

M. Bubaš, K. Bradvica\*

# NOVA METODOLOGIJA ZA PROCJENU RIZIKA STATODINAMIČKIH NAPORA – SMART METODA

UDK 613.5:616.7-008-61  
PRIMLJENO: 15.1.2018.  
PRIHVACENO: 25.1.2018.

**SAŽETAK:** U ovome radu prikazan je razvoj novog alata namijenjenog procjeni rizika na radnom mjestu. Radi se o metodi pomoću koje je omogućen numerički izračun svih rizičnih faktora i ukupne razine rizika za pojavu profesionalnih bolesti mišićno-koštanog sustava (sindroma prenaprezanja). Prilikom procjene, najprije se utvrđuju brojčane vrijednosti svakog pojedinog rizičnog faktora za koje u literaturi postoje dokazi da dovode do nastanka sindroma prenaprezanja, a to su: trajanje radnog zadatka, broj ponavljajućih pokreta (repeticija), snaga potrebna da se izvrši dotični radni zadatak te položaj u kojem se tijelo nalazi tijekom obavljanja zadatka. Svaki element procjene prikazan je kao zasebni dio u vlastitoj evaluacijskoj tablici, s pripadajućim bodovima. Nakon što se utvrde brojčane vrijednosti svakog pojedinog rizičnog faktora, potrebno ih je uvrstiti u jednadžbu kojom se dolazi do konačnog rezultata, odnosno vrijednosti ukupnog rizika za razvoj sindroma prenaprezanja. Naposljetku se prema posebnoj tablici iz konačnog rezultata očitava jedna od moguće četiri razine rizika od oštećenja zdravlja koje su označene zelenom, žutom, narančastom i crvenom bojom. Nakon testiranja prvotne verzije metode i usporedbe s drugim sličnim alatima, može se zaključiti kako se radi o jednostavnom alatu, pogodnom za primjenu u praksi jer omogućava numerički izračun radnih zadataka s ponavljajućim pokretima, povremenom primjenom sile, neprimjerenim položajem tijela, ali uzima u obzir i međudjelovanje svih navedenih elemenata. Nacrt metode u fazi je daljnjeg testiranja i znanstvene evaluacije.

**Ključne riječi:** rizici u radu, metoda procjene, repetitivni radni zadaci

## UVOD

### Djelatnosti i zanimanja u kojima su sindromi prenaprezanja najučestaliji

Provedbom istraživanja o radnim uvjetima u Europskoj uniji (Paoli, 1997.) utvrđeni su rizični čimbenici za razvoj sindroma prenaprezanja te djelatnosti u kojima je većina radnika izložena trima ili više rizičnih čimbenika kroz najmanje

jednu četvrtinu radnog vremena. Kao najčešći rizični čimbenici zabilježeni su: rad u bolnim položajima, pomicanje teških tereta, radni zadaci kratkog trajanja, ali visokog broja ponavljanja, te ponavljajući (repetitivni) pokreti u radu.

Navedeni rizični čimbenici najzastupljeniji su u djelatnostima: poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo; rudarstvo, proizvodnja, građevinarstvo, trgovina na veliko, trgovina na malo i popravci, hoteli i restorani te ostale uslužne djelatnosti.

Istim istraživanjem utvrđena su i rizična zanimanja: krojači (47 %), radnici u građevinarstvu (43 %), radnici koji rukuju teretima (42 %), taj-

\*Znan. sur. dr. sc. Marija Bubaš, dr. med., spec. med. rada i sporta (mbubas@hzzzsr.hr), Karmen Bradvica, dr. med., Hrvatski zavod za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, R. Cimermana 64a, 10000 Zagreb.

nice i daktilografi (38 %). U tim zanimanjima zabilježena je najviša prevalencija simptoma povezanih s nekim od sindroma prenaprezanja. Tome u prilog govore istraživanja provedena u Nizozemskoj na 10,813 zaposlenih radnika, a ukazuju na povezanost bolnih sindroma vrata sa sindromima prenaprezanja na rukama (*Blatter i Bongers, 1999., Blatter i sur., 1999., Blatter i sur., 2000.*) Ipak, važno je napomenuti da podjela na djelatnosti ili pojedina zanimanja može biti donekle manjkava s obzirom na to da se svako radno mjesto može sastojati od širokog spektra radnih zadataka povezanih s rizicima, a njihovo trajanje i raspodjela tih može se značajno razlikovati od radnika do radnika (*Kauppinen, 1994.*). Iako bi se prikupljeni podaci mogli dalje koristiti za stvaranje palete radnih zadataka sa zajedničkim rizičnim obilježjima (*de Zwart i sur., 1997.*), važno je procijeniti svaki pojedinačni radni zadatak koji se obavlja kao i posao u cjelini, a ne oslanjati se na grube procjene rizika za pojedine djelatnosti ili skupine zanimanja.

## **NAJČEŠĆI RIZIČNI ČIMBENICI I NASTANAK MIŠIĆNO-KOŠTANIH POREMEĆAJA**

Velik broj radnika zaposlenih na području Europske unije izložen je tijekom rada riziku od razvoja bolnih sindroma vrata i mišićno--koštanih poremećaja gornjih ekstremiteta, a njihov je broj u porastu (*Dhondt, Houtman, 1997.*). U razdoblju od četiri godine, između prve i druge ankete o radnim uvjetima u Europi, porastao je broj radnika koji su izloženi rizicima za razvoj mišićno-koštanih poremećaja tijekom više od 50 % radnog vremena. Razlog tome je povećanje broja radnih sati u bolnim položajima tijela, rukovanja teškim teretima, rada pri velikoj

brzini i rada na normu. Za potrebe ovog rada razvrstani su najčešći rizični čimbenici povezani s nastankom mišićno-koštanih poremećaja i prikazani u Tablici 1.

### **Glavni pojmovi bitni za razumijevanje procjene rizika za razvoj sindroma prenaprezanja na rukama**

U svrhu procjene rizika za razvoj sindroma prenaprezanja na rukama razvijena je nova, vlastita, metoda osmišljena kao pomoć za evaluaciju radnih mjesta na kojima radnici tijekom većine radnog vremena rade veliki broj ponavljajućih pokreta, pod nazivom SMART (eng. Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks). Prije prikaza same metode, najprije će biti pojašnjeni pojedini osnovni ili glavni pojmovi bitni za razumijevanje čimbenika rizika koji sudjeluju u procjeni ukupnog rizika.

Opis modela i procjena zadataka koji podrazumijevaju biomehaničko opterećenje ruku ima za cilj prepoznavanje i kvantitativno određivanje sljedećih glavnih čimbenika rizika: učestalost ponavljanja radnih zadataka (repetitivnost); trajanje radnog zadatka; snagu potrebnu za izvršenje radnog zadatka; nefiziološke/nepovoljne pokrete ili položaje tijela; i nedostatak vremena oporavka kao bitnog dijela repetitive pa čak i kao mjere oporavka.

Treba tu još spomenuti i čimbenike koji djeluju kao dodatni izvori rizika (vibracije, hladnoća, preciznost u radu itd.). Na kraju, potrebno je izvršiti procjenu svakog radnog zadatka tj. svake pojedine radne operacije kao zasebne sastavne cjeline nekog radnog zadatka. Da bi se to postiglo, valja ponajprije definirati glavne pojmove bitne za procjenu rizika za razvoj sindroma prenaprezanja, opisane u Tablici 2.

**Tablica 1. Najčešći rizični čimbenici povezani s nastankom mišićno-koštanih poremećaja****Table 1. The most common risk factors associated with the development of musculoskeletal disorders**

Radni okoliš	Obilježja radnih zadataka	Statodinamička opterećenja	Individualni čimbenici
Nepovoljni mikroklimatski uvjeti Neergonomski projektirani alati i strojevi Loša organizacija radnog prostora Buka	Monotonost Brzi ritam rada Nemogućnost odmora Vremenski pritisak Rad na normu Velika preciznost Korištenje snage ruku	Prisilan položaj (sjedenje, stajanje, pregib, čučanje, klečanje, ležanje, držanje ruke odvojeno od tijela) Primjena sile (rad u skućenim prostorima, penjanje, uporaba sustava šake / ruke kao alata (lupanje, udaranje, pritiskanje) Ponavljajući pokreti Mehanički pritisak Rad s alatima i strojevima koji vibriraju Ručno rukovanje teretima (ručno podizanje, držanje, nošenje, povlačenje, guranje)	Dob i spol Nasljedne predispozicije Prethodne bolesti ili ozljede, stečeni poremećaji rasta Bolesti kostiju (metaboličke, neoplastičke i osteopatije s poremećajima gustoće kostiju) Tjelesne osobine Fizička kondicija Nedostatak specifičnog znanja i iskustva

**Tablica 2. Definicije glavnih i najčešće korištenih pojmova****Table 2. Definitions of the main, most commonly used terms**

Pojam	Definicija
Organizirani rad	Organizirani slijed sveukupnih radnih aktivnosti, koje se izvode u pojedinoj radnoj smjeni, može se sastojati od više različitih radnih zadataka.
Radni zadatak	Specifična radna aktivnost koja se tijekom radne smjene izvodi u povezanim ciklusima čiji je cilj postići operativni radni rezultat. Može imati manje podjedinice tzv. radne operacije.
Ciklus	Niz radnih operacija relativno kratkog trajanja koje se iznova ponavljaju dok se ne izvrši zadani zadatak.
Radna operacija	Podrazumijevaju mehaničku aktivnost tijela; ne mora nužno biti karakterizirana jednim zglobnim pokretom, nego sa složenim kretanjem jednog ili više dijelova tijela koje omogućuje završetak osnovnog radnog zadatka.
Ponavljanje/ Repeticija	Ponavlanje radnog zadatka ili ciklusa ili ponavljanje radne operacije. Može se odnositi i na ponavljanje pokreta pojedinog dijela tijela unutar jednog ciklusa odnosno jedne radne operacije (okretanje, guranje, rezanje...) te uvijek iznova izvođenje istog pokreta.
Oporavak	Razdoblje odmora unutar radnog vremena ili odmora između obavljanja radnih zadataka za vrijeme kojeg se ne izvode ponavljajući pokreti. Sastoji se od relativno dugih pauza nakon razdoblja obavljanja radnih operacija, tijekom kojih se može dogoditi metabolički i mehanički oporavak mišića. Nedostatak oporavka je čimbenik rizika.
Frekvencija	Broj pokreta izvršenih u jedinici vremena ili broj izvršenih radnih zadataka. Može se koristiti i za opisivanje učestalosti radnih ciklusa i radnih operacija.
Snaga	Tjelesni napor potreban da radnik izvrši neku radnu operaciju ili da obavi radni zadatak.
Položaj tijela	Skup položaja pojedinih dijelova tijela i položaja glavnih zglobova ruku kako bi se izvršio slijed radnih operacija koje karakteriziraju ciklus.
Nepovoljan položaj tijela	Rizični položaj tijela i glavnih zglobova na rukama. Pri tome se pojedini dijelovi tijela ili zglobovi nalaze u takvom položaju koji bitno odstupa od zamišljene središnje linije koja prolazi kroz sredinu zgloba i potreban je napor za održavanje tijela u tom položaju. Nakon nekog vremena u tom položaju osjeti se bol i nelagoda te je rad sve zamorniji.
Dodatni čimbenici rizika	Dodatni čimbenici rizika mogu biti prisutni cijelo vrijeme tijekom rada ili povremeno, a pojačavaju učinak osnovnih rizičnih čimbenika. To su npr. vibracije, hladnoća, pregruba ili skliska površina drške alata ili stroja, iznimna preciznost kod obavljanja zadatka i sl.

## DEFINIRANJE RIZIČNIH ČIMBENIKA OBUHVACENIH U NOVOM MODELU PROCJENE RIZIKA

Iako je znanje o čimbenicima rizika i njihovom utjecaju na pojavu sindroma prenaprezanja i dalje predmet istraživanja, prema dostupnoj znanstvenoj literaturi glavni rizični čimbenici su ponavljanje pokreta, trajanje radnog zadatka, snaga potrebna za izvršenje rada te položaj tijela za vrijeme rada. Stoga su upravo oni odabrani kao temelj za izradu metode procjene rizika.

### Ponavljanje/repeticija

Repeticija je svako ponavljanje pokreta/kretanja prstima, šakama ili rukama. Ako se pokret ponavlja u vremenu kraćem od 30 sekundi, govori se o srednjem do velikom repetitivnom opterećenju dok se u slučajevima ponavljanja pokreta jednom u 30 ili više sekundi govori o malom repetitivnom opterećenju. Općenito uzevši, ako se jedna te ista kretnja ponavlja više od jedanput u 30 sekundi govori se o tzv. repetitivnim ili ponavljajućim pokretima u radu (*Armstrong i sur., 1987.*). Niz takvih pokreta, pogotovo ako se ponavljaju svakih nekoliko sekundi, može proizvesti zamor mišića i tetiva tj. prenaprezanje. Ako vrijeme oporavka nije adekvatno a rad zahtijeva još i napor tijela te zadržavanje tijela u nepovoljnom položaju, rizik od oštećenja tkiva dodatno raste.

Jedan od mogućih načina klasificiranja, odnosno određivanja rizičnog broja ponavljajućih pokreta koji vode k razvoju sindroma prenaprezanja na rukama prikazan je u Tablici 3. (*Kilbom, 1994.*).

**Tablica 3. Broj ponavljajućih pokreta u minuti rizičnih za pojavu sindroma prenaprezanja za promatrani dio ruke**

**Table 3. The number of repetitive movements per minute as a risk factor for overuse injuries in relation to the observed part of the arm**

Dio tijela	Broj ponavljajućih pokreta u minuti
Rame	više od 2½
Nadlaktica/lakat	više od 10
Podlaktica/ručni zglobovi	više od 10
Prsti	više od 200

Osim repeticije, i drugi čimbenici kao što su snaga potrebna za izvršenje planiranog rada te položaj tijela tijekom rada, također, utječu na ukupan rizik. Upravo kombinacija velikog broja pokreta, velike snage i zadržavanja tijela u nepovoljnom položaju predstavlja veliki rizik za razvoj sindroma prenaprezanja.

### Trajanje radnog zadatka

S obzirom na standarde ISO 11228-3 i DIN EN 1005-5, u analize je uključeno i vrijeme ciklusa odnosno trajanja radnog zadatka. Tijekom analize i ispitivanja pokazalo se da nisu sve radne aktivnosti ujednačene i ciklične te da su vrlo česti ciklusi koji traju više od pola minute kao i da je vrijeme trajanja pojedinog ciklusa ponekad teško odrediti. Čak i kod kratkog ciklusa mogu postojati različiti sljedovi radnih operacija promjenjivog intenziteta. Budući da je slijed radnih operacija važan za provedbu procjene, nakon provedenih analiza sastavljena je Tablica 8. kako bi se osigurao ujednačen pristup procjeni trajanja radnog zadatka.

### Snaga potrebna za rad/tjelesni napor

Biomehanički gledano, snaga predstavlja angažman tijela potreban za izvršavanje određene radne operacije. Potreba za uporabom snage ruku ili cijelog tijela tijekom izvođenja radnih operacija može se oprimjeriti pomicanjem ili zadržavanjem alata ili predmeta u određenom položaju odnosno održavanjem nekog dijela tijela u određenom položaju. Upotreba sile može se odnositi na statičko ili dinamičko opterećenje, pri čemu se statičko opterećenje opisuje kao poseban element rizika (*Hagberg i sur., 1995.*).

U literaturi je poznato da uporaba snage uz prisutnost repeticije predstavlja visoki čimbenik rizika za oštećenje tetiva i mišića te za razvoj kanalikularnih sindroma i uklještenja tetiva i živaca (*Silverstein i sur., 1987.*).

Procjenjivanje snage tijekom rada u terenskim uvjetima predstavlja problem. Neki autori predlažu semi-kvantitativne metode procjene preko mjerenja težine predmeta kojima se rukuje, a drugi pak predlažu primjenu elektromiografije. Sve ove metode teško je provesti u teren-

skim uvjetima. Kako bi ih prevladali, razni autori predlažu drugačija rješenja poput primjene tablica za određivanje potrošnje kisika, praćenje otkucaja srca ili određivanje potrošnje kalorija u minuti (*Eastman Kodak Company, 1986., NIOSH, 1986.*).

Vrijednosti iskazane u tablicama pružaju osnovu za mjerenje energetske potrošnje te pomažu odrediti potrebna razdoblja odmora ili kraćih pauza sa svrhom smanjenja umora (koji se smatra čimbenikom povećanja rizika nastanka ozljeda/oštećenja). Borg je 1982. predložio numeričko-opisnu ljestvicu (*Borg, 1982.*) koja je do danas doživjela određene modifikacije i ostala u širokoj primjeni, a pomoću koje se na pojednostavljen način može napraviti procjena tjelesnog napora prisutnog tijekom rada (Tablica 4).

**Tablica 4. Prikaz Borg ljestvice s primjerima**

**Table 4. The Borg scale with practical examples**

Numerička vrijednost	Težina rada/napor u radu	Primjeri
0	Bez napora	Primjena laganog pritiska prstima - kontaktno držanje / pomicanje / organiziranje / pridržavanje / sortiranje
0.5	Vrlo vrlo lagan rad	
1	Vrlo lagan rad	Primjena laganog pritiska s ispruženom rukom ili prstima - držanje držača / držanje materijala / pripasivanje
2	Lagan rad	Hvatanje prstima - pričvršćivanje/ pincetni hvat prstima/ ugrađivanje sitnih dijelova prstima ili s malim alatima
3	Umjeren napor	
4	Nešto teži rad	Hvatanje čitavom šakom-snažno zakretanje / šarafljenje / pakiranje/ držanje ili guranje / rad s malim ručnim alatima na akumulatorski ili strujni pogon
5	Težak rad	Snažan hvat s čitavom šakom/ rezanje nožem ili siječenje/ uporaba pokretnih dijelova alata ili jačih pogonjenih alata
6		
7	Vrlo težak rad	Velika ili maksimalna sila primijenjena u prstima ili šaci Korištenje dlana ili šake kao čekića
8		
9	Vrlo, vrlo težak rad/veliki napor (gotovo maksimalna primjena snage)	
10	Maksimalan napor	

Taj način procjene tjelesnog napora omogućuje da radnici i sami ocijene kako percipiraju napor potreban za obavljanje radnog zadatka jer uključuje verbalne referentne točke koje se kreću od "vrlo, vrlo lagano" do "vrlo, vrlo teško" (prikazano u Tablici 4). Utvrđeno je da te referentne točke visoko koreliraju s mjerenjima kao što su broj otkucaja srca i time pružaju prihvatljivu alternativu za procjenu fizičkog napora koja je ujedno priručna za terensku evaluaciju i nije financijski zahtjevna (*Krawczyk, 1996.*).

Dodatno, u Tablici 5. prikazan je način klasičiranja fizičke snage i zahtjeva rada, a u Tablici 6. prikazan je MET indeks za razne vrste fizičkih aktivnosti kao dodatno pojašnjenje Tablice 5. u dijelu koji se odnosi na prosječni utrošak energije.

Tablica 5. Sustav klasifikacije fizičke snage i zahtjeva rada\*

Table 5. Classification system of strength and demands of work

Vrsta radnog napora	Povremena manipulacija tijekom radne smjene 0-33 % radnog vremena	Učestala manipulacija tijekom radne smjene 34-66 % radnog vremena	Stalna manipulacija tijekom radne smjene 67-100 % radnog vremena	Očekivani prosječni utrošak energije
Sjedeći	Težina 4,5 kg	Zanemariva težina	Zanemariva težina	1.5 - 2.1 MET
Lagani	9 kg do 10 kg	Težina 4,5 kg uz /ili hodanje/stajanje/ guranje/ vučenje ručnih ili nožnih upravljača	Zanemariva težina / ili guranje/povlačenje ručnih ili nožnih upravljača u sjedećem položaju	2.2 - 3.5 MET
Umjereni	9 kg do 22,5 kg	4,5 - 11,3 kg	4,5 kg	3.6 - 6.3 MET
Teški	22,5 kg do 45,3 kg	11,3 kg do 22,5 kg	4,5 kg do 9 kg	6.4 - 7.5 MET
Vrlo teški	Preko 45,3 kg	Preko 22,5 kg	Preko 9 kg	Preko 7.5 MET

\*Dictionary of Occupational Titles system for classifying the strength demands of work.

Tablica 6. MET indeks za razne vrste fizičkih aktivnosti

Table 6. The MET index for various types of physical activity

MET (metabolički ekvivalent)	Fizička aktivnost: primjeri
MET <3	Hodanje (2 km/h), biljar, pikado i ribolov
MET 3-6	Hodanje (3-4 km/h), košarka rekreativno, vožnja bicikla (10-12 km/h), rekreativno plivanje i badminton, ples, golf, stolni tenis, rekreativno rukomet i tenis u paru
MET >6	Hodanje (brzinom najmanje 4,5 km/h), trčanje, jogging, košarka, vožnja bicikla (brzinom najmanje 14-16 km/h), skijanje, nogomet, brzo plivanje, tenis, rukomet

### Položaj tijela za vrijeme rada

Položaj tijela tijekom rada određuje koji zglobovi i mišići se koriste pri nekoj aktivnosti, koliki je iznos snage ili naprezanja koje se pri tome razvija. Na primjer, kralježnica je izložena većem naprezanju kralježničkih (intervertebralnih) diskova kod dizanja, spuštanja ili rukovanja predmetima kada su leđa savijena ili uvinuta u stranu, u usporedbi s onim situacijama kada su leđa ravna za vrijeme rukovanja teretom. Ručno rukovanje teretom ili drugi zadatci koji zahtje-

vaju ponavljano pregibanje ili uvijanje zapešća, koljena, kukova i ramena nameću povećana naprezanja u tim zglobovima. Aktivnosti koje zahtijevaju često ili dugotrajno držanje ruke iznad visine ramena mogu biti osobito opterećujuće (ISO 1995.). Na primjer, ne preporuča se izvođenje radnih zadataka pri kojima je rame udaljeno od tijela više od 60 stupnjeva. Isto tako, položaj u kojem se rame nalazi između 20 i 60 stupnjeva tijekom rada smatra se prihvatljivim ako ne traje dulje od 1 do 3 minute, sve ovisno prema stupnjevima udaljenosti ramena od tijela.

### Procjena razdoblja oporavka

Usko povezana s trajanjem radnog zadatka je i procjena razdoblja oporavka kao bitne odrednice za procjenu rizika od pojave sindroma prenaprezanja odnosno kao prijedlog jedne od mjera koju se može koristiti u prevenciji.

Istraživanja fizioloških promjena u vezi s dugotrajnim statičkim (izometričkim) kontrakcijama datiraju iz 1950-ih. U njima je analizirana izdržljivost, tj. maksimalna razdoblja u kojima je moguće održavati zadanu mišićnu kontrakciju s obzirom na raspoloživu mišićnu snagu. Razdoblja oporavka potrebna za potpun oporavak aktivnih mišića analizirani su prema vrsti statičkih kontrakcija. Rodgers (1988.) i Rohmert (1983.) konsolidirali su dotadašnja istraživanja, a njihovi rezultati prikazani su u Tablici 7.

**Tablica 7. Težina rada prema modificiranoj Borg skali, trajanje mišićne kontrakcije (u sekundama); za svaku od njih, naznačena su minimalna potrebna razdoblja oporavka mišića, u sekundama**

**Table 7. Work intensity according to modified Borg scale, duration of muscle contraction (in seconds); for each, the minimum required muscle recovery time is indicated in seconds**

Borg skala	Vrijeme držanja u sekundama	Vrijeme oporavka u sekundama
Do 2	20	2
	30	3
	45	7
	120	60
	180	180
	240	480
	300	1200
	450	2700
Oko 3	20	10
	40	40
	60	120
	90	360
	120	720
	150	1200
Oko 4	20	20
	30	60
	50	200
	70	420
	90	720
Oko 5	20	40
	30	120
	40	240

## NOVA METODA PROCJENE RIZIKA KOD PONAVLJAJUĆIH RADNIH ZADATAKA (SMART) I NJEZINI GLAVNI ELEMENTI

U ovom poglavlju bit će detaljno prikazana nova metoda procjene rizika kod ponavljajućih radnih zadataka (eng. Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks, SMART) te će biti pojedinačno razmotreni glavni elementi bitni za procjenu rizika razvoja sindroma prenaprezanja.

Svaki element procjene prikazan je kao zasebni dio u vlastitoj evaluacijskoj tablici, s pripadajućim bodovima. Ovom metodom najprije se utvrđuju brojčane vrijednosti svakog pojedinog čimbenika koji pridonosi riziku: trajanje radnog zadatka, broj ponavljajućih pokreta (repeticija), snaga potrebna da se izvrši dotični radni zadatak, te položaj u kojem se tijelo nalazi tijekom obavljanja zadatka.

Na kraju je dana jednadžba za izračun konačnog rezultata koji predstavlja konačnu vrijednost ukupnog rizika za razvoj sindroma prenaprezanja. U posebnoj tablici iz konačnog rezultata se očitava razina rizika od oštećenja zdravlja.

Procjena opterećenja kod ponavljajućih pokreta podijeljena je u četiri dijela prema navedenim karakteristikama.

Sam postupak procjene opterećenja kod ponavljajućih pokreta pomoću SMART metode provodi se prema sljedećim elementima:

- određivanje bodova opterećenja prema vremenu
- određivanje bodova opterećenja prema broju ponavljanja, fizičkoj snazi i položaju tijela
- izračun konačne vrijednosti i procjena ukupne razine rizika.

Ova metoda osmišljena je i detaljno razrađena tijekom 2010. godine u okviru IPA programa 2007 kao odgovor na postojeće izazove procjene rizika ponavljajućih pokreta ruku tijekom rada. Da bi metoda bili valjana, iskušana je, u suradnji sa stručnjacima Hrvatskog zavoda za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, u raznim radnim uvjetima gdje radnici tijekom rada izvode ponavljajuće pokrete ruku a rezultati tih testiranja u postupku su objavljivanja.

### Određivanje vrijednosti bodova prema vremenu trajanja radnog zadatka

Ovo je prvi korak i provodi se prema Tablici 8. Podrazumijeva određivanje ukupnog vremena u jednom radnom danu, tijekom kojeg radnik izvršava zadatke s ponavljajućim radnim opera-

cijama, odnosno izvodi ponavljajuće pokrete. Ovdje je važno napomenuti da je u slučajevima kada radnik radi nekoliko različitih radnih zadataka, potrebno procijeniti zasebno svaki zadatak i zasebno izraziti rizik od nastanka sindroma prenaprezanja. Ako su radni zadatci raznovrsni i njihov pojedinačni rizik ne prelazi dopuštene granice, potrebno je još procijeniti ukupno trajanje radnih zadataka s repetitivnim pokretima u prosječnom radnom danu. Naime, ako se različiti radni zadatci redaju jedan za drugim, pogotovo bez većih razmaka, tada se rizik procjenjuje za ukupno vremensko trajanje svih razmatranih repetitivnih zadataka.

**Tablica 8. Određivanje vrijednosti u bodovima prema vremenu trajanja radnog zadatka koji uključuje ponavljajuće pokrete**

**Table 8. Determining the numerical points for the duration of the work task which involves repetitive movements**

Vrijeme trajanja radnog zadatka (ukupno vrijeme u jednom radnom danu tijekom kojeg radnik izvodi ponavljajuće pokrete)	Vrijednost u bodovima (T1)
do 60 minuta	1
od 61 minute do 120 minuta	2
od 121 minute do 240 minuta	4
≥ 241 minuta	5

**Određivanje vrijednosti bodova opterećenja prema broju ponavljanja pokreta, fizičkoj snazi i položaju tijela**

**Određivanje vrijednosti bodova opterećenja za broj ponavljanja pokreta tijekom rada**

Potrebno je izbrojiti koliko puta se ponavlja isti ili sličan pokret prstima, šakom ili cijelom rukom tijekom radne smjene. Pri samom određivanju broja pokreta praktično je izbrojiti broj pokreta u jedinici vremena, npr. minuti, i pomnožiti s trajanjem izvođenja promatranog zadatka. Na temelju izbrojenih pokreta svake ruke, treba odlučiti hoće li se ocjenjivanje provesti za jednu ili za obje ruke. Naime, ponekad su radni zadaci takvi da se obje ruke podjednako opte-

reću. Međutim, ono što je naizgled podjedna-ko ipak ne predstavlja jednak rizik i za lijevu i za desnu ruku, stoga valja provjeriti hoće li se za svaku ruku zasebno procjenjivati rizik od razvoja sindroma prenaprezanja. Ako se pri radu desna ruka, primjerice, više opterećuje od lijeve jer lijeva recimo služi za pridržavanje predmeta tijekom rada, pristupit će se procjeni samo za desnu ruku. Također, ako lijeva ruka pridržava predmete veće težine (što iziskuje veći napor kod rada), a tijelo je još i u nepovoljnom položaju s rukama odmaknutim od tijela u laktima, tada će biti jedino ispravno izvršiti procjenu i za lijevu i za desnu ruku.

Broj pokreta se boduje prema kategorizaciji prikazanoj u Tablici 9.

**Tablica 9. Određivanje vrijednosti u bodovima prema broju ponavljajućih pokreta tijekom jedne radne smjene**

**Table 9. Determining the numerical points according to the number of repetitive movements during one work shift**

Broj ponavljajućih pokreta tijekom jedne radne smjene	Vrijednost u bodovima (T2)
do 1000	1
1000 do 4800	2
4801 -10000 pokreta	3
10 001- 12 000	4
više od 12 000	5

**Određivanje vrijednosti bodova opterećenja za snagu potrebnu za izvođenje radnih zadataka**

Iznimno je važno kod procjene obratiti pozornost na zadatak i pokušati odlučiti kolika fizička snaga je potrebna za izvršenje promatranog zadatka. Kako je već prikazano iz dostupne literature, ovdje se preporuča da se kod procjene pita radnike kolika im je fizička snaga potrebna za izvođenje promatrane radne operacije odnosno zadatka u cjelini. Za određivanje bodova treba koristiti Tablicu 10. Izračun bodova za snagu potrebnu za izvršenje radnog zadatka zapravo predstavlja indirektni uvid i vrjednovanje težine rada koji posredno utječe na razvoj sindroma prenaprezanja, pri čemu sama snaga hvata kojima se drži alat ili neki predmet tijekom rada izravno utječe na nastanak sindroma karpalnog kanala (*de Krom i sur., 1990.*).



**Tablica 10. Određivanje vrijednosti u bodovima prema snazi potrebnoj tijekom rada****Table 10. Determining the numerical points according to the strength demands of work**

Snaga potrebna tijekom rada	Vrijednost u bodovima (T3)
Mala	1
Umjerena	2
Prilično velika	3
Velika	4
Jako velika	5

**Određivanje vrijednosti bodova opterećenja za položaj tijela tijekom rada**

Prilikom procjene rizika, jedna od bitnih stavki jest vrijeme koje radnik provede radeći u nepovoljnom položaju tijela. Stoga je potrebno odrediti vrijeme rada u nefiziološkom položaju tijela, odnosno je li to manje ili više od polovice radne smjene. To se odnosi na vrijeme u kojem je tijelo ili dio tijela u savijenom, zakrivljenom ili nepravilnom položaju. I ovdje je neizbježno uključiti radnike u procjenu i pitati ih koliko vremena obavljaju pojedini radni zadatak. To je od naročite važnosti u onim slučajevima kada se svakodnevni posao obavlja u nekoliko faza, ili kada radnik tijekom radnog vremena radi različite poslove. Potrebno je evaluirati svaku fazu rada zasebno, odnosno svaki posao ili radni zadatak

**Tablica 11. Određivanje vrijednosti bodova za položaj tijela tijekom rada****Table 11. Determining the numerical points according to the body postures during work**

Položaj tijela			Vrijednost u bodovima (T4)
a	Glava i vrat	Glava/vrat savijeni ili nakrivljeni $\leq 50$ % radnog vremena	0,5
		Glava/vrat savijeni ili nakrivljeni $>50$ % radnog vremena	1
b	Leđa	Leđa nagnuta naprijed, u stranu ili izvijena $\leq 50$ % radnog vremena	0,5
		Leđa nagnuta naprijed, u stranu ili izvijena $>50$ % radnog vremena	1
c	Rame	Ruke podignute iznad razine ramena $\leq 50$ % radnog vremena	1
		Ruke podignute iznad razine ramena $>50$ % radnog vremena	2
d	Lakat	Lakat daleko od tijela $\leq 50$ % radnog vremena	1
		Lakat daleko od tijela $>50$ % radnog vremena	2
e	Ručni zglob	Ručni zglob zakrenut do krajnje moguće granice zgloba $\leq 50$ % radnog vremena	0,5
		Ručni zglob zakrenut do krajnje moguće granice zgloba $>50$ % radnog vremena	1
f	Prsti	Držanje predmeta samo sa dva prsta ili u širokom obuhvatu $\leq 50$ % radnog vremena	0,5
		Držanje predmeta samo sa dva prsta ili u širokom obuhvatu $>50$ % radnog vremena	1
<b>Ukupna vrijednost bodovanja za sve dijelove tijela T4 = a+b+c+d+e+f</b>			

da se stvori objektivan uvid u prisutnost rizika za razvoj sindroma prenaprezanja.

Procjena položaja tijela najprije obuhvaća položaj glave i vrata u odnosu na ostatak leđa. Ako je kut između vrata i leđa tijekom obavljanja zadatka jasno vidljiv, tada se vrat smatra savijenim ili nakrivljenim. Zatim se procjenjuje položaj trupa. Trup je u nepravilnom položaju ako je nagnut, nakrivljen ili zakrenut u stranu više od 20 stupnjeva od uspravnog položaja. Položaj ruke (lijeve i desne) ocjenjuje se nakon trupa, a važan faktor u procjeni položaja ruke je položaj lakta kao središnjeg zgloba ruke jer položaj lakta u odnosu na trup te njegova udaljenost od trupa otkriva između ostalog i naprezanja u ramenima. Ruka je, tako, u nepravilnom položaju ako je lakat odignut (u odnosu na zamišljenu horizontalnu ravninu) ili udaljen od tijela (u odnosu na zamišljenu vertikalnu os tijela), a ruka nije oslonjena na podlogu ni u jednoj točki (npr. ne počiva na radnom stolu).

Ručni zglob je u nepravilnom položaju ako se kut između ručnog zgloba i dlana može jasno vidjeti (u bilo kojoj ravnini ili u bilo kojoj osi).

Pri procjeni držanja potrebno je ocijeniti položaj svih dijelova tijela u skladu s Tablicom 11, dodijeliti im pripadajući broj bodova i zbrojiti ih kako bi se dobila ukupna ocjena položaja tijela. Ako pri izvođenju radnog zadatka nekih položaja tijela navedenih u tablici nema, dodjeljuje im se nula bodova.

## Izračun konačne vrijednosti i procjena ukupne razine rizika

Izračun konačne vrijednosti provodi se prema formuli:

$$\text{Ukupno opterećenje} = (T_2+T_3+T_4) \times T_1$$

### Obrazloženje utvrđenih vrijednosti opterećenja

Dobiveni rezultat ukupnog opterećenja vrednuje se prema obrazloženju iz Tablice 12. Iz završnog rezultata se zaključuje je li opterećenje radnika prihvatljivo ili ne. Ako rezultat pokazuje povećani rizik, poslodavac je dužan poduzeti odgovarajuće mjere. Istodobno, iz visokih vrijednosti pojedinih pokazatelja (vrijeme, broj ponavljajućih pokreta, snaga, položaj tijela) razvidno je koji dio radne operacije najviše pridonosi ukupnom opterećenju radnika i upozorava gdje je potrebno poduzimati mjere. Na primjer, ako je broj ponavljajućih pokreta ocijenjen visokim brojem bodova (rezultat je npr. 5), frekvencija pokreta mora biti smanjena tehničkim ili organizacijskim mjerama.

Tablica 12. Obrazloženje utvrđenih vrijednosti ukupnog opterećenja

Table 12. Explanation of the sum of numerical points

Razina rizika	Ukupno opterećenje	Značenje utvrđenih vrijednosti	Obrazloženje
	< 20	Niska razina rizika	Ne postoji rizik od preopterećenja radnika i oštećenja zdravlja
	20 do 45	Povećana razina rizika	Mogućnost od preopterećenja manje otpornih radnika (radnici stariji od 40, mlađi od 21 godinu, neiskusni, bolesni)
	46 do 65	Visoka razina rizika	Opasnost od preopterećenja svih radnika uz vjerojatan nastanak ozljeda i bolesti koštano-zglobnog sustava, preporuča se preoblikovanje radnog mjesta
	> 65	Vrlo visoka razina rizika	Značajna opasnost od preopterećenja radnika i ozbiljan rizik od nastanka ozljeda i bolesti, nužno je preoblikovanje radnog mjesta uz korištenje odgovarajuće opreme te promjene metoda i organizacije rada kako bi se smanjilo opterećenje

## UMJESTO ZAKLJUČKA

Svrha SMART metode jest omogućiti numerički izračun svih rizičnih faktora te ukupnu razinu rizika od razvoja sindroma prenaprezanja.

Pri izradi metode nit vodilja bili su poznati i uvriježeni kriteriji koje neka metoda treba udovoljavati da bi bila upotrebljiva:

- metoda mora biti jeftina, jednostavna za naučiti i koristiti (*Sinclair, 1990., Corlett, 1991., Li, Buckle, 1998.*)
- metoda bi trebala biti primjenjiva na sve faze rada, te bi trebala uzeti u obzir psihosocijalne aspekte u obzir (*Rohmert, Landau, 1983.*)
- mjerenja moraju biti ponovljiva pod opisanim uvjetima (*Aarås, Stranden, 1988.*)
- način snimanja/promatranja ne smije utjecati na utvrđivanje broja pokreta (*Aarås, Stranden, 1988.*), a ne bi trebao niti ometati radnika u radu (*Wilson, 1990., Kirwan, Ainsworth, 1992.*)
- postupak bi trebao imati visoku valjanost, pouzdanost i osjetljivost (*Pinzke, 1994.*)
- SMART metoda je po svojoj realizaciji u više navrata testirana u stvarnim radnim uvjetima te je tijekom tih testiranja uspoređena s ostalim metodama procjene rizika, a postupak objave tih rezultata je u tijeku.

## LITERATURA

- Aarås, A., Stranden, E.: Measurement of postural angles during work, *Ergonomics*, 1988., 31, 6, 935-944.
- Armstrong, T.J., Fine, L.J., Goldstein, S.A., Lifshitz, Y.R., Silverstein, B.A.: Ergonomic considerations in hand and wrist tendinitis. *Journal of Hand Surgery*, 1987., 12, 5, 830-837.

Blatter, B.A.M., Bongers, P., Dhondt, S., Kran, K.O.: Duration of computer and mouse use in relation to neck and upper limb symptoms, *International Conference on Occupational Health*, Singapur, 2000.

Blatter BM, Bongers, PM.: *Work related neck and upper limb symptoms (RSI): high risk occupations and risk factors in the Dutch working population*, TNO Arbeid rapport project nr. 4070117, Hoofddorp, 1999.

Blatter, BM., Bongers, PM., de Witte, H.: *Work related neck and upper limb symptoms (RSI): high risk occupations and risk factors in the Belgian working population*, TNO Arbeid rapport project nr. 4070117\9900409, Hoofddorp, 1999.

Borg, G.A.: Psychophysical bases of perceived exertion, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1982., 14, 377-381.

Corlett, E.N. Some future directions for ergonomics. U: M. Kumashiro i E.D. Megaw (ur.): *Towards human work: Solutions to problems in occupational health and safety*. Taylor & Francis. London, 1991.

De Krom, MCTFM., Knipschild, PG., Kester, ADM., Spaans F.: Risk factors for carpal tunnel syndrome, *American Journal of Epidemiology*, 1990., 132, 1102-1110.

De Zwart, BCH, Broersen, J., Van der Beek, AJ., Frings-Dresen, MHW., Van Dijk, FJH.: Occupational classification according to work demands: an evaluation study, *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 1997., 10, 283-295.

Dhondt, S., Houtman, ILD.: *Indicators of working conditions in the European Union*, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 1997.

Eastman Kodak Company: *Ergonomic design for people at work*, Vol. 2., Van Nostrand Reinhold, New York, 1986.

Hagberg, M., Silverstein, B., Wells, R., Smith, M., Hendrick, H., Carayon, P., Perusse, M.: *Work related musculoskeletal disorders (WRMDs): A reference book for prevention*, Taylor&Francis, London, 1995.

ISO 1995., *Ergonomics Evaluation of Working Postures*, CD 11226 (Geneva: International Organization for Standardization).

Kauppinen, TP.: Assessment of exposure in occupational epidemiology, *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 1994., 20, 19-29.

Kilbom, Å.: Repetitive work of the upper extremity; Part II: The scientific basis for the guide, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1994., 14, 59-86.

Kirwan, B., Ainsworth, LK.: *A Guide To Task Analysis*, Taylor&Francis, London, 1992.

Krawczyk, S.: Psychophysical methodology and the evaluation of manual materials handling and upper extremity intensive work. U: Bhattacharya, A., McGlothlin, JD. (ur.): *Occupational ergonomics*, Marcel Dekker, New York, 1996.

Li, G., Buckle, P.: A Practical Method for the Assessment of Work-Related Musculoskeletal Risks - Quick Exposure Check (QEC). *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 1998., 19 (42), 1351-1355.

*NIOSH: Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hot environments*, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 86-113, 1986.

Paoli, P.: *Second European Survey on Working Conditions*, The European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, Dublin, 1997.

Pinzke, S.: A computerised system for analysing working postures in agriculture, *International Journal of industrial Ergonomics*, 1994., 13, 307-315.

Rodgers, S.H.: Job evaluation in worker fitness determination, *Occupational Medicine*, 1988., 3, 2, 219-239.

Rohmert, W.: Problems of determination of rest allowances, Part 2: determining rest allowances in different human tasks, *Applied Ergonomics*, 1973., 4, 158-162.

Rohmert, W., Landau, K.(ur.): *A New Technique for Job Analysis*. Taylor & Francis, London, 1983.

Silverstein, BA., Fine, LJ., Armstrong, TJ.: Occupational factors and carpal tunnel syndrome, *American Journal of Industrial Medicine*, 1987., 11, 343-358.

Sinclair, M. A.: *Subjective assessment, Evaluation of Human Work- A practical ergonomics methodology*, Taylor and Francis, London, pp. 58-88, 1990.

Wilson, J.R., Corlett, E.N.: *Evaluation of human work: A practical ergonomics methodology*. Taylor & Francis, London, 1990.

### **NEW METHODOLOGY FOR RISK ASSESSMENT OF STATODYNAMIC STRAINS - THE SMART METHOD**

*SUMMARY: This paper describes development of a new tool, a Scoring Method for Assessment of Repetitive Tasks. This new numerical assessment makes possible to measure and evaluate both, tasks with high repetition and hard manual work. It is aimed at surveillance and detection of occupational health risks causing occupational musculoskeletal diseases. A comprehensive and critical review of the literature was conducted prior to designing the tool, together with follow-up evaluations of own studies. The new tool includes an objective description of tasks, repetition, force and body posture. Demands of work are presented with scores, each in individual scale which corresponds to the conditions encountered in practice. The classification of these scales and final numerical quantification gives an indication of overload and of load bottlenecks. Total numerical score is obtained by multiplying the scale value for the daily duration by the sum of other scale values. End result is a total score, with numerical value, describing the risk of physical overload. Numerical value is explained in explanatory table which contains four ranges of numerical values, also coloured in: green, yellow, orange and red accordingly with the level of risk. Until now, the draft method was tested and found easier to handle in the field, with fair correlation of results when assessing strains compared to results of other tested tools, providing easy numerical quantification of manual tasks with high repetition, occasional force exertion and awkward body postures together with their interaction. The draft is now in the further process of field testing and scientific evaluation.*

**Key words:** occupational risks, assessment tool, repetitive tasks

*Subject review  
Received: 2018-01-15  
Accepted: 2018-01-25*