

Primer iz prakse

Biološki monitoring ne laže

Junija letos je v Radencih v okviru III. Sušnikovih dni potekal posvet o kemičnih snoveh na delovnem mestu in precejšen del vsebine je bil posvečen biološkemu monitoringu, torej spremljanju koncentracij kemičnih snovi oz. njihovih metabolitov v bioloških vzorcih delavcev, ki so jim pri delu izpostavljeni. Med drugim je na tem posvetu pozornost vzbudila trditev, izpostavljena tudi v naslovu tega prispevka, in marsikdo si je dejal, da bi se o njej dalo razpravljati. Namesto tega raje pogledajmo, kako je v praksi.

Avtor:
Marija Stritar,
univ. dipl. kem.

ZVD Zavod za varstvo pri delu d.o.o.,
Laboratorij za ekologijo in toksikologijo

Pred kratkim smo opravljali ekološki in biološki monitoring v dveh podjetjih, ki med drugim v delovnih procesih uporabljata ročno laminiranje izdelkov. Material, ki ga uporabljajo za nanos, se splošno imenuje poliestrska smola, ki ima glede na manjša odstopanja v sestavi različna komercialna imena, vse različice pa vsebujejo monostiren. Poliestrska smola, ki jo uporabljajo za laminiranje, je torej zmes, sestavljena iz cca. 60 % nenasičenega poliestra v kombinaciji z izoftalno ali ortohtalno kislino, propilenglikolom in maleinsko kislino, ki v svoji strukturi vsebuje dvojno vez, ter cca. 40 % stirena monomera. Ta ima nalogo, da pri sušenju, torej po nanosu reagira z dvojno vezjo maleinske kisline v poliestrski verigi in tako ustvari trdno zamreženo

DELAVEC	OPRAVLJANJE DELA	FAKTOR PREKORAČITVE - EKOLOŠKI MONITORING (STIREN)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (MANDLJEVA KISLINA)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (FENILGLIOKSILNA KISLINA)
1	laminer plošč	1,9	0,5	1,5
2	pomočnik	2,2	0,1	0,3
3	laminer tuš kabin	0,1	0,6	1,0

Tabela 1: Rezultati ekološkega in biološkega monitoringa v podjetju A.

strukturo. Problem pri tem procesu je, da med nanašanjem in sušenjem ves nevezani monostiren izhlapi v ozračje.

V podjetju A laminirajo tuš kabine v enem prostoru in plošče večjih površin (cca. 6x2,2m) v drugem prostoru. Opravili smo ekološke meritve, ki so zajele vzorčenje zraka za analizo stirena ob dihalih treh delavcev. Delavec 1 in delavec 2 sta izvajala laminiranje plošč, delavec 3, zadolžen za laminiranje tuš kabin, ki poteka v drugem prostoru, pa je to delo opravljal prejšnji dan. V času meritev je pripravljal izdelke za laminiranje in s poliestrsko smolo ta dan ni imel opravka. Nobeden od delavcev ni uporabljal zaščitne maske za dihalo, tudi prezračevanje v obeh prostorih ni bilo urejeno. Isti dan po koncu delovne izmene so vsi trije delavci dali vzorce urina za analizo metabolitov stirena, to sta mandljeva in fenilglioksilna kislina.

Rezultati so predstavljeni v **Tabeli 1**.

Ker so bile ekološke meritve zraka na delovnem mestu opravljene isti dan kot odvzem vzorcev urina za biološki monitoring, smo videli delovne pogoje in ostale okoliščine, ki so lahko vplivali na izpostavljenost posameznega delavca in posredno na rezultat biološkega monitoringa pri vsakem posamezniku. Tako je bilo tudi razumevanje rezultatov lažje.

Vzorčenje zraka za analizo stirena je zajelo čas največje izpostavljenosti

delavcev 1 in 2, ko je potekal postopek laminiranja. Laminer plošč se je nahajal na laminirni mizi in z ročnim valjem nanašal smolo po površini. Razdalja od vira izhlapevanja stirena do njegovih dihal je bila cca. 1,5 m. Pomočnik se je gibal po tleh ob laminirni mizi in hlape stirena, ki so težji od zraka, neposredno zajemal z dihal, zato je bila koncentracija stirena ob njegovih dihalih nekoliko višja kot ob dihalih laminerja. Ob dihalih laminerja tuš kabin je bila koncentracija stirena nizka, kar je razumljivo, saj med vzorčenjem zraka ni imel opravka s poliestrsko smolo.

Rezultati biološkega monitoringa so pokazali nekoliko drugačno sliko. Pri vseh treh delavcih je bila ugotovljena prisotnost obeh metabolitov, najvišja pri lamineru plošč, najnižja pri pomočniku kljub temu, da je bila izmerjena koncentracija stirena v času meritev pri njem najvišja.



Laminiranje

Koncentracija mandljeve kisline pri laminiranju tuš kabin je dosegla več kot polovico BAT vrednosti, koncentracija fenilglioksilne kisline pa je bila celo enaka, in sicer kljub temu, da delavec na dan odvzema vzorca ni bil neposredno izpostavljen stirenu. Biološki monitoring je pokazatelj več dejavnikov – ne samo obremenitve dihal, ampak tudi vnosa preko drugih poti, npr. skozi kožo. Poleg tega pri vnosu snovi v telo preko dihal pomembno vlogo igra fizična aktivnost delavca, kar se je pokazalo pri laminiranju plošč, ki je z valjem ročno nanašal smolo na površino v primerjavi s pomočnikom, ki mu je občasno pomagal premakniti izdelek. Zanimiv je relativno visok rezultat koncentracij mandljeve in predvsem fenilglioksilne kisline pri tretjem delavcu, ki ta dan ni bil izpostavljen stirenu. Po izjavi omenjenega delavca je opravljal laminiranje tuš kabin prejšnji dan. Ker gre presnovna pot mandljeve kisline naprej v fenilglioksilno kislino, ki se izloči iz telesa kasneje kot mandljeva kislina, iz rezultatov lahko sklepamo, da je bila obremenjenost pri opravljanju tega dela visoka in da je koncentracija obeh metabolitov v urinu posledica izpostavljenosti prejšnjega dne.

V podjetju B se prav tako ukvarjajo z laminiranjem cevi velikih dimenzij. Ekološke meritve smo opravili med običajnim potekom dela, zajeli smo tudi čas največje obremenjenosti. Delo je potekalo v večji hali, ki ima pod stropom nameščene prezračevalne naprave, ki pa so zaradi hlapov stirena, težjih od zraka, slabo učinkovite. Vrata laminirne hale so bila tako kot običajno odprta. Meritve smo opravili ob dihalih treh delavcev, od katerih sta dva laminirerja, tretji pa pripravljavec izdelkov. Vzorci urina za analizo mandljeve in fenilglioksilne kisline so bili odvzeti v laboratoriju dva tedna pred ekološkimi meritvami.

Rezultati so predstavljeni v Tabeli 2.

Iz rezultatov ekoloških meritev je razvidno, da je bila obremenjenost delavcev v podjetju B podobna oz. še nekoliko večja kot v podjetju A. Oba laminirerja sta z valjčki ročno nanašala poliestrsko smolo, torej sta bila fizično precej aktivna. Ob laminiranju notranje stene cevi sta se nahajala v cevi, kjer je bila koncentracija hlapov stirena zaradi delno zaprtega prostora še znatno višja. Prvi laminirer je imel nameščeno obrazno masko za topila, ostali pa ne. Pripravljavec se je v času meritev tako kot običajno deloma nahajal v laminirni hali, deloma zunaj na dvorišču, zato je bila izpostavljenost pri njem znatno manjša.

Rezultati biološkega monitoringa v tem primeru kažejo povsem drugačno sliko, ki jo je težje razložiti kot v primeru podjetja A. Poleg teh treh delavcev so bili testirani še ostali trije. Pri vseh so bili rezultati analize mandljeve in fenilglioksilne kisline zelo nizki, pri prvem laminirerju, ki sodeč po njegovi izjavi redno uporablja obrazno masko, celo pod mejo kvantitativne določitve.

Ali biološki monitoring v tem primeru lažje? Na to vprašanje bi lahko odgovorili, če bi poznali vse okoliščine resnične izpostavljenosti na dan, ko so bili vzeti vzorci urina. Iz vzorčevalnega lista je bilo razbrati, da so bili vzorci vzeti v prvi polovici dopoldanske delovne izmene. Če upoštevamo še dejstvo, da je laboratorij, kjer so bili vzorci vzeti, skoraj 40 km oddaljen od podjetja, se pojavlja upravičen dvom o tem, kolikšna je bila resnična izpostavljenost delavcev pred odvzemom vzorcev, če je sploh bila. Delodajalec je glede odvzema dobil natančna navodila.

Kaj je mogoče razbrati iz te »zgodbe«? Najbrž bo marsikdo dejal, da je bil način izvedbe biološkega monitoringa v primeru podjetja B nepravilen in nestrokovno, s čimer se zelo strinjam. Toda kot je v uvodu omenjeno, je v praksi včasih marsikaj precej manj enostavno, kot je videti v raznih člankih in teoretičnih razpravah. Izvajalec meritev in analiz se mora prilagajati potrebam in željam strank, ki strokovne usluge tudi plačajo. Kljub natančnemu dogovoru s stranko in skupnemu načrtovanju meritev se zgodi, da pridemo na meritve, delavci pa rečejo: »Zakaj ste prišli danes, včeraj bi morali biti tu, ko je bilo to in to ...«. Še težje je pri vzorčenju biološkega materiala. Kljub natančnim navodilom laboratorija se včasih zgodi podobna zgodba, kot je opisana. K sreči takšnih primerov ni veliko in če ugotovimo, da je bil vzorec odvzet nepravilno, v dogovoru s stranko analize ne izvedemo. V splošnem je po naših izkušnjah vzorčenje za analizo biološkega monitoringa korektno, še zlasti če poteka v pristojnosti medicine dela. Tudi pri vzorčenju v podjetjih imamo z odgovornimi osebami v glavnem pozitivne izkušnje. Naj bo opisana zgodba iz podjetja B opozorilo in izjema, ki potrjuje pravilo. [30](#)

V splošnem je po naših izkušnjah vzorčenje za analizo biološkega monitoringa korektno, še zlasti če poteka v pristojnosti medicine dela.



Biološki in ekološki monitoring lahko pokažeta različne rezultate.

DELAVEC	OPRAVLJANJE DELA	FAKTOR PREKORAČITVE - EKOLOŠKI MONITORING (STIREN)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (MANDLJEVA KISLINA)	FAKTOR PREKORAČITVE - BIOLOŠKI MONITORING (FENILGLIOKSIKILNA KISLINA)
1	laminir ¹	3,8	<0,03	<0,03
2	laminir	1,5	0,04	0,05
3	pripravljavec	0,3	0,05 ²	0,05 ²

Tabela 2: Rezultati ekološkega in biološkega monitoringa v podjetju B.

Opombe: ¹delavec je uporabljal zaščitno masko za dihalo;

²rezultat je neuporaben zaradi prenizke vsebnosti kreatinina v urinu