

EKOLOGIJA DELA Z ELEMENTI VARNEGA OKOLJA

Namen varstva pri delu in urejenosti delovnega okolja je:
ohraniti zdravje in delovno kondicijo delavcev ter
dobro gospodarjenje in nemoteno proizvodnjo.

Poseben pomen varstva pri delu je njegova **preventivna** vloga: da že vnaprej čim bolj zmanjša tveganja, ki jim je delavec izpostavljen pri opravljanju delovnih opravil. Skrb za delovno okolje ima pri tem predvsem nalogo, zmanjšati verjetnost zdravstvenih okvar ali poklicnih bolezni ter posredno poškodb pri delu, materialne škode in omogočiti nemoten in najugodnejše potekajoči delovni postopek.

Izrazoslovje v zvezi z delovnim okoljem se razvija in zato ni enotno. V praksi označujemo delovno okolje tudi z izrazi, kot so: »ekologija dela«, »delovne razmere«, »fizikalne, kemične in biološke škodljivosti in mikroklima« ipd.

DELOVNI POSTOPEK IN OKOLJE

Delovni ljudje so tretjino dneva izpostavljeni razmeram v delovnem okolju in dve tretjini izven dela zunanjemu okolju.

Proizvodni postopki vplivajo na zunanje okolje z emisijami v zrak ali vodo, s hrupom, odpadki, nevarnimi snovmi, transportom materiala in ljudi itd.

Zato so proizvodni postopek, delovno in zunanje okolje tesno povezani in jih smiselno ne moremo obravnavati ločeno.

Ločujejo jih formalno ločena področja predpisov. V tej fazi se omejimo na osnovna določila in pojme, s katerimi zakonodaja določa kakovost delovnega okolja, opredeljuje vsebino in obseg, na katerega se nanašajo predpisi o varnem delu.

Zakonodaja predpisuje, da lahko podjetja uporabljajo samo takšna »sredstva za delo«, ki ustrezajo predpisom in ki zagotavljajo varno delo.

Posebej moramo opozoriti na dva pojma. S »sredstvi za delo« razumemo v smislu zakona gradbene objekte, delovne naprave in priprave, tehnološke postopke, sredstva za osebno varstvo, delovno okolje, snovi v proizvodnem postopku ter druga sredstva, ki se uporabljajo ali so kakorkoli v zvezi z delom, npr. prezračevalne, ogrevalne ali druge pomožne naprave. V pojmu »sredstva za delo« je implicitno všteto tudi delovno okolje, ki mora torej ustrezati predpisom in zagotavljati varno delo.

Drugi pojem so »podjetja in skupnosti« oziroma »delodajalci«, ki smejo uporabljati samo sredstva za delo, ki ustrezajo predpisom. Zahteva po varnem delovnem okolju se zato ne nanaša samo na podjetja, ki neposredno proizvajajo materialne dobrine, ampak na skupnosti, kot npr. šolstvo, zavarovalne skupnosti, banke, zdravstvo etc.

Zato morajo torej vsi delovni prostori, kjer poteka delovni proces ne glede na vrsto dela, ustrezati predpisom in zagotavljati varno delo. Torej tudi pisarne, kabine strojevodij, vratarnice ipd.

Delovne naprave in priprave, tehnološki postopek, snovi in druge naprave v zvezi z delom, postanejo z uporabo sestavni del okolja, v katerem delamo in morajo biti zato primerno zasnovane.

DELOVNO OKOLJE IN GOSPODARJENJE

Zaradi narave dela in delovnih nalog je delavec pri delu obremenjen s
psihofizičnimi,
fizičnimi,
senzornimi in z
obremenitvami zaradi delovnega okolja.

Če delovno okolje ni prilagojeno osnovnim zahtevam človekovega organizma (toplotne razmere, dovolj kisika v zraku, čistoča zraka, telesu prilagojene dimenzije itd.), zahtevam dela (za delo, ki zahteva natančne vidne zaznave, dovolj velika in primerna osvetlitev pri delu, ki zahteva koncentracijo, dovolj majhen hrup itd.) ali zmožnostim poedinca, je obremenilno.

Neurejeno delovno okolje pomeni dodatne obremenitve pri delu. Dodatne obremenitve lahko povzročajo nepotrebno utrujanje. Zaradi utrujenosti se zmanjša pazljivost. Zaradi manjše pazljivosti je večja verjetnost poškodbe pri delu, lomov strojev, večja pogostost in teža napak itd.

Skrb za delovno okolje zato ni samo želja po udobju, ampak je ekonomska kategorija, katere pomen zanemarjamo, ker praviloma nimamo objektivnih analiz, koliko »stane«, zaradi povečanega izmeta, manjše produktivnosti, odsotnosti z dela, invalidnosti itd. »prihranek« pri sanacijah ali izboljšavah delovnega okolja.

Optimizacija delovnega okolja je eden pogojev, da delavec lahko vso svojo pozornost in delovno sposobnost posveti opravljanju osnovnih nalog ter da obdrži delovno kondicijo in ohrani zdravje tudi po preteku celotne delovne dobe kakor zahteva novi zakon.

Z varnim delom niso vedno zagotovljene tudi optimalne razmere.

Če zagotovimo v delovnem prostoru npr. dovolj majhno raven hrupa, da bo delavec celo delovno dobo ohranil neokrnjeno slušno sposobnost (ne bo oglušel), še ni rečeno, da zaradi hrupa pri delu ni moten. Zavedati se moramo, da se

mejne vrednosti, ki jih predpisujejo normativi, da bi z njimi preprečevali zdravstvene okvare, razlikujejo od

zahtev za udobne delovne razmere. V svetu so znane številne raziskave, kako okolje vpliva na produktivnost /npr. storilnost zelo upada z naraščanjem temperature od 18 stopinj naprej; število napak se spreminja z osvetljenostjo itd./

Za optimalno poslovanje podjetja ter družbe kot celote je smiselno zagotoviti, da niso razmere pri delu samo varne, ampak da so tudi udobne.

Sredstva za delo morajo zagotavljati varno delo, ne samo ustrezati predpisom.

Zato moramo uporabiti obstoječe domače ali tuje znanje, če predpisa za določeno področje ni.

Cilj nadzora nad delovnimi razmerami torej ni formalno izvajanje predpisov, ampak objektivna osnova za odločitve, ali so potrebni ukrepi za izboljšanje razmer in objektivna osnova za oceno težiščnih problemov, ki morajo imeti prednost pri reševanju.

Ocenjujemo, da je zaradi neurejenega delovnega okolja zdravstveno ogroženih okoli petina delavcev in motenih pri delu zaradi razmer, ki odstopajo od mej udobja približno polovica delavcev.

PRVINE DELOVNEGA OKOLJA

Ekološke razmere v delovnem okolju tvorijo naslednje prvine:

- letna in zimska mikroklima (toplotne razmere),
- hrup, ultrazvok, infrazvok,
- vibracije,
- osvetlitev,
- elektromagnetna polja in valovanja (neionizirajoča sevanja),
- koncentracije prahu v zraku,
- koncentracije plinov in par v zraku
- biološke škodljivosti

Našteti so vplivi za katere danes menimo, da so najpomembnejši, ki so doslej najbolj raziskani in za katere so predpisane ali priporočene meje, v katerih morajo biti, da delavci niso zdravstveno ogroženi.

METODA PREISKAV DELOVNEGA OKOLJA

Tu ne gre samo za »meritev« ampak za analizo delovnega sistema natančno določenih in med seboj povezanih strokovnih opravil.

Izbira merilnih mest in časa merjenja zahteva poznavanje tehnološkega postopka in posameznih delovnih opravil. Osnova za pravilno izbiro mesta, časa in vrste meritve je analiza dela. Izbira mora biti takšna, da dobimo s čim manj meritvami karakteristične podatke za vse delavce in faze dela.

Izbira merilne metode je domena strokovnjakov, nato sledi **priprava in kalibracija** instrumentov ter **merjenje**. Pogoji za pravilno merjenje je, da so razmere v merjenem okolju običajne in tipične in poteka tehnološki in delovni postopek običajno.

Meritve tistih parametrov, ki so odvisni od meteoroloških razmer, je potrebno opraviti v zimskem in poletnem obdobju.

Analize in izračun rezultatov.

Pri nekaterih merilnih instrumentih direktno odčitamo veličine, ki so potrebne za primerjavo s standardi. Večinoma pa je potrebno rezultate meritev ustrezno obdelati, da so uporabni za oceno stanja. Pogosto so potrebne dodatne analize na terenu zbranih vzorcev s posebnimi analiznimi napravami.

Kontrola rezultatov meritev je pogoj za izključitev napak, ki lahko nastanejo pri številčni obdelavi rezultatov ali pri analizah.

Ocena zanesljivosti rezultatov je za nadaljnje odločitve bistvenega pomena. Vse merljive veličine se s časom in v odvisnosti od delovnega postopka spreminjajo. Zato je pri rezultatu meritve potrebno oceniti, kako je zanesljiv za oceno dejanske ogroženosti delavca..

Primerjava rezultatov s standardi končno pove, ali je merjena veličina v predpisanih mejah ali ne.

Odločitvi na osnovi rezultatov prvič opravljenih meritev in analiz sta lahko dve:

- prva odločitev se nanaša na zanesljivost ocene tveganja
- druga odločitev: ali so ekološke razmere na določenem mestu v skladu s predpisi ali ne. Če so razmere za letno in zimsko obdobje v predpisanih mejah, je preiskava

zaključena in se na enak način ponovi po preteku roka za naslednje periodične preiskave.

Če razmere niso v skladu s predpisi, sledijo ukrepi z vsemi obveznimi stopnjami.

Analiza vzrokov nepravilnosti pokaže, zakaj določen parameter ne ustreza predpisom oz. kaj je vzrok nepravilnosti.

Raziskava rešitev in projekt ukrepov. Na osnovi raziskave različnih možnosti ukrepov pripravi strokovnjak za določeno področje projekt z vsemi potrebnimi elementi: vhodnimi in izhodnimi podatki, tehničnim in ekonomskim delom, roki ipd.

Uresničenje ukrepa sledi po predvidenem roku.

Preizkus ukrepa mora vsebovati:

preizkus uporabnosti glede na tehnološki postopek. Če rešitev ovira proizvodnjo ali delavca, moramo pričakovati, da bo kaj hitro odstranjena in se ukrep ne bo obdržal; preizkus, ali ukrep izpolnjuje zahteve o varstvu okolja (voda, zrak, hrup), o varčni rabi energije, odpadkih itd;

preizkus, ali smo z ukrepom dosegli želene izboljšave ali vnesli nova poslabšanja okolja (npr. močnejša ventilacija povzroča večji hrup in prepih).

TOPLOTNE RAZMERE

S skrbjo za primerne toplotne razmere v delovnem okolju želimo predvsem doseči, da bi se delavec počutil prijetno: da mu ni niti vroče niti hladno.

Toplotne razmere, ki znatno odstopajo od toplotnega udobja, so lahko škodljive zdravju ali usodne za delavca. Pri nizkih temperaturah lahko delavec oboli zaradi prehladnih ali drugih obolenj ali poškodb, ki so posledice mraza. V prevročem okolju lahko nastanejo motnje v organizmu zaradi prevelike izgube tekočine in elektrolitov ali doživi delavec v skrajnem primeru toplotni udar, ki se v nekaj procentih primerov konča s smrtjo.

Pri nižjih temperaturah se zmanjša spretnost rok, mentalna zmogljivost itd. Večje toplotne obremenitve povečujejo napor organizma pri delu, utrujenost, zmanjša se sposobnost zaznavanja, reagiranja itd.

Toplotne razmere moramo zato jemati zelo resno. Upoštevati jih moramo z več vidikov:

- predpisov,
- počutja,
- produktivnosti,
- nevarnosti za zdravstvene okvare ali nesreče,
- splošnega gospodarjenja podjetja,
- zmožnosti za opravljanje določenih nalog idr.

Izmenjava toplote med organizmom in okolico poteka s konvekcijo (preko zraka, ki organizmu dovaja in odvaja toploto), s sevanjem (če so stene okolja hladnejše od površine telesa ali obleke telo seva toploto v okolico, sicer pa s sevanjem toploto sprejema) ter z izparevanjem vlage s kože in sluznic dihalnih organov.

Pri nižjih temperaturah prevladuje oddajanje toplote s konvekcijo in sevanjem, pri višjih temperaturah zraka pa se telo hladi pretežno s potenjem. Izrazito potenje je že znak večjih toplotnih obremenitev, kot jih zahteva toplotno udobje.

Toplotno ravnotežje vzdržuje termoregulacijski sistem organizma tako, da je temperatura organizma stalna.

V določenem območju toplotnih razmer lahko termoregulacijski sistem vzdržuje

zahtevano temperaturo telesa brez napora. To območje imenujemo območje udobja. Pri večjih odstopanjih zahteva vzdrževanje potrebne telesne temperature napor, ki ga občutimo kot neudobje, objektivno pa se kaže pri višjih temperaturah v povečanem znojenju, s povečano frekvenco srčnega utripa in povečano telesno temperaturo, ali pri mrazu kot drgetanje, bolečine otrplost itd.

Pri prevelikih toplotnih obremenitvah termoregulacijski sistem odpove, kar ima lahko za človeka usodne posledice.

Občutek toplote je zapletena funkcija različnih parametrov in je odvisen od:

- fizikalnih parametrov v delovnem okolju,
- teže dela (stopnje metabolizma),
- obleke in
- individualnih posebnosti delavca

Fizikalni parametri, ki določajo toplotne razmere v delovnem prostoru so:

- temperatura zraka
- temperatura sevanja
- relativna vlažnost
- hitrost gibanja zraka

Stopnja metabolizma je odvisna od teže dela ter od vrste obremenitev, pri čemer upoštevamo razen dinamičnih tudi statične obremenitve. Merimo jo neposredno s porabo kisika pri dihanju. Porabo energije določa vrsta del in nalog in je zato praviloma ne moremo spreminjati, razen s spremembo organizacije dela ali s spremembo delovnega postopka.

Izbira primerne delovne obleke daje možnost optimizacije občutka toplote pri različnih razmerah

v delovnem okolju in pri delavcih, ki opravljajo različno težka dela npr. v istem delovnem prostoru in torej pri enakih toplotnih razmerah.

Razen že naštetih parametrov vplivajo na počutje še nekateri drugi, kot so razlike temperature v prostoru (navadno v vertikalni smeri), razlike hitrosti gibanja zraka, turbolenca zraka idr.

Na počutje vplivajo še letni čas in s tem deloma pogojena aklimatizacija človeka in način oblačenja, razlika med temperaturo v prostoru in na prostem, starost, posebnosti v načinu prehrane, deloma barva prostora ter drugi psihološki vplivi, kot npr., da se delavec zaveda, da lahko po svoji volji vpliva na klimo.

Manj podrobno od stacionarnega stanja so obdelana prehodna ali nestacionarna stanja, torej tista, kjer je delavec samo kratek čas izpostavljen določenim klimatskim razmeram. Posebno poglavje so nevarnosti, ki grozijo v klimatskih razmerah, ki bistveno odstopajo od udobja. Zato ločimo pri proučevanju:

- nizke temperature,
- območje udobja,
- izjemno vroče razmere.

POVEČANE TOPLOTNE OBREMENITVE

Pri povečanih toplotnih obremenitvah ohrani telo toplotno ravnotežje le še z naporom. Prvi znak prekoračitve področja udobja je *vazodilacija* in nadalje neprijetno povečano potenje.

Pogoj za uspešno izparevanje potu in s tem odvajanje toplote je, da je relativna vlažnost zraka dovolj majhna, da lahko sprejme vlago, ki jo telo oddaja s potenjem.

Drugi pogoj je dovolj velika hitrost gibanja zraka, da lahko sproti odvaja z vlago bogatejšo plast zrak okrog potne površine kože in obleke. Izkušnje kažejo, da je vpliv vetra na izparevanje pomemben do hitrosti 2 m/s. Pri večjih hitrostih učinek vetra ne narašča več bistveno.

Pri prevelikih toplotnih obremenitvah, ko telo ne more odvajati dovolj toplote v okolico (velika vlažnost zraka, visoka temperatura sevanja, velika toplotna izolacija obleke), se toplota akumulira v organizmu, temperatura telesa prične naraščati.

Pri ekstremnih toplotnih obremenitvah termoregulacija organizma odpove. Posledice so toplotna izčrpanost (kolaps), ki se kaže v maksimalno možni periferni vazodilaciji, zaradi katere postane centralni živčni sistem slabše prekravljen s krvjo, lahko nastanejo toplotni krči zaradi prevelike izgube tekočine in s tem elektrolitov, v skrajnem primeru lahko nastane toplotni udar, pri katerem popolnoma odpove termoregulacijski sistem, povečata se temperatura telesa in pulz, poveča se hitrost dihanja, koža postane vroča in suha. Toplotni udar se v poprečju v približno 5% primerov konča s smrtjo.

Ker so velike toplotne preobremenitve lahko usodne, nastaneta v praksi dve vprašanji:

- kolikšnim obremenitvam je pri trajnem (osemurnem) delu lahko delavec izpostavljen, da ne bi bila verjetnost za zdravstveno okvaro občutna in
- koliko časa lahko delavec v ekstremnih toplotnih razmerah vzdrži, ne da bi bilo ogroženo njegovo zdravje?

Že naprej se moramo zavedati, da so tolerančne meje, ki jih predlagajo posamezni kriteriji, približne ker:

- je zmogljivost človeka odvisna od njegovih individualnih sposobnosti oziroma lastnosti in od
- dinamike opravila v smislu menjavanja obremenitev in počitka.

Najvišja dovoljena temperatura zraka je po naših prepisih za delovne prostore poleti 28 stopinj C, pri čemer j potrebno poudariti, da mora biti ustrezno nizka relativna vlažnost, ki pri 28 stopinjah ne sme presegati 55%.

Veljaven PTN za podzemeljsko pridobivanje v 268. Členu definira:

- Z ugodnimi delovnimi pogoji na delovišču je po tem pravilniku mišljena velikost efektivne temperature na delovnem mestu v mejah od 10 do 25 stopinj C. Če velikost efektivne temperature preseže meje iz prvega odstavka tega člena, se morajo klimatski pogoji meriti vsak dan in izvajati dodatni tehnični ukrepi za omejitev ugotovljenih parametrov v dovoljene meje.

V svetu obstajajo različni kriteriji za oceno udobja in vplivov toplote. Pri uporabi moramo biti zelo previdni, ker so lahko tolerančne meje za toplotne obremenitve posameznikov

zelo različne in lahko pri nekaterih zelo odstopajo od poprečne vrednosti. Najbolje je če oceno dopustnih obremenitev prepustimo zdravnikom specialistom in v sodelovanju z njimi določimo ustrezne varovalne tehnične in organizacijske ukrepe, kot so najdaljše dopustno trajanje obremenitve, razpored odmorov, način prehrane, uživanje pijač, način zdravniškega nadzora, merjenje fizioloških veličin itd. Zdravnik pri tem upošteva posebnosti konkretnega kolektiva (zdravstveno stanje, starost, treniranost, aklimatizacija itd.) ali posameznega delavca, za katerega zdravje skrbi.

VIBRACIJE

Pri različnih frekvencah so posledice vibracij na organizem različne. V splošnem ločijo naslednje reakcije organizma:

- manj 0,5 Hz velike individualne razlike pri reakcijah ljudi, ki takšne reakcije različno dobro prenašajo, npr. »morska bolezen«;
- 0,5 do 80 Hz; najpomembnejši interval, v katerem ležijo tudi glavne lastne frekvence posameznih organov človeka, npr. trebušne prepone, srca, drobovja (3 do 6 Hz), glave (20 Hz), očesnega jabolka (80 Hz) ipd.;
- več od 80 Hz: vibracije se močno dušijo pri prenosu na telo in skozi tkivo in zato delujejo predvsem na kožno tkivo. Vibracije s frekvenco nad 100 Hz smatrajo zato v splošnem kot manj pomembne.

Občutljivost organizma je razen od frekvence odvisna tudi od:

- načina delovanja: ali delujejo vibracije na celotni organizem ali le na okončine (roke pri motorni žagi), ali človek sedi, leži ali stoji,
- od smeri nihanja glede na glavno os telesa: ločimo smer(z) v glavni osi telesa in smeri (x,y) prečno na glavno os telesa ter
- od trajanja izpostavljenosti.

Delavci, ki so izpostavljeni vibracijam, se pritožujejo nad težkim dihanjem, manjšo razumljivostjo govora, bolečinami, tiščanjem na vodo ipd. Pri daljši izpostavljenosti se lahko pojavijo deformacije na hrbtenici in ulkus. Pri delovanju na roke lahko vibracije povzročajo zlasti okvare ožilja in vplivajo na izrabo kosti in sklepov.

Osnovna varovalna ukrepa pred vibracijami sta: zmanjšanje vibracij naprav ter zmanjšanje prenosa vibracij od vira do delavca.

Vibracije naprav se zmanjšajo z uravnoteženjem vrtečih se delov ali z mehansko kompenzacijo nihajočih mas. Pri nekaterih napravah tak ukrep ni mogoč, če naprave namenoma proizvajajo vibracije, kot so npr. vibracijski podajalniki, pnevmatska kladiva, razni vibratorji ipd.

Pri elastičnih sistemih je amplituda nihanja sistema odvisna od: amplitude vzbujanja, od dušenja med prenosom od vzbujevala do sistema in od razmerja med frekvenco vzbujanja in lastno (resonančno) frekvenco elastičnega sistema. Pri dušenju prenosa vibracij od vzbujevala (stroj) na nihajoči sistem okolja (tla, temelj) moramo torej paziti, da je frekvenca vzbujanja čim dlje od resonance: in sicer naj bo lastna frekvenca sistema čim nižja glede na frekvenco vzbujanja. Lastno frekvenco enostavnega sistema določata v prvem približku masa, ki niha, in togost vzmeti, na kateri je masa pritrjena. Čim večja je masa in čim mehkejša je vzmet, nižja je lastna frekvenca.

Za pnevmatska kladiva uporabljamo uspešno posebno varovalno nogo. Uspešen ukrep je lahko skrajšane izpostavljenosti delavca vibracijam. Ta ukrep je razviden že iz normativov ISO, ki predvidevajo prekinitve ekspozicij z vmesnimi odmori najmanj vsako uro dela..

Uspešna so lahko tudi dobro izbrana in vzdrževana sredstva za osebno varstvo, npr. posebno debele elastične rokavice za delo z motornimi žagami ali drugimi vibracijskimi napravami. Čeprav moramo povedati, da rokavice ne zagotavljajo absolutne varnosti, vendar vibracije ublažijo.

Ugotovljeno je, da je tveganje za poškodbe pri delu z ročnimi orodji večje pri večjem mrazu, torej če roke niso ogrete in je zato potrebno pri organizaciji dela z vibracijskimi napravami paziti, da je delavec dovolj ogret.

OSVETLITEV

Svetloba ima pri delu naslednje vloge:

- omogoča opravljanje vidnih nalog in varno ter zanesljivo gibanje,
- vpliva na počutje v delovnem okolju, zagotavlja stik z okoljem in ustvarja »svetlobno klimo« prostora,
- je sredstvo za signalizacijo, opozorila in nekatera delovna opravila nastaja kot stranski, navadno škodljivi ali moteči produkt proizvodnega postopka (varjenje).

Pri prevelikih razlikah svetlosti v neposrednem vidnem polju in bližnjo ter daljno okolico se mora oko tem razlikam neprenehoma prilagajati. Posledica so astenoptične težave, ki se kažejo kot bolečine v počeh in v glavi, splošno neugodje in hitro ter nepotrebno utrujanje.

Barva svetlobe in barva predmetov v okolju vplivata na razpoloženje in lahko ustvarita topel, hladan, pomirjujoč ali stimulativen vtis. Barva je zelo pomembna za splošno počutje in lahko spremeni celo občutek toplote v prostoru, ki ustreza od 1 do 2 stopinj C. Kadar želimo stimulativen učinek, morajo biti barve rdeče, oranžne, kadar pa pomirjujoči, pa hladne, npr. zelen, modra.

Barva svetlobe je posebno pomembna pri kombinirani dnevni in umetni osvetljenosti, kjer neusklajenost barv povzroča utrujanje, zmanjša ostrino vida, zmanjša razpoznavanje predmetov in kontur.

Ločimo dve vrsti spreminjanja osvetljenosti v odvisnosti od frekvence utripanja:

- utripanje s frekvenco, ki je nižja od zgornje meje ločljivosti vida, ki ga opazimo in ki povzroča utrujenje in neudobnost. Frekvenca utripanja, ki jo še opazimo, je odvisna od osvetljenosti in velikosti vidnega polja. Najbolj moti utripanje okrog 6 do 10 Hz, motnja pojenjuje od 20 Hz in se stopi v enakomerni občutek pri frekvenci okrog 50 do 60 Hz, ter
- utripanje z višjo frekvenco, ki ga sicer ne občutimo, lahko pa pri hitro gibajočih ali vrtečih se delih povzroča različne motnje oz. prevare, npr. *stroboskopski efekt*.

Manj utripajo navadne žarnice zaradi večje toplotne vrednosti nitke od fluorescenčnih. Pri fluorescenčnih zmanjšamo utripanje z različnimi vezavami, npr. vezava žarnic na različne faze.

ŠKODLJIVI PLINI IN PARE V ZRAKU

Škodljive snovi v zraku pridejo v organizem najbolj pogosto z dihanjem. Delujejo lahko v zgornjih dihalnih poteh, v pljučih, lahko reagirajo s krvjo ali jih kri prenaša dalje po organizmu tkiva in organe. Lahko delujejo na občutljiva površinska tkiva, n.pr. oči, kožo ali sluznice.

Škodljivo delovanje je odvisno od:

- vrste snovi
- koncentracije
- intenzitete dihanja
- trajanja in dinamike izpostavljenosti ter od
- zdravstvenega stanja človeka

Način delovanja na organizem je odvisen od vrste snovi. Snov lahko deluje:

- toksično na posamezne organe, tkiva ali sisteme (npr. svinec in njegove spojine, težki metali in njihove spojine, živo srebro in njegove spojine, nekatere anorganske in organske spojine, pesticidi, herbicidi, biološko aktivne substance zdravil itd.)
- dušeče, npr. inertni plini, če zmanjšajo vsebino potrebnega kisika v zraku pod 16 vol.% (CO₂, N₂, žlahtni plini itd.) ali tisti, ki blokirajo prenos kisika po organizmu s pasivizacijo izmenjave kisika v krvi (HCN, CO idr.)
- dražljivo (npr. NO₂, HCl, SO₂, NH₃)
- opojno (npr. alifatski in aromatski ogljikovodiki)
- alergeno ali senzibilizirajoče
- kancerogeno (benzen, nitrozamini, vinilklorid, razpadli produkti teflona)
- mutageno, teratogeno

Koncentracija škodljive snovi v zraku je odvisna od tehnološkega postopka in razmer, v katerih poteka.

Za oceno tveganja, ki mu je delavec izpostavljen zaradi škodljivih snovi v zraku, so definirali maksimalne dovoljene koncentracije, s kratico MDK, s katerimi primerjamo koncentracije c v delovnem prostoru tako, da izračunamo faktor prekoračitve I , ki je definiran z enačbo:

$$I = c / \text{MDK}$$

V smislu definicije je maksimalna dovoljena koncentracija tista največja koncentracija škodljive snovi v zraku, ki pri vsakodnevni osemurni izpostavljenosti tekom cele delovne dobe odraslega in zdravega delavca ne povzroči patoloških sprememb ali obolenj pri normalnih mikroklimatskih razmerah, neforsiranem dihanju in pri lahkem fizičnem delu. Za kancerogene snovi ni mogoče določiti MDK, ker zanje ni mogoče določiti tiste najmanjše koncentracije, ki bi popolnoma izključila nevarnost rakastega obolenja. Zato za kancerogene snovi ne navajajo MDK, ampak »tehnično dosegljive koncentracije« (TDK), ki so bistveno (za 10-krat do 100-krat) nižje od MDK in ki pomenijo tisto najnižjo koncentracijo, ki jo je v praksi tehnično brez nadaljnega še mogoče doseči, ki pa vendar popolnoma ne izključi rizika za nastanek karcinoma.

Če je torej izmerjena koncentracija kancerogene snovi pri nekem delovnem procesu večja od TDK. To pomeni, da delovni postopek ni dobro zavarovan, da ne ustreza sodobnim kriterijem in mora biti zato delo v takšnih primerih prepovedano.

Naši predpisi ne navajajo TDK in se moramo zato ravnati po tujih splošno priznanih smernicah.

Maksimalno dovoljene koncentracije veljajo izključno za čiste snovi v zraku. V industrijski praksi v delovnem okolju pogosto ni samo ena snov, ampak zmes več škodljivih snovi. Te snovi so lahko takšne, da delujejo:

1. med seboj neodvisno
2. njihov vpliv se sumira
3. delovanje se stopnjuje ali
4. deluje antagonistično

Če razvrstimo škodljive snovi po načinu delovanja po shemi:

- a) narkotiki
- b) respiratorni strupi ali iritansi ter
- c) sistemski strupi,

imajo praviloma zmesi iste grupe aditivni učinek in v praksi uporabimo obrazec za seštevanje faktorjev I. Snovi posameznih grup neodvisno delujejo in jih zato ocenjujemo ločeno vsako posebej, razen če izjemoma ne poznamo za dve snovi antagonističnega ali sinergističnega delovanja.

Koncentracije škodljivih plinov ali par v zraku izražamo lahko gravimetrično z maso škodljive snovi v enoti volumna zraka (mg/m³) ali volumetrično kot volumski del škodljive snovi v milijoninkah dela prostornine (ppm = lat.: pars per milion). Navadno izražamo koncentracije hlapov gravimetrično, koncentracije plinov pa volumetrično.. Če poznamo koncentracijo c (ali MDK), ki je izražena v mg/m³, lahko izračunamo koncentracijo (ali MDK) v ppm, če poznamo molekularno maso snovi M pri dani temperaturi T in tlaku p po enačbi:

$$c(\text{ppm}) = 10^{-3} \cdot \frac{R \cdot T}{M \cdot p} \cdot c(\text{mg/m}^3) \quad \text{in obratno}$$

kjer je R plinska konstanta,
M molekularna masa snovi,
T temperatura zraka v K
in zračni tlak v Pa.

Osnovno pravilo pri ocenjevanju izpostavljenosti delavca je, da se meritve opravijo v tipičnih delovnih razmerah. Za merjenje koncentracije škodljivih snovi so pomembna tri mesta:

- neposredno delovno mesto za oceno tveganja, ki mu je podvržen delavec zaradi toksične snovi
- ob glavnih izvorih škodljive snovi, da dobimo podatek, ki je potreben za tehnične izboljšave, ter
- splošno stanje v delovnem prostoru (npr. sredina prostora).

Glede na izbiro metode vzorčenja ločimo:

- stacionarne metode in
- vzorčenje pri delavcu

Pri stacionarnih metoda merimo koncentracijo škodljive snovi na določenem mestu. Ta metoda je uporabna samo, če delavec dela stalno na določenem delovnem mestu in če ni velikega gradienta koncentracije v prostoru.

EKSPLOZIVNOST

Prah plini in hlapi snovi, ki gorijo, lahko v zaprtem prostoru povzročijo eksplozijo ali vzbuhi, če so istočasno izpolnjeni naslednji trije osnovni pogoji, da je :

- koncentracija v določenem koncentracijskem intervalu, torej med spodnjo in zgornjo eksplozijsko mejo;
- v zraku je prisoten kisik (izjemoma lahko nastane eksplozija pri nekaterih zmeseh, ki same razvijajo kisik oz. pri snoveh, ki silovito reagirajo med seboj ali s kakšnim drugim plinom)
- prisotno je vžigalo z zadostno energijo; to je lahko mehanski udarec ali iskra; električna iskra, ki nastane pri prekinitvi ali sklenitvi električnega toka, električna iskra zaradi indukcije; povišana temperatura nekaterih površin v prostoru, kot so žarnice itd.

Silovitost eksplozije je odvisna od:

- vrste snovi,
- koncentracije snovi v zraku in prostoru,
- turbolence
- granulacijskega spektra prahu, vlažnosti primesi in stanja prahu,
- energije vžiga, načina vžiga,
- zračnega tlaka v trenutku vžiga
- velikosti in oblike prostora in
- od drugih vplivov.

Posebej je opozoriti pri prahu, da se k eksplozijski koncentraciji v danem prostoru ne prišteva samo prah, ki je v trenutku vžiga dejansko pomešan z zrakom, ampak celotni prah v prostoru, ki ga lahko začetni vzbuhi ali eksplozija zvrtniči s tal ali drugih površin in se v začetni fazi pomeša z zrakom ter tako prispeva k eksploziji.

Silovitost eksplozije definira časovni potek porasta tlaka v prostoru, kjer poteka eksplozija.

Silovitost eksplozije opišeta dve veličini:

- maksimalni tlak
- maksimalna hitrost porasta tlaka, ki definira hitrost eksplozije.

Maksimalni tlak je za določeno snov približno konstanten in neodvisen od volumna prostora kjer eksplozija nastane.

Maksimalni časovni porast tlaka je razen od vrste snovi odvisen tudi od volumna prostora. Tem večji je, čim manjši je prostor.

Eksplozija je tem silovitejša, čim močnejši je vžig.

Kemijske spojine pomenijo najrazličnejše nevarnosti: lahko so vnetljive, eksplodirajo v

svojem osnovnem stanju, pri mešanju z drugimi spojinami, pri povišani temperaturi ali stresanju. Pomešane z zrakom lahko tvorijo eksplozivne zmesi.

BIOLOŠKI MONITORING

Izpostavljenost delavca nevarnim snovem je mogoče dopolnilno ocenjevati z analizo škodljive snovi ali metaboličnih produktov te snovi v njegovem organizmu (kri, urin, izdihani zrak, lasje itd.). To metodo imenujemo biološki monitoring. Prednost metode je, da pokaže, kolikšna je dejanska splošna izpostavljenost posameznika škodljivi snovi v delovnem okolju. Ta metoda je pomembna pri vnosu škodljive snovi v organizem z vdihanim zrakom in tudi na druge načine.

Za nekatere redke toksične snovi ali njihove metabolite so znane maksimalne dovoljene koncentracije v biološkem materialu. Če so te koncentracije presežene, smatrajo, da je delavčevo zdravje zaradi izpostavljenosti škodljivim snovem ogroženo in je potrebno izpostavljenost za določen čas prekiniti ali pa je potreben poseben nadzor.

Pri biološkem monitoringu, kjer torej delavec sam z lastnim telesom zbira vzorce za analizo, je potrebno ločiti snovi, ki jih v biološkem materialu človeka navadno ni ter substance, ki jih človek normalno vsebuje do določene ravni, pri ekpoziciji škodljivih snovi pa se njihova naravna raven poveča.

Analiza biološkega materiala je lahko zelo uspešna dopolnitev za oceno ogroženosti delavca v delovnem okolju. Vendar je potrebno upoštevati zlasti hitrost izločanja snovi iz organizma, od česar je odvisno, kdaj po ekpoziciji moramo vzeti vzorec biološkega materiala, ter druge okoliščine, kot so kajenje, zauživanje alkohola ali zdravil, ki lahko bistveno spremenijo presnovo in normalno koncentracijo merjene snovi v organizmu. Metode biološkega monitoringa niso uspešne za snovi, ki se deponirajo v tkivu in jih zato ne najdemo v dovolj velikih koncentracijah v izločkih ali krvi.