

**ZNANSTVENA PRILOGA
SCIENCE SUPPLEMENT**

UREDNIK/EDITOR:

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

dr. Maja METELKO, univ. dipl. kem.
ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.
Chengdujska cesta 25
1260 Ljubljana Polje

Vsebina - Contents

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI PRI DOLOČANJU KONCENTRACIJ NEVARNIH KEMIČNIH SNOVI V ZRAKU NA DELOVNEM MESTU

POVZETEK

Nadzorovanje koncentracij kemičnih snovi v zraku na delovnih mestih je eden izmed pomembnih preventivnih ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev. Z rednimi meritvami se ugotavlja izpostavljenost delavcev škodljivim dejavnikom delovnega okolja. Napačni rezultati meritev imajo lahko za posledico veliko finančno škodo ali pa negativne vplive na zdravje delavcev. Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve je leta 2011 izdalo Praktične smernice za merilne metode za določanje koncentracij nevarnih kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu, v katerih postavljajo okvire za vzorčenje in analize kemičnih snovi v delovnem okolju.

Najbolj učinkovit način za zagotavljanje kakovosti rezultatov meritev je vzpostavitev sistema kakovosti v preizkusnem laboratoriju. Za preizkusne laboratorije, ki izvajajo meritve ali analize, je primeren standard SIST EN ISO/IEC 17025, ki ga zahtevajo za preizkusne laboratorije, ki bodo opravljali meritve koncentracij nevarnih kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu, tudi praktične smernice.

Ključne besede: praktične smernice, ekološki monitoring, delovno okolje, sistem kakovosti, akreditacija, standard

QUALITY ASSURANCE IN DETERMINING CONCENTRATIONS OF HAZARDOUS CHEMICAL SUBSTANCES IN WORKPLACE AIR

ABSTRACT

Industrial hygiene measurements on workplaces are one of the most important preventive actions in the field of occupational safety and health. The results of measurements give us information about the extent of exposure of workers on workplaces. Wrong or inaccurate results can result in serious financial consequences due to unnecessary actions for employer or on the other hand health of employees can be injured because of excessive environmental impacts. Ministry of Labour, Family and Social Affairs in 2011 issued Guidelines for the measurement methods for determining the concentrations of hazardous chemical substances in the air at the workplace, which lay down requirements for sampling and analysis of chemical substances in the air at the workplace.

The most effective way for the measurements quality assurance is implementation of a quality management system in a testing laboratory. The basis for the accreditation of testing laboratories is standard SIST EN ISO/IEC 17025. Such implementation of quality management system is for testing laboratories required also in the above mentioned Guidelines.

Key words: guidelines industrial hygiene, working environment, quality management system, accreditation, standard

Zagotavljanje kakovosti pri določanju koncentracij nevarnih kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu

1 Uvod

Ugotavljanje koncentracij kemičnih snovi v zraku na delovnih mestih in ukrepanje na osnovi rezultatov je eden izmed pomembnih preventivnih ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev. Obdobje preiskave škodljivosti delovnega okolja, med katere spadajo tudi kemične snovi, so predpisane z Zakonom o varnosti in zdravju pri delu (Ur. l. RS, 43/2011). Na osnovi rezultatov meritev so delodajalci dolžni uvajati ukrepe za zaščito delavcev pred škodljivimi učinki kemičnih dejavnikov, ki so posledica delovnega procesa. Natančnost in zanesljivost rezultatov meritev pri izvajanju tega tako imenovanega ekološkega monitoringa sta zato zelo pomembni, saj lahko imajo napačni rezultati za posledico veliko finančno škodo za podjetje, ki uvede morda nepotrebne ukrepe, ali pa so posledica negativni učinki za zdravje delavcev, če rezultati meritev ne pokažejo, da so delavci dejansko čezmerno izpostavljeni škodljivim dejavnikom v okolju. Zelo pomembno je, da laboratorij, ki izvaja meritve, vzpostavi sistem, s katerim zagotavlja kakovost merilnih rezultatov.

Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve je leta 2011 izdalo Praktične smernice za merilne metode za določanje koncentracij kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu, ki predstavljajo pomemben korak pri vzpostavljanju enotnih pristopov pooblaščenih organizacij za izvajanje meritev kemičnih škodljivosti na delovnih mestih. Kot dodatek tem smernicam so objavili tudi nabor osnovnih informacij o metodah za analizo 63 kemičnih snovi, ki so lahko prisotne v zraku na delovnih mestih.

2 Vsebina praktičnih smernic

Praktične smernice podajajo osnovna načela za analitiko kemičnih snovi v delovnem okolju. Določajo tudi pristope za jemanje vzorcev, njihov transport in ravnanje z njimi ter zahteve, ki jih morajo izpolnjevati analizne metode, ki se uporabijo za analizo vzorcev. Kot posebej pomembno praktične smernice izpostavljajo merilno območje, ki ga mora-

jo pokrivati posamezne metode, in določitev merilne negotovosti, ki je odločilnega pomena pri ugotavljanju skladnosti z mejnimi vrednostmi. Priloga k praktičnim smernicam so tako imenovane preglednice, v katerih so povzete najbolj osnovne informacije o vzorčenju in analiznih metodah za posamezne kemične snovi v zraku na delovnem mestu. Večina metod je povzeta po standardnih metodah, nekaj pa jih je povzetih iz druge literature. Praktične smernice tudi za vzorčenje predlagajo večinoma standardizirane načine, ob tem pa opozarjajo na potrebo po validaciji vseh uporabljenih metod v obsegu, ki je skladen z namenom analize. Praktične smernice ugotavljajo, da je meritve mogoče izvesti le v ustrezno opremljenem laboratoriju s primerno usposobljenim kadrom in kot osnovo za sistem kakovosti laboratorija podajajo standard SIST EN ISO/IEC 17025 Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev.

2.1 Vzorčenje in analizne metode

Praktične smernice kot osnovo za lastnosti merilnih metod, ki so primerne za kvantitativno določanje kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu, določajo dokument CEN/TC 137 Assessment of workplace exposure (Ocena izpostavljenosti na delovnem mestu), ki podaja minimalne zahteve za lastnosti merilnih metod, in potrjujejo njihovo primernost za kvantitativno določanje kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu.

Poleg prej omenjenega dokumenta podaja zahteve za meritve kemičnih snovi v zraku standard SIST EN 482 : 1998 Splošne zahteve za izvajanje meritev kemičnih snovi (istoveten EN 482 : 1994).

Ta standard zahteva, da je celotna merilna negotovost meritev $\leq 30\%$ na koncentracijskem območju od 0,5 do 2 MV in $\leq 50\%$ na območju od 0,1 do 0,5 MV. Poleg tega morajo biti merilni postopki in oprema v skladu s standardi, ki izhajajo iz standarda SIST EN 482 : 1998.

2.2 Zahteve za merilne metode

Splošne zahteve za meritve kemičnih snovi na

delovnem mestu, ki so navedene v standardu SIST EN 482 : 1998 in so namenjene za primerjavo z mejnimi vrednostmi (MV), se nanašajo na:

- **Minimalno merilno območje** – merilni razpon merilnega postopka je med 0,1 in 2 MV ter mora upoštevati mejne vrednosti. To pomeni, da mora biti na tem območju celotna merilna negotovost v predpisanih mejah (glej definicijo celotne merilne negotovosti).
- **Čas povprečenja** – to je čas, v katerem daje merilni postopek posamezen rezultat. Za metodo z ločenim vzorčenjem in analiznim postopkom je čas povprečenja enak času vzorčenja. Za merilne metode, namenjene za primerjavo z mejnimi vrednostmi, mora biti čas vzorčenja enak ali manjši času referenčnega obdobja, v katerem je določena mejna vrednost.
- **Skupna merilna negotovost** – merilna negotovost je opredeljena kot ocena območja vrednosti, na katerem leži z določeno gotovostjo izmerjena vrednost glede na dejansko (sprejeto) vrednost. Skupna merilna negotovost, izračunana v skladu z enačbo, mora biti $\leq 30\%$ na območju od 0,5 MV do 2 MV in $\leq 50\%$ na območju od 0,1 do 0,5 MV.
- **Fizikalna in kemijska značilnost vzorca** – shranjevanje in transport vzorcev morata potekati tako, da so fizikalne in kemijske značilnosti vzorca ohranjene.
- **Okoljski pogoji** – zahteve shranjevanja in transporta morajo biti izpolnjene v skladu z okoljskimi pogoji na delovnem mestu in uporabljenim postopkom vzorčenja.
- **Selektivnost** – selektivnost je opredeljena kot stopnja neodvisnosti metode glede na moteče komponente. Merilni postopek mora upoštevati možne moteče komponente in podati informacije za zmanjšanje njihovih učinkov.
- **Opis metode** – opis mora vsebovati vse podatke, potrebne za izvedbo postopka, poleg tega pa še dosegljivo merilno negotovost, merilno območje, čas povprečenja, moteče komponente in informacije o okoljskih ali drugih pogojih, ki bi lahko vplivali na rezultat.

2.3 Validacije metode

Praktične smernice zahtevajo, da morajo biti vse uporabljene metode validirane in morajo zagotavljati, da so rezultati podani z ustrezno stopnjo zanesljivosti. Validacija potrjuje, da so karakteristike postopka v skladu s specifikacijami namena uporabe analiznih rezultatov.

Validacijski protokol mora omogočiti določitev splošne negotovosti (natančnosti in pravilnosti) metode in mora temeljiti na meritvah, ponovljenih pod določenimi pogoji.

Glede na vrsto uporabljene metode mora postopek validacije vključevati tudi vplive okoljskih parametrov in motečih komponent, ki bi lahko vplivali na rezultate meritev.

2.4 Vzorčenje in ravnanje z vzorci

Vzorčenje je pomemben del izvajanja meritev. Je prva stopnja merilne metode in je ločena od analize, tako zaradi specifičnih zahtev kot tudi zaradi možnosti izvedbe. Izvaja se v izbranem časovnem intervalu. Vzorčenje in analiza sta povezana in odvisna drug od drugega.

Vzorčenje se mora izvajati v skladu z navodili za izbrano metodo merjenja. Pri tem mora biti uporabljena oprema ustrezno umerjena, vzdrževana in primerna glede na zahteve metode.

Vzorci morajo biti nedvoumno označeni, zagotovljeni morajo biti vsi podatki o mestu vzorčenja. Treba je zagotoviti popolno sledljivost vzorca.

Prevoz in shranjevanje vzorcev sta ključnega pomena za pravilnost rezultatov, saj neustrezno ravnanje z vzorci vpliva na celoten proces merjenja. Merilna metoda določa pogoje za prevoz in skladiščenje vzorcev, med katerimi so pomembni zlasti naslednji: temperatura, zaščita pred svetlobo, priporočena vlažnost in najdaljši možni čas shranjevanja. Zaželeno je, da je čas med vzorčenjem in sprejemom v laboratorij, ki izvaja analize, čim krajši.

2.5 Analiza

Praktične smernice določajo, da mora biti laboratorij, ki opravlja analize, skladen z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025 zlasti glede naslednjih zahtev:

- da ima urejen sistem kakovosti;
- da ima načrt za vzdrževanje in umerjanje opreme;
- da pri delu uporablja standardne operativne postopke (SOP);
- da uporablja validirane metode merjenja;
- da ima usposobljeno osebje s potrebnimi izkušnjami in
- da skrbi za zagotavljanje kakovosti rezultatov oziroma sodeluje v medlaboratorijskem preizkušalnju.

Pri zahtevah glede skladnosti s standardom SIST EN ISO/IEC 17025 praktične smernice navajajo še standard iz leta 1999, ki je bil leta 2005 nadomeščen z novo verzijo. Verjetno je smiselno, da laboratoriji, ki vzpostavljajo sistem kakovosti, uskladijo svoje delovanje s tem novim standardom, čeprav praktične smernice eksplicitno navajajo neveljavno verzijo.

2.6 Izbor in vrednotenje metode

Metode vzorčenja in analize metode, ki so podane v prilogi praktičnih smernic, so bile izbrane na osnovi obstoječih objavljenih metod. Upošteevane so bile metode, ki so jih objavile pristojne institucije držav EU in so navedene v standardu SIST EN 14042 : 2003 Zrak na delovnem mestu – Vodilo za uporabo postopkov za oceno izpostavljenosti kemičnim in biološkim agensom.

V praktičnih smernicah so bile izbrane predvsem tiste metode, za katere so bili objavljeni validacijski protokoli in validacijski podatki. Uporabljajo se tudi validacijski podatki NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health, to je ameriški Nacionalni inštitut za varnost in zdravje pri delu) in OSHA (European Agency for Safety and Health at Work (Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu).

Za številne snovi je na voljo več metod in štejejo za enake ali enakovredne, če se uporablja za vzorčenje in meritev enaka oprema in če so postopki podobni.

Za določene kemične snovi, za katere obstajajo mejne vrednosti, so bile izdelane preglednice anali-

znih metod. Preglednice vključujejo osnovne informacije za vse faze analiznega postopka (vzorčenje, transport in shranjevanje ter analizo), tako da so uporabne tako za delo na terenu kot tudi v laboratoriju.

3 Sistem kakovosti

Uvedba standarda SIST EN ISO/IEC 17025 v laboratorij je prav gotovo najbolj učinkovit način za zagotavljanje kakovosti rezultatov meritev in je podlaga tudi za akreditacijo za akreditacijske organe, ki priznavajo usposobljenost preizkuševalnih in kalibracijskih laboratorijev. Odločitev laboratorija za akreditacijo je popolnoma prostovoljna, zato so odpori v laboratorijih glede akreditacije ponavadi veliki. Ureditvev laboratorija v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO/IEC 17025 je namreč dolgotrajen, naporen in predvsem tudi finančno zahteven projekt. V prvi fazi je potreben tudi velik časovni angažma vsega osebja, vendar so rezultati v končni fazi v večini primerov zelo pozitivni. Najbolj učinkovit vzvod, ki laboratorij na neki način prisili v uvedbo sistema kakovosti in pozneje v postopek pridobitve akreditacije, je zahteva, ki je glede tega podana v zakonodaji, ali pa da velik naročnik meritev pogojuje svoje naročilo z akreditacijo laboratorija.

Če država kot pogoj za pridobitev nekega dovoljenja za delo, pooblastila za opravljanje kakšne vrste meritev postavi akreditacijo preizkusnega laboratorija, je ta na neki način prisiljen v vzpostavitev sistema kakovosti. S takim načinom država zagotovi, da so tiste meritve, ki so pomembne na primer za javno zdravje, zanesljive in natančne, hkrati pa ji ni treba sami dodatno iskati in zaposlovati strokovnjakov, ki bi preverjali kakovost izvajalcev, ker to zanjo opravi specializirana inštitucija, to je nacionalna akreditacijska hiša. V Sloveniji je to Slovenska akreditacija (www.slo-akreditacija.si/).

Akreditacija je strokovni postopek, s katerim neodvisna nacionalna akreditacijska služba s podeljeno akreditacijsko listino formalno potrdi usposobljenost za doseganje določenih zahtev. Slovenska akreditacija je tudi podpisnica sporazuma o medsebojnem priznavanju akreditacijskih listin za podro-

Modelna preglednica in pojasnilo vsebine:

KEMIJSKO IME

LIST št.

Ime spojine, včasih sledi sinonim, ki je najpogosteje v uporabi.

Zaporedna številka
Datum priprave ali zadnje posodobitve

CAS št. (Chemical Abstract Service):

MV (8 h): ... mg/m³, ... ppm MV (kratkotrajne): ... mg/m³, ... ppm

Indikativne mejne vrednosti za poklicno izpostavljenost

POVZETEK UPORABE METODE

Kratek opis priporočene metode vzorčenja in navedba analiznega sistema in osnovnih podatkov, ki dajejo splošne podatke o metodi.

PODROČJE UPORABE

Obseg koncentracij z najnižjimi in najvišjimi vrednostmi meritev, izraženih kot razpon koncentracij (masa, prostornina) kemičnih snovi na kubični meter zraka za priporočeno prostornino vzorca. Najnižja in najvišja koncentracija ustreza 0,1 MV in 2 MV za priporočeno prostornino.

Na voljo so informacije o omejitvah metode, t.j. posebne razmere ali druge okoliščine, ki lahko omejujejo njeno področje uporabe.

Informacije o možni uporabi te metode za druge spojine.

TEHNIČNE LASTNOSTI

Večina pomembnih tehničnih informacij za uporabo metode je razdeljenih na 4 skupine: vzorčenje, analiza, transport in skladiščenje ter podatki o oceni te metode.

VZORČENJE

Opis sistema za zbiranje in pogoje vzorčenja.

ANALIZA

Informacije o pogojih za pripravo vzorca in izbira instrumentov.

Vzorčevalne črpalke: Tip črpalke.

Priprava: Opis priprave vzorca.

Vzorčevalnik: Opis značilnosti.

Tehnika: Opis osnovnih značilnosti analize tehnike.

Priporočeni pretok: ... l/min Pretok črpalke, uporabljen pri validaciji.

Priporočeni volumen: ... l Prostornina zraka, ki jo je potrebno vzorčiti v litrih.

PREVOZ IN SKLADIŠČENJE

Pogoji (temperatura, zaščita pred svetlobo, itd.), pri katerih se morajo vzorci prevažati in skladiščiti, da bi ohranili njihovo integriteto. Navedba najdaljšega časa, ki lahko preteče pred analizo.

VREDNOTENJE PODATKOV

Ta del vključuje vrednosti za operativne značilnosti, pridobljene v procesu validacije metode: natančnost, pravilnost (napaka določitve) in merilne negotovosti, izražene v odstotkih. Pri kromatografskih metodah je vključena tudi desorpcijska učinkovitost v odstotkih. Če so informacije, ki so na razpolago, nepopolne, ali če je bilo potrebno spremeniti metodo, ali katere koli druge okoliščine, so pomembne pripombe navedene v delu "Druge pomembne informacije". Informacije se razlikujejo glede na avtorje izdelanih metod. Podani so razlogi, zakaj je potrebno ponovno izračunati nekatere vrednosti.

Natančnost: ... %

Pravilnost (napaka): ... %

Merilna negotovost: ... %

DRUGE ZNAČILNOSTI

Ocena stopnje težavnosti in finančnih stroškov v skladu z merili iz poglavja 2.3.

Povzetek analiznih metod za določene nevarne kemične snovi:

List št.	Kemijsko ime	Koncentracijski obseg 0,1 - 2 MV (mg/m ³)	Validirano območje (mg/m ³)	Metoda - reference	Komentarji
1	dietil eter	30 - 616	125 - 2470	INSHT-MA 047/A01	
2	aceton	121 - 2420	130 - 2560	INSHT-MA 031/A96	
3	kloroform	1 - 20	5 - 113	INSHT-MA 042/A99	
4	1,1,1-trikloroetan	55 - 1110	127 - 3816	INSHT-MA 013/R87	
5	etilamin	0,94 - 18,8	-- 20	OSHA-Metoda 36	Ni uporabna od 0,1 do 0,5 MV
6	1,1-dikloroetan	41,2 - 824	38 - 835	INSHT-MA 043/A99	
7	fosgen	0,008 - 0,16	-- 1,6	OSHA-Metoda 61	Se ne uporablja
8	klordifluorometan	360 - 7200	1780 - 6890	NIOSH-Metoda 1018-1	
9	butanon	60 - 1200	58 - 1150	INSHT-MA 031/A96	
10	propionska kislina	3,1 - 62	---	OSHA-IMIS 2168	Ni validirana
11-1 11-2	o-Ksilen	22,1 - 442	22 - 450 - 96 --	INSHT-MA 030/A92 OSHA-Metoda 1002	Metoda validirana za p-ksilen (list št. 19)
12	1,2-diklorobenzen	12,2 - 244	12 - 225	INSHT-MA 053/A02	
13	1,2,4-trimetilbenzen	10 - 200	16 - 310	INSHT-MA 030/A92	
14	kumen	10 - 200	120 - 479	NIOSH-Metoda 1501	Shranjevanje ni raziskano Vpliva vlage niso preučevali
15	2-fenilpropen	24,6 - 492	236 - 943	NIOSH-Metoda 1501	Shranjevanje ni raziskano Vpliv vlage ni raziskan
16-1 16-2	etilbenzen	44,2 - 884	49 - 942 - 73 --	INSHT-MA 030/A92 OSHA-Metoda 1002	
17	kaprolaktam (prah in pare)	1 - 20	---	OSHA-Metoda PV 2012	Ni validirana
18	heptan-3-on	9,5 - 190	100 - 463	NIOSH-Metoda 1301	Shranjevanje ni raziskano Vpliva vlage niso preučevali
19-1 19-2	p-ksilen	22,1 - 442	50 - 850 - 90 --	INSHT-MA 030/A92 OSHA-Metoda 1002	
20	1,4-diklorobenzen	12,2 - 244	208 - 831	NIOSH-Metoda 1003	Shranjevanje ni raziskano Vpliv vlage ni raziskan.
21	alil alkohol	0,48 - 9,6	1,8 - 8,4	NIOSH-Metoda 1402	Shranjevanje ni raziskano Vpliva vlage niso preučevali
22	etilen glikol	5,2 - 104	---	OSHA-Metoda PV 2024	Delno validirana
23	1-metoksipropan-2-ol	37,5 - 750	32 - 760	INSHT-MA 017/A89	
24	4-metilpentan-2-on	8,3 - 166	22 - 440	INSHT-MA 031/A96	
25-1 25-2	m-ksilen	22,1 - 442	50 - 850 48 ---	INSHT-MA 030/A92 OSHA-Metoda 1002	Metoda validirana za p-ksilen (list št. 19)
26	1-metoksi-2-propanol acetat	27,5 - 450	2 - 50	INSHT-MA 024/A92	
27	mezitilen (1,3,5-trimetilbenzen)	10 - 200	16 - 310	INSHT-MA 030/A92	Metoda validirana za 1,2,4-trimetilbenzen (list št. 13)
28	klorobenzen	4,7 - 94	4,5 - 95	INSHT-MA 042/A99	
29	cikloheksanon	4,08 - 81,6	9,8 - 188	INSHT-MA 052/A02	
30	fenol	0,78 - 15,6	1,8 - 43	INSHT-MA 040/A98	
31	tetrahidrofuran	15 - 300	13 - 270	INSHT-MA 049/A01	
32	5-metilheksan-2-on	9,5 - 190	2,29 - --	OSHA-Metoda PV 2042	Delno validirana
33	heptan-2-on	23,8 - 476	197 - 925	NIOSH-Metoda 1301	Shranjevanje ni raziskano Vpliv vlage ni raziskan
34	piperazin	0,01 - 0,2	---	OSHA-IMIS P 250	Ni validirana
35	2-butoksietanol	9,8 - 196	- 96 --	OSHA-Metoda 83	
36	2-butoksietil acetat	13,3 - 266	5 - 300	DFG-Ahsa Vol. 2	Vpliv vlage ni raziskan. Pomanjkanje informacij o napakah pri skladiščenju
37	dimetil eter	192 - 3840	190 - 3850	INSHT-MA 047/A01	
38	1,2,4-triklorobenzen	1,51 - 30,2	0,002 - 100	NIOSH-Metoda 5517	Vpliv vlage ni raziskan
39	trietilamin	0,84 - 16,8	-- 96	OSHA-Metoda PV 2060	Delno validirana
40	izopentil acetat	27 - 540	24 - 550	INSHT-MA 041/A99	
41	dimetilamin	0,38 - 7,6	7,3 - 30,6	NIOSH-Metoda 2010	Se ne uporablja
42	N, N-dimetilacetamid	3,6 - 72	18 - 105	NIOSH-Metoda 2004	Vpliv vlage ni raziskan Ni podatkov o napakah
43	n-butil akrilat	1,1 - 22	-- 56	OSHA-Metoda PV 2011	Delno validirana
44	n-heptan	208,5 - 4170	134 - 2955	INSHT-MA 029/A92	
45	1,2,3-trimetilbenzen	10 - 200	15 - 310	INSHT-MA 030/A92	Metoda validirana za 1,2,4-trimetilbenzen (list št. 13)
46	5-metilheptan-3-on	5,3 - 106	57 - 272	NIOSH-Metoda 1301	Vpliva vlage niso preučevali. Shranjevanje ni raziskano
47	1-metilbutil acetat	27 - 540	24 - 550	INSHT-MA 041/A99	Metoda validirana za izo-pentil acetat (list št. 40)
48	pentil acetat	27 - 540	24 - 550	INSHT-MA 041/A99	Metoda validirana za izo-pentilacetat
49	pentan-3-il acetat	27 - 540	24 - 550	INSHT-MA 041/A99	Metoda validirana za izo-pentil acetat
50	terc-amil acetat	27 - 540	24 - 550	INSHT-MA 041/A99	Metoda validirana za izo-pentil acetat

51	ksilen, zmes izomerov, čisti	22,1 - 442	50 - 850	INSHT-MA 030/A92	Metoda validirana za p-ksilen (list št. 19)
52	sulfotep	0,01 - 0,2	---	NIOSH-Metoda 5600	Metoda validirana za druge organofosforne pesticide
53	vodikov fluorid	0,15 - 3	(75 - 300) *	HSE-MDHS 35 / 2	Manjkajo pogoji shranjevanja
54-1 54-2	srebro, kovinsko	0,01 - 0,2	(1 - 4) * (2,2 - 10,1) *	OSHA-Metoda ID-121 OSHA-Metoda ID-206	
55	vodikov klorid	0,8 - 16	0,14 - 14	NIOSH-Metoda 7903	Prostornina vzorca ni potrjena Ni podatkov o napaki
56	ortofosforna kislina	0,1 - 2	(42 - 840) *	DFG-Ahsa Vol. 6	
57	amoniak, brezvodni	1,4 - 28	21,8 - 72,2	OSHA-Metoda ID-188	
58	fluor	0,158 - 3,16	---	OSHA-IMIS 1270	Ni validirana
59	divodikov selenid	0,007 - 0,14	---	OSHA-IMIS 1474	Ni validirana
60	vodikov bromid	6,7 (kratkotrajna MV)	2 - 20	NIOSH-Metoda 7903	Ne velja za 15 min vzorce
61	natrijev azid	0,01 - 0,2	0,15 - 0,71	OSHA-Metoda ID-211	
62	2-metoksimetiletoksiopropanol	30,8 - 616	-- 606	OSHA-Metoda 101	
63	fluoridi, anorganski	0,25 - 5	# G: (7,5 - 300) * P #: (36 - 4800) *	HSE-MDHS 35 / 2	

čje akreditacije preizkuševalnih laboratorijev MLA, kar pomeni, da so akreditacijske listine, ki jih izda, veljavne in priznane v vseh državah podpisnicah sporazuma v Evropi.

S pridobitvijo akreditacije se predvsem poveča zaupanje uporabnika storitev laboratorija, da bodo meritve izvedene resnično v skladu z zahtevami standardov in predpisov in da bodo rezultati neoporečni, torej točni in zanesljivi, saj sam postopek akreditacije posebej natančno zajema pregled tehnične usposobljenosti laboratorija, ki se želi akreditirati. S tem ko podjetje uvede sistem kakovosti in ga nato neodvisna institucija redno spremlja in kontrolira, se tveganje, da rezultati, ki jih daje ta laboratorij, ne bodo točni in zanesljivi, bistveno zmanjša. Tak način je trenutno v Sloveniji že uveljavljen na nekaterih področjih, kot na primer na področju okolja, kjer je za pridobitev pooblastila ministrstva za okolje za opravljanje meritve emisij iz nepremičnih virov onesnaževanja potrebna akreditacija, enako je na področju kontrole dvigal, kjer ministrstvo za gospodarstvo pooblastilo podeljuje le kontrolnim organom, ki so akreditirani po standardu SIST EN ISO/IEC 17020.

Za izvajanje meritev kemičnih snovi v zraku na delovnih mestih pa izvajalci ne potrebujejo akreditacije za pridobitev dovoljenja za delo ministrstva za delo, družino in socialne zadeve in zelo verjetno je, da laboratoriji sistema kakovosti za to vrsto meritev ne bodo vzdrževali v skladu z zahtevami standarda.

Na splošno izkušnje različnih laboratorijev, ki so uvedli sistem kakovosti in akreditirali svoje merilne

metode, kažejo, da ima uvedba sistema kakovosti za preizkusni laboratorij veliko pozitivnih učinkov, ki pomembno vplivajo na poslovanje. Te učinke lahko razdelimo na notranje, ki vplivajo na poslovanje preizkusnega laboratorija, in zunanje, ki se kažejo navzven do strank preizkusnega laboratorija.

Po nekaterih raziskavah, ki jih je opravilo podjetje Dun in Bradstreet, kar 85 % vseh podjetij, ki so uvedla sistem kakovosti, opazi pozitivne učinke, ki se kažejo navzven, to je pri izboljšanju prepoznavanja njihove kakovosti pri strankah in povečanju povpraševanja strank. Kar 95 % podjetij pa opazi pozitivne učinke tudi znotraj podjetja. Ti učinki se kažejo predvsem v večjem zavedanju zaposlenih o pomenu kakovosti, večja je učinkovitost poslovanja, manj je napak in s tem povezanih stroškov.

Izkušnje ZVD d. d. pri implementaciji standarda SIST EN ISO/IEC 17025 za preizkusne laboratorije in pridobitev akreditacije so pozitivne. Od leta 2003 do danes smo sistem kakovosti v skladu s tem standardom vpeljali v pet preizkusnih laboratorijev, ki se ukvarjajo z različnimi vrstami meritev.

V fazi uvajanja smo opazili pozitivne vplive na vse vidike razvoja laboratorijev. Organiziranost laboratorija je v takem sistemu transparentna, vsi procesi, ki potekajo v njem, so obvladovani, jasne so relacije med zaposlenimi, saj so natančno opredeljene odgovornosti in pristojnosti. Usposabljanje kadrov je sistematično načrtovano in obvladovano, s čimer se zagotavlja nenehen napredek in povečevanje strokovnosti. Vse merilne metode so validirane, verifisirane, vsa merilna oprema je nadzorovana, redno vzdrževana in kalibrirana. Sistem kakovosti temelji

na sistemskem pristopu k zagotavljanju kakovosti na celotnem področju delovanja laboratorija. Posebej pomembne so redne notranje presoje in redni vodstveni pregledi, ki zagotavljajo, da ima vodstvo ves čas pregled nad učinkovitostjo sistema.

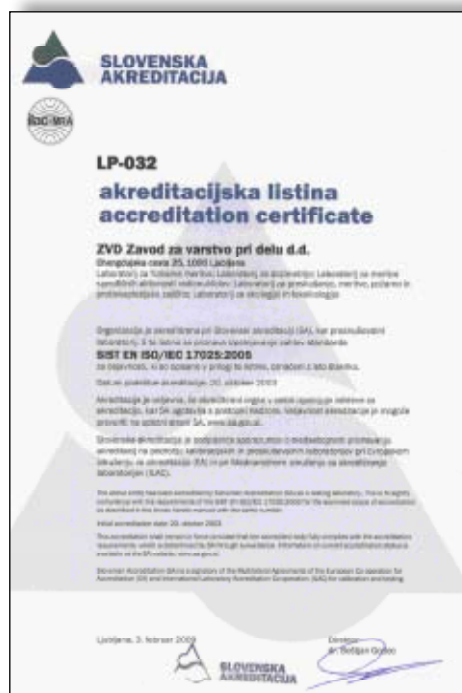
Med pozitivne učinke prištevamo povečano zaupanje strank. Zaradi vpeljanih načinov komuniciranja s strankami je manj možnosti za različne nesporazume pri dogovorih o delu. Če pride do pritožb, so te obdelane natančno in sistematično. Dobro vpeljan sistem pomeni tekoče delo, brez zastojev in predvsem manjše število napak, kar zmanjša nepotrebne stroške poslovanja.

Med manj zaželene posledice akreditacije štejemo visoke stroške vzpostavitve in nato vzdrževanja sistema kakovosti. Zaradi trenutne neurejenosti na trgu se stroški, ki jih ima laboratorij s sistemom, še ne odražajo v možnosti doseganja višjih cen storitev. S pridobitvijo akreditacije nismo cen v nobenem laboratoriju povišali. Opazili pa smo vzpostavljanje višje kakovosti med konkurenčnimi laboratoriji, ki so akreditirani na istih področjih, kar pomeni bistveno bolj zdravo konkurenco.

4 Zaključek

Praktične smernice za merilne metode za določanje koncentracij nevarnih kemičnih snovi v zraku na delovnem mestu pomenijo pomemben prispevek k urejanju do zdaj zelo neurejenega področja izvajanja vzorčenja in analiz kemičnih snovi v delovnem okolju. Prvič so jasno postavljene zahteve, ki jih morajo izpolnjevati laboratoriji z dovoljenjem za delo, ki izvajajo te meritve na delovnih mestih. Zelo pohvalno je, da je za delo takega laboratorija potrebna vzpostavitev sistema kakovosti v skladu s standardom SIST EN ISO/IEC 17025, vendar vidimo bistveno pomanjkljivost v tem, da ni postavljena zahteva tudi po akreditaciji laboratorija, saj bi v tem primeru neodvisna nacionalna akreditacijska hiša preverila dejansko usposobljenost, podelila akreditacijsko listino in potem redno periodično preverjala vzdrževanje sistema.

Izkušnje laboratorijev ZVD Zavoda za varstvo pri



delu d. d., ki so že akreditirani, so pozitivne, zato zelo podpiramo idejo, da se v predpise čim prej uvede zahteva po akreditaciji tudi na področje izvajanja ekološkega monitoringa na delovnih mestih. Kratkoročno bo ta zahteva povzročila dodatno delo in dodatne stroške podjetjem z dovoljenji za delo, ki meritve opravljajo, vendar lahko dolgoročno pričakujemo dvig kakovosti in, kar je še bolj pomembno, neprestano zagotavljanje kakovostnih meritev in njihov razvoj. Zaupanje delodajalcev kot naročnikov teh storitev, ki so odgovorni za ekonomiko poslovanja in hkrati za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev pri delu, v rezultate meritev bo večje, zato bodo na njihovi osnovi lažje načrtovali in izvajali vse potrebne ukrepe. Na področju meritev v delovnem okolju se bo vzpostavila lojalna konkurenca, kjer nenormalno visoka odstopanja cen storitev ne bodo več mogoča. Ne nazadnje bodo lahko s tako pridobljeno akreditacijo laboratoriji izvajali meritve tudi v drugih državah EU. V primeru, da bo država nekoč vzpostavila skupno bazo v zvezi z izpostavljenostjo delavcev različnim škodljivim dejavnikom iz okolja, bodo rezultati meritev akreditiranih izvajalcev meritev primerljivi in bodo nudili kakovostne informacije v zvezi z izpostavljenostjo delovne populacije. To pa bo omogočalo tudi smiselno in učinkovito načrtovanje potrebnih ukrepov.