

# Sindrom bolnih stavb in bolezni, povezane z bivanjem v grajenem okolju: opredelitev učinkov na zdravje in dejavnikov tveganja

## Sick building syndrome and building related illness at build environment: health effects and identification of risk factors

### Avtorji:

prim. prof. dr. Marjan Bilban, ZVD Zavod za varstvo pri delu, UL MF Katedra za javno zdravje, Tanja Rejc, NIJZ Center za zdravstveno ekologijo,  
doc. dr. Mateja Dovjak, UL FGG Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente,  
doc. dr. Andreja Kukec, UL MF Katedra za javno zdravje, NIJZ Center za zdravstveno ekologijo

### Povzetek

V delovnem in bivalnem okolju človek preživi velik del svojega življenja, tam pa so prisotni številni dejavniki tveganja, ki negativno vplivajo na zdravje. V zadnjem času na razširjenost kroničnih nenalezljivih bolezni pomembno vplivajo tudi družbene determinante zdravja, kot so socialne, ekonomske, bivalne in življenjske okoliščine, med katere sodijo tudi izobrazba in delovno ter bivalno okolje. Delodajalec je zakonsko obvezen, da v oceni tveganja opredeli značilnosti delovnega okolja delavca ter njegovo delazmožnost, ki vključuje niz parcialnih sposobnosti za določen poklic in delovne naloge. Delazmožnost za določeno delo ne zajema le sposobnosti za specifično delo, ampak tudi sposobnosti za prenašanje pogojev delovnega okolja, ki lahko predstavljajo za delavca še večjo obremenitev oziroma nevarnost kot samo delo. Zdravstveni učinki posameznih dejavnikov v bivalnem okolju in na delovnem mestu so odvisni od zdravja posameznika, stavbe in njenih sistemov ter prisotnosti fizikalnih, kemičnih in bioloških dejavnikov. V današnjem času se zaradi dokazov, da veliko časa preživimo v zaprtih prostorih, vse več pozornosti preusmerja na stavbe in njene sisteme. Znano je, da gradnja energetske varčnih stavb s povečano tesnostjo stavbnega ovoja in slabo načrtovanimi ter vzdrževanimi sistemi prezračevanja pogosto vodi do nezdravih in neudobnih razmer ter pojava sindroma bolnih stavb.

**Ključne besede:** sindrom bolnih stavb, bolezni, povezane z bivanjem v stavbi, učinki na zdravje, dejavniki tveganja, ukrepi

### Abstract

In the working and living environment people spends a large part of the life and it has influence impact on all dimensions of health. Many determinants of health in the workplace have negative health effects. Social determinants of health such as social, economic, housing and living conditions, which include education and living and working environment have recently influence effect on the prevalence of chronic non-communicable diseases. In the process of risk assessment are employer legally required for defines the characteristics of the work environment and the worker's capacity for work, which includes a series of partial capacity for a given profession and job functions. Capacity for work for a specific work covers not only skills for a specific job, but also the ability to transmit the conditions of the working environment, which may constitute a worker even greater burden or a risk than just work. The influence of various factors on the health in living and working environment depends on the individual health conditions, building and its systems, and the presence of physical, chemical and biological risk factors. In the present time attention is shifting to the building and its systems, because of evidence that the people a lot of time spent in indoor environment. It is evidence that the construction of energy efficient buildings with increased tightness of the building envelope and poorly planned and dependent ventilation systems often lead to unhealthy and uncomfortable conditions and the occurrence of Sick Building Syndrome.

**Key words:** sick building syndrome, building related illness, health effects, risk factors, measurements

## UVOD

Na ohranjanje in krepitev zdravja vplivajo številne determinante zdravja v delovnem in bivalnem okolju. Na razširjenost kroničnih nenalezljivih bolezni poleg okoljskih determinant pomembno vplivajo tudi družbene determinante zdravja, kot so socialne, ekonomske, bivalne in življenjske okoliščine. Človek v povprečju preživi 80–90 % časa v zaprtih prostorih, zato je poznavanje dejavnikov tveganja in njihovega medsebojnega delovanja zelo pomembno. V povezavi z nezdravim grajenim okoljem se v literaturi pojavljata dva termina: sindrom bolnih stavb (angl. Sick Building Syndrome – SBS) in bolezn, povezane z bivanjem v stavbi (angl. Building Related Illness – BRI).

SBS, ki so ga prvič omenili v 70. letih prejšnjega stoletja, predstavlja neugodne in nespecifične zdravstvene probleme (npr. glavobol, slabo počutje) v času zadrževanja v zaprtih prostorih stavbe. Ko zapustimo stavbo, v kateri so prisotni dejavniki tveganja za SBS, simptomi običajno izzvenijo. Pomembno je tudi, da imajo sodelavci ali sostanovalci podobne simptome, ki se lahko pojavljajo sezonsko (npr. sezona ogrevanja, hlajenja). Stavbe, ki povzročajo sindrom, so lahko nove, stare ali prenovljene; povzročajo ga neprimerni materiali, prezračevalni sistemi, neprimerna osvetljenost itd.

Z ustreznimi kliničnimi preiskavami je mogoče simptome SBS prepoznati in jih pripisati dejavnikom tveganja v notranjem okolju stavb. Zaradi nespecifično izraženih simptomov pa lahko od izpostavljenosti dejavnikom tveganja do klinične potrditve diagnoze preteče dolgo obdobje. Prav tako je težko prepoznati vzroke, saj SBS obsega cel niz dejavnikov tveganja od fizikalnih, kemijskih, bioloških ter psiholoških. Ocenjevanje in obvladovanje tveganja vključuje tako temeljna kot poglobljena znanja s področja medicine, inženjerskih strok, ergonomije ter organizacije dela. Najpogosteje jih obravnavajo ter rešujejo specialisti medicine dela, prometa in športa.

Med značilne simptome, ki se pojavljajo pri posameznikih v različnih kombinacijah in oblikah, uvrščamo: draženje sluznic zgornjih dihalnih poti, občutek suhega grla, občutek zamašenega nosu, draženje očne veznice, kihanje in smrkavanje, vnetje sinusov, kašelj, glavobol, utrujenost, pomanjkanje koncentracije, zadihanost, občutek težke sape, izpuščaje (kontaktni in nekontaktni dermatitis, najpogosteje na rokah), srbečico, suho kožo, nenormalno percepcijo vonja in motnje vida.

BRI nekateri zamenjujejo s SBS oz. menijo, da gre za isto bolezen oz. sindrom. Ameriška agencija za zaščito okolja poudarja, da obstaja razlika med SBS in BRI. V nasprotju s SBS se BRI uporablja, ko je mogoče simptome bolezni prepoznati s kliničnimi preiskavami in jih neposredno povezati z onesnaževali v zraku stavbe. Torej pri BRI govorimo o diagnosticirani bolezni (z dokaj enotno klinično sliko), ki jo je mogoče takoj opredeliti in direktno povezati s specifičnimi onesnaževali v grajenem okolju. Značilni primeri BRI so legionarska bolezen, azbestoza, preobčutljivost in vnetni procesi na pljučih.



## Sindrom bolnih stavb – SBS - predstavlja neugodne in nespecifične zdravstvene probleme, kot sta npr. glavobol in slabo počutje.

### SINDROM BOLNIH STAVB IN UČINKI NA ZDRAVJE

Posamezniki se na prisotnost onesnaževal v zaprtih prostorih različno odzovejo. Odziv organizma je najpogosteje odvisen od vrste in količine škodljive snovi, trajanja izpostavljenosti, izpostavljenosti kombinaciji različnih dejavnikov tveganja ter predhodnega zdravstvenega stanja. Najpogosteje učinki na zdravje niso življenjsko ogrožajoči, imajo pa velik vpliv na kakovost življenja (Tabela 1).

Tabela 1: Svetovna zdravstvena organizacija je SBS razvrstila v različne tipe glede na simptome bolezni.

Sindrom	Simptomi
Sindrom bolnih stavb (tip 1)	Utrujenost, zaspanost, glavobol, suha sluznica nosu, suha in pekoča sluznica oči, suhost grla, suha in hrapava koža
Sindrom bolnih stavb (tip 2)	Solzenje oči in izcedek iz nosu (simptomi alergije in visoke vročine)
Mrzlica zaradi vlažilcev zraka (1) kot pri gripi	Občutek splošne slabosti, bolečine, kašelj, zaspanost, glavobol
Alergična reakcija pri preobčutljivih posameznikih (2)	Tiščanje v prsih, težko dihanje, vročina, glavobol
Astma kot posledica bolezni	Sopihajoče dihanje, tiščanje v prsih, težko dihanje

Strokovnjaki menijo, da lahko SBS klasificiramo v 4 tipe bolezni:

- » Tip 1 – simptomi kemijske intoksikacije,
- » Tip 2 – simptomi, ki so se razvili zaradi možne izpostavljenosti kemikalijam,
- » Tip 3 – simptomi, ki so se razvili zaradi psiholoških in duševnih dejavnikov,
- » Tip 4 – simptomi, ki so se razvili zaradi alergij ali druge bolezni.

Glede na diagnostične kriterije SBS razdelimo na:

- » infekcijske bolezni: legionarska bolezen, virusne bolezni zgornjih dihal, influenza, tuberkuloza,
- » alergije (imunološke reakcije): dermatitis, urticaria, rhinitis, sinusitis: pršice, plesni, prah papirja, astma: živalski antigeni, epoksi smole, lateks, zunanji alergični alveolitis: plesni, bakterije, mrzlica zaradi vlažilcev zraka: mešani organski prah plesni in bakterij,
- » toksične reakcije: disfunkcija centralnega živčnega sistema (CŽS), glavobol, omotica, upad kognitivnih sposobnosti, sindrom kronične utrujenosti: pesticidi, težke kovine (svinec, živo srebro, formaldehid),
- » dražilni sindrom: draženje sluznic oči, nosu, grla, krvavitve iz nosu (steklena volna).

Diagnozo lahko potrdimo, če pridobimo oceno tveganja, natančno delovno anamnezo, varnostne liste, meritve ekoloških parametrov, epidemiološke kazalnike obolevnosti ter kompletno krvno sliko, biokemijske parametre (funkcija jeter, ledvic), celokupne IgE za določitev atopičnega statusa, določitev specifičnih IgE – dokaz preobčutljivosti na specifične okoljske alergene ali plesni – in določitev IgG – protiteles za specifične glivične in bakterijske povzročitelje.

Vzroke simptomov pri SBS je včasih težko opredeliti, saj nanje vplivajo številni dejavniki. Simptomi kot znaki bolezni so lahko nespecifični, ob tem pa ne ugotovimo objektivnih odstopanj od običajnih kliničnih in laboratorijskih parametrov. Mnogokrat je treba za potrditev in identifikacijo SBS vključiti lastnike stavb, ki so jih gradili, gradbenike, arhitekta, ekologa, sanitarne inženirje, epidemiologe oz. specialiste javnega zdravja. Pri obravnavanju sindroma je treba upoštevati interakcijo okoljskih dejavnikov in dejavnikov, povezanih s posameznikom (npr. genetske značilnosti, življenjski slog itd.).

**Čprav simptomi SBS lahko izzvenijo, ko posameznik stavbo zapusti, pa se lahko po dolgotrajni izpostavljenosti dejavnikom tveganja ti nespecifični simptomi razvijejo v kronično obolenje.**



## DEJAVNIKI TVEGANJA ZA NASTANEK SINDROMA BOLNIH STAVB

Dejavnike, ki povzročajo SBS, lahko razdelimo na:

- » fizikalne (temperatura zraka, relativna vlažnost zraka, hrup in vibracije, svetloba in osvetljenost, elektromagnetno sevanje, prezračevanje, ergonomija),
- » biološke (mikrobiološki onesnaževalci: predvsem bakterije in glive),
- » kemične (onesnaževala, katerih viri so prisotni v zunanjem okolju ali pa izvirajo iz notranjosti, npr. formaldehid, ftalati, mineralna vlakna, vonjave, cigaretni dim, delci različnih velikosti itd.),
- » psihosocialne dejavnike in dejavnike na individualni ravni posameznika (stres, socialni status, osamljenost, organizacija dela, neustrezni oz. slabi odnosi v delovnem okolju, nezadovoljstvo z delom, komunikacija, nadzor nad delom, spol, zdravje, osebnostne značilnosti itd.).

### FIZIKALNI DEJAVNIKI TVEGANJA

K fizikalnim dejavnikom tveganja za pojav SBS na delovnem mestu sodijo toplotni parametri udobja, parametri, pogojeni z ustreznim prezračevanjem prostorov, hrup in vibracije, dnevna svetloba, elektromagnetna polja, ioni, ergonomija in univerzalno načrtovanje.

#### Toplotni parametri udobja

Toplotna bilanca človeškega telesa ni odvisna le od fizične aktivnosti, obleke in okoljskih parametrov (temperatura zraka, srednje sevalna temperatura, hitrost gibanja zraka in relativne vlažnosti zraka), ampak tudi od individualnih značilnosti in zdravstvenega stanja človeka.

Glede na mednarodna priporočila in standarde znaša priporočena temperatura zraka v prostoru od 20 do 26 °C. Temperaturne zahteve so odvisne tudi od aktivnosti, ki se odvijajo v delovnem oz. bivalnem okolju. Pri načrtovanju toplotnih udobnih razmer ima velik vpliv tudi temperatura obodnih površin prostora. Zaznavna (občutena) temperatura je odvisna od temperature zraka in temperature površin. Slabo izoliran stavbni ovoj povzroči nižjo temperaturo površin, kar posledično vodi do toplotnega neudobja. Raziskave kažejo, da nekoliko višja srednja sevalna temperatura obodnih površin prostora in nekoliko nižja temperatura zraka vodita do udobnejših razmer. V sodobnih poslovnih objektih zato konvencionalne sisteme ogrevanja in hlajenja (sobni radiatorji, klimatske naprave) nadomeščajo površinski sistemi ogrevanja in hlajenja (talno, stensko ali stropno ogrevanje in/ali hlajenje). Vzrok za toplotno neudobje je lahko tudi neželjeno lokalno segrevanje ali ohlajevanje telesa npr. zaradi sevalne temperaturne asimetrije (hladne in tople površine), prepiha (lokalno ohlajevanje telesa zaradi gibanja zraka) in vertikalnih temperaturnih razlik.

Priporočena relativna vlažnost zraka v bivalnih in delovnih prostorih je med 30 in 60 % pri temperaturi zraka med 20 in 25 °C. Relativna vlažnost v zimskem in poletnem

zraku je lahko zelo nizka. Suh zrak posledično povzroči toplotno neudobje, suho in srbečo kožo ter pojav statične elektrike. Glede na standarde naj bo hitrost gibanja zraka med 0,18 in 0,30 m/s v odvisnosti od temperature zraka. Večja hitrost gibanja zraka vodi do toplotnega neudobja. Poleg okoljskih dejavnikov imata velik vpliv na zaznavo toplotnih razmer tudi obleka (efektivna izolativnost obleke, clo) in stopnja metabolizma. Optimalna vrednost učinkovite izolativnosti obleke je pretežno odvisna od stopnje metabolizma in temperature okolja. V običajnih notranjih razmerah, pri aktivnosti 1,2 met (sedenje), znašajo vrednosti za učinkovito izolativnost obleke 0,5 clo v času brez ogrevanja in 1,0 clo v času ogrevanja. Stopnja metabolizma je pomemben dejavnik toplotnega udobja ali obremenitev, ki nastanejo kot posledica izpostavljenosti neustreznemu toplotnemu okolju.

### Osvetljenost

Uporabniki prostorov pogosto poročajo o slabšem počutju v stavbah, ki so v celoti razsvetljevane s fluorescentnimi svetili. Migetanje svetlobe ter bleščanje tudi pri povsem zdravih ljudeh povzročata glavobol in težave z vidom.

### Prezračevanje

Prezračevanje pripomore k redčenju in zmanjšanju onesnaževal v prostoru, ki so posledica dejavnosti v prostoru, uporabnikov, materialov v prostoru itd. Manjša stopnja prezračevanja (manj kot 10 l/s na osebo) je povezana z večjim izražanjem simptomov SBS. Poskusi, ki so jih izvajali v zaprtih prostorih z mehanskim prezračevanjem brez klimatizacije, so pokazali povečano pojavljanje SBS (še posebej simptomov, ki so povezani s težavami s kožo in dihalnim sistemom), prav tako pa se je z višanjem stopnje prezračevanja povečala zmožnost koncentracije in razmišljanja oseb v prostoru ter znižal občutek suhega grla.

Občutenje simptomov SBS je manjše v stavbah z naravnim prezračevanjem kot v stavbah z umetnim prezračevanjem. Prav tako raziskave navajajo, da je v stavbah z naravnim prezračevanjem odsotnost z dela zaradi bolezni manjša

Prezračevanje, ustrezna temperatura, osvetljenost in elektromagnetna onesnaženost so med fizikalnimi dejavniki tveganja, ki so pomembni za zdravje in dobro počutje delavcev.

kot v stavbah z umetnim prezračevanjem ter da je odsotnost z dela zaradi bolezni višja tam, kjer pri pripravi zraka uporabljajo vlažilce. Pozorni pa moramo biti, da je prezračevalni sistem ustrezno grajen, vzdrževan in čistjen, saj lahko v nasprotnem primeru predstavlja vir nekaterih onesnaževal v zraku.

### Elektromagnetna onesnaženost

Na delovnem mestu je delavec pogosto izpostavljen različnim virom visokofrekvenčnih valov, med katere sodijo računalniki, mobilni telefoni, radijske postaje, sistemi WLAN (Wireless Local Area Network), visokonapetostni vodi, elektrika in električna oprema. Visoke frekvence elektromagnetnih polj lahko povzročajo utrujenost, glavobol, manjšo stopnjo pozornosti, koncentracije ipd.

Elektrosmog je oznaka za sevalno obremenitev, ki je umetno povzročena z električnimi, magnetnimi in elektromagnetnimi polji ter valovanjem. Električna izmenična polja nastanejo kot posledica električne napetosti ob vtičnici, razdelilni dozi, električnih instalacijah in napravah – če so vključene ali ne. Zadostuje že priključek na omrežje. Do magnetnih izmeničnih polj pa dodatno pride, ko napravo vklopimo, torej ko skozi napravo steče tok. Izmenična električna in magnetna polja imenujemo nizkofrekvenčna polja. Visokofrekvenčna elektromagnetna polja, valovanja ali sevanja se prenašajo brezžično in nastanejo, ko oddajniki oddajajo in radijske postaje sporočajo. Torej jih povzročajo radijski in televizijski oddajniki, mobilni oddajniki, radarji, brezžični telefoni in internetne tehnike, mikrovalovne pečice itd. Problematična so zlasti impulzno visokofrekvenčna polja, ki nastanejo pri telefoniji, Bluetoothu, WLAN-u, WiMAX-u, TETRI itd.

Z elektrosmogom povezujejo naslednje reverzibilne zdravstvene težave: motnje spanja, kronično utrujenost, težave s pomnjenjem in koncentracijo, glavobol in migrene, tinitus (šumenje v ušesu), hiperaktivnost pri otrocih, motnje srčnega ritma, visok krvni pritisk in alergije. Specifične za to vrsto sevanja so tudi motnje v presnovi, celični delitvi, hormonalnem poteku (presnova melatonina), imunskem in živčnem sistemu itd.





# Elektromog je sevalna obremenitev, ki je povzročena z električnimi, magnetnimi in elektromagnetnimi polji ter valovanjem (telefonija, Bluetooth, WLAN, ...).

## Hrup

Nevroanatomske povezave v centralnem živčevju omogočajo, da akustični dražljaj ne deluje le na slušni predel v skorji velikih možganov, ampak se s posredovanjem retikularne formacije razširja še na limbični sistem in druge centre: za vid, za gibanje, vazomotorični center, jedra možganskih živcev, hipotalmus in centre notranjih organov. Zato izpostavljenost hrupu na delovnem mestu povzroča spremembe fizioloških funkcij in vpliva na delo vitalnih organov in sistemov v celoti. Hrup kot ekstraavralni dejavnik lahko povzroča počasno gibanje želodca, zaprtje ali čezmerno gibanje črevesja (driska), moti izločanje želodčnih sokov, vpliva na izločanje hormonov, padec kožne temperature in razširitev zenic, privede do motenj v prekrvavitvi številnih notranjih organov, povzroča motnje v delovanju možganov ter poviša raven celotnega holesterola, viskoznost plazme, števila trombocitov, vrednosti estradiola, kortizola in fibrinogena ter zmanjša raven HDL holesterola in testosterona.

Na splošno lahko posamezne učinke hrupa na zdravje razdelimo na:

- » primarne učinke (pojavi se med obdobjem izpostavljenosti hrupu): zburjanje iz spanja zaradi hrupa v okolici (akutni učinek), ob nenadnem hrupu ali pa zaradi kopičenja posledic izpostavljenosti hrupu čez celo noč (kumulativne posledice – npr. prekomerno izločanje stresnih hormonov ponoči med spanjem v hrupu),
- » sekundarne učinke (posledica primarnih): običajno se pojavijo že med izpostavljenostjo hrupu in trajajo še v obdobju po prenehanju delovanja hrupa (razdražljivost zaradi motene komunikacije) ali pa se pojavijo šele po prenehanju delovanja hrupa (utrujenost zaradi motenj spanja, ki so posledica hrupa),
- » terciarne učinke: primarne in sekundarne učinke lahko nekaj časa toleriramo, po daljšem obdobju pa ti prispevajo k pojavu različnih bolezni, kronične razdražljivosti in sprememb v obnašanju.

Raziskave so pokazale, da produktivnost naraste za odstotek, delovna sposobnost delavcev za 12 %, če se hrup (v območju predpisanega mejnega hrupa) zniža za 10 do 15 dBA. Strokovnjaki ocenjujejo, da znižanje hrupa v območju nad še dopustnim nivojem hrupa za vsak decibel privede do porasta produktivnosti za 1 %. Druge raziskave so pokazale, da se je v prostorih, v katerih so bili izpolnjeni vidiki zvočne zaščite stavb z zvočno klimo in so osebe v prostoru občutile ustrezno zvočno udobje, produktivnost povečala za 8,8 %, delež napak pri strojepisju je bil manjši za 29 %, pri delu na računskih strojih za 52 %, fluktuacija delavcev se je zmanjšala za 47 % ter obolevnost za 37,5 %. Hrup dokazano zmanjšuje delovno sposobnost in pazljivost pri delu. Prav tako zmanjšuje sposobnost sprejemanja informacij in pomnjenja, moti koordinacijo gibov in s tem zmanjšuje preciznost dela. Posebno so motene operacije, ki so rezultat hitro zbranih in predelanih informacij.

Hrup kot dejavnik tveganja vpliva predvsem na koronarno bolezen, saj povečuje vrednost holesterola, trigliceridov in holesterola LDL. Zaradi izpostavljenosti hrupu se povečuje izločanje kateholaminov, glukokortikoidov in mineralokortikoidov, katerih skupno delovanje stimulira beta-1 in beta-2 receptorje v maščobnem tkivu, ki posledično pospešijo lipolizo in vazodilatacijo v tem tkivu.

Zaradi povečane stimulacije beta adrenergičnih receptorjev simpatičnega živčnega sistema pri izpostavljenosti hrupu lahko pride do porasta kontraktilnosti srčne mišice, povečanega koronarnega pretoka in povečane potrebe srca po kisiku. Ugotovljena je povezanost med arterijsko hipertenzijo in izpostavljenostjo hrupu, pri čemer prevalenca povišanega krvnega tlaka raste z večjo intenziteto in daljšo izpostavljenostjo hrupu. Hrup lahko po različnih mehanizmi vpliva na povišan krvni tlak. Povečana koncentracija cirkulirajočih kateholaminov in nadledvičnih steroidov, povečanje aktivnosti sistema renin-angiotenzin-aldosteron, pa tudi vpliv hrupa na povečanje celokupne periferne vaskularne rezistence so dejavniki, ki jih povezujejo z rastjo tlaka po izpostavljenosti hrupu.

Hrup intenzivnosti več kot 70 dBA privede do reakcije perifernih krvnih žil v obliki spazma prekapilarne cone in zmanjšanja pulznih oscilacij zaradi kontrakcij žilnih sten. Vazokonstrikcija se primarno manifestira na periferiji: prsti rok in nog, uhljev. S poskusi je ugotovljeno, da se po 8-minutni izpostavljenosti hrupu 105 dBA zaradi periferne vazokonstrikcije zmanjša periferna oskrba s krvjo za 20 do 60 odstotkov v odnosu na začetno vrednost. Po prekinitvi izpostavljenosti se prekrvavitev (izražena s pulzno amplitudo) povrne na prvotno raven (povratek za 60 odstotkov v prvih 6 minutah se smatra za fiziološkega). Spremembe na ožilju ostanejo še okrog 60 minut po prenehanju izpostavljenosti hrupu. Reakcija krvnih žil je odvisna od dedne predispozicije, značilnosti in intenzitete hrupa.

Predvsem impulziven hrup lahko povzroči »startilno« reakcijo. Ta vključuje kontrakcije fleksornih mišic okončin in hrbtenice, kontrakcijo orbitalnih mišic, ki jo vidimo kot mežikanje in fokusiranje pozornosti v smeri nahajanja

izvora hrupa. Namen tega refleksa je priprava na obrambo. Včasih lahko startilnemu refleksu sledi tudi reakcija boj – beg, pri kateri postanejo evidentni cirkulatorni efekti.

Dolgotrajna izpostavljenost hrupu lahko privede do povečane razdražljivosti, nejevoljnosti, anksioznosti, občutka ogroženosti, neprenašanja okolice, kar ima za posledico spremembo osebnostnih lastnosti in duševne spremembe. Hrup lahko privede do porušanja psihomotornega ravnotežja, ki se kaže z večjim številom nepreciznih in netočnih odgovorov, povečanjem števila napak pri delu, podaljšanjem reakcijskega časa, zmanjšanjem hitrosti detekcije signalov in upočasnitve odgovorov na svetlobne in zvočne dražljaje. Vodi lahko do prizadetosti in slabšanja mentalnega funkcioniranja, zmanjšanja preciznosti pri delu in motene koordinacije gibov.

Dolgotrajna izpostavljenost hrupu lahko zmanjšuje delovno učinkovitost, privede do hitreje utrujenosti, kar vpliva tudi na varnost pri delu, osebno in kolektivno varnost, saj s porastom števila nepreciznih manipulacij raste možnost nezgod.

Že nizke ravni hrupa so za delavce na določenih delovnih mestih lahko moteče in povečujejo tveganje za nezgode,



ker ovirajo ustno sporazumevanje med delavci, prikrijejo zvok bližajoče se nevarnosti in opozorilnih signalov, ovirajo delavce, da bi se osredotočili na izvajanje zahtevnejših delovnih nalog, in povečujejo razdražljivost delavcev ter stres pri delu.

Hrup deluje tudi na semicirkularne kanale in labirint, pa tudi na poti, ki vodijo do kortikalnih centrov, kar povzroča občutek vrtoglavice, moti ravnotežje, gibi delavca postanejo nezanesljivi in neprecizni, s čimer se ogroža varnost rokovanja z orodjem oziroma nasploh varnost v okolju, kjer sta potrebna dobro ravnotežje in preciznost gibov. Nistagmus, vertigo in problemi z ravnotežjem se pojavijo pri hrupu okoli 130 dBA. Do težav sicer lahko pride tudi pri nižjih vrednostih (95 do 110 dBA), toda le v primerih, če stimulacija obeh ušes ni enaka.

Hrup ogroža tudi vid – pride do slabšega razpoznavanja barv, zoženja vidnega polja, padca barvne percepcije, oslabiljenega »nočnega« vida, zmanjšanja svetlobne občutljivosti, dilatacije zenic, zmanjšanja reliefnosti videnja (globinskega vida), kar je še posebej pomembno za voznike v prometu. Vzrok tega je v razdraženju talamusa in retikularne formacije ter cirkulatornih sprememb zaradi spazma vej arterije centralis retine.

Hrup povečuje delovanje nadledvične žleze, kar se kaže s porastom koncentracije kortizola v serumu in skokom urinarne ekskrecije adrenalina in noradrenalina. Te spremembe so še posebej očitne pri mlajših delavcih. Zaradi izpostavljenosti hrupu pride tudi do povečanega izločanja tiroksina, zaradi česar se poveča poraba energije ter celokupni in bazalni metabolizem. Pri velikem deležu delavcev, ki so izpostavljeni hrupu, je dokazana tudi intoleranca na glukozo.

Skupno delovanje hrupa in vibracij lahko pri ženskah privede do pogostejših spontanih splavov in menstrualnih težav. Matere, ki so bile izpostavljene hrupu med celotno nosečnostjo, imajo večje tveganje, da bodo rodile otroka z nižjo telesno maso, kar si lahko razlagamo s spazmom arterije uterine in slabšo prehranjenostjo ploda ter večjo incidenco prirojjenih deformacij.

Hrup povzroča tudi povišanje števila levkocitov, limfocitov, nevtrofilnih in eozinofilnih levkocitov. Hrup (po daljši izpostavljenosti) vpliva tudi na aktivnost levkocitov (hrup do 80 dBA povečuje in nad 90 dBA znižuje aktivnost levkocitov).

Izpostavljenost hrupu povzroča tudi spazem pilorusa, ruši proces izločanja želodčne kisline, kar privede do pogostejšega pojava razjed želodca in dvanajstnika.

Poleg vseh navedenih negativnih vplivov ima hrup tudi ekstraavralne pozitivne učinke: tonizirajoče in stimulatивно delovanje na psihično sfero, brez česar bi bilo življenje težko – celo neznosno, ker človek popolne tišine ne prenaša (absolutna tišina je velik psihološki problem astronautov). Motivirani ljudje so drugače dovtetni za hrup, saj motivacija in osebnost (predvsem introvertiranost in ekstravertiranost) močno vplivata na dovtetnost.

## • ERGONOMSKE NEPRAVILNOSTI

Slabo oblikovano delovno okolje lahko povzroči številne zdravstvene težave. Sodobna tehnologija zahteva vedno manj dinamičnega mišičnega napora in gibanja. Delo se opravlja predvsem ob statični obremenitvi velikih skupin mišic, ki zadržijo organizem v sedečem ali stoječem položaju, dinamično pa aktivira le manjše mišične skupine, zlasti prstov rok, dlani, podlahti in nadlahti pri rokovanju s strojem ali pri uporabi orodja ali pribora. Telesni segmenti so zaradi neuskkljenosti dimenzij strojev z antropometričnimi značilnostmi delavca pogosto v neergonomskih sklepnih kotih.

Pri konstrukciji strojev se morajo upoštevati morfološko-funkcionalne značilnosti posameznika, dinamične dimenzije človeka in informacije o soodvisnosti antropometrijskih podatkov, povezanih z dinamiko gibanja pri opravljanju delovnih nalog. Zato so poleg statičnih antropometrijskih podatkov nujno potrebni tudi podatki o amplitudi gibov v sklepih, dolžini dosega, mišični moči v različnih delovnih položajih itd. V okviru proučevanja gibov in časa pri opravljanju dela se analizirajo tudi položaji delavcev in tiste njihove motorične akcije, ki so najudobnejše in zahtevajo najmanjšo psihomotorično naprežanje ter pri tem zagotavljajo najuspešnejše opravljanje dela.

Sklepi so v ergonomskih položajih, kadar se sklepne površine dobro prilegajo ena drugi oziroma kadar se v mišicah, ki fiksirajo telesne segmente, ne kopičijo presnovki anaerobne razgradnje. V položajih, ki pri delu dolgo trajajo ali se pogosto ponavljajo, kót, za katerega je zasukan segment v sklepu, ne sme presegati optimalnih mej. V izjemnih položajih je namreč geometrija sklepnih površin manj skladna, elastične vezivne strukture bolj obremenjene, mišična moč pa manjša. Tako je sklep tudi bolj ranljiv.

Pri preventivi težav z gibali v delovnem okolju moramo imeti vedno pred očmi osnovna načela ergonomije delovnega okolja, ki omogočajo vsaj najosnovnejšo terapijo delovnega okolja:

- » delo v nevtralnem telesnem položaju (ohranjati dvojno S-krivuljo hrbtenice, ohranjati izravnani vrat, sproščena ramena in zapestja v nevtralnem položaju ...),
- » zmanjšanje pretirane uporabe mišične moči pri delu (ročaji za dvigovanje, potiskanje, tehnični pripomočki za dvigovanje ...),
- » predmeti dela naj bodo lahko dostopni (v polkrogih, ki jih opisuje podlaketa, pomembna je višina zajemanja predmetov ...),
- » delo naj bo na primerni višini delovne površine v odvisnosti od teže in natančnosti dela (višino prilagajamo višjim delavcem, nižje podkladamo),
- » omejiti je treba ponavljajoče gibe (s stroji, orodji, ki delajo namesto nas),
- » zmanjšati je treba statično mišično delo (ergonomski stol, ki omogoča spreminjanje položaja med delom ...),
- » zmanjšati je treba pritisk na posamezne telesne točke

- (obloženi ročaji, robovi miz, podpore za noge ...),
- » omogočiti dovolj prostora na delovnem mestu (prilagoditi delovni višini delavcev ...),
- » omogočiti gibanje, telesne vaje in raztegovanje med delom ali zgolj počitek (pri zelo težkem delu),
- » ohranjati je treba udobno delovno okolje (osvetlitev, mikroklimatski pogoji, hrup, vibracije, sevanje, emisije ...),
- » simboli za ukrepe in navodila naj bodo razumljivi (in povsod enaki) in
- » zmanjšati je treba stres (kot neskladje med zmogljivostmi in zahtevami) v delovnem okolju: aktivno sodelovanje, komunikacija, občutek pripadnosti skupini in pomembnost posameznika za skupino.

Zato so seveda ukrepi, s katerimi bomo najprej poskušali preprečiti pojav težav, nato pa pomagati delavcem, ki zbolijo, da se čim prej vrnejo na delo, zelo specifični. Priporočajo se različni pristopi k preprečevanju bolniškega staleža zaradi bolezni kosti, mišic in vezivnega tkiva: od vedenjske kognitivne terapije do stalnega izvajanja zmernih vaj za hrbtenico. Na vsak način je v dejavnostih, v katerih se morajo delavci veliko gibati že na delovnih mestih, delavce izredno težko spodbujati k dodatnim dejavnostim v prostem času, in to predvsem k tistim, ki jim povečujejo zmogljivosti in sposobnosti.

Cilj ergonomskega oblikovanja delovnega okolja ne prispeva le k ekonomski učinkovitosti proizvodnje, ampak hkrati tudi:

- » zmanjšuje psihofizične obremenitve delavcev in s tem deluje kot ukrep za preprečevanje utrujenosti,
- » preprečuje zdravstvene posledice nefiziološke prisiljene drže in omili učinek enostranskih obremenitev ter s tem prispeva k zniževanju kazalcev negativnega zdravja (odsotnosti iz dela, poškodb in invalidnosti ter poklicnih bolezni in bolezni povezanih z delom),



Slabo oblikovano delovno okolje lahko povzroči številne zdravstvene težave.



- » povečuje varnost pri delu in
- » pozitivno vpliva na odnose delavcev do dela in konkretne delovne naloge ter proizvodnje in podjetja v celoti.

Ergonomska načela pomenijo pri oblikovanju delovnega okolja dejansko humanizacijo dela:

- » antropometrično oblikovanje delovnih mest, katerega cilj je prilagoditev razsežnosti delovnega mesta in elementov za upravljanje s strojem telesnim meram človeka,
- » psihološko oblikovanje delovnih mest zagotavlja delavcu prijetno okolje (barve delovnega okolja, zelenje, glasba),
- » ekološko oblikovanje delovnih mest obsega prilagajanje delovnim pogojem (toplotni dejavniki, osvetljenost, hrup, vibracije, plini in pare, aerosoli, eksplozije, ionizirajoče in neionizirajoče sevanje, fizične obremenitve),
- » fiziološko oblikovanje obsega prilagajanje metod dela človeškemu telesu,
- » oblikovanje, ki omogoča najugodnejše zajemanje vidnih in slušnih informacij ter informacij, ki jih človek dobi s tipom (ustrezna vidnost, glasnost),
- » organizacijsko oblikovanje, katerega namen je prilagajanje delovnega časa biološkemu dnevnomu nihanju učinka z organizacijo režima odmorov in usposabljanja za delo, oblikovanje delovnih mest v skladu z zahtevami varnosti pri delu, ki obsegajo ukrepe za preprečevanje poškodb in neizgod pri delu.

Delovno mesto je zato treba po obliki in merah prilagoditi človeškemu telesu in gibljivosti kostno-mišičnega sistema. Oblikovano mora biti tako, da delavec dela v telesni drži, ki je najmanj naporna, in da pri delu uporablja mišične skupine najnižje stopnje. Delovno mesto mora biti opremljeno z delovnimi sredstvi, ki so prilagojena fiziološkim in psihološkim lastnostim človeškega telesa.



## Aktivno sodelovanje, komunikacija, občutek pripadnosti skupini in pomembnost posameznika za skupino so dejavniki, ki pomembno zmanjšujejo stres v delovnem okolju.

### • STRES

Generatorji stresa so časovni pritiski in (pre)hiter tempo dela, slaba organizacija dela, pomanjkanje informacij, nepoznavanje svoje vloge in odgovornosti na delovnem mestu, nezmožnost organizacije svojega dela oz. vpliva na spremembe, monotonija, ponavljajoči se gibi, delo na tekočih trakovih. Poleg delovnih obremenitev in nadzora nad delom pa so izpostavljene tudi psihološke delovne okoliščine, povezane z nagrado za opravljeno delo, delovno skupnostjo in pravičnostjo.

Pred delovno populacijo se postavljajo vse večje zahteve glede učenja in osvajanja novih delovnih veščin ter vse večji pritisk za čim hitrejšo proizvodnjo velikih količin kakovostnih proizvodov po konkurenčni ceni.

Spremembe v življenjski in delovni sredini se pojavljajo veliko hitreje, kot jim je človek sposoben slediti. Vsaka sprememba zahteva prilagajanje, če pa je prilagajanje oteženo ali onemogočeno, spremembe povzročajo stres. V zadnjem času je prišlo do številnih organizacijskih sprememb: zmanjševanja števila zaposlenih, združevanje podjetij, delo za določen čas, strah zaradi izgube delovnega mesta, daljša ali krajša obdobja brez zaposlitve, frustrirajoče iskanje novega delovnega mesta tistih, ki so ga izgubili, in občutek krivde tistih, ki so ga obdržali. Prav tako pomembne so funkcionalne spremembe: premeščanje delavcev na druga dela in naloge znotraj istega podjetja oz. njihovo angažiranje za raznovrstna dela in degradacija na lestvici del v odnosu na prejšnja dela.

Posledično je to vodilo do številnih finančnih sprememb: plačilo po subjektivni oceni delodajalca, ki je neodvisna od učinka, kakovosti dela, pa tudi nizke, negotove in neredne plače. Organizacija ritma dela prav tako lahko prispeva k poklicnemu stresu: sprememba delovnega časa, delo v izmenah, podaljšan delavnik in delo v skrajšanem ali deljenem delovnem času. K psihosocialnim dejavnikom za stres uvrščamo neenakost in nekorekten odnos na



delu, način upravljanja, ki je zasnovan na popolnem izključevanju delavcev iz procesa odločanja, pomanjkanje komunikacije in slabo organizacijo dela, napete medosebne odnose tako med upravo in zaposlenimi kot tudi med zaposlenimi samimi. Vse to je vplivalo na povečan delež oseb, ki so pogosteje pod vplivom stresa.

#### • KEMIJSKI DEJAVNIKI TVEGANJA

Kemijske dejavnike tveganja za nastanek SBS predstavljajo gradbeni in gospodinjstvi pripomočki ter z njimi povezane emisije formaldehida, ftalatov, prisotnost sintetičnih mineralnih vlaken, emisije hlapnih organskih topil, neprijeten vonj, cigaretni dim in ostala onesnaževala v zaprtih prostorih stavbe.

#### Onesnaženost zraka v zaprtih prostorih

Na kakovost zraka v zaprtih prostorih lahko vplivajo zunanji ali notranji viri onesnaževanja. Zunanji viri so lahko antropogenega ali naravnega izvora, ki vstopajo v stavbe čez ovoj s slabo zračno tesnostjo ali z neposrednim zajemom onesnaženega zunanjega zraka. Med notranje vire kemijskega onesnaževanja zraka sodijo uporabniki, gradbeni materiali in pohištvo, uporaba sredstev za čiščenje in dezinfekcijo ter viri, ki nastajajo pri posamezni vrsti oz. fazi dela.

Raziskave kažejo, da so kemijski viri v višjem deležu prisotni v starejših delovnih okoljih, v katerih prezračevalni sistemi niso ustrezni oz. so slabo vzdrževani. Poleg tega na vrsto onesnaževanja vplivajo tudi gradbeni materiali, tip prezračevalnega sistema, vrsta proizvodnje in uporabljenih snovi in pripravkov ipd. Pomemben vir onesnaževanja zraka v zaprtih prostorih so tudi stavbe same, uporabljeni gradbeni materiali za stavbni ovoj, konstrukcijske sklope, finalno obdelavo in oprema. Novi gradbeni materiali, kot so iverne plošče, pogosto oddajo formaldehida.

Kar 80 odstotkov vseh onesnaževalcev notranjega zraka predstavljajo toksične kemikalije ali hlapne organske spojine. To so snovi, ki temeljijo na ogljikovih atomih; hlapne pa se imenujejo zato, ker z lahkoto hlapijo tudi pri sobni temperaturi. Večina je umetnih, izdelujejo jih iz naftnih derivatov in so sestavni del številnih izdelkov, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Nahajajo se v mnogih gradbenih in izolacijskih materialih ter izdelkih, namenjenih lepševanju in čiščenju stanovanja. Hlapenje pri večini izdelkov poteka zelo počasi, lahko tudi po več mesecev, celo let. S tem se koncentracija hlapnih organskih spojin v prostoru, predvsem pozimi, ko je zračenje omejeno, vedno bolj in bolj povečuje. Dosegajo se koncentracije, ki so zdravju škodljive.

Danes poznamo že več kot 200 različnih škodljivih hlapnih organskih spojin, med njimi so najpogostejše formaldehid, benzen in toluen. Najdemo jih v lepilih, razredčilih, sredstvih za zaščito lesa, barvah, lakih, pohištvu in talnih oblogah iz industrijskega lesa, izolacijskih in gradbenih materialih, čistilih, kozmetiki, preprogah, talnih oblogah, sintetičnih tkaninah, tkaninah, ki jih ni treba likati, oblekah, očiščenih v čistilnici.

Kemijsko za zdravje nevarni onesnaževalci zraka v zaprtih prostorih so:

- » hlapljive organske spojine (VOC: razredčila, barve, laki itd.),
- » biocidi (npr. sredstva proti škodljivcem v preprogah itd.),
- » poliklorirani bifenili (PCB: gradbene mase, stare barve in laki, kondenzatorji itd.),
- » azbest (vlaknato cementne plošče, akumulacijske peči),
- » PVC (profili, letve, izolacije kablov, cevi, folije),

FCKW, HFCKW, HFKW (v XPS in PU ploščah, PU sendvič PU (poliuretanske) pene in nitke).

#### Kamena in steklena volna

Kamena in steklena volna sta dražljivca, ki lahko povzročita nekajdnevni kašelj. Osnovna surovina za proizvodnjo kamene volne sta kamnini bazalt in diabaz, ki se jima v procesu raztapljanja dodaja koks. Končni izdelek vsebuje še veziva, ki mu dajejo trdnost, ter protiprašno in vodoodbojno emulzijo. Poleg tega pa mu za doseganje kemičnih in tehnoloških lastnosti, med katerimi je zelo pomembna biotopnost vlaken, dodajajo še različne druge dodatke. Glavni surovini, iz katerih izdelujejo stekleno volno, sta kremenčev pesek in reciklirano steklo. V procesu proizvodnje dodajo vezivo in različne dodatke, ki na primer zagotavljajo vodoodbojnost vlaken in njihovo biološko razgradljivost. Najprej pripravijo zmes, ki jo talijo v plinski ali električni peči. Talino potem vlivajo v rotorje. V naslednjem koraku oblikujejo vlakna, ki so pri stekleni volni bolj elastična in nekajkrat daljša od vlaken kamene volne. Vlakna se potem združujejo z utrjevanjem veziva med njimi.



## Azbest

Azbest je skupno ime za vlaknaste minerale, ki poleg vezanega silicija in kisika vsebujejo še magnezij in železo, v manjših količinah tudi natrij in kalcij. Glede na strukturo in obliko vlaken se azbest v naravi deli v dve skupini: v serpentine in amfibole.

Serpentini se običajno zaustavijo v zgornjih dihalnih poteh in se odstranijo s pomočjo mukociliarnega aparata. Če prodrejo globlje v pljuča, se relativno hitro odstranijo tudi iz pljučnega tkiva, ker so bolj topni od amfibolnih vlaken. Posedajo se hitreje kot amfibolna vlakna, ki ostanejo v zraku (lebdijo) dlje časa. Kemično so manj odporna in v tkivu se delno razgrajujejo. Predstavljajo več kot 90 % vsega komercialno uporabljenega azbesta; največ se je uporabljal v tekstilni industriji. Zaradi svoje oblike in trdne strukture ostajajo v človeškem telesu še več desetletij po vdihavanju in zato veljajo za nevarnejša od krizotilnih vlaken. Sama vlakna so namreč daljša in imajo večji premer kot krizotilna. Za zdravje so torej najbolj nevarna tista azbestna vlakna, katerih dolžina je večja od 5 µm in premer manjši od 3 µm. Taka vlakna s pomočjo dihanja potujejo do pljučne periferije in tam poškodujejo tudi parietalno plevro, nasprotno pa se kodrajoča se krizotilna vlakna ustavijo že v alveolih. V človeškem telesu lahko ostanejo tudi več desetletij po vdihavanju. Amfibolna vlakna so bolj fibrogena in bolj karcinogena od krizotilnih. Zlasti kancerogen je kricidolit, katerega uporaba je v razvitih državah zato prepovedana. Odstranjevanje azbestnih vlaken iz pljuč je mogoče po dveh mehanizmih, in sicer s pomočjo migetalčnega aparata ali s pomočjo alveolarnih makrofagov in fagocitoze s pomočjo katalitičnih encimov.



Azbest se nahaja v naslednjih izdelkih: skodle iz strešne lepenke, brizgani in ročno naneseni omet, izolacijske plošče, gradbeni kemični izdelki, ki vsebujejo azbest (tesnilne mase, smole, lepila), azbestno platno, valovita lepenka iz azbesta, papirni trakovi, lepenka, nabrizgana in ročno nanešana izolacija ter tkanine.

Oba mehanizma izčiščenja sta pri kadilcih močno upočasnjena.

Azbestna vlakna imajo izjemne fizikalno-kemijske lastnosti: natezna trdnost, obstojnost, odpornost proti toploti, kislinam, bazam, topilom, imajo dobre izolacijske sposobnosti za toploto, zvok, električni tok in so negorljive, mogoče ga je plesti, uporabljati za armiranje drugih snovi, npr. cementa, fenolnih smol idr., in je povrh poceni.

Azbest se nahaja v naslednjih izdelkih: skodle iz strešne lepenke, brizgani in ročno naneseni omet, izolacijske plošče, gradbeni kemični izdelki, ki vsebujejo azbest (tesnilne mase, smole, lepila), azbestno platno, valovita lepenka iz azbesta, papirni trakovi, lepenka, nabrizgana in ročno nanešana izolacija ter tkanine.

Največja nevarnost za azbestozo je pri drobljenju in separaciji, pri pakiranju in transportu vlaken, v predilnicah vlaken, tekstilni industriji in izdelavi ter uporabi azbestnih proizvodov (azbestno-cementna industrija, avtomobilske zavore, izolatorji itd.).

Za razvoj azbestoze je običajno potrebna večletna izpostavljenost. Najbolj škodljiva so vlakna, ki so daljša od 10 mikrometrov in s premerom pod 0,3 mikrometra. Latentno obdobje za razvoj pljučnega karcinoma (tveganje glede na neizpostavljenost je večje za najmanj 5-krat) je okoli 20 let, za razvoj mezotelioma (tveganje je večje tudi tisočkrat) pa okrog 25 do 35 let.

Sama izpostavljenost azbestu še ne pomeni, da se bodo pojavili zdravstveni problemi. Stopnja tveganja za pojav zdravstvenih težav v povezavi z izpostavljenostjo je namreč odvisna od številnih dejavnikov:

- » časovni obseg in pogostost izpostavitve,
- » koliko časa je že minilo od izpostavljenosti,
- » kakšna je bila doza izpostavljenosti,
- » kajenje (tveganje se množi in ne sešteva),
- » količina in tip azbesta, ki mu je posameznik izpostavljen, in
- » druge težave s pljuči.

Razvoj bolezni zaradi izpostavljenosti azbestu je počasen, pri zelo visokih koncentracijah azbesta v pljučih pa lahko tudi zelo hiter. V prvem stadiju razvoja bolezni je patološki proces omejen na respiracijske bronhiole, v drugem fibrozne spremembe zajamejo pljučni parenhim, v tretjem stadiju pa se razvije difuzna pljučna fibroza. Tako kot pri silikozi tudi pri azbestozni v zelo napredovalem stadiju lahko pride do hude obremenitve desnega dela srca (do kroničnega pljučnega srca), ki v končni fazi lahko vodi v smrt.

Pri delavcih, izpostavljenih azbestu, se lahko pojavijo azbestne bradavice na rokah in odkritih delih vratu in prsnega koša. Na rentgenskem posnetku je vidno intenzivno mrežasto zasenčenje (kot motno steklo), plevralne adhezije so lahko kalcificirane. Vidne so spremembe v spodnjih delih pljuč. Tipična je obliteracija kosto-freničnih kotov, srčna senca postaja nejasna,

prisotni so lahko tudi znaki plevralnih zadebelitev, ki lahko obstajajo celo brez ostalih znakov azbestoze. Med fibroznimi spremembami je lahko tudi emfizem, kar daje skupaj s fibrozo značilen videz satja – satasta pljuča.

Razen nevarnosti za nastanek azbestoze je azbest posebno nevaren zaradi svoje rakotvornosti. Kot ena od komplikacij izpostavljenosti azbestu lahko pride do karcinoma pljuč in mezotelioma plevre in peritoneja. Pri intenzivnejši izpostavljenosti je dokazana linearna povezanost med kumulativno dozo in tveganjem za nastanek raka. Vse oblike azbestoze povečajo tveganje za nastanek mezotelioma, vendar je pri nekaterih vrstah povezanost bolj očitna kot pri drugih (krocidolit in amosit imata višje tveganje kot serpentin).

Poudariti je treba, da kajenje in azbest delujeta sinergistično, kajti tveganje za umrljivost dolgoletnih kadilcev, ki so izpostavljeni azbestu, je kar 52-krat večje kot nekadilcev, ki niso izpostavljeni azbestu (tveganje za nastanek pljučnega raka pri kadilcih je 11-krat večje kot pri nekadilcih, pri izpostavljenih nekadilcih azbestu 5-krat večje kot pri neizpostavljenih nekadilcih).

Azbestna vlakna pridejo v telo z vdihavanjem ali pa s pitno vodo in hrano. Predvsem se moramo zavedati, da samih azbestnih vlaken ne vidimo s prostim očesom, jih ne vohamo in jih ne čutimo ob vdihavanju. Zato se moramo pri delu z njimi zavestno odločiti za zaščito ljudi in okolja (navadna maska ne zadostuje – potrebni so posebni filtri). Tveganje se povečuje pri vdihavanju večjega števila vlaken, do česar lahko pride pri obdelavi (vrtanju, razbijanju, trganju, žaganju) materialov, ki vsebujejo azbest, ali če so le-ti poškodovani. Nevarni so predvsem tisti izdelki, ki se drobijo ali spreminjajo v prah, ko jih uporabljamo ali delamo z njimi. Drobljiv azbest lahko z rokami ceframo ali drobimo, nedrobljiv azbest pa je pretrd, da bi ga zdrobili med prsti.

Azbestna vlakna so lahko prisotna tudi v vodi, še posebej če imamo azbestcemente vodne cevi. Stopnja odpuščanja vlaken iz cevi je odvisna od starosti cevi ter kislosti in trdote vode.

Azbestna vlakna se nahajajo tudi v atmosferi, vendar predstavljajo relativno majhen delež celotnega vlaknatega aerosola v vdihanem zraku. Ker so azbestna vlakna kemično nerazgradljiva, jih lahko odstranijo le padavine.

Izpostavljenost pa ni odvisna le od industrijske panoge, ampak tudi od delovnega mesta, preventivnih ukrepov na delovnem mestu in od delavca samega. Možni so trije načini izpostavljenosti:

- » z inhalacijo: sama navzočnost azbesta še ni nujno zdravju škodljiva. Biti mora cepljiv in prisoten v zraku v obliki azbestnih vlaken ustreznih dimenzij; šele tako lahko vlakna prispejo v spodnja dihalna in resno ogrozijo zdravje izpostavljenih. S to obliko izpostavljenosti je povezana večina bolezni, ki se nanašajo na izpostavljenost azbestu;
- » z zaužitjem: zaradi množične uporabe azbestcementnih cevi za pretok pitne vode se je upravičeno pojavilo

vprašanje o vsebnosti azbestnih vlaken v pitni vodi in njenih učinkih na zdravje. Več epidemioloških raziskav v svetu je dokazalo, da je azbest, ki pride v prebavni trak z vodo, nenevaren za zdravje. Izjema je prisotnost agresivne pitne vode, ki topi cementni kamen v azbestcementnih ceveh in tako osvobaja azbestna vlakna. Na ta način lahko pride do prekomerne kontaminacije vode in nastanka malignih neoplazem v trebušni votlini;

- » površinska izpostavljenost: azbest ne penetrira v kožo in tako ne more povzročiti resnejših kožnih bolezni. Možno je le lokalno draženje in nastanek t. i. azbestnih bradavic.

## Formaldehid

Formaldehid je industrijska surovina za sintezo duroplastičnih sečninskih, fenolnih in melaminskih smol, ki se uporabljajo predvsem za izdelavo permanentnih lepil, izolacijskih materialov in predmetov za široko potrošnjo. Vodna raztopina formaldehida je dobro dezinfekcijsko sredstvo, ki uniči večino bakterij in gliv, vključno s spori. V medicini se uporabljajo kot konzervansi za cepiva, sredstvo za sušenje kože in odpravljanje bradavic. V akvaristiki se formaldehid uporablja za odpravljanje parazitov. V več evropskih državah je uporaba formaldehida, s formaldehidom obdelanih proizvodov in balzamiranje zaradi njegovih karcinogenih lastnosti omejena. Formaldehid se nahaja tudi v cigaretnem dimu, v izpušnih plinih avtomobilov, sprošča se iz pohištva, iz iverk, ki so lepljene s fenolformaldehidnimi smolami. V naravi je prisoten v koncentracijah okoli 0,1 ppm (delov formaldehida na milijon delov zraka) in večinoma ne škoduje ljudem. Plošče slovenskih proizvajalcev morajo biti ocenjene na vsebnost formaldehida in ne smejo presežati vrednosti 6,5 mg/100 g plošče, kar je za večino ljudi dovolj nizka koncentracija, da ne vpliva škodljivo na zdravje. Znaki izpostavljenosti formaldehidu so lahko solzenje oči, občutek žarenja v očeh, nosu in žrelu, kašljanje, občutek dušenja, kihanje, poškodbe kože in alergične reakcije, kadar so koncentracije dovolj velike. Lahko pa moti dihanje pri ljudeh z astmo. Formaldehid je uvrščen med možne povzročitelje raka pri človeku. Na izločanje formaldehida

**V več evropskih državah je uporaba formaldehida, s formaldehidom obdelanih proizvodov in balzamiranje zaradi njegovih karcinogenih lastnosti omejena.**



iz pohištva vpliva več dejavnikov: starost, način obdelave (surov les, prelepljen z drugim materialom) in vlaga, zračenje ter temperatura v prostoru. Pogosto zatesnitev stavb zaradi energetske prenove in posledično manjšega prehoda zraka skozi stavbi ovaj ob neustreznem oz. nezadostnem prezračevanju vodi v povišane vrednosti formaldehida in ostalih lahko hlapnih organskih spojin v notranjem zraku.

### Hlapne organske spojine

Hlapne organske spojine se lahko sproščajo iz gradbenih materialov (npr. stenske obloge, barve, laki), novega pohištva (npr. pisarniška oprema) ter ostankov topil in čistil na površinah. Za povečanje trajnosti in prožnosti PVC-ja jim med predelavo dodajajo različne mehčalce, ftalate. Ftalati migrirajo iz PVC materiala v okolje v celotnem življenjskem ciklu proizvoda in imajo zelo dolgo obstojnost. Številne raziskave kažejo na povezanost ftalatov in pojava astme, alergije in draženja sluznic dihal. Najbolj izpostavljene populacijske skupine so otroci (glede na telesno maso vdihnejo več zraka) in odrasli (poklicna izpostavljenost). Nekatere raziskave celo dokazujejo, da ima PVC rakotvorni učinek in negativen vpliv na reprodukcijo. Ftalati delujejo na človeško telo kot motilci hormonov, kar pomeni, da motijo ravnovesje hormonov v živih organizmih in lahko potencialno povzročijo feminizacijo moških. Poleg tega je dokazana njihova rakotvornost, ki se predvsem kaže v obliki malignega raka dojke in raka na modih, povzročajo tudi zmanjšano plodnost pri moških. Ftalate prav tako lahko vsebujejo nekateri osvežilci zraka.

### Tobačni dim

Tobačni dim je aerosol v plinu dispergiranih kapljic in par različnih sestavin, ki nastanejo s pirolizo vrha cigarete. Je mešanica strupenih plinov, tekočin in majhnih trdih delcev, ki škodujejo človekovemu zdravju.

Tobačni dim iz okolja prihaja iz dveh virov: iz glavnega in stranskega dima. Glavni dim je kompleksna aerosolna mešanica, ki jo kadilec vdihne, filtrira v pljučih in izdihne. Stranski dim je aerosol, ki izpuhne neposredno v okolico s prižganega konca smodečega se tobačnega proizvoda. Oba dima sestavljajo podobne sestavine, vključno z dušikovimi oksidi, nikotinom, ogljikovim monoksidom in različnimi karcinogeni in sokarcinogeni. Vendar ima nerazredčen stranski dim višji pH, manjše delce in večje koncentracije ogljikovega monoksida in drugih toksičnih in kancerogenih sestavin. Tako je v njem tudi več amoniaka, hitro hlapljivih nitrozaminov in aromatičnih aminov. Ocenjujejo, da se v dimu povprečne sobe med kajenjem nahaja 85 % stranskega dima. V kolikšni meri je nekadilec izpostavljen tobačnemu dimu iz okolja, se določa glede na dejavnike, kot so tip cigaret, količina pokajenih cigaret v prostoru, velikost prostora, prezračevalni pogoji, čas izpostavljenosti in drugo. Sestavina tobačnega dima je odvisna od tipa tobaka, načina njegovega gojenja, predelave in načina gorenja. V njem so identificirane številne kemijske spojine, ki jih glede na biološko aktivnost klasificiramo v kemijske dušljivce, iritante, kancerogene, inhibitorje encimov, nevrotoksine in farmakološko aktivne snovi. Glavna pot absorpcije snovi iz



cigaretnega dima je skozi pljuča, del pa se s kajenjem cigare ali pipe absorbira tudi prek ustne sluznice. Kadilec vdihne tretjino dima prižgane cigarete, dve tretjini dima pa se prosto širita po prostoru.

V povprečju gre 75 % vsega cigaretnega dima v okolje (angl. *sidestream smoke* ali *environmental tobacco smoke*). Stranski dim ali okoljski tobačni dim, ki gre v okolje, pride od tobaka, ki je zgorel ob višji temperaturi in z manj kisika. Koncentracije različnih toksinov (npr. formaldehida, amoniaka in nitrosaminov) v stranskem dimu so višje kot v glavnem dimu, zato je stranski dim še bolj karcinogen.

V tobačnem dimu iz okolja je več kot 4000 kemikalij, vključno z ogljikovim monoksidom, formaldehidom, benzeneom, kromom, nikljem, arzenom in vodikovim cianidom. Slednjega je v tobačnem dimu iz okolja sorazmerno kar 160-krat več, kot znaša vrednost, ki jo že štejejo za nevarno.

Tobačni dim iz okolja vsebuje enake strupene kemikalije kot dim, ki ga med kajenjem vdihava kadilec. Vendar je v tobačnem dimu iz okolja vsaj dvakrat več nikotina in katrana kot v dimu, ki ga vdihava kadilec neposredno iz cigarete.

V tobačnem dimu najdemo kompleksno mešanico kemičnih substanc v obliki plinov in posameznih delcev. V njem je več kot tisoč kemičnih spojin, ki so v plinastem ali tekočem stanju ali pa v obliki mikroskopsko majhnih delcev. Najpomembnejši med njimi je živčni strup nikotin in mnogo znanih spojin, ki povzročajo raka. Med spojine spadajo: svinčeva kislina, katran, ogljikov monoksid, aldehidi, ketoni, piridini, fenoli, amoniak, metanol, žveplov dioksid.

Tobačni dim lahko razdelimo na trdno (nikotin in katran) in plinsko (ogljikov monoksid, formaldehid, benzen ...) fazo. Ogljikovega monoksida je 10 do 23 mg na pokajeno cigareto, benzena 12 do 48 in formaldehida 70 do 100 mikrogramov na pokajeno cigareto.

Prisoten ogljikov monoksid se veže na hemoglobin in s tem povzroči zmanjšanje dostave kisika do telesnih tkiv. Ogljikov monoksid kadilci redno vdihavajo. Je strupen plin brez vonja in nastaja pri izgorevanju tobaka in cigaretnega papirja. V inhaliranem tobakovem dimu ga je od 3 do 5 %, zaradi intermitentne ekspozicije in razredčenosti vdihanega zraka pa je količina, ki je absorbirana v

organizem, okrog 0,04 %. Osemurna pasivna inhalacija ogljikovega monoksida v prostoru, v katerem se kadi, je za nekadilce enaka 5 pokajenim cigaretam v tem času. Njegova koncentracija se spreminja s temperaturo, pri kateri cigareta gori, zavisi pa tudi od poroznosti papirja. Proizvedena količina ogljikovega monoksida narašča proti koncu kajenja cigarete. Kadilci ga ne izdihavajo, ker skozi pljuča zelo hitro vstopa v kri in se spoji s krvnim barvilom hemoglobinom v rdečih krvničkah. Ker je sposobnost za spajanje ogljikovega monoksida s hemoglobinom več kot dvestokrat večja od kisikove, hemoglobin v obliki karboksihemoglobina ne more sprejemati in oddajati kisika, prav tako pa ogljikov monoksid povzroča oteženo disociacijo preostalega oksihemoglobina. Kisik je čvrsteje vezan na hemoglobin in tkiva prejemajo mnogo manj kisika, tako lahko pride pri hudem kajenju celo do neposrednega pomanjkanja kisika v tkivih in organih.

Med delci v tobačnem dimu najdemo alkaloidne – v glavnem nikotin in katran. Nikotina je v različnih cigaretah in različnih vrstah tobaka od 0,1 do 2,0 mg na cigareto, povprečno pa 0,9 mg. Vsebnost katrana niha med 1,0 do 25 mg na cigareto, povprečno ga je 12 mg. Na splošno velja, da cigarete z večjo vsebnostjo nikotina vsebujejo tudi več katrana. Nikotin se izredno hitro absorbira v telo skozi pljuča, kožo, ustno votlino in nosno sluznico ter prebavni trakt in vpliva na številne organske sisteme. V centralnem živčnem sistemu stimulira specifične acetilholinske receptorje in povzroči povečanje psihomotorne aktivnosti, kognitivne funkcije, senzomotorični učinek, pozornost in ojača spomin. Normalne doze nikotina povečajo srčno frekvenco, krvni tlak in kontraktilnost srca. V koronarnih arterijah brez aterosklerotičnih sprememb povzročijo vazodilatacijo in s tem povečan pretok krvi, da bi se zadovoljila povečana potreba srčne mišice po kisiku; v aterosklerotičnih, ki se ne morejo razširiti, pa lahko pride do srčne ishemije, zaradi katere potrebam po kisiku ni zadoščeno, kar lahko privede do angine pectoris ali srčnega popuščanja. Poleg vpliva na centralni živčni sistem je nikotin tudi stimulans, ki poveča srčno frekvenco, krvni pritisk in miokardno krčenje, aktivira osvobajanje acetilholina, poveča agregacijo trombocitov ter povzroča mobilizacijo prostih maščobnih kislin in rastnih hormonov, kot tudi vazopresinov in b-endorfinov. Kot posledica kardiovaskularnih vplivov nikotina se povečajo zahteva za srčno delo, prizadetosti metabolne izmenjave skozi kapilarni zid z ishemičnimi epizodami in iniciacija tromboze. Posledici izpostavitve nikotinu in ogljikovemu monoksidu sta zmanjšanje zmožnosti fizične vadbe bolnikov z angino pectoris in povečano tveganje akutne srčne kapi ter celo smrti bolnikov z boleznimi srca. Nikotin povzroči tudi krčenje krvnih žil, katerega posledica so koronarni spazmi.

Katran je kompleksna mešanica kemikalij, ki vključuje večino od verjetnih karcinogenov, ko-karcinogenov in tumorskih promotorjev v tobačnem dimu. Tako so v katranu benzopireni in drugi poliaromatski ogljikovodiki (PAH), nitrozamini na bazi nikotina,  $\beta$ -naftilamin, polonij 210 in kovine, kot so nikelj, arzenik in kadmij. Katran je zmes različnih policikličnih ogljikovodikov, ki nastajajo kot produkt izgorevanja suhih tobakovih listov. Filtri zadržijo

## 4 kadilci pomenijo pri oddajanju vonjav v prostor – k onesnaževanju zraka – enako kot 100 nekadilcev.

tudi do polovico katrana. Kakovostni filtri bi ga lahko popolnoma odstranili, vendar bi bila cigareta brez okusa. Pri kajenju desetih cigaret na dan se v desetih letih prilepi na sluznico grla, sapnika in bronhijev okoli 1 kg katrana. Škodljivi vplivi katrana se ne pokažejo takoj, temveč šele na dolgi rok. Ker se večina katrana ne izloči, so okvare, ki jih povzročijo, največkrat nepopravljive. Vpliv katrana se najhitreje pokaže v obliki jutranjega pokašljevanja. Poškoduje sluznico dihalne poti in s tem uničuje epitelne celice z migetalkami. Poveča se število čašastih celic, ki prekomerno izločajo sluz. Zaradi vnete sluznice sapnika, ki je odebeljena, se zmanjša tudi izločanje sluzi. Ima odločilni vpliv na razvoj kroničnega bronhitisa in raka, vpliva na glasilke in kadilci, ki veliko kadijo, spremenijo glas, ki postane z leti globlji in bolj raskav.

Poleg tega so pomembne tudi emisije kadilca – vonjave. Kadilec, ki kadi, oddaja kar 25 olf emisij – vonjav v zrak prostora; kadilec, ki ne kadi, pa 6 olf, če sicer kadi 1,25 cigarete na uro (povprečni kadilci, med katere po statistikah prištevamo 75 %), oziroma 7,7 olf, če kadi 1,6 cigarete na uro (strastni kadilci, med katere prištevamo okrog 25 %). Oseba, ki ne kadi, v povprečju oddaja le 1 olf vonjav v prostor, torej 4 kadilci pomenijo pri oddajanju vonjav v prostor – k onesnaževanju zraka – enako kot 100 nekadilcev.

Med pomembne vire notranjega onesnaževanja prištevamo tudi uporabnike. Bioefluenti so produkti človeškega metabolizma in so emitirani v okolico. Mednje prištevamo alkohole (metanol, etanol, izobutilni alkohol), aldehide (etanal, pantanal), ogljikovodike (metan), ketone (acetone), merkaptane in sulfide, organske kisline (piruvatna, valerična), organske dušikove spojine (indol, skatol), pline (vodik, amonijak, ogljikov monoksid in ogljikov dioksid). Vloga prezračevalnega sistema v notranjem okolju je zmanjšanje koncentracij bioefluentov in drugih onesnaževalcev zraka.

### • BIOLOŠKI DEJAVNIKI TVEGANJA

Med glavne biološke dejavnike delovnega okolja uvrščamo mikroorganizme (bakterije, viruse in glive). Pomemben vzrok povišane koncentracije mikroorganizmov v zaprtih prostorih so nepravilna gradnja, slabo načrtovanje stavb, poškodbe v strukturi

stavb, zastareli prezračevalni sistemi ter gradbena dela v delovnem okolju ali neposredni bližini. Povišanje vlage v stavbah vodi k prekomernemu razvoju mikroorganizmov v stavbi. Številne raziskave dokazujejo povezavo med vlažnimi prostori in/ali prostori z vidno plesnijo s pojavom simptomov, ki se pojavljajo pri SBS (glavobol, utrujenost, pekoče oči, zamašen nos, neprestan izcedek iz nosu, kašelj ter večja dovzetnost za okužbe med uporabniki prostorov). Toplotni mostovi, ki so posledica nepravilne gradnje oz. načrtovanja stavb, predstavljajo velik problem zlasti pri starejših zgradbah, v katerih se ob nizkih zunanjih temperaturah vodna para v zraku kondenzira in postane dostopna mikroorganizmom za njihovo rast.

Notranji zrak običajno vsebuje od 300 do 900 cfu (angl. Colony Forming Units – kolonijska enota) patogenih in nepatogenih mikroorganizmov na m<sup>3</sup> zraka. S kihanjem, kašljanjem in govorjenjem še dodatno širimo mikroorganizme v okolje. Na višje koncentracije nekaterih mikroorganizmov v prostoru pa vplivata tudi prisotnost določenih okužb med osebami ter nezadostna higiena. Pomemben vir bioloških dejavnikov so lahko tudi nepravilno razporejeni in slabo vzdrževani prezračevalni sistemi ter nezadostno prezračevanje. Poleg mikroorganizmov lahko notranji zrak vsebuje še približno od 107 do 1011 delcev (PM) z velikostjo od 0,5 do 10 mikrometrov premera. Na dan pa ljudje oddajajo tudi več kot 107 delcev kože.

V stavbah se na mestih, na katerih se nabira vlaga, pogosto pojavljajo glive oziroma plesni. Vlažna mesta nastanejo tudi zaradi gradbenih napak (toplotni mostovi, zamakanje) in poplav. Pogost vzrok za povečano vlažnost notranjega zraka so tudi življenjske navade uporabnikov, ki zaradi varčevanja z energijo manj intenzivno prezračujejo bivalne prostore. Pregled raziskav je pokazal, da lahko plesni vplivajo na zdravje človeka na štiri različne načine: (1) lahko sprožijo okužbo, (2) lahko delujejo kot alergen, (3) lahko delujejo toksično in (4) lahko vzbudijo vnetno reakcijo.

Bolj občutljivi ljudje so predvsem imunsko oslabljeni, otroci, kadilci in osebe s kroničnimi dihalnimi obolenji. V notranjem zraku, kjer je bila zaznana rast plesni, je bila prisotna višja koncentracija spor plesni, predvsem *Aspergillus* sp., ki spada med najbolj agresivne plesni. Najpogosteje prisotni rodovi gliv v notranjem in zunanjem zraku so *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. in *Mucor* sp. Prav prisotnost rodov gliv *Aspergillus* sp. in *Penicillium* sp. v notranjem zraku povzroča številne alergijske reakcije in respiratorne težave ter pripomore k nastanku SBS. Rezultati opravljenih raziskav v Sloveniji so pokazali, da ima več kot petina anketirancev v notranjem okolju prisotno plesen in da je četrtnina ljudi pri sebi v zadnjih dvanajstih mesecih opazila simptome, ki so povezane s težavami z dihalni.

Glavni vzrok za nastanek oziroma razvoj plesni je prekomerna vlažnost v prostoru. Iz strokovne literature je znan podatek, da že relativna vlažnost med 80 in 85 % zadošča za razvoj plesni. Določene vrste plesni lahko preživijo v zelo izsušenem stanju in tako čakajo na nastop ugodnih razmer za ponoven razvoj. Razvoj plesni

lahko zmanjšamo z zmanjšanjem prekomerne relativne vlažnosti v prostoru in tudi z odpravo vzrokov navlaženja konstrukcijskih sklopov. Vsi drugi posegi za odstranjevanje plesni nimajo dolgoročnega učinka. Če plesni odstranimo samo površinsko, to ni dovolj. Na prizadetem mestu je treba omet odstraniti v celoti, lesene dele pa zamenjati.

Čeprav so vse alergije, ki nastanejo zaradi izpostavljenosti plesni, potencialno nevarne, je dobra novica ta, da niso vse enako resne. Alergija tipa 1, ki je najpogostejša, se kaže v obliki srbenja oči, kihanja, kašljanja in zamašenega nosu, alergija tipa 2 se kaže s težkim dihanjem, kašljanjem, pomanjkanjem sape in tiščanjem v pljučih, bronhopulmonarne mikoze pa predstavljajo tretjo skupino alergij, ki se pojavljajo zgolj pri bolnikih z astmo in lahko povzročijo preraščanje bronhialnih poti s fungusi.

Plesni, ki povzročajo izbruh različnih bolezni, pa so lahko odgovorne tudi za nastanek infekcij. Te se najpogosteje pojavljajo pri osebah z oslabljenim imunskim sistemom in povzročajo infekcije zgornjih dihalnih poti in vnetje sinusov.

V najhujših primerih lahko plesen poškoduje notranje organe in povzroči celo odpoved organov pri ljudeh. Do tega pride, če spore plesni prodrejo v človeško telo in začnejo kolonizirati določene organe, se hraniti z njim in medtem sproščati mikotoksine, ki so nevarni za ljudi. Mikotoksini škodljivo vplivajo na vse notranje organe, vključno s srcem, pljuči in reproduktivnimi organi. Učinki izpostavljenosti plesni na reproduktivne organe še niso dobro raziskani, vendar pa so raziskave pokazale, da so imele ženske, ki so bile dlje časa izpostavljene črni plesni, težave z zanositvijo in da so doživele več spontanih splavov. Izpostavljenost pa je nevarna tudi za plod, saj so študije primerov pokazale, da so nekateri otroci, katerih matere so bile med nosečnostjo izpostavljene plesni, trpeli zaradi krvavitev v pljučih.

Poleg poškodb notranjih organov lahko plesen povzroči tudi poškodbe ožilja, kvarjenje ven in arterij, zaradi česar lahko pride do notranjih krvavitev in poškodbe kože. Tako se lahko ob stiku s plesnijo ali zaradi dolgotrajne izpostavljenosti plesni pojavijo koprivnica, srbečica, občutljivost kože in pekoč ter boleč občutek na koži.



V najhujših primerih lahko plesen poškoduje notranje organe in povzroči celo odpoved organov pri ljudeh.



Med metaboličnim procesom plesni se oblikujejo hlapljive organske sestavine, ki se sproščajo v zrak in prodrejo v telo z dihanjem. Dolgotrajno vdihovanje teh sestavin povzroči poškodbe nosne sluznice, ki se kaže z izsušitvijo ali razdraženostjo, pogostimi krvavitvami iz nosu, glavoboli in zamašenostjo nosu in akumulacijo mikotoksinov v pljučih.

Simptomi zdravstvenih težav, povezanih s plesnijo, so odvisni predvsem od tega, na kakšen način je oseba prišla v stik z njo, na splošno pa se pojavljajo:

- » težave z dihanjem, ki lahko vodijo v napade astme, še posebej, če oseba že ima tovrstne težave,
- » kronične infekcije sinusov, ki vodijo do glavobolov, zamašenosti nosu in kašlja,
- » prekomerno kašljanje in kihanje,
- » gripi podobni simptomi.

Če so ti simptomi hitro odkriti in diagnosticirani, je težavo mogoče tudi hitro in učinkovito odpraviti. Če te simptome predolgo preziramo, pa lahko pride do zastrupitve.

Polimer 1,3- $\beta$ -glukan, ki je sestavni del celičnih sten gliv, nekaterih bakterij, rastlin ter cvetnega prahu, ima negativne učinke na zdravje, zavira delovanje imunskega sistema ter sproža vnetne procese. Zaradi statistične povezave med 1,3- $\beta$ -glukanom ter škodljivimi vplivi na zdravje lahko 1,3- $\beta$ -glukan uporabimo kot indikator za določanje SBS.

### SINDROMI, POVEZANI S SINDROMOM BOLNIH STAVB

Strokovnjaki menijo, da je mogoče SBS skupaj z večstransko kemično občutljivostjo (Multiple Chemical Sensitivity MCS), fibromialgijo, sindromom zalivske vojne ter sindromom kronične utrujenosti (SKU) uvrstiti v skupino idiopatskih okoljskih netoleranc. Ta skupina netoleranc je zaradi pomanjkanja dokazanih patogenih mehanizmov, široke palete simptomov, pomanjkanja jasno, neposredno povezanih kliničnih znakov z različnimi dejavniki ter odsotnostjo izključitvenih diagnostičnih kriterijev težko definirana.



### SINDROM KRONIČNE UTRUJENOSTI

Njegov izvor poskušajo razložiti številne teorije, toda vse kaže, da je za njim en sam vzrok, sinergistično delovanje številnih toksičnih kemikalij iz našega okolja. V stroki prevladuje mnenje, da je SKU skupek bolezenskih znakov, ki izvirajo iz kombinacije več dejavnikov. To so: okužba z enim ali več virusi, delovanje strupov iz okolja in posameznikova genska zasnova. Bolniki s SKU kažejo stanje nenehne utrujenosti, vendar je ta posledica motenj v delovanju imunskega in živčnega sistema ter žlez z notranjim izločanjem. Utrujenost zdravih, vendar preobremenjenih ljudi namreč hitro odpravi primeren počitek. Raziskovalci so v končni redakciji opredelili diagnostiko SKU, za katero je značilna prisotnost štirih ali več opaznih simptomov, ki trajajo več kot šest mesecev. To so:

- » motnje kratkoročnega spomina in koncentracije,
- » pogoste bolečine in vnetja grla,
- » povečani limfni noduli v vratnem in pazdušnem predelu,
- » ponavljajoče se bolečine v mišicah in sklepkih brez znakov vnetja,
- » pogosti nenavadni glavoboli,
- » jutranje zburjanje ob silni zbitosti, spanje brez počitka,
- » slabo počutje po fizičnem naporu traja dlje kot 24 ur,
- » splošno zmanjšana odpornost,
- » nenavadne prebavne motnje.

Dolgotrajna prisotnost naštetih težav lahko raven dnevnih dejavnosti obolelega zniža tudi za več kot 50 odstotkov. Zdraviti je treba vse simptome hkrati, kajti če spregledamo samo enega, zdravljenje ni uspešno. SKU lahko nastopi tudi bolj prikrito, v obliki, pri kateri so tipični znaki slabo razviti. Med zdravjem in boleznijo je sivo območje, prehod, širok tisoč drobnih korakov, in prav SKU se pogosto umesti prav sem, v stanje, ki ni ne zdravje ne bolezen.

### SINDROM RAZDRAŽLJIVEGA ČREVESJA

Sindrom razdražljivega črevesja je ena od najpogostejših bolezni prebavil, za katero oboli vsak deseti posameznik. Najpogosteje se pojavi med 25. in 45. letom starosti, lahko pa kadarkoli. Urejena prebava je eden ključnih dejavnikov za dobro zdravje in počutje. Dokler z njo nimamo težav, ji ne posvečamo pretirane pozornosti, ko pa postanejo kronične, lahko govorimo o razdražljivem črevesju, ki ga prepoznamo po izrazitih simptomih:

- » bolečine v trebuhu, napenjanje, vetrovi,
- » diareja ali zaprtje, lahko tudi oboje,
- » sluz v blatu,
- » slabost in bruhanje,
- » občutek neizpraznjenosti,
- » depresija, napetost, stres.

Drugi povezani simptomi so glavobol, bolečine v hrbtu, utrujenost, težave pri odvajanju vode. Čeprav so znaki kronični, raziskave kažejo, da ne povzročajo sprememb na sluznici debelega črevesja, ki vodijo v razvoj rakavih

obolenj. Točni vzrok sindroma razdražljivega črevesja še ni dokončno potrjen, zdravniki trdijo, da je vzrokov več, in povezujejo delovanje črevesja z delovanjem možganov. Zdi se, da imajo oboleli preobčutljivo črevesje, zato reagirajo na dražljaje, na katere se manj občutljivo črevesje sploh ne odziva. Dražljaji so lahko povezani s hrano, vse bolj pa se potrjuje povezanost s psihičnim stresom, depresijo, nihanjem razpoloženja in tesnobo, zato zdravniki sindrom obravnavajo (tudi) kot psihosomatsko motnjo.

#### • SINDROM FIBROMIALGIJE

Sindrom fibromialgie je obolenje, ki je simptomatsko (verjetno pa tudi vzročno) zelo podobno bolezni SKU, zato ju celo strokovnjaki včasih težko ločujejo. Lahko pa se pri bolniku pojavljata celo obe obolenji hkrati. Fibromialgija je opredeljena kot kronični mišično-skeletni sindrom, za katerega so značilni prisotnost nepojasnjene, široko razprostranjene bolečine ali zbadanja (ki se pogosto začne pojavljati najprej na vratu ali ramenih, kasneje pa postane bolj splošna), nenehna utrujenost, splošna jutranja otrdelost, spanec, ki ne odpočije, in številne boleče točke v mišicah. Bolniki navadno občutijo, da »jih vse boli« in težko omejijo boleče mesto.

Najpogostejši znaki fibromialgije so:

- » bolečine v mišicah in sklepih,
- » utrujenost in pomanjkanje energije (zlasti zjutraj in proti večeru),
- » jutranja otrdelost,
- » boleče točke v mišicah (na hrbtu: mesto, kjer se stikata vrat in glava, zgornja linija ramen, proti prsni hrbtenici, v ledveno-križni hrbtenici, nad ritnico in tik pod ritnico; na sprednji strani telesa: vrat, tik nad notranjim robom ključnice, nekoliko bolj navzven, približno štiri prste nižje od prejšnje točke, dlančna stran podlahti in notranja stran kolena. Te točke niso pri vseh bolnikih povsem fiksne.).

Bolečina mora biti stalna in se mora pojavljati vsaj tri mesece.

#### • VEČSTRANSKA KEMIČNA OBČUTLJIVOST

MSC je sindrom, pri katerem se pri nekaterih posameznikih ob izpostavljenosti določenim kemikalijam, ki so za večino ljudi običajno sprejemljiva, pokaže z dolgotrajnimi kroničnimi obolenji, ki so lahko podobna simptomom SBS. MCS se pojavi kljub zelo nizki prisotnosti različnih kemikalij v okolju.

MSC pretežno prizadene ženske srednjih let ne glede na ekonomski status, raso ali izobrazbo.

Prav tako kot pri SBS je izvor običajno neznan in povezan z več različnimi faktorji (psihološki, fiziološki, okoljski).

#### LITERATURA

Celoten seznam literature je dostopen na [www.zvd.si](http://www.zvd.si). Prosimo, vnesite naslov članka v polje "Išči". ■

### UKREPI ZA OBVLADOVANJE IN PREPREČEVANJE SINDROMA BOLNIH STAVB

Ukrepi za obvladovanje in preprečevanje SBS morajo temeljiti predvsem na preventivnih ukrepih od faze načrtovanja do izgradnje in uporabe stavbe. Potreben je multidisciplinarni pristop. **Med najpomembnejše ukrepe za zmanjšanje in obvladovanje pojava SBS in nadzor nad dejavniki tveganja uvrščamo:**

- » implementacijo in izvajanje ustreznih pravnih predpisov,
- » oceno tveganja in obvladovanje tveganja,
- » ustrezne epidemiološke raziskave (ocena izpostavljenosti, okoljska anamneza),
- » analizo življenjskega cikla (LCA),
- » gradbeno in arhitekturno projektiranje, ki temelji na principu bioklimatskega načrtovanja, oblikovanje in izgradnja primerne ovojne stavbe in konstrukcijskih sklopov z uporabo zdravju prijaznih gradbenih proizvodov in
- » učinkovite in ustrezno vzdrževane sisteme HVAC (*angl. heating, ventilating, and air conditioning* – ogrevanje, prezračevanje in klimatizacija).

#### Delodajalcu se svetuje, da opravi:

- » anketo med zaposlenimi, da bi ugotovili simptome, ki se pojavljajo pogosteje, kot bi pričakovali, oz. da morda prepoznamo enostavnejše očitne vzroke težav (temperatura, vlažnost ...) oz. postavimo sum na prikrite vzroke (prezračevalni sistemi, barve ...),
- » analizo čistosti in ustreznost čiščenja stavbe (sesalniki, filtri ...),
- » preveri uporabo čistil in ostalih morebitnih onesnaževalcev v stavbi (kartuše, prostori za fotokopiranje ...),
- » preveri delovanje ogrevanja, prezračevanja in klimatskih naprav (način in ustreznost dovajanja svežega zraka, možnost naravnega prezračevanja, zračenja ...),
- » preveri stanje in čistost zračnih filtrov, vlažilcev, izsuševalcev, hladilnih naprav ...,
- » preveri dnevnike ogrevanja, prezračevanja in vzdrževalnih del na teh sistemih,
- » preveri meritve hrupa, osvetljenosti in mikroklimatskih pogojev v stavbah,
- » preveri moteče zunanje dejavnike (bližina cest, industrijskih ali drugih obratov, cvetočih dreves – cvetni prah, stoječih voda ..., ki vplivajo na bivalne in delovne pogoje),
- » analizo (ne)ustreznih organizacijskih in psiholoških dejavnikov delovnega okolja,
- » vpliv dejavnosti delodajalca na bivalne in delovne pogoje zaposlenih,
- » urejenost organizirane prehrane med delom, kajenja itd.

**Grajeno okolje ima velik vpliv na zdravje ljudi, zato moramo poskrbeti, da so stavbe in okolje, v katerem živimo in delamo, varne, energetske učinkovite in zdravstveno ustrezne ter da dopuščajo oziroma spodbujajo zdrav način življenja in dobro počutje.**