

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

8

Rizika expozice vibracím přenášeným na ruce a tělo

Identifikace a hodnocení rizik; Navrhovaná opatření



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

Section for *Electricity*
Section for *Iron and Metal*
Section for *Machine and System*
Safety

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

8

Rizika expozice vibračním přenášeným na ruce a tělo

Identifikace a vyhodnocení rizik;
Navrhovaná opatření



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

Section for *Electricity*

Section for *Iron and Metal*

Section for *Machine and System Safety*

Autoři: Dr. Ing. Gerhard Neugebauer, ISSA Sekce kovy, Německo
Dipl.-Ing. Laurencia Jančurová, Národní inspektorát práce, Košice, Slovensko
MD János Martin, Národní institut pro pracovní hygienu a medicínu (OMFI),
Budapešť, Maďarsko
Ing. Zdeněk Jandák, SZÚ, Česká republika
Ing. Thomas Manek, ISSA Sekce kovy, AUVA, Rakousko

V České republice vydal Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i., aktualizováno 2024

ÚVOD

Cílem této příručky je shrnutí požadavků nutných k identifikaci a snížení rizik při vystavení zaměstnanců vibracím a možností implementace směrnice Vibrace (2002/44/ES) na národní úrovni, a to v malých a středních podnicích.

Příručka obsahuje tři kapitoly:

- 1 **Základní informace**
- 2 **Hodnocení rizik**
- 3 **Příloha 1 a 2**

Poznámka

Příručka slouží k zavedení Rámcové směrnice pro realizaci opatření ke zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci (89/391/EHS) a samostatné směrnice Vibrace (2002/44/ES), která z ní vyplývá, do národní legislativy.

Jestliže k příručce existují další předpisy na národní úrovni, je nutné tyto bezpodmínečně dodržovat.

Tato příručka se nezabývá dokumentací, jež vznikne při hodnocení rizik, neboť příslušná národní nařízení k hodnocení rizik se v jednotlivých členských státech velmi výrazně liší.

Souhrn vydaných příruček:

- 1 Hluk
- 2 Rizika při práci na strojích a jiném výrobním zařízení
- 3 Chemická rizika
- 4 Uklouznutí a pády z výšky
- 5 Psychická zátěž
- 6 Fyzická zátěž (Ruční manipulace s břemeny: zvedání, držení, nesení, tahání a tlačení břemene)
- 7 Nebezpečí spojená s výbuchy
- 8 Rizika expozice vibracím přenášeným na ruce a tělo
- 9 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem
- 10 Hodnocení rizik

1 Základní informace

Při vystavení organismu vibracím jsou jejich účinky velmi různorodé – od pouhých nepříjemných pocitů až k důsledkům vedoucím k chybám při výkonu práce, zdravotním rizikům a případně dopadům na zdraví pracovníka.

Druhy vibrací:

- **Vibrace přenášené na ruce**

Vznikají během práce s ručním motorovým zařízením, jež přenáší vibrace na ruce, např. s bruskami, kladivy, pěchovacími zařízeními, vibrátory, vrtacími kladivy, bouracími kladivy či řetězovými pilami atd.

- **Vibrace přenášené na celé tělo (horizontální a vertikální)**

Vznikají při používání mobilních strojů a zařízení, např. nákladních aut na stavebních místech, strojů používaných při těžbě a přibližování dřeva, drtičů, kolečkových nebo pásových nakladačů, traktorů, vysoko-zdvíhacích vozíků používaných na nerovných plochách a vojenských vozidel.

Vibrace se mohou objevit také na pevných pracovištích umístěných v blízkosti těžkých strojů, jako jsou operační stanoviště kompresorů nebo děrovacích lisů. Škodlivé následky vibrací jsou sice již dlouho známy, jsou však velmi často podceňovány.

1.1 Ochrana zdraví

Vibrace mohou mít vliv na celé tělo nebo jen na jeho část.

Vibrace působící na celé tělo (horizontální nebo vertikální) jsou mechanické vibrace přenášené na tělo páteří nebo sedacími svaly, v případě práce vsedě chodidly, v případě práce ve stoje hlavou anebo zády, když pracovník pracuje vleže. Jejich negativní vliv má dopad na celé tělo. Také ve volném čase, například při jízdě autem nebo na motocyklu, se mohou objevit vibrace působící na celé tělo.



Vibrace přenášené na ruce jsou vibrace, které se přenášejí z vibrující rukojeti nebo jiného předmětu přidržovaného rukou, zejména na ruce exponované osoby (např. vibrace přenášené na pracující z rukojeti ručního mechanizovaného nářadí, jako jsou elektrické a pneumatické nástroje, nůžky na úpravu keřů apod., nebo vibrace přenášené z řídítek nebo volantů).



Vibrace a zdraví

Tak jako v případě hluku, jsou i u mechanických vibrací známy jejich účinky na lidské zdraví, a proto jsou v případě jejich expozice stanoveny určité parametry.

Zdravotní rizika jsou závislá na místě výskytu vibrací, na jejich intenzitě a na tom, jak často a po jakou dobu jsme vibracím vystaveni.

Vyhňte se tomuto riziku!

Zátěž, které jsou jednotlivci při vibracích vystaveni, záleží na:

- intenzitě vibrací,
- jejich frekvenci,
- délce expozice,
- pracovních postupech a
- druhu vykonávané činnosti.

Pociťování nepříjemných vlivů vibrací může být individuálně ovlivňováno také

- zdravotním stavem pracovníka,
- druhem vykonávané aktivity a
- přístupem jednotlivce a jeho očekáváním.

Zdravotní riziko se projeví velmi výrazně v případech, jsou-li vibrace přenášeny

- na ruce a paže a
- v případě práce ve stoje nebo vsedě na celé tělo.

Vibrace přenášené na ruce

Vibrace rukou a paží subjektivně poškozují hmat, jemnou motoriku a výkon a po několika letech vystavení vibracím mohou zavinit:

- poruchy krevního oběhu,
- poškození nervového systému,
- poškození měkkých tkání, šlach a vazivových pouzder,
- změny svalového napětí a
- poškození kloubů a kostí.

Jestliže jsou pracovníci vystaveni vysokofrekvenčním vibracím po dobu několika let, mohou nastat poruchy cirkulace krve v prstech. Dělníci mohou trpět periodickými potížemi, při nichž zbledají prsty a jsou bez citu (je to tzv. vibrační

syndrom či bílý prst). Tento problém se též nazývá vasospastický syndrom způsobený vibracemi.

Intenzivní nízkofrekvenční vibrace ruky/paží mohou způsobit degenerativní změny kostí rukou, kloubů prstů a zápěstí, ale také lokte a oblasti ramene. Způsobují značnou bolest a mohou negativně ovlivnit mobilitu končetiny.

Poškození kloubů může nastat u:

- zápěstí,
- kloubu v lokti,
- akromioklavikulárních kloubů.

Dále se může v oblasti karpálních kostí projevit lámavost kostí z únavy a nekróza.

Riziko těchto problémů zvyšuje práce v chladném prostředí.

Vibrace přenášené na celé tělo

Vibrace působící na celé tělo mohou

- poškodit smysly a mohou vést k potížím s rovnováhou, ke kinetóze nebo problémům s viděním,
- poškodit jemnou motoriku nebo snížit výkonnost,
- způsobit zažívací problémy,
- negativně ovlivnit pohyblivost páteře.

Poznámka:

Veďte prosím na vědomí, že preventivní opatření je nutno podniknout také v zájmu určitých skupin osob, např. mladistvých nebo starších pracovníků, těhotných žen apod.

1.2 Legislativa

Preventivních opatření k problémům pracovníků vystavených vibracím se týká směrnice EK Vibrace (2002/44/ES), která definuje jak opatření, tak akční hodnoty a expoziční limity.

Návrhy opatření v kombinaci se standardy ISO 2631 a ISO 5349, jež obsahují dosud známé okolnosti měření a hodnocení dopadů vibrací na pracovišti, vyžadují vypracovat analýzu a hodnocení rizik, objektivně informovat pracovníky a připravit program na snížení vibrací.

Cílem legislativy je dosáhnout zavedení preventivních opatření proti onemocnění

pohybového ústrojí (např. páteře, kostí, kloubů a měkkých tkání) a také proti problémům oběhového systému v prstech a rukou.

Akční a expoziční limitní hodnoty vibrace

Denní limitní hodnota bude vypočítána na základě standardizované osmihodinové pracovní doby A (8).

Měření zrychlení vibrací je prováděno frekvenčně a se získanými hodnotami je

potom zacházeno podle postupů uvedených v národních standardech.

Pozor:

V poslední době byly váhové filtry pro případ vibrací působících na celé tělo upraveny podle nejnovějších vědeckých poznatků, takže v některých případech je vhodné provést nová měření nebo sérii měření.

Evropská směrnice (2002/44/ES) definuje expoziční limit a akční hodnoty takto:

Vibrace působící na ruce:

- Expoziční limitní hodnota
 $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$
- Akční hodnota $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

Vibrace působící na celé tělo:

- Expoziční limitní hodnota pro všechny směry $A(8) = 1,15 \text{ m/s}^2$
- Akční hodnota pro všechny směry
 $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

Poznámka:

Při implementaci směrnice je třeba respektovat rozdílné podmínky existující v jednotlivých členských zemích EU.

V některých případech je nezbytné individuální posouzení a vyhodnocení situace na pracovišti. V závislosti na akčních hodnotách a expozičních limitech je třeba podniknout následující kroky:

- vhodným způsobem určit a vyhodnotit rizika,
- zajistit realizaci potřebných technologických a organizačních opatření,
- vyracovat a uskutečnit program ke snížení vibrací,
- informovat a poučit pracovníky,
- monitorovat zdraví pracovníků,
- využívat dodatečná zařízení (např. držáky),
- využívat osobní ochranné pracovní prostředky (např. speciální protivibrační rukavice).

2 Hodnocení rizik

Po vyhodnocení rizik můžeme již v počátečních fázích snížit expozici pracovníků vibracím. Hodnotící proces může:

- souviset s prováděnou činností,
- vztahovat se ke stroji,
- souviset s pracovním místem a/nebo
- může být prováděn individuálně.

Expozici je třeba hodnotit podle stupně ohrožení a pravděpodobnosti škodlivých následků.

Nejdůležitějšími kroky jsou:

Krok 1: Identifikace rizika (expozice vibracím)

Krok 2: Analýza a vyhodnocení rizika

Krok 3: Snížení rizika a přijetí opatření

Krok 1:

Identifikace rizika

Zaměstnavatel je povinen vyhodnotit pracovní podmínky a řídit se požadavky a ustanoveními národní legislativy.

Chybějí-li potřebná data, je nutno provést měření, což obvykle vyžaduje využití drahých měřicích přístrojů a specialistů na danou problematiku.

V příloze 1 jsou uvedeny podrobné informace, jak postupovat při měření vibrací na pracovišti.

V praxi se můžeme komplikovaným měřením vydávaných vibrací vyhnout díky údajům v katalogích, databázím z internetu nebo údajům, které uvádí výrobce (např. v návodech k použití).

Často můžeme potřebné údaje získat též u pojišťoven; evidují, které činnosti či pracovní místa jsou považována za škodlivá vzhledem k vystavení pracovníků vibracím (tj. jaké nemoci z povolání jsou zaviněny dlouhodobým vystavením vibracím).

Údaje výrobců

Výrobci, případně uživatelé strojního zařízení, se řídí směrnici 2006/42/ES, která poskytuje právní rámec pro bezpečnost strojů (nyní probíhá její revize).

Výrobci jsou povinni poskytnout údaje o hodnotách vibrací, které stroje způsobují, a to výsledky, jež jsou naměřeny během zkušebního provozu.

Jestliže provádíme hodnocení pracovních rizik, seznámíme se s údaji poskytnutými výrobcem, pečlivě je porovnáme se stávajícími pracovními podmínkami a v případě potřeby je přepočítáme.

Pro typické strojní zařízení jsou připraveny konverzní vzorce (převod testovacích podmínek k imisním hodnotám).

Tyto údaje lze využít při snižování vibrací u zařízení nejnovějšími metodami redukce vibrací a při přípravě programu k minimalizaci vibrací.

Kontrolní seznam pro hodnocení rizik

Kontrolní seznamy jsou důležitým nástrojem pro hodnocení rizik.

Kontrolní seznam:

Vibrace přenášené na horní končetiny

1. Bylo zjišťováno, zda ruční nebo rukou obsluhovaná strojní zařízení a nástroje, jež mohou mít škodlivý vliv na pohybový aparát, mohou být nahrazeny jinými nástroji?
2. Bylo zjišťováno, zda vysokorychlostní stroje a nástroje (s frekvencí od 20 do 1000 Hz), jež mohou mít škodlivý vliv na ruce, mohou být nahrazeny jinými nástroji?
3. Byla provedena preventivní měření, aby skutečná denní expozice vibracím (celková hodnota se vztahuje k osmihodinové pracovní době) nepřesahovala hodnotu $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$?
4. Byly pracovníkům předány informace o připravených opatřeních a byli seznámeni s expozičním limitem?
5. Jsou používány nízkovibrační stroje a strojní zařízení (např. brusné kotouče)?
6. Jsou rukojeti vybaveny tlumicemi nebo odpružovacími prvky?
7. Byly kontrolovány metody ke snížení nebo odstranění nadměrných vibrací?
8. Je při výběru nového zařízení věnována dostatečná péče tomu, aby se nakupovaly pouze nízkovibrační nástroje (s využitím údajů výrobců)?
9. Je k obsluze užívaných strojů a nástrojů nutné velmi pevné uchopení a stisk?

10. Byly testovány speciální antivibrační rukavice (zejména pro práci venku a v chladu) a jsou pracovníky používány?

11. Jsou pracovníci, kteří jsou vystaveni nadměrným vibracím, zváni na preventivní lékařské prohlídky?

Kontrolní seznam:

Vibrace působící na celé tělo

1. Byla přijata opatření, aby denní expozice vibracím nepřesahovala (efektivní hodnota frekvenčně váženého zrychlení na standardní 8hodinovou pracovní dobu) hodnotu $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$?
2. Byly pracovníkům předány informace o provedených opatřeních a byli seznámeni s expozičním limitem?
3. Můžeme se vyhnout řízení vozidla nebo mechanismu v nepohodlné či zkroucené poloze těla?
4. Je věnována péče dopravním povrchům? Jsou hladké, bez děr a výmolů? Je zajištěno, aby nedocházelo k ničení dopravních povrchů?
5. Bylo zjišťováno, zda může být práce organizována způsobem, který umožní snížení doby řízení vozidla, a tím zkrácení expozice vibracím?
6. Je při nákupu nových vozidel věnována dostatečná péče výběru nízkovibračních vozidel (za využití informací od výrobce)?
7. Byla instalována nízkovibrační sedadla, jsou správně připevněna a jsou pravidelně udržována?
8. Jsou pracovníci, kteří jsou vystaveni extrémně vysokým vibracím, zváni na pravidelné lékařské prohlídky?

Krok 2:

Analýza a vyhodnocení rizik

Určení expozice A (8), tj. osmihodinové hodnoty

Expozice pracovního místa mohou být určeny na základě údajů výrobce, z odborné literatury nebo na základě měření.

Parametry jsou frekvenčně vážená akcelerace ve třech směrech, pozorování maximálních hodnot a/nebo celkové hodnoty vibrace (vektory).

Příloha 2 popisuje parametry pro určení expozice.

Další hodnoty, např. síla uchopení.

Na zvýšení expozice mohou mít vliv nevhodné pracovní podmínky (pracovní polohy) a také opotřebovaný nástroj.

Nutnost pevného uchopení nástroje a míra stisku rovněž zvyšují účinek a působení vibrací. Práce v chladu zvyšuje riziko.

Využití údajů z databází

Internet již poskytuje dostatečný počet databází, jež mohou být využity k určení pracovních míst, která jsou vystavena vibracím (např. databázi KARLA). Tato data většinou obsahují imisní hodnoty, jež se značně liší od hodnot uváděných výrobcí formou emisních hodnot. Praktický průvodce EU a vibrační parametrické kalkulátory jsou rovněž užitečné (také dostupné na internetu).

Poznámka:

Nikdy nezaměňujte emisní údaje s imisními hodnotami!

Krok 3:

Snížení rizika a přijetí opatření

1. Základní údaje – zásady

Ve směrnici je stanoveno, že je zaměstnavatel povinen zavést technologická a/nebo organizační nápravná opatření, kdykoli jsou překročeny akční nebo expoziční limitní hodnoty. Tato opatření zahrnují např. alternativní pracovní proces, výběr vhodných nástrojů a materiálů nebo snížení délky a intenzity expozice. Prioritní je zavedení opatření přímo u zdroje vibrací.

Ochranná opatření je vždy nutno zavádět v této chronologii: **S-T-O-P**:

S: Substitute – náhradní řešení

T: Technologická řešení, např. nízkovibrační stroje, nástroje a vozidla

O: Organizační opatření, např. limit pro vystavení intenzivním vibracím pro určitou dobu/období

P: Personální – osobní ochranné pracovní prostředky, např. používání antibračních rukavic pro snížení vibrací působících na ruce, jež jsou však efektivní pouze při práci s vysokofrekvenčními komponenty

2. Opatření omezující působení vibrací na horní končetiny

Podle intenzity a délky expozice vibracím působícím na ruce a paže je třeba přijmout následující opatření:

Denní expoziční hodnota
 $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$

- Informujte své pracovníky o riziku působení vibrací a délky expozice.

Denní expoziční hodnota

$A(8) > 2,5 \text{ m/s}^2$

- Připravte a implementujte programy ke snížení vibrací.
- Nabídněte pracovníkům možnost preventivní lékařské prohlídky!

Denní expoziční hodnota

$A(8) > 5 \text{ m/s}^2$

- Je nutno přijmout okamžitá opatření ke snížení vibrací!
- Zajistěte pracovníkům pravidelné preventivní lékařské prohlídky!

3. Opatření omezující působení vibrací na celé tělo

Působí-li vibrace na celé tělo, je třeba přijmout tato opatření:

Denní expoziční hodnota

$A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$

- Informujte své pracovníky o riziku vystavení vibracím a délky expozice.

Denní expoziční hodnota

$A(8) > 0,5 \text{ m/s}^2$

- Připravte a implementujte program ke snížení vibrací.
- Nabídněte pracovníkům možnost preventivní lékařské prohlídky!

Denní expoziční hodnota

$A(8) > 0,8$ anebo $1,15 \text{ m/s}^{2*}$

- Je nutno přijmout okamžitá opatření ke snížení vibrací!
- Zajistěte pracovníkům pravidelné preventivní lékařské prohlídky!

4. Opatření provedená u zdroje vibrací

Pro snížení expozice vibracím na pracovišti je třeba zamezit vzniku, přenosu

*) viz národní legislativa

a dopadu vibrací. Nejefektivnějšími ochrannými opatřeními jsou ta, jež snižují vibrace přímo u zdroje.

Tato primární opatření snižují veškeré škodlivé působení bez ohledu na místo a délku jejich výskytu a další provozní záležitosti.

Snížení vibrací působících na ruce a paže

Několik praktických příkladů nám pomůže objasnit, jak snížit vibrace strojů a zařízení:

- Snížení intenzity spojení (např. snížení síly úchopu).
- Užití tlakových nýtovaček nebo nýtovaček se sníženým zpětným rázem pro nýtované spoje.
- Při spojování materiálů šroubovými spoji využít točivých šroubováků místo kladiv.
- Při instalačních pracích používat raději vrtací kladiva než přiklepové vrtáčky.
- Při stavbě silnic a v hornictví užívat nízkovibrační razicí stroje.
- Při sekání kamene a oceli používat sekací kladiva s nízkovibrující rukojetí a návleky na kabely k vrtákům.
- V lesnictví používat řetězové pily s nízkovibračními držadly.
- Používat pouze ostré nástroje a v pravidelných intervalech dbát na jejich údržbu.
- Používat lepení místo nýtování.
- Používat takový druh slévárenských forem, které nevyžadují namáhavé čištění.
- Používat násobné šroubováky.

Obecně můžeme říci, že je třeba dávat přednost nízkovibračním technologiím.

Správnou konstrukcí přístroje by měl již výrobce dosáhnout toho, aby vibrace přenášené z ručních přístrojů držadlem na ruku obsluhy byly co nejmenší. Ve většině případů budou nízkovibrační produkty stabilnější a přesnější. Další výhodou nízkovibračních strojů je jejich menší opotřebení a nižší hluchost.

Snížení vibrací celého těla

Používání nerovných cest, např. ne-
zpevněných povrchů, stavenišť, nevhodných
přístupových cest k továrnám, by
mělo být co nejvíce omezeno nebo úpl-
ně vyloučeno.

Vyjeté koleje, výmoly a díry v cestách by
měly být opraveny.

Pokud jde o **kolejová vozidla** (jeřáby
apod.), měly by být šrouby, které mohou
vyvolat vznik vibrací, nahrazeny sváry
nebo vyrovnány a cesty na staveništi by
měly být v pravidelných intervalech udr-
žovány.

Podle provozních možností a typu vozi-
dla by měla být dávana přednost pružně
namontovaným sedadlům nebo kabině
pro řidiče. Někdy je nutná konzultace
s odborníky, kteří v případě potřeby pro-
vedou měření vibrací.

Odpružení sedadla by mělo být částeč-
ně omezeno, aby se nečekaně neměnila
vzdálenost mezi řidičem, volantem, spoj-
kou a brzdou. Na horní a spodní část se-
dadla by měly být připevněny gumové
podložky, aby nedocházelo k **intenziv-
ním nárazům!**

Při snaze o omezení vibrací je důležitá
rovněž konstrukce sedadla pro řidiče.
Vnitřní konstrukce by měla zajistit,

aby se na tělo řidiče přenášelo pouze
minimum vibrací.

Pružnost musí být upravena podle aktu-
ální **tělesné váhy řidiče**. Řidiči vozidel
jsou vystaveni zejména vibracím působí-
cím na celé tělo.

**Konstrukce vozidla, stav silničního
povrchu a rychlost jízdy** jsou důležitý-
mi faktory, které mají vliv na vystavení
těla vibracím; jako přenosný prvek vibra-
cí z vozidla na řidiče slouží sedadlo. To
znamená, že snížení vibrací lze dosáh-
nout vhodným zásahem ve vyjmenova-
ných oblastech.

Technologická opatření ke snížení vibra-
cí zahrnují:

- pružné zakončení nakládacích zaříze-
ní, pneumatické zvedáče kolových
vozidel nebo zemědělských strojů,
namontované na traktorech,
- hydraulické nápravy s upravitelnou
výškou,
- odhlučněné a vypoštěňované kabiny
řidičů,
- instalace sedadla s nastavitelným tlum-
ením.

Vysokozdvížené vozíky, jež nejsou z kon-
strukčních důvodů odpruženy, jsou tlum-
eny pouze pneumatikami. Výběr
správného typu pneumatik je tedy ob-
zvlášť důležitý. Obvyčné pneumatiky
přenášejí vibrace přímo, bez tlumení.
Z tohoto důvodu je třeba používat pneu-
matiky se vzduchovými komůrkami.

Snížení vibrací u téměř všech druhů vo-
zidel do značné míry závisí na správném
výběru a úpravě sedadla. Pružný a tlum-
icí systém vnitřní konstrukce sedadla

musí být takový, aby byl přenos vibrací na řidiče minimální. V žádném případě nemůže být systémová frekvence sedadla tatáž jako budící frekvence – došlo by ke zvýšení vibrací. Z tohoto důvodu musí být sedadlo řidiče nastavitelné podle jeho tělesné váhy.

Kromě těchto nejefektivnějších opatření, provedených u zdroje vibrací, mohou redukovat přenos a zvyšování vibrací také sekundární opatření, která pozitivně ovlivní expozici.

U stacionárních strojů může být přenos vibrací na člověka snížen vhodnou protivibrační izolací stroje nebo celého pracoviště. Protivibrační izolace snižuje přenos chvění stroje na podpůrné struktury (tj. podlahu a strop). Protivibrační izolace slouží ke snížení přenosu vibrací stroje na oscilační (kmitační) základ, který je připevněn k izolačním materiálům.

Navíc musí být stroj izolován od všech částí budovy nebo jiných strojů pružným spojením, jako jsou trubkové objímky, hadice, textilní spoje, pružné podklady nebo vyrovnávací pružné trubky. Předchází se tak přenosu vibrací, které se mohou stupňovat až do zvuku, který vydává konstrukce stroje. V případě těžkých strojů (např. výstředníkových lisů) může být oscilační základna nahrazena ocelovým plátem připevněným na vibrační izolátory. Tímto způsobem ušetříme značnou část stavebních nákladů na základny a můžeme snadno změnit umístění strojů.

Nízkovibrační stroje jsou méně hlučné, lépe odolávají opotřebení a jejich výroby vykazují větší rozměrovou stabilitu.

5. Technologická a organizační opatření

Nebezpečí vibrací je možno snížit také snížením expoziční doby, a to změnami v organizaci práce. Práci organizujeme pokud možno tak, abychom denní expoziční dobu udrželi pod doporučenou úroveň, takže nedosáhne kritické denní hodnoty.

6. Osobní ochrana

Ochrany osob před mechanickými vibracemi dosáhneme vhodnou pozicí při výkonu práce a tím, že se snažíme co nejvíce snížit sílu úchopu a nutného tlaku. Toto chování je vysoce efektivní, avšak vyžaduje značný čas věnovaný nácviku a předpokládá, že pracovníci nepřestanou nacvičené postupy dodržovat.

Expozici vysokofrekvenčním vibracím (např. při práci s bruskami) je možno snížit použitím antivibračních rukavic. Rukavice však vyžadují, aby pro přesné vedení ručního nástroje používal pracovník větší úchopovou sílu. Z důvodu velkého rozkmitu nízkofrekvenčních vibrací při práci na drtičích není při použití rukavic dosaženo dostatečného snížení vibrací. Laboratorní testy prokázaly, že jestliže se používají rukavice se vzduchem naplněnými polštářky na dlaních, mohou být vibrace dokonce zvýšeny. Proto se doporučuje dbát na údaje výrobců na osobních ochranných pracovních prostředcích (viz symboly CE).

Studeným rukám předcházíme během expozice vibracím např. nošením rukavic nebo přestávkami na zahřátí.

7. Program ke snížení vibrací

Podle směrnic ES, jež jsou přeneseny do národních legislativ, jsou zaměstnavatelé povinni přijímat ochranná opatření k vyloučení (eliminaci) nebezpečného působení vibrací nebo jejich snížení na minimum. Přitom musejí být vibrace odstraňovány nebo co nejvíce sníženy již u zdroje jejich vzniku. Technologická opatření ke snížení vibrací mají přednost před organizačními změnami.

Program ke snížení vibrací je zaměřen na expozice, analyzuje příčiny a uvádí vhodná opatření.

Jednotlivé kroky

- Určení vibračních expozic
- Program ke snížení vibrací
- Určení vibračních expozičních hodnot
- Porovnání akčních a expozičních limitních hodnot
- Případové analýzy
- Porovnání nejnovějších technologií
- Výběr vhodných opatření
- Příprava programu ke snížení vibrací včetně seznamu priorit a časového rozvrhu.

7.1 Redukční program ke snížení působení vibrací na ruce a paže

Je-li překročena akční hodnota $A(8) = 2,5 \text{ m/s}^2$ pro vibraci rukou, je zaměstnavatel povinen připravit a implementovat program technologických a organizačních opatření ke snížení expozice vibracím.

Autoři této příručky doporučují následující postup:

Krok 1:

Určení expozice vibracím pro ruku a paži

- Existují dostupné informace od výrobců zařízení?
- Dají se údaje vyhledat v databázích?
- Poskytne užitečné informace porovnání podobných druhů práce?
- Existují potřebné údaje o zařízení v literatuře (databázích) a jsou současně provozní podmínky srovnatelné s podmínkami v podniku v době měření?
- Jsou známy denní expoziční hodnoty? Mohou být vypočítány z údajů o intenzitě vibrací a individuálních expozičních dobách?
- Je nutno provést dodatečné měření?

Krok 2:

Porovnání akčních a expozičních limitních hodnot vibrací pro ruku a paži

- Je akční hodnota vibrací pro ruku a paži nižší než $A(8) = 2.5 \text{ m/s}^2$?
- Je naměřená hodnota vyšší než akční hodnota a nižší než expoziční limitní hodnota?
- Je překročena expoziční limitní hodnota $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$?

Krok 3:

Určení hlavních zdrojů vibrací pro ruku a paži

- Existuje nějaký důležitý zdroj vibrací, tj. konkrétní práce, při které vznikají velmi intenzivní vibrace (např. práce s drtičem)?
- Způsobují některé nástroje intenzivnější vibrace než jiné?
- Požadují vyšší úchopovou sílu a tlak?
- Vykonává se některá práce v nepříjemných pracovních polohách (tj. ruce ve fyzicky nepříjemných úhlech)?
- Existují jiné provozní podmínky, které je třeba vzít v úvahu – např. práce v chladném prostředí?

Krok 4:

Případová analýza vibrací pro ruce a paže

- Jaké jsou důvody vysokých vibračních hodnot?
- Je již zařízení staré a opotřebované (popř. poškozená převodovka)?
- Jsou používány nástroje tupé a poškozené?
- Existuje odpružení nebo polštářování?
- Je nářadí v pravidelných intervalech udržováno?
- Vyžaduje práce pevné uchopení a vysoký tlak na nářadí?

Krok 5:

Porovnání s moderními technologiemi

- Odpovídá zařízení soudobým standardům?
- Existuje modernější zařízení, při jehož používání by byla nižší expozice vibracím?
- Existují nějaká přídavná zařízení, která by snižovala hodnoty vibrací přenášeným na obsluhu?
- Existují držadla nebo ergonomicky tvarovaná držadla (např. s pružinovými úchyty), jež by zlepšila pracovní podmínky?
- Jsou úchyty odděleny od stroje a dají se opravovat odchytky?
- Je možné držet nástroj s odpružením např. použitím gumových rukávů?
- Používají se nízkovibrační nástroje, např. brusky?
- Mohou změny výrobního procesu snížit expozici vibracím?
- Je možné snížit rozsah manuální práce s vibrujícím zařízením?

Krok 6:

Výběr vhodných opatření při vibracích působících na ruce a paže

- Jaká opatření odstraní vibrace co nejefektivněji?
- Je možno je uskutečnit?
- Není-li to možné, jaké další opatření je vhodné?

- Může být efektivita tohoto opatření změřena?
- Kolik pracovníků pozitivně ovlivní zavedení tohoto opatření?
- Kterých skupin pracovníků či pracovních činností se nebude zlepšení týkat?
- Bude nutno pracovníky, s ohledem na realizaci těchto opatření, informovat či proškolit?

Krok 7:

Prognóza

- Jaký výsledek očekáváte po zavedení vhodných opatření?
- Sníží zavedené opatření hodnoty pod akční hodnotu?
- Sníží zavedené opatření hodnoty pod expoziční limitní hodnotu?
- Budou nutná – kromě již naplánovaných opatření – ještě nějaká další opatření?
- Bude nutná realizace těchto dalších opatření?

Krok 8:

Vypracování programu se zřetězením priorit a časovým rozvrhem

- Jaké kroky jsou nutné?
- Kolik času si vyžádá implementace individuálních opatření?
- Kdy je možno očekávat měřitelné výsledky?
- Kdo je odpovědný za jednotlivé realizační kroky?

- Je stanoven konečný termín pro zavedení všech opatření?
- Je možno – mimo zaváděných opatření – používat ještě antivibrační rukavice?

Krok 9:

Kontrola dosažených výsledků

- Byla opatření zavedena správně?
- Podařilo se snížit vibrace dostatečně?
- Byly vibrace sníženy podle předpokladů?
- Jsou dosažené hodnoty pod expoziční limitní hodnotou?
- Jsou současné dosažené hodnoty pod hodnotou akčního limitu?
- Budou nutná nějaká další zlepšení?
- Jsou požadována nějaká další kontrolní měření?
- Je nutné zavedení nějakých dalších opatření ke snížení vibrací?

7.2 Program ke snížení vibrací celého těla

Směrnice ES byly zpracovány do legislativy jednotlivých členských států tak, aby bylo zajištěno přijetí nejnovějších ochranných opatření pro zabránění nebezpečného působení vibrací, nebo alespoň jejich snížení na minimum. Nejúčelnější je zcela zabránit vzniku vibrací nebo je co nejvíce snížit již u jejich zdroje. Technologická opatření ke snížení hodnot vibrací mají vždy přednost před opatřeními organizačními.

Jestliže je překračována akční hodnota $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ pro vibrace působící

na celé tělo, musí zaměstnavatel připravit a implementovat program technologických a organizačních opatření pro snížení expozice pracovníků vibracím.

Doporučujeme následující kroky:

Krok 1:

Určení vibračních expozic

- Je možné získat potřebné informace od výrobců strojního zařízení?
- Je možné získat potřebná data z dostupných databází?
- Mohou potřebné informace vyplynout z porovnání podobných pracovních pozic?
- Existují data pro zařízení či stroje v literatuře? Jsou současné podmínky v podniku shodné s provozními podmínkami v době provádění měření?
- Jsou známy denní expoziční hodnoty, event. mohou být vypočítány z intenzity vibrací a individuálních expozičních hodnot?
- Je potřeba provést dodatečná měření?

Krok 2:

Porovnání akčních a expozičních limitních hodnot

- Je naměřená hodnota pro vibrace působící na celé tělo nižší než akční hodnota?
- Je naměřená hodnota vyšší než akční hodnota a nižší než expoziční limitní hodnota?
- Je překračována expoziční limitní hodnota?

Krok 3:

Určení hlavních zdrojů vibrací působících na celé tělo (VCT)

- Existují některé zvláště důležité zdroje vibrací, individuální práce/pracovní postup, který působí výjimečně intenzivní vibrace (tj. vysoké procento jízdy na žulových kostkách, rozbitých silnicích atd.)?
- Způsobují některé konkrétní stroje a vozidla intenzivnější vibrace než jiné?
- Kde jsou vibrace nízké?

Krok 4:

Příčinná analýza VCT

- Jaké jsou příčiny vysokých hodnot vibrací?
- Jsou rozbité silnice?
- Musí vozidlo překonávat obrubníky či výmoly?
- Jsou sedadla vybavena patřičným čalouněním nebo odpružovacími systémy?
- Jsou sedadla nastavitelná podle váhy jednotlivých řidičů?
- Je vozidlům v pravidelných intervalech poskytován servis a údržba?
- Je možno řidičům snížit jízdní dobu?

Krok 5:

Srovnání s nejnovějšími technologiemi (VCT)

- Dosahují vozidla a zařízení současného standardu?

- Existují novější vozidla a zařízení, jejichž používání by přineslo nižší zatížení vibracemi?
- Existují některá dodatečná zařízení, která by snížila vibrace přenášené na řidiče?
- Existují sedadla, která by snižovala přenos vibrací účinněji než současně používaný druh sedadel?
- Mohou být upraveny cesty?

Krok 6:

Výběr vhodných opatření (VCT)

- Jaká opatření by zredukovala vibrace nejefektivněji?
- Mohou být použita?
- Jestliže to není možné, jaká další opatření by byla nejvhodnější?
- Mohou být realizována?
- Mohou opatření pozitivně ovlivnit vibraci?
- Jsou určité profese nebo skupiny pracovníků, které by těmito opatřeními nebyly pozitivně ovlivněny?
- Jestliže budou tato opatření zavedena, bude nutné informovat nebo speciálně školit pracovníky?

Krok 7:

Předpovědi (VCT)

- Jaký přínos je očekáván od zaváděných opatření?
- Bude výsledkem těchto opatření dosažení hodnot nižších než je akční limit?
- Jsou naměřené výsledky nižší než expoziční limitní hodnota?

- Bude nutné další dodatečné měření (kromě již provedeného)?
- Bude nutné přijmout další opatření?

Krok 8:

Příprava programu se seznamem priorit a časovým rozvrhem (VCT)

- Jaké kroky musíme podniknout?
- Kolik času bude trvat uskutečnění přijatých opatření?
- Kdy můžeme očekávat měřitelné výsledky?
- Kdo je odpovědný za jednotlivá opatření?
- V jakém termínu je nutno opatření uskutečnit?

Krok 9:

Kontrola výsledků (VCT)

- Byla opatření zavedena správně?
- Jak se podařilo vibrace snížit (do jaké míry)?
- Bylo dosaženo předpokládané redukce?
- Jsou dosažené hodnoty pod expoziční limitní hodnotou?
- Jsou dosažené hodnoty pod akční hodnotou?
- Bude nutné provést další zlepšení?
- Jsou pro kontrolní účely nutná následná měření?
- Je nutné nebo vhodné zavést ještě další opatření ke snížení vibrací?

Příloha 1

Implementace opatření na pracovišti

Měření jsou prováděna ve třech směrech, tj. podél os x , y a z .

V případě vibrací působících na ruce a paže jsou pak zjištěné hodnoty použity k výpočtu celkové vibrační hodnoty (vektor), zatímco v případě vibrací působících na celé tělo jsou jednotlivé směry posuzovány zvlášť.

Měření vibrací působících na ruce a paže jsou náročná zejména proto, že měření musí být provedena na obou držadlech přístroje.

Hodnocení je založeno na frekvenčně vážených akceleracích (zrychlení) a denní expoziční hodnotě A (8). Velmi důležitá je analýza pracoviště či pracovního místa a je důležité provést celodenní reprezentativní záznam pracovních činností (nebo jejich částí).

Postup při měření vibrací rukou a paží

Měření vibrací působících na ruce a pa-



Obr. 1: Měření vibrací rukou a paží

že se provádí přímo na držadle ručně obsluhovaného či ručně vedeného nástroje. Speciálně konstruovaný triaxiální akcelerometr je připevněn nebo přilepen na držadlo.

Vibrace přenášené na ruku jsou vyhodnocovány na základě celkové hodnoty vibrací frekvenčně vážené akcelerace ve všech třech směrech vibrací, což tvoří vektorový součet hodnot naměřených ve třech směrech. Je zcela zásadní provádět měření během pracovní operace typické pro konkrétní pracoviště.

Průběh měření (VCT)

Měření vibrací působících na celé tělo je u kontrolovaného vozidla prováděno na sedadle řidiče. Podložka triaxiálního akcelerometru je připevněna na sedadlo samolepicí páskou. Je nutné dát pozor na správné umístění podložky (x = hrudník k zádkům, y = rameno k rameni, z = podél páteře) a upravit nastavení sedadla vzhledem k aktuální váze řidiče. Délka měření závisí na obvyklé délce cesty vozidla a/nebo na druhu měřené činnosti



Obr. 2: Měření vibrací celého těla

a její opakovanosti, ale v žádném případě nesmí být kratší než 15 minut. Měření by měla být prováděna během obvyklého pracovního výkonu tak, aby byla pro danou činnost reprezentativní. Všechny tři akcelerační hodnoty jsou zaznamenány ve třech směrech, jak již bylo popsáno dříve.

Vibrace, které působí na celé tělo, jsou vyhodnoceny pro nejvyšší změřené hodnoty frekvenčně vážené akcelerace ve třech směrech měření. Prosím nezapomeňte, že horizontální akcelerační hodnota musí být nejdříve násobena korekčním faktorem 1,4. Protože jsou expoziční limitní hodnoty pro vertikální a horizontální směr různé, musí být měření vyhodnoceno zvlášť.

Ze zjištěných dat potom vypočítáme denní vibrační expoziční hodnotu, přičemž bereme v úvahu skutečnou délku vlastní expozice.

x-axis	$a_w = 1,4 a_{wx}$
y-axis	$a_w = 1,4 a_{wy}$
z-axis	$a_w = 1,0 a_{wz}$

Kalkulátory pro výpočet expozičních údajů

Na internetu existují kalkulátory pro výpočty expozičních údajů. Jsou užitečné pro výpočet průměrů a vytvoření grafických zobrazení např. ve formě semaforů – červená/zelená, kde zelená oblast znamená výsledky pod akční hodnotou a červená oblast znamená naměřené výsledky, jež expoziční limitní hodnoty překračují. Vyhodnocení a grafické vyjádření mohou mít také formu expozičních bodů, přičemž celkový výsledek není ovlivněn zvolenou metodou prezentace.

Kalkulátory pro výpočty expozičních údajů jsou vytvářeny ministerstvy, nadřizenými orgány a výrobci zařízení.

POZNÁMKA:

V červené části můžeme vidět rozdíly, protože přenesení evropské směrnice Vibrace do národních legislativ nebyla provedena jednotně, například pokud jde o ujednání či výjimky týkající se z-směru v případě vibrací celého těla.

Příloha 2

Vyhodnocení expozice

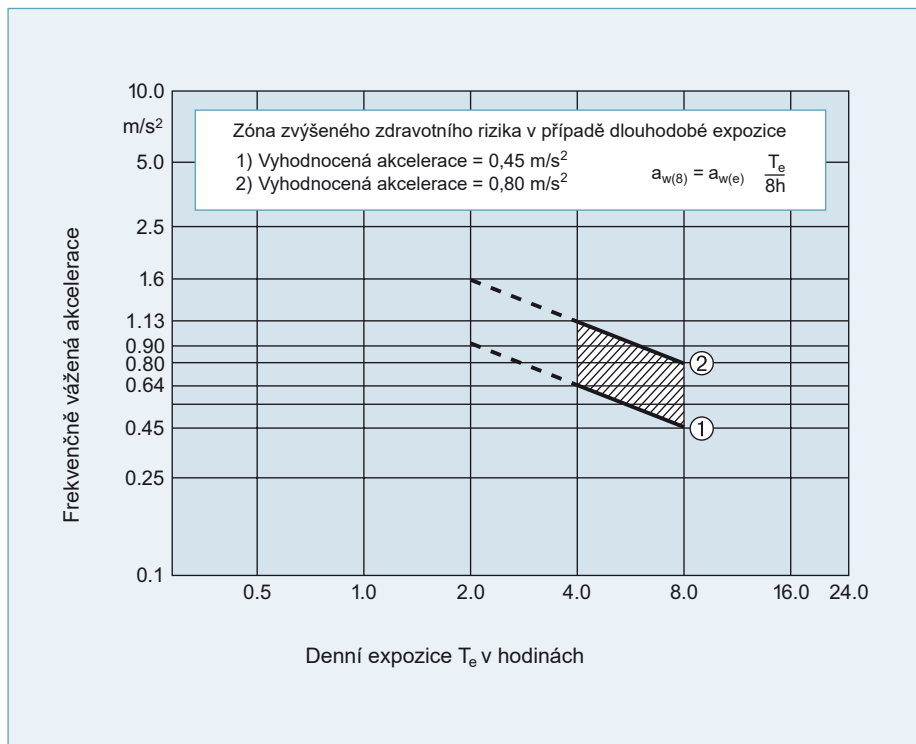
Vyhodnocení vibrací působících na celé tělo (VCT)

Vyhodnocení vibrací celého těla je prováděno na základě nejvyšší naměřené hodnoty pro frekvenčně váženou akceleraci ve směru průniku

os x, y a z ($1,4 a_{wx}$, $1,4 a_{wy}$, a_{wz} - z-osy akcelerace = podél páteře).

Podrobnosti nalezneme v ISO 2631. Praktické pokyny a parametrové kalkulátory najdeme na internetu.

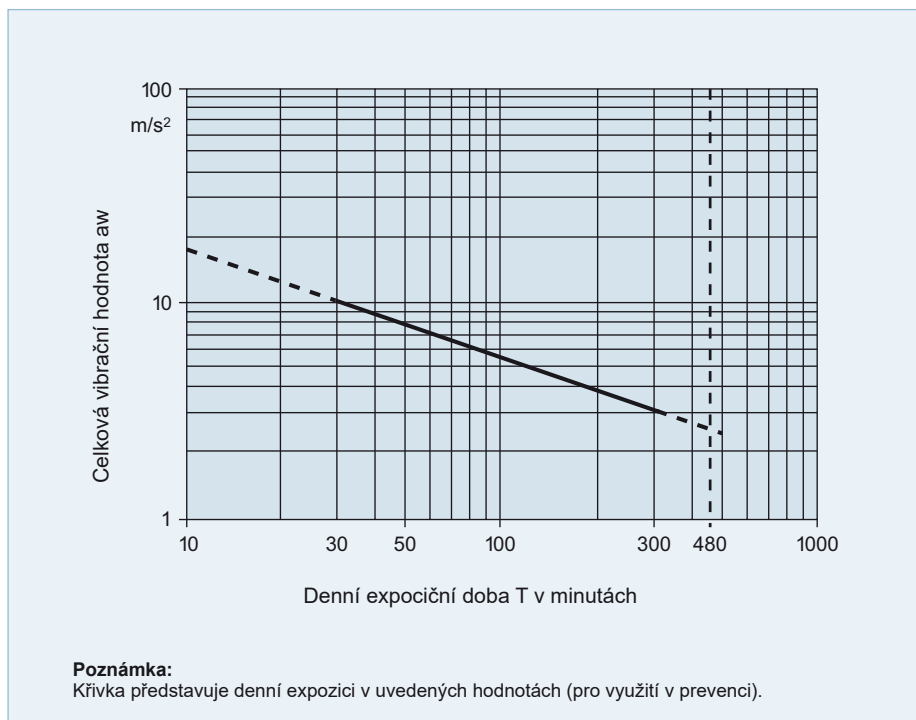
Obr. 3: Frekvenčně vážená akcelerace oproti denním expozicím. Vyhodnocení vibrací působících na ruce a paže



Obr.3: Frekvenčně vážená akcelerace oproti denním expozicím (Zdroj: ISO 2631 / VDI-Richtlinie 2057-1)

Vibrace jsou vyhodnocovány na základě celkové hodnoty vibrací pro frekvenčně váženou akceleraci všech tří směrů vibrací a vektoru vypočítaného z těchto údajů, celková vibrační hodnota a_{hv} .

Podrobnosti naleznete v ISO 5349. Praktické rady a expoziční parametrické kalkulátory jsou dostupné na internetu.



Obr. 4: Celková vibrační hodnota oproti denní expozici (Zdroj: ISO 5349 / VDI-Richtlinie 2057-2)

Obecně

Směrnice Vibrace (2002/44/ES) může být přenesena do národní legislativy jako nařízení a upravena podle podmínek, které v členské zemi EU převažují. To znamená, že již existující pravidla, procedury, limitní hodnoty a cíle mohou zůstat v platnosti.

Zmíněná směrnice obsahuje různé vzorce, jako např. frekvenčně váženou akceleraci A (8) a hodnotu dávky vibrací (V). Proto je možné ponechat již existující preventivní hodnoty v platnosti, např. hodnoty pro vibrace působící na celé tělo, zejména vibrace z-směru.

Národní předpisy upravující problematiku vibrací:

1. Nařízení vlády 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů
2. ČSN EN ISO 5349-1 (01 1406) Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce – Část 1: Všeobecné požadavky
3. ČSN EN ISO 5349-2 (01 1406) Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce – Část 2: Praktický návod pro měření na pracovním místě
4. ČSN ISO 2631-1 (01 1405) Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 1: Všeobecné požadavky
5. ČSN ISO 2631-2 (01 1405) Vibrace a rázy – Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 2: Vibrace v budovách (1 Hz až 80 Hz)
6. ČSN EN 14253+A1 (01 1436) Vibrace – Měření a výpočet expozice celkovým vibracím na pracovním místě s ohledem na zdraví – Praktický návod
7. ČSN ISO 2631-5 Vibrace a rázy - Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 5: Metoda hodnocení vibrací obsahujících sdružené rázy

Užitečné odkazy a kontakty

Ministerstvo práce a sociálních věcí

www.mpsv.cz

Státní úřad inspekce práce a oblastní inspektoráty práce

www.suip.cz

Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.

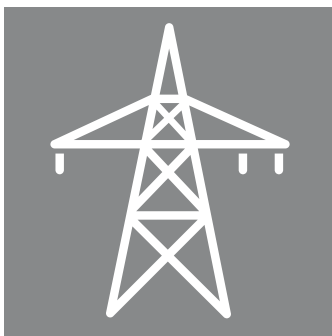
www.vubp.cz, www.bozpinfo.cz

Na příručce spolupracovaly následující mezinárodní sekce ISSA, u kterých lze získat případně další informace:



ISSA Section for
Iron and Metal

c/o Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Office for International
Relations
Adalbert-Stifter-Strasse 65
1200 Vienna · Austria



ISSA Section for
Electricity

c/o Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln · Germany



ISSA Section for
Machine and System Safety

Dynamostrasse 7–11
68165 Mannheim · Germany

www.issa.int