživljajo kot stresne. Dejavniki, ki povečujejo zadovoljstvo, dobro počutje in delovno učinkovitost zaposlenih, pa predstavljajo vire.

Za določanje, kdaj posamezne značilnosti IKT zaposlenim predstavljajo zahteve/negativne stresorje in kdaj vire/pozitivne stresorje, je ključnega pomena posameznikova individualna interpretacija negativnosti in pozitivnosti dejavnikov okolja. Pri tem se avtorji naslanjajo na prej opisani transakcijski model (slika 1). Pozitivna interpretacija dejavnikov IKT iz delovnega okolja se odraža v pozitivnih izidih za zaposlene-

ga, kot sta dobro počutje in zavzetost za delo. Posameznikova interpretacija škodljivosti dejavnikov IKT pa po drugi strani določa, v kolikšni meri so ti negativni in škodljivi.

Na podlagi omenjenih modelov so Day idr. (2010) v kontekstu IKT identificirali pet značilnosti IKT-dejavnikov, ki jih zaposleni lahko zaznavajo kot zahteve ali vire. To je stopnja, do katere dejavniki IKT 1) povečujejo ali zmanjšujejo dosegljivost zaposlenih, 2) izboljšujejo ali omejujejo dostop zaposlenih do informacij, 3) izboljšujejo ali slabijo komunikacijo, 4) so uporabljeni za nadzor nad delovno učinkovitostjo zaposlenih ali nudenje povratnih informacij o napredku pri delu, 5) povečujejo ali zmanjšujejo nadzor zaposlenega nad njegovim delom in mu omogočajo usklajevanje dela z družinskim življenjem. Ključne ugotovitve o tem, kdaj posamezne značilnosti IKT za zaposlene predstavljajo zahteve/negativne stresorje in kdaj vire/pozitivne stresorje in preko tega določajo izide za zdravje in dobro počutje zaposlenih, so strnjene v modelu IKT (slika 4) in jih bomo predstavili v nadaljevanju. Iz modela je razvidno tudi, da avtorji poleg dejavnikov IKT in njihove zaznave, ki določa izide za zaposlenega (na primer obremenjenost, izgorelost), obravnavajo tudi vlogo organizacijskih in individualnih dejavnikov.



Slika 4: Model povezanosti IKT z izidi za zdravje in dobro počutje zaposlenega, ki temelji na transakcijskem modelu stresa in modelu zahtev in virov (Day, Scott in Kelloway 2010).

5 Dejavniki IKT

5.1 Težave

Večina raziskav se je na začetku osredotočala na vidike uporabe IKT, ki jih uporabnik zaznava kot stresne (Hudiburg 1989). Težave z uporabo in obvladovanjem naprav oziroma aplikacij lahko nastopijo, kadar so nove tehnologije manj prijazne uporabniku ali niso prilagojene delovnim nalogam. Tarafdar, Tu in Ragu-Nathan (2011) ugotavljajo, da se pri zaposlenih to odraža preko bolj negativnih prepričanj o uporabi IKT. Ob uporabi IKT se pojavijo tudi težave, povezane z zagotavljanjem varnosti in zaščito pred virusi ter nezaželeno pošto (Brown 2010), posledično pa nov dejavnik stresa predstavljajo številna gesla za dostop do programov in spletnih strani (Brown, Bracken, Zoccoli in Douglas 2004). Brown idr. (2004) so v raziskavi na študentih ugotovili, da ima vsak v povprečju 4,45 različnega gesla in jih je tretjina že pozabila vsaj katero geslo, več kot polovica pa si mora gesla zapisovati. Dodaten vir stresa zaposlenemu predstavlja vpeljava novih tehnologij v delo, posebno če od njega zahteva hitro prilagajanje ter nenehno sledenje spremembam in novostim (Wang, Shu in Tu 2008). Korunka, Heumer, Litschauer in Karetta (1996) ugotavljajo, da se to odraža tudi preko fizioloških sprememb, kot je povečano izločanje hormonov.

5.2 Dostopnost in dosegljivost

Uporaba različnih naprav (prenosni računalniki, pametni telefoni ipd.) ter IKT-funkcij (e-pošta, glasovna sporočila, videokonference ipd.) omogoča, da so zaposleni neprestano dosegljivi drugim in jim je ves čas, tudi z drugih lokacij, omogočen dostop do dela.

5.2.1 Dostopnost in dosegljivost kot vir

Raziskave kažejo, da se fleksibilnost glede časa in prostora, ki jo omogoča uporaba IKT, pozitivno povezuje z doseganjem ravnovesja med delom in družino. Obenem zaposleni, ki so bolj fleksibilni pri delu, lahko delajo več ur, ne da bi se to odražalo na povečanem konfliktu med delom in družino (Hill, Hawkins, Ferris in Weitzman 2001).

5.2.2 Dostopnost in dosegljivost kot zahteva

Po drugi strani pa raziskave ugotavljajo, da pogostejša uporaba IKT briše meje med delom in zasebnim življenjem, kar ima negativne posledice na počutje in zadovoljstvo zaposlenega (Chelsey 2005) in povečuje njegovo zaznavo konflikta med delom in družino (Batt in Valcour,

2003; Diaz, Chiaburu, Zimmerman in Boswell 2012). Obenem lahko stranke ali sodelavci od zaposlenega pričakujejo, da je dosegljiv tudi zunaj delovnih ur, kar mu lahko daje občutek, da ni nikoli popolnoma prost in delo vstopa v vse vidike njegovega življenja (Ragu-Nathan, Tarafdar, Ragu-Nathan in Tu 2005). Številne raziskave ugotavljajo, da nezmožnost zaposlenega, da se miselno 'odklopi' od dela, vodi do povečane utrujenosti in negativnega razpoloženja (Sonnentag in Bayer 2005). Zmožnost 'odklopiti se' od dela pa se povezuje z višjim zadovoljstvom z življenjem in nižjo čustveno izčrpanostjo (Fritz, Yankelevich, Zarubin in Barger 2010).

5.3 Dostop do informacij

Razširjenost IKT omogoča lažji in hitrejši dostop do informacij, po drugi strani pa številne informacije iz različnih virov (na primer prenosni računalnik, pametni telefoni ...) lahko za zaposlenega predstavljajo obremenitev.

5.3.1 Dostop do informacij kot vir

Elektronska pošta in spletne strani so povečale možnost za izmenjavo informacij z uporabniki, sodelavci in nadrejenimi, lažji dostop do informacij pa zaposlenim omogoča, da porabijo manj časa za zbiranje informacij in so pri delu bolj učinkoviti (Stevens, Williams in Smith 2000; Dewett in Jones 2001).

5.3.2 Dostop do informacij kot zahteva

Po drugi strani pa raziskave kažejo tudi negativne vidike uporabe IKT. Zaposleni so izpostavljeni več informacijam, kot jih lahko učinkovito obvladajo in uporabijo (Ayyagari 2012), imajo težave z določanjem, katere informacije so bolj pomembne, in so prisiljeni delati hitreje, da sledijo večji količini informacij (Kupersmith 1992). Mandel (2005) poroča, da je kar četrtina od 8000 menedžerjev, vključenih v raziskavo, poročala, da ne zmorejo sproti slediti telefonskim klicem in elektronski pošti. Skoraj polovica od njih vsak teden porabi pol dneva do en dan za komunikacijo, ki ne koristi njihovem delu. O podobnih rezultatih poroča nedavna mednarodna raziskava LexisNexis (2010), v kateri pisarniški delavci poročajo, da v povprečju več kot polovico (51 %) delovnega dneva preživijo ob prejemanju in obvladovanju informacij namesto ob njihovi uporabi za opravljanje dela. Pri tem ocenjujejo, da jim med tretjino in polovico prejetih informacij ne koristi pri njihovem delu ter jim konstantno prejemanje nove elektronske pošte onemogoča, da bi se lahko osredotočili na delo.

Preobremenjenost z informacijami je tesno povezana tudi s preobremenjenostjo ob simultnem delu z različnimi aplikacijami (t. i. multitasking) in s prekinitvami med delom, ki nastopijo ob uporabi več naprav oziroma aplikacij hkrati (na primer elektronska pošta, telefon, pametni telefon). Raziskovalci (Cantor 2009) ocenjujejo, da nepotrebne prekinitve pri delu, ki so večinoma posledica uporabe novih tehnologij, letno povzročijo izgubo 650 milijard dolarjev zaradi zmanjšane delovne učinkovitosti zaposlenih. Mark, Gonzales in Harris (2005) pa v študiji ugotavljajo, da zaposleni po prekinitvi v povprečju potrebujejo več kot 23 minut, da se vrnejo nazaj k opravljanju prekinjene naloge. Obenem ob prekinitvah doživljajo več stresa, frustracij, občutkov preobremenjenosti in časovnega pritiska. Pogosto menjavanje pozornosti med nalogami pri multitaskingu pa, kljub temu da pogosto zahteva samo nekaj desetink sekunde časa, zmanjšuje delovno učinkovitost tudi do 40 % in povečuje napake pri izvajanju nalog. Pri tem se ob kompleksnih nalogah čas in število napak še povečujeta (APA 2006).

5.4 Komunikacija

Pomemben razlog, zaradi katerega številne organizacije vpeljujejo IKT, je zagotavljanje učinkovitejše komunikacije med zaposlenimi.

5.4.1 Komunikacija kot vir

Raziskave kažejo, da uporaba elektronske ali glasovne pošte in intraneta lajša komunikacijo in povečuje sodelovanje zaposlenih s sodelavci, nadrejenimi in podrejenimi (Lind in Zmud 1995; Yaklef n. d.). Predvsem brezžični internet in mobilne naprave olajšujejo komunikacijo in izboljšujejo delovno učinkovitost zaposlenih, ki delajo na različnih lokacijah ter ob različnem času. Tako se lahko na primer zaposleni ob težavi pri delu takoj obrne na nadrejenega, s čimer ne pride do prekinitve delovnega procesa (Nielsen in Koseoglu 2007).

5.4.2 Komunikacija kot zahteva

Kadar uporaba IKT povzroča neučinkovito ali nespoštljivo komunikacijo med zaposlenimi, pa lahko to za zaposlenega predstavlja obremenitev. Zaradi široke dostopnosti IKT so te pogosto uporabljene z namenom škodovati drugim, bodisi s pošiljanjem škodljivih, žaljivih in agresivnih vsebin oziroma sporočil ali posredovanja določenih informacij tretjim osebam brez vednosti vključenih akterjev (Privitera in Campbell 2009). Ramirez,

Dunbar, Kam in Fischer (2002) ugotavljajo tudi, da ob računalniško posredovani komunikaciji pogosteje prihaja do napačnega razumevanja sporočil. Za uspešen prenos sporočil se mora namreč zaposleni naučiti uporabljati specifični program ali aplikacijo in se tudi naučiti prilagoditi vsebino omejitvam komunikacijskega kanala (Riva 2002).

5.5 Monitoring

Gre za uporabo IKT za nadzorovanje zaposlenih, na primer snemanje telefonskih klicev, spremljanje e-pošte ali uporabe interneta (Stanton in Weiss 2000).

5.5.1 Monitoring kot vir

Organizacija lahko ima monitoring kot koristen pri ocenjevanju uspešnosti in nagrajevanju (Miller in Weckert 2000). Pri tem je pomembno, da ga zaposleni ne dojemajo negativno – kot znak pomanjkanja zaupanja in povečanega nadzora organizacije. Značilnosti monitoringa, ki povečujejo možnosti za pozitivne rezultate, so: udeležnost zaposlenih v načrtovanju in pri vpeljevanju monitoringa, uporaba monitoringa pri delovnih nalogah, kjer je mogoče ocenjevati dosežke, predvsem pa konstruktivna povratna informacija zaposlenim (Alder in Ambrose 2005; Stanton 2003).

5.5.2 Monitoring kot zahteva

Raziskave kažejo, da poleg občutkov povečanega nadzora organizacije zaposleni ob monitoringu pogosto doživljajo stres tudi zaradi občutka izgube osebnega prostora in zasebnosti (Stanton in Stam 2003). Posebno negativno pa ga dojemajo, kadar lahko ima zanje negativne posledice (Stanton in Weiss 2000).

5.6 Stopnja nadzora

Stopnja nadzora, ki jo ima zaposleni nad tem, kdaj in kako uporablja IKT, vpliva na njegovo zaznavanje IKT kot zahteve ali vira.

5.6.1 Stopnja nadzora kot vir

Kurland in Bailey (1999) ugotavljajo, da nove oblike dela, kot so delo od doma, virtualni sestanki, telekonference, ipd. zaposlenim omogočajo, da so bolj fleksibilni in bolje nadzorujejo svoj urnik dela. Na ta način je povečana njihova delovna učinkovitost in izboljšano zadovoljstvo z delom. Obenem pa preživijo več časa z družino, kar pripomore k večjemu ravnotežju med delom in zasebnim življenjem.

5.6.2 Stopnja nadzora kot zahteva

Občutki pomanjkanja nadzora nad uporabo IKT pa pri zaposlenih povečujejo doživljanje stresa. Kupersmith (2003) pri knjižničarjih ugotavlja, da pomanjkanje nadzora najpogosteje izhaja iz velikih zahtev, ki jih pred njih postavlja nenehno prilagajanje na IKT. Obenem pa na doživljanje zmanjšane nadzora nad uporabo IKT vpliva pomanjkanje podpore in treninga ob uvedbi IKT. Korunka in Vitouch (1999) ugotavljata, da je občutke pomanjkanja nadzora, do katerih lahko pride ob uvedbi IKT, mogoče zmanjšati tako, da zaposleni sodelujejo ob uvedbi novih tehnologij, da dobijo občutek, da se s prilagajanjem na uvedene tehnologije strokovno usposablja.

6 Moderatorske spremenljivke

Raziskave kažejo, da lahko številni dejavniki, ki izvirajo iz delovne organizacije, narave dela ali posameznika, povečajo ali zmanjšajo obremenitev, ki jo posamezni dejavniki IKT predstavljajo za zaposlenega.

6.1 Organizacijski dejavniki in dejavniki dela

Day idr. (2010) med organizacijskimi dejavniki in dejavniki dela izpostavljajo nadzor zaposlenega nad potekom dela, urnikom dela, delovnimi nalogami ipd. ter podporo, ki jo organizacija nudi zaposlenemu. Slednja se nanaša na a) vključenost zaposlenih v uvajanje novih tehnologij in ustrezen trening pred njihovo uporabo, kar zmanjšuje doživljanje stresa in nezadovoljstva pri zaposlenih (Korunka in Vitouch 1999) ter povečuje prepričanja o lastni učinkovitosti ob obvladovanju IKT (Beas in Salanova 2006); b) večjo izpostavljenost novim tehnologijam, ki vodi do bolj pozitivnih prepričanj o IKT (Salanova in Schaufeli 2000), ter c) dobro tehnično podporo za odpravljanje tehničnih težav (Ragu-Nathan idr. 2008).

6.2 Individualni dejavniki

6.2.1 Starost in spol

Tarafdar idr. (2011) ugotavljajo, da moški doživljajo več stresa, povezanega z uporabo IKT, kot ženske, starejši zaposleni več kot mlajši zaposleni, zaposleni z višjo formalno izobrazbo pa ga doživljajo manj v primerjavi z zaposlenimi z nižjo formalno izobrazbo.

6.2.2 Splošna učinkovitost, učinkovitost ob uporabi IKT

Raziskave kažejo, da imajo splošna prepričanja o samoučinkovitosti pomembno moderatorsko vlogo pri doživljanju stresa (Grau, Salanova in Peiro 2001). Pri doživljanju

nju stresa, povezanega z uporabo IKT, pa imajo pomembnejšo vlogo specifična prepričanja o lastni učinkovitosti ob uporabi IKT. Shu, Tu in Wang (2011) pri tem ugotavljajo, da manj stresa, povezanega z uporabo računalnikov, doživljajo zaposleni, ki so bolj prepričani v svojo učinkovitost ob obvladovanju delazračunalnikom. Samozaznana učinkovitost pri uporabi IKT pa se povezuje tudi z nižjo izgorelostjo, depresijo in anksioznostjo (Beas in Salanova 2006).

6.2.3 Nevroticizem, anksioznost pred uporabo IKT

Korunka (2005) ugotavlja, da so posamezniki z višje izraženim nevticizmom bolj nagnjeni k tehnofobiji (fobija pred uporabo tehnologij), Day idr. (2010) pa predpostavljajo, da anksioznost pred uporabo IKT še povečuje doživljanje stresa ob zahtevah, ki jih pred zaposlenega postavlja uporaba IKT.

6.2.4 Prilagodljivost, odprtost za izkušnje, ustvarjalnost

Day idr. (2010) kot pomembne moderatorske spremenljivke predlagajo tudi prilagodljivost, odprtost za izkušnje in ustvarjalnost. Pri prilagodljivosti posebno izpostavljajo vidike ustvarjalnega reševanja problemov, znajdenja v negotovih razmerah in učenje, s čimer se povezuje tudi odprtost za izkušnje. Posameznikova pripravljenost na preizkušanje novih tehnologij pa je pomembna, ker mu pomaga pri vzpostavljanju občutka nadzora nad uporabo novih IKT.

7 Merjenje tehnostresa

Model povezanosti IKT z izidi za zdravje in dobro počutje zaposlenega (Day idr. 2010; slika 4) za zdaj še ni osnova za merski pripomoček. Ragu-Nathan idr. (2005, slika 2) pa so na podlagi konceptualnega modela za razumevanje tehnostresa že izdelali vprašalnik za njegovo vrednotenje v delovnih organizacijah (Ragu-Nathan idr. 2008; Tarafdar, Tu, Ragu-Nathan in Ragu-Nathan 2011). Ta vključuje povzročitelje in zaviralce tehnostresa, ni pa še bil preveden v slovenski jezik ali prirejen za uporabo v našem socialno-kulturnem okolju.

7.1 Povzročitelji tehnostresa

Med povzročitelji stresa izpostavljajo pet kategorij, ki se vsebinsko pokrivajo z dejavniki, ki smo jih opisali v okviru modela povezanosti IKT, z izidi za zdravje in dobro počutje zaposlenega (Day idr. 2010). To so:

- *Preobremenjenost s tehnologijo ('Techno-overload')* se

nanaša na situacije, v katerih so zaposleni izpostavljeni več informacijam, kot jih lahko učinkovito sprocesirajo, ter na situacije, ko je njihovo delo zaradi IKT (na primer elektronska pošta, telefon) prekinjeno ali morajo za doseganje večje učinkovitosti simultano delati z več aplikacijami. Primera postavk:

Zaradi tehnologije sem prisiljen delati hitreje.

Zaradi tehnologije moram narediti več, kot zmorem.

- *Invazivnost tehnologije ('Techno-invasion')* se nanaša na stalno dosegljivost zaposlenega, zaradi česar se njegovo delo širi na zasebno področje. Primera postavk:

Zaradi tehnologije z družino preživim manj časa.

Zaradi tehnologije moram biti v stiku z delom tudi med počitnicami.

- *Kompleksnost tehnologije ('Techno-complexity')* se nanaša na situacije, v katerih morajo zaposleni vlagati čas in trud v učenje dela z novimi kompleksnimi aplikacijami, kar je lahko zanje zastrašujoče in jim povzroča težave pri razumevanju. Primera postavk:

Potrebujem veliko časa, da razumem in uporabljam nove tehnologije.

Nove tehnologije ne obvladam dovolj, da bi lahko zadovoljivo opravljal svoje delo.

- *Negotovost zaradi tehnologije ('Techno-insecurity')* se nanaša na situacije, ko je delovno mesto zaposlenih ogroženo od drugih ljudi, ki se bolje spoznajo na nove tehnologije; pogosto gre za mlade, ki pridejo z boljšim znanjem uporabe novih tehnologij in so tudi bolj naklonjeni njihovi uporabi. Primera postavk:

Pogosto se mi zdi, da je varnost moje zaposlitve ogrožena zaradi uporabe novih tehnologij.

Nenehno moram nadgrajevati svoje sposobnosti, da obdržim svoje delovno mesto.

- *Spremenljivost tehnologije ('Techno-uncertainty')* se nanaša na kontekst, v katerem stalno prihaja do sprememb in nadgraditev sistemov, zaradi česar zaposleni ne morejo popolnoma obvladati določenega sistema ali aplikacije, njihovo znanje hitro postane zastarelo in je nujno stalno učenje in izpopolnjevanje znanja. Primera postavk:

V naši organizaciji stalno prihaja do nadgradenj računalniških programov.

V naši organizaciji stalno prihaja do razvoja tehnologij, ki jih uporabljamo.

7.2 Zaviralci tehnostresa

Vprašalnik vsebuje tudi štiri kategorije zaviralcev stresa, ki jih Day idr. (2010) umeščajo med moderatorske spre-

menljivke na ravni delovne organizacije in predstavljajo organizacijske ukrepe za zmanjševanje tehnostresa.

- *Spodbujanje pismenosti ('Literacy facilitation')* se nanaša na izobraževanja o uporabi novih aplikacij ali sistemov in ostale aktivnosti, ki uporabnikom olajšujejo spoznavanje in uporabo novih tehnologij. Primera postavk:

Naša organizacija zaposlenim pred uvajanjem novih tehnologij nudi trening za njihovo uporabo.

Naša organizacija spodbuja dobre odnose med IT-službo in zaposlenimi, ki uporabljajo nove tehnologije.

- *Zagotavljanje tehnične podpore ('Technical support provision')* se nanaša na strokovno tehnično podporo, ki je na voljo uporabnikom. Lahko dostopna tehnična pomoč zaposlenim pomaga pri uporabi in seznanjanju z novimi tehnologijami in zmanjšuje stres, ki jim ga povzročajo kompleksne aplikacije in nenehno uvajanje tehnoloških sprememb. Primera postavk:

Služba tehnične podpore je lahko dostopna.

Služba tehnične podpore se odziva na potrebe uporabnikov.

- *Spodbujanje vključenosti zaposlenih v tehnološki razvoj ('Technology involvement facilitation')* se nanaša na aktivnosti, s katerimi organizacija informira zaposlene o tem, zakaj uvaja nove aplikacije, jih vključuje v načrtovanje vpeljevanja in spodbuja k njihovi uporabi. Primera postavk:

Naši menedžerji/zaposleni so vključeni v proces spreminjanja tehnologij in/ali njihovo vpeljevanje.

Naši menedžerji/zaposleni so nagrajeni za uporabo novih tehnologij.

- *Spodbujanje inovacij ('Innovation support')* se nanaša na splošno ozračje, ki zaposlene spodbuja k učenju in preizkušanju novih funkcionalnosti IKT, ter spodbuja dobre odnose in komunikacijo med zaposlenimi. Primera postavk:

Zaposleni na vseh ravneh organizacije so nagrajeni za učenje novih spretnosti.

Vodstvo spodbuja zaposlene k preizkušanju uvedenih novosti IKT.

8 Zaključek

Na podlagi pregleda obstoječe literature o povezanosti IKT s povečanim oziroma zmanjšanim doživljanjem stresa pri zaposlenih ugotavljamo, da se raziskovalni interes za področje v zadnjih letih povečuje. Kljub temu pa večina aktualne literature in učbenikov dejavnike IKT samo omenja, sistematične klasifikacije teh dejavnikov pa so redke. To se zdi problematično predvsem zato, ker IKT

vstopa v vse vidike življenja in spreminja tako naravo dela kot tudi področje usklajevanja dela in družine. Pri tem lahko kot najbolj pereče dejavnike tveganja za doživljanje stresa izpostavimo potrebo po stalni dosegljivosti, ki vpliva na brisanje meja med delom in zasebnim življenjem, uporabo več naprav in aplikacij hkrati, ki je povezana z nenehnimi prekinitvami med delom, in potrebo po neprestanem prilagajanju na novosti ob uporabi IKT.

Čeprav številne študije kažejo na potencialno negativen vpliv dejavnikov IKT na zdravje in počutje zaposlenih, ni mogoče izključiti možnosti, da lahko gre samo za navidezne učinke, ki nastopajo kot posledica siceršnjega stresnega življenja in povečevanja poklicnega stresa na splošno. Problematiki bi morali nameniti več pozornosti tudi delodajalci, pri čemer je nujno poglobljanje razumevanja o tveganjih, povezanih z uporabo novih IKT. Obenem pa je pri tem ključnega pomena usposabljanje organizacij tako na področju ugotavljanja obremenjenosti zaposlenih ob vpeljevanju in uporabi IKT kot tudi na področju izvajanja ukrepov za zmanjševanje s tem povezanega stresa.

Zahvala: Avtorica se za tehtne komentarje in usmeritve zahvaljuje dr. Vasji Vehovarju, red. prof. na fakulteti za družbene vede, ki se raziskovalno ukvarja predvsem s proučevanjem družboslovnih vidikov informacijske tehnologije.

9 Literatura

- Alder, G. S., in Ambrose, M. L. Towards understanding fairness judgments associated with computer performance monitoring: An integration of the feedback, justice, and monitoring research. *Human Resource Management Review* 15 (2005) 1; 43–67.
- Antoniou, A. G., in Cooper, C. L. *Research Companion to Organizational Health Psychology*, Edward Elgar, Cheltenham 2005
- Ayyagari, R. Impact of Information Overload and Task-Technology Fit on technostress. V: *Proceedings of Southern Association for Information System Conference, Southern Association for Information System Conference, Atlanta, 2012: 23–24.*
- Bakker, A. B., Demerouti, E. in Verbeke, W. Using the job demands-resources model to predict burnout and performance. *Human Resource Management* 43 (2004); 83–104.
- Bakker, A. B., in Demerouti, E. The Job Demands-Resources model: State of the art. *Journal of Managerial Psychology* 22 (2007); 309–328.
- Batt, R., in Valcour, P. M. Human resource practices as predictors of work-family outcomes and employee turnover. *Industrial Relations* 42 (2003) 2; 189–220.
- Beas, M. I., in Salanova, M. Self-efficacy beliefs, computer training and psychological well-being among information and communication technology workers. *Computers in Human Behavior* 22 (2006) 6; 1043–1058.
- Bergerman, L., Corabian, P., in Harstall, C. Effectiveness of organizational interventions for the prevention of workplace stress, Institute of Health Economic, Edmonton 2009.
- Brillhart, P. E. Technostress in the workplace: Managing stress in the electronic workplace. *Journal of American Academy of Business* 5 (2004) 1/2; 302–307.
- Brod, C. Managing technostress: Optimizing the use of computer technology. *Personnel Journal* 61 (1982); 753–757.
- Brown, A. S., Bracken, E., Zoccoli, S., in Douglas, K. Generating and remembering passwords. *Applied Cognitive Psychology* 18 (2004) 6; 641–651.
- Brown, B. C. How to Stop E-mail Spam, Spyware, Malware, Computer Viruses, and Hackers from Ruining Your Computer or Network: the complete guide for your home and work, Atlanta Publishing Group, Atlanta 2010.
- Cantor, J. *Conquer CyberOverload: Get More Done, Boost Your Creativity, and Reduce Stress*, CyberOutlook Press, Madison 2009.
- Cartwright, S., in Cooper, C. *Managing Workplace Stress*, Sage, Thousand Oaks, CA 1997.
- Chesley, N. Blurring Boundaries? Linking Technology Use, Spillover, Individual Distress, and Family Satisfaction. *Journal of Marriage and Family* 67 (2005); 1237–1248.
- Day, A., Scott, N., in Kelloway, E. K. Information and communication technology: Implications for job stress and employee well-being. V Perrewé, P. L., Ganster, D. C. (ur.). *New Developments in Theoretical and Conceptual Approaches to Job Stress (Research in Occupational Stress and Well-being 8)*, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, UK, 2010: 317–350.
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., in Schaufeli, W. B. The job demands resources model of burnout. *Journal of Applied Psychology* 86 (2001); 499–512.
- Diaz, I., Chiaburu, D. S., Zimmerman, R. D., in Boswell, W. R. Communication technology: Pros and cons of constant connection to work. *Journal of Vocational Behavior* 80 (2012) 2; 500–508.
- Fritz, C., Yankelevich, M., Zarubin, A., in Barger, P. Happy, healthy, and productive: the role of detachment from work during non-work time. *Journal of Applied Psychology* 95 (2010) 5; 977–983.
- Grau, R., Salanova, M., in Peiró, J. M. Moderator effects of self-efficacy on occupational stress. *Psychology in Spain* 5 (2000) 1; 63–74.
- Hill, J., Hawkins, A. J., Ferris, M., in Weitzman, M. Finding an Extra Day a Week: The Positive Influence of Perceived Job Flexibility on Work and Family Life Balance. *Family Relations* 50 (2001) 1; 49–58.
- http://osha.europa.eu/en/publications/reports/esener1_osh_management.
- http://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE-81-08-478-EN-C_OSH_in_figures_stress_at_work.
- <http://www.apa.org/research/action/multitask.aspx>
- <http://www.eurofound.europa.eu/ewco/reports/TN0502TR01/TN0502TR01.pdf>.
- <http://www.eurofound.europa.eu/surveys/ewcs/2010/index.htm>.
- <http://www.jkup.net/tstress-survey-2003.html>, 10. 6. 2012.

- <http://www.lexisnexis.com/media/press-release.aspx?id=128751276114739>.
- http://www.who.int/occupational_health/publications/en/oehstress.pdf, 27. 10. 2011.
- Hudiburg, R. A. Psychology of computer use: VII. Measuring technostress: Computer-related stress. *Psychological Reports* 64 (1989) 3; 767–772.
- Johns, G. How methodological diversity has improved our understanding of absenteeism from work. *Human resource management review* 13 (2003) 2; 157–184.
- Johns, G. Presenteeism in the workplace: A review and research agenda. *Journal of Organizational Behavior* 31 (2010); 519–542.
- Kopp, M. S., Stauder, A., Purebl, G., Janszky, I., in Skrabski, Á. Work stress and mental health in a changing society. *European Journal of Public Health* 18 (2007) 3; 238–244.
- Korukonda, A. R. Personality, individual characteristics, and predisposition to technophobia: some answers, questions and points to ponder about. *Information Sciences* 170 (2005) 2–4; 309–328.
- Korunka, C., Huemer, K. H., Litschauer, B., Karetta, B., in Kafka-Lützwow, A. Working with new technologies: hormone excretion as an indicator for sustained arousal. *Biological Psychology* 42 (1996) 3; 439–52.
- Korunka, C., in Vitouch, O. Effects of the implementation of information technology on employees' strain and job satisfaction: a context-dependent approach. *Work & Stress* 13 (1999) 4; 341–363.
- Kupersmith, J. Technostress and the reference librarian. *Reference Services Review* 20 (1992) 2; 7–14.
- Kurland, N. B., in Bailey, D. E. Telework: The Advantages and Challenges of Working Here, There, Anywhere, and Anytime. *Organizational Dynamics* 28 (1999) 2; 53–68.
- Lazarus, R. S., in Folkman, S. *Stress, Appraisal and Coping*, Springer, New York 1984.
- Lind, M. R., in Zmud, R. W. Improving interorganizational effectiveness through voice mail facilitation of peer-to-peer relationships. *Organization Science* 6 (1995) 4; 445–461.
- Mandel, M. The real reasons you're working so hard. *Business Week* Oct. 3 (2005); 60–67.
- Mark, G., Gonzales, V. M., in Harris, J. No Task Left Behind? Examining the Nature of Fragmented Work. V: van der Veer, G. C., in Gale, C. (ur.). *Proceedings of the 2005 Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI, Portland, Oregon, USA, 2005: 321–330*.
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., in Leiter, M. P. Job burnout. *Annual Review of Psychology* 52 (2001); 397–422.
- Miller, S., in Weckert, J. *Journal of Business Ethics* 28 (2000) 3; 255–265.
- Nielsen, Y., in Koseoglu, O. Wireless Networking in Tunneling Projects. *Tunnelling and underground space technology* 22 (2007) 3; 252–261.
- NIOSH. *The Changing Organization of Work and the Safety and Health of Working People: Knowledge Gaps and Research Directions*, DHHS Publication, Cincinnati 2002.
- Pinterič, U., in Grivec, M. *Informacijsko komunikacijske tehnologije v sodobni družbi: multidisciplinarni pogledi*, Fakulteta za uporabne družbene študije, Nova Gorica 2007.
- Pološki Vokić, N., in Bogdanić, A. Individual differences and occupational stress perceived: a Croatian survey, E.F.Z.G Working Papers Series, 07–05, Faculty of Economics and Business, University of Zagreb, Zagreb 2007.
- Privitera, C., in Campbell, M. A. Cyberbullying: The new face of workplace bullying? *Cyber Psychology and Behavior* 12 (2009); 395–400.
- Ragu-Nathan, T. S., Tarafdar, M., Ragu-Nathan, B. S., in Tu, Q. The Consequences of Technostress for End Users in Organization. *Information Systems Research* 19 (2005) 4; 417–433.
- Ramirez, A., Dunbar, N. E., Kam, K., in Fischer, J. Information-Seeking Strategies, Uncertainty, and Computer-Mediated Communication. *Human Communication Research* 28 (2002) 2; 213–228.
- Riva, G. The sociocognitive psychology of computer-mediated communication: The present and future of technology-based interactions. *CyberPsychology & Behavior* 5 (2002) 6; 581–598.
- Salanova, M., in Schaufeli, W. B. Exposure to Information Technologies and its relation to Burnout. *Behaviour & Information Technology* 19 (2000); 385–392.
- Seward, J. P., in Larsen, R. C. *Occupational stress* Current. V LaDou, J. (ur.). *Occupational & Environmental Medicine*, McGraw-Hill, New York, 2006: 579–594.
- Shu, Q., Tu, Q., in Wang, K. The Impact of Computer Self-Efficacy and Technology Dependence on Computer-Related Technostress: A Social Cognitive Theory Perspective. *International Journal of Human-Computer Interaction* 27 (2011) 10; 923–939.
- Sonnentag, S., in Bayer, U. V. Switching off mentally: predictors and consequences of psychological detachment from work during off-job time. *Journal of Occupational Health Psychology* 10 (2005) 4; 393–414.
- Stanton, J. M. *Information Technology and Privacy: A Boundary Management Perspective*. V: Clarke, Coakes, S., E., Hunter, M. G. in Wenn, A. (ur.). *Socio-Technical and Human Cognition Elements of Information Systems*, Idea Group, London, 2003: 79–103.
- Stanton, J. M., in Stam, K. R. Information Technology, Privacy, and Power within Organizations: a view from Boundary Theory and Social Exchange perspectives. *Surveillance & Society* 1 (2003) 2; 152–190.
- Stanton, J. M., in Weiss, E. M. *Computers in Human Behavior* 16 (2000); 423–440.
- Tarafdar, M., Tu, Q., in Ragu-Nathan, T. S. Impact of Technostress on End-User Satisfaction and Performance. *Journal of Management Information Systems* 27 (2011) 3; 303–334.
- Tarafdar, M., Tu, Q., Ragu-Nathan, S., in Ragu-Nathan, B. S. Crossing to the dark side: examining the creators, outcomes, and inhibitors of technostress. *Communications of the ACM* 54 (2011) 9; 113–120.
- Trček, D. *Managing information systems security and privacy*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2006.
- Wang, K., Shu, Q., in Tu, Q. Technostress under Different Organizational Environments: An Empirical Investigation. *Computers in Human Behavior* 24 (2008); 3002–3013.
- WHO, Regional office for Europe. *Mental health and working life*. WHO European Ministerial Conference on Mental Health, Helsinki 2005.
- www.esc-pau.fr/documents/cahier4_4.pdf.

ALI POZNATE NOVI SISTEM IN POSTOPKE ZA PRIDOBITEV PRAVIC PO NOVEM POKOJNINSKEM IN INVALIDSKEM ZAVAROVANJU (ZPIZ-2)?



Odgovore na vaša pogosta vprašanja vam ponujamo v novem priročniku »Vodnik po pravicah iz pokojninskega in invalidskega zavarovanja« z besedilom zakona (ZPIZ-2), ki vas bo na enostaven, pregleden in strokoven način vodil skozi sistem in postopke za pridobitev pravic. Vsebuje vse potrebne splošne in pravne informacije za najširši krog uporabnikov, vključno z besedilom zakona (ZPIZ-2).

Avtorji priročnika: M. Novak, M. Papež, G. Strban, A. Rangus, I. Štrumbelj, Trontelj, P. Čižman, M. Kalčič, A. Triller, A. Oven, A. Strojini Štampar, I. Žagar ter redakcije strokovnih institucij - Inštituta za delo pri Pravni fakulteti Univerze v Ljubljani in ZVD Zavoda za varstvo pri delu d. d.

Priročnik je namenjen vsem tistim, ki se pri svojem delu srečujejo s področjem pokojninskega in invalidskega zavarovanja npr. za pravno, kadrovsko in računovodsko službo, svet delavcev, sindikalne zaupnike,...

Format priročnika: A4; št. strani: 220; leto izdaje: 2013; cena: 39,00 € z DDV

Zagotovite si knjigo in prihranite **15% popust** pri naročilu treh ali več knjig



NAROČILNICA

DA, naročam »Vodnik po pravicah iz pokojninskega in invalidskega zavarovanja«
z besedilom zakona (ZPIZ-2) _____ izvod(ov).

Naročnik

Naslov

Zavezanec za DDV: da / ne (obkroži!) - ID št.

Kontaktna oseba

Telefon

E- naslov

Datum

Žig Podpis odgovorne osebe

Dodatne informacije:

Ladi Lebar E: ladi.lebar@zvd.si, T: 01 585 51 22, M: 031 333 610

Jana Cigula E: jana.cigula@zvd.si, T: 01 585 51 28, M: 041 616 901

Pravica do dopusta in odpravnine ob prekinitvi delovnega razmerja

1. Delodajalec in delavec sta prekini-la pogodbo o zaposlitvi za nedoločen čas 21. 12. 2013. Prenehanje je predlagal delavec in delodajalec se je s tem strinjal. Podpisala sta sporazum. Pozneje sta delavec in delodajalec podpisala novo pogodbo o zaposlitvi za nedoločen čas, in sicer 31. 12. 2013. Vprašanje je, kaj je z dopustom delavca, ki mu je pripadal na podlagi odpovedane pogodbe o zaposlitvi in kako je z dopustom na podlagi nove pogodbe o zaposlitvi.

Kaj je torej s preostankom rednega letnega dopusta delavca za leto 2013? Glede na to, da nisem seznanjena z vsebino sporazuma, ki sta ga podpisala delavec in delodajalec, kakor tudi s podatkom o številu dni dopusta delavca in drugimi pomembnimi dejstvi, težko konkretno odgovorim na zastavljeno vprašanje.

Zakon o delovnih razmerjih (Uradni list RS, št. 21/13 in 78/13; ZDR-1) kot enega od načinov prenehanja veljavnosti pogodbe o zaposlitvi v 81. členu navedenja sporazumno prenehanje veljavnosti pogodbe o zaposlitvi. Stranki sporazuma o prenehanju veljavnosti pogodbe o zaposlitvi sta delavec in delodajalec. Sporazum pa mora biti sklenjen v pisni obliki, sicer je neveljaven.

Poleg tega člena je pomemben tudi 13. člen ZDR-1, ki v prvem odstavku določa, da se glede sklepanja, veljavnosti, prenehanja in drugih vprašanj pogodbe o zaposlitvi smiselno uporabljajo splošna pravila civilnega prava, če ni z ZDR-1 ali drugim zakonom določeno drugače. Obligacijski zakonik (Uradni list RS, št. 97/07 UPB1; OZ) v poglavju Nastanek obveznosti med drugim določa, da je za nastanek obveznosti potrebna izjava volje obeh strank, ki mora biti svobodna in resna. Volja za sklenitev pogodbe se lahko izjavi z besedami, z običajnimi znaki ali

z drugačnim ravnanjem, iz katerega se da zanesljivo sklepati, da obstaja.

ZDR-1 v 164. členu določa, da je izjava, s katero bi se delavec odpovedal pravici do letnega dopusta, neveljavna. Neveljaven pa je tudi sporazum, s katerim bi se delavec in delodajalec dogovorila o denarnem nadomestilu za neizrabljen letni dopust, razen ob prenehanju delovnega razmerja.

Vrhovno sodišče Republike Slovenije je do danes v Sklepu¹ VIII Ips 191/2010 in Sklepu² VIII Ips 107/2011 pojasnilo, da iz 166³. člena ZDR⁴ ne izhaja, da je plačilo nadomestila delavcu za neizrabljen letni dopust ob prenehanju delovnega razmerja možno samo, če se delavec in delodajalec o tem dogovorita (skleneta sporazum) in da delodajalec v drugih primerih te obveznosti nima. Delodajalec je namreč dolžan plačati delavcu nadomestilo za neizrabljen dopust tedaj, ko delavec svoje pravice do plačanega letnega dopusta ni mogel izkoristiti.

Vrhovno sodišče še pojasnjuje, da moramo 166. člen ZDR razlagati tako, da je delavec upravičen do nadomestila za neizrabljen letni dopust ob prenehanju delovnega razmerja, če ga do izteka pogodbe o zaposlitvi objektivno ni mogel izrabiti. Vrhovno sodišče v obeh sklepih zaključuje, da je torej bistveno dejstvo, ali je imel delavec dejansko možnost izkoristiti svojo pravico do letnega dopusta ali pa je to možnost izgubil zaradi nepredvidljivih dogodkov.

Pomembno je torej odgovoriti na nekaj vprašanj:

Ali je imel delavec dejansko možnost izkoristiti del dopusta do prenehanja pogodbe o zaposlitvi? So razlogi za to,

da delavec ni izrabil dopusta, na strani delavca ali delodajalca? Če je delavec imel možnost izrabe dopusta, kakšni so torej razlogi, da ga ni izrabil?

Glede na to, da je bil delavec tisti, ki je podal predlog za sporazumno prenehanje pogodbe o zaposlitvi, lahko sklepam, da je tudi vedel, kdaj približno bo delovno razmerje prenehalo veljati. Delavec bi lahko (morda tudi je) v predlogu za sporazumno prenehanje pogodbe o zaposlitvi podal tudi predlog datuma prenehanja pogodbe o zaposlitvi ali pa bi se med dogovarjanjem z delodajalcem o točnem datumu prenehanja pogodbe o zaposlitvi dogovoril tudi o izrabi dela dopusta. To bi lahko bil tudi del podpisanega sporazuma o prenehanju pogodbe o zaposlitvi, ki jasno izkazuje soglasje volj obeh strank. Če delavec torej ne zahteva izrabe dopusta in za to nima objektivnega vzroka ter pri delodajalcu ni razlogov za neizrabo dopusta, delavec izgubi pravico do letnega dopusta oziroma do nadomestila za neizrabljen letni dopust.

Kaj pa dopust na podlagi nove pogodbe o zaposlitvi, sklenjene 31. 12. 2013?

Delavec je po krajši prekinitvi sklenil z istim delodajalcem novo pogodbo o zaposlitvi za nedoločen čas. Delovno razmerje je nastopil na dan 31. 12. 2013. Torej je bil v letu 2013 zaposlen 1 dan na podlagi nove pogodbe o zaposlitvi.

ZDR-1 v 161. členu med drugim določa tudi to, da ima delavec, ki sklene pogodbo o zaposlitvi med koledarskim letom in je obdobje zaposlitve krajše od enega leta, pravico do sorazmerne-

¹ Sklep VIII Ips 191/2010 z dne 22. 11. 2011

² Sklep VIII Ips 107/2011 z dne 20. 12. 2011

³ Zakon o delovnih razmerjih (Uradni list RS, št. 42/02 in 103/07, v nadaljevanju: ZDR)

⁴ Vsebina 166. člena ZDR je ostala nespremenjena tudi v novem ZDR-1, spremenila se je številka člena – po novem je to 164. člen.

ga deleža dopusta za vsak mesec izpolnitve. Če je torej delavec sklenil pogodbo o zaposlitvi in nastopil delo na dan 31. 12. 2013, je bil v letu 2013 zaposlen manj kot eno leto in izpolni enega od pogojev za pridobitev pravice do sorazmernega dela dopusta. Delavec pa ne izpolnjuje pogoja, da mu pripada 1/12 letnega dopusta za vsak mesec izpolnitve, saj je bil zaposlen le 1 dan (med eno in drugo zaposlitvijo je bila prekinitev delovnega razmerja 9 dni). Torej mu ne pripada sorazmerni del letnega dopusta za leto 2013.

2. Delavki je z 31. 12. 2013 potekla pogodba o zaposlitvi za določen čas, kijo je sklenila 1. 6. 2013. Delodajalec je delavki ponudil sklenitev pogodbe o zaposlitvi za nedoločen čas, kar pa je delavka odklonila. Ali delavki pripada odpravnina in če ji, kakšna bi bila višina odpravnine?

Odpravnina ob prenehanju pogodbe o zaposlitvi za določen čas je novost, ki jo je prinesel nov Zakon o delovnih razmerjih ZDR-1. ZDR-1 ureja prenehanje pogodbe o zaposlitvi za določen čas in pravico do odpravnine v tem primeru v 79. členu.

Predmetni člen v prvem in drugem odstavku najprej določa, kdaj preneha veljati pogodba o zaposlitvi za določen čas. Pogodba o zaposlitvi za določen čas preneha veljati brez odpovednega roka v treh primerih:

- s potekom časa, za katerega je bila sklenjena;
- ko je dogovorjeno delo opravljeno;
- ko preneha obstajati razlog, zaradi katerega je bila sklenjena. Pogodba o zaposlitvi za določen čas se torej izteče.

V tem primeru ima delavec pravico do odpravnine. Obstajajo pa tudi izjeme od tega pravila. Namreč, delavec **nima pravice do odpravnine**⁵ v naslednjih primerih:

- če gre za nadomeščanje začasno odsotnega delavca;
- če gre za opravljanje sezonskega dela, ki traja manj kot tri mesece v koledarskem letu;
- če gre za opravljanje javnih del ozi-

roma prenehanje pogodbe o zaposlitvi za določen čas, ki je bila sklenjena zaradi vključitve v ukrepe aktivne politike zaposlovanja v skladu z zakonom;

- če delavec in delodajalec v času trajanja ali po poteku pogodbe o zaposlitvi za določen čas skleneta pogodbo o zaposlitvi za nedoločen čas;
- če delavec nadaljuje z delom na podlagi pogodbe o zaposlitvi za nedoločen čas;
- če delavec ne sklene pogodbe o zaposlitvi za nedoločen čas za ustrezno delo, ki mu ga je ponudil delodajalec po poteku pogodbe o zaposlitvi za določen čas.

Osnova⁶ za odmero odpravnine je povprečna mesečna plača delavca za polni delovni čas iz zadnjih treh mesecev oziroma iz obdobja dela pred prenehanjem pogodbe o zaposlitvi za določen čas.

Višina odpravnine⁷ pa je odvisna od tega, ali je bila pogodba o zaposlitvi za določen čas sklenjena za eno leto ali manj oziroma za več kot eno leto. Če je bila sklenjena za eno leto ali manj, pripada delavcu odpravnina v višini 1/5 osnove za odmero odpravnine.

V drugem primeru pa delavcu pripada odpravnina v višini 1/5 osnove za odmero odpravnine, tako dobljena odpravnina pa se poveča za sorazmerni del te odpravnine za vsak mesec dela nad enim letom.

Primer: Pogodba o zaposlitvi je bila sklenjena za določen čas 14 mesecev in delavec ima osnovo za odmero odpravnine 1.200,00 €. Delavcu torej pripada odpravnina v višini $1/5 \times 1.200,00 \text{ €} = 240,00 \text{ €}$, ki se poveča za 2 meseca $\times (1/12 \times 240,00 \text{ €}) = 2 \times 20,00 \text{ €} = 40,00 \text{ €}$. Skupaj znaša odpravnina za 14 mesecev dela za določen čas 440,00 €.

Poudariti je treba, da se delavcu, če ima⁸ pri istem delodajalcu sklenjenih

neprekinjeno več pogodb za določen čas, torej nepretrgoma nadaljuje z delom na podlagi druge pogodbe o zaposlitvi za določen čas, odpravnina izplača za ves čas njegove zaposlitve pri tem delodajalcu. Odpravnina se izplača ob prenehanju zadnje pogodbe o zaposlitvi za določen čas.

Omeniti je treba tudi določbo tretjega odstavka 230. člena ZDR-1, ki določa, da se določbe od tretjega do sedmega odstavka 79. člena uporabljajo le za pogodbe o zaposlitvi za določen čas, ki so sklenjene po uveljavitvi ZDR-1, torej po 12. 4. 2013.

V skladu z drugim odstavkom pa lahko pogodba o zaposlitvi za določen čas preneha veljati tudi pred potekom časa, za katerega je bila sklenjena, če se stranki o tem sporazumno dogovorita ali če nastopijo drugi razlogi za prenehanje te pogodbe na podlagi ZDR-1. V tem primeru veljajo druge določbe ZDR-1 v zvezi s pravico do odpravnine.

Kakšen je torej odgovor na zastavljeno vprašanje?

Delavka je predmetno pogodbo sklenila 1. 6. 2013, torej po 12. 4. 2013, kar pomeni, da bi lahko bila upravičena do odpravnine na podlagi 79. člena v povezavi s tretjim odstavkom 230. člena ZDR-1. Vendar pa je delavka zavrnila sklenitev pogodbe o zaposlitvi za nedoločen čas za ustrezno delo (predvidevam), ki ji ga je delodajalec ponudil po poteku pogodbe o zaposlitvi za določen čas. Iz tega razloga delavka nima pravice do odpravnine. Če delodajalec delavki ne bi ponudil pogodbe o zaposlitvi za nedoločen čas za ustrezno delo in ne gre za kakšno drugo izjemo (ko delavcu ne pripada odpravnina), bi delavki pripadala odpravnina v višini 1/5 njene osnove za odmero odpravnine, saj je bila pogodba sklenjena za sedem mesecev, torej za manj kot eno leto.

**Pripravila: Nina Kos, univ. dipl. prav.
ZVD Zavod za varstvo pri delu d. d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje**

Splošna fizioterapevtska obravnava

- Individualna obravnava
- Udarni globinski valovi
- Kineziotaping
- Manualna terapija
- Miofascialna obdelava prožilnih točk
- Krioterapija
- Termoterapija
- Laser terapija
- Ultrazvočna terapija
- Tens, diadinamični tokovi, interferenčni tokovi
- Masaža
- Aktivno/pasivno razgibavanje



Rehabilitacija športnih poškodb

- Nadzorovana terapija s pomočjo funkcionalne diagnostike
- Individualna obravnava
- Vadba za stabilizacijo sklepov in hrbtenice
- Odstranjevanje edema
- Bandažiranje
- Delo na terenu (klubi, reprezentance)
- Športna masaža
- Svetovanje



Kontakt: T: 01 585 51 64, M: 031 637 880, E: cms@zvd.si



*Vrhunske in celovite storitve
s področja varnosti in zdravja pri delu.
Zagotavljamo jih neprekinjeno že od leta 1960.*



ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Chengdujska cesta 25, 1260 Ljubljana-Polje
T: 01 585 51 00 , F: 01 585 51 01, E: info@zvd.si
W: www.zvd.si

Poslovna enota Koper
T: 05 630 90 35

Poslovna enota Celje
T: 059 083 830