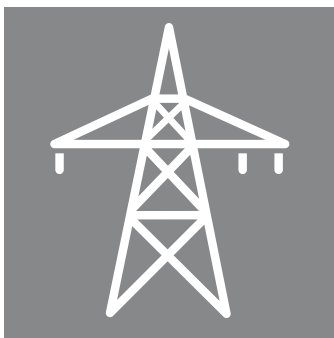


Na publikaci spolupracovaly následující mezinárodní sekce ISSA, u kterých lze získat případně další informace:



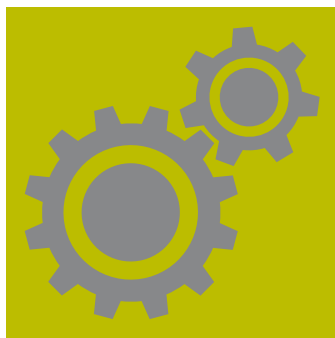
**ISSA Section for
Iron and Metal**

c/o Allgemeine
Unfallversicherungsanstalt
Office for International
Relations
Adalbert-Stifter-Strasse 65
1200 Vienna · Austria
Fon: +43 (0) 1-33 111-558
Fax: +43 (0) 1-33 111-469
E-Mail: issa-metal@auva.at



**ISSA Section for
Electricity**

c/o Berufsgenossenschaft
Energie Textil Elektro
Medienerzeugnisse
Gustav-Heinemann-Ufer 130
50968 Köln · Germany
Fon: +49 (0) 221 - 3778 - 6007
Fax: +49 (0) 221 - 3778 - 196007
E-Mail: electricity@bgetem.de



**ISSA Section for
Machine and System Safety**

Dynamostrasse 7-11
68165 Mannheim · Germany
Fon: +49 (0) 621-4456-2213
Fax: +49 (0) 621-4456-2190
E-Mail: info@ivss.org

Příručka pro hodnocení rizik v malých a středních podnicích

8

Rizika expozice vibracím přenášených na ruce a tělo

Identifikace a vyhodnocení rizik; Navrhovaná opatření



www.issa.int

Klikněte na n “Prevention Sections” pod “Quick Links”



issa

INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

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

Ú ð!~ \æ
]! [Á@ [å} [&^} ðÁ!ã:ã\
ÇÁ { æ| &@ÁæÁ•c ^å} ð&@Á] [å}ã&ð&@



F]n]_U'Y|dcn]WY' j]VfUW‡a
d YbzýYb W\ 'bU'fiWY'U'h `c

Qå^}cã, \æ&^ÁæÁç^@[å} [&^} ðÁ!ã:ã\
Pæç!@[çæ} |Á[]æc ^}ð



issa | INTERNATIONAL SOCIAL SECURITY ASSOCIATION

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

ÚVOD

Cílem této brožury je shrnutí požadavků nutných k identifikaci a snížení rizik při vystavení zaměstnanců vibracím a možnostmi implementace direktivy "Vibrace" (2002/44/EK) na národní úrovni, a to v malých a středních podnicích.

Brožura obsahuje tři kapitoly:

1. Základní informace
2. Hodnocení rizik
3. Příloha 1 a 2

Poznámka

Brožura 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/EK), která z ní vyplývá, do národní legislativy.

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

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

V této edici nebyly již vydány, nebo jsou připraveny k vydání, následující publikace:

Hluk

Chemická rizika

Rizika při práci na strojích a jiném výrobním zařízení

Ohrožení zdraví elektrickým proudem

Nebezpečí spojená s výbuchy

Uklouznutí a pády z výšky

Fyzická zátěž

Psychická zátěž

Autoři: Dr. Ing. Gerhard Neugebauer
ISSA Sekce kovy, Německo

Dipl. Ing. Laurencia Janušová
Národní inspektorát práce, Košice, Slovensko

MD Jánoš Martin
Národní institut pro pracovní hygienu a medicínu (OMFI), Budapešť, Maarsko

Ing. Zdeněk Jandák
SZÚ, Česká republika

Ing. Thomas Manek
ISSA Sekce kovy, AUVA, Rakousko

Grafika: Media-Design-Service e.K., Bochum, Německo

Kompletní úprava: Verlag Technik & Information e.K.,
Wohlfahrtstraße 153, 44799 Bochum, Germany
Tel +49(0)234-94349-0, fax +49(0)234-94349-21

Vytištěno v České republice, 2012

ISBN 978-3-941441-52-1

1. Základní informace

Při vystavení organismu vibracím jsou jejich účinky velmi rozmanité - od pouhých nepříjemných pocitů až k následkům vedoucím k chybám při výkonu práce, zdravotním rizikům a případnému dopadu na zdraví pracovníka.

Druhy vibrací:

Vibrace přenášené na ruce

Vznikají během práce s ručním motorovým zařízením, jenž přenáší vibrace na ruce, například s bruskami, kladivem, pílami, křesáky, vrtačkami, vibrátory, vrtacími kladivky, bouracími kladivky a elektrickými pilami, atd.

Vibrace přenášené na celé tělo (horizontální a vertikální)

Vznikají při používání mobilních strojů a zařízení, například nákladních aut na staveništích, strojů používaných při těžbě a při bližování dřeva, drtičů, kolekových nebo pásových nakladačů, traktorů, vysokozdvižných vozíků používaných na nerovných plochách a vojenských vozidel.

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

1.1 Ochrana zdraví

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

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



Vibrace přenášené na ruce jsou vibrace, které se přenáší z vibrující rukojeti nebo jiného předmětu udržívaného rukou, zejména na ruce exponované osoby (například vibrace přenášené na pracující z rukojeti ručního mechanizovaného nářadí, jako jsou elektrické a pneumatické nástroje, například žky na úpravu keramiky apod., nebo vibrace přenášené z řídek 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.

Vyhnete se tomuto riziku!

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

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

Pocitování nepříjemných vlivů vibrací může být individuálně ovlivněno také zdravotním stavem pracovníka, druhem vykonávané aktivity a ústupem jednotlivce a jeho odevzdáním.

Zdravotní riziko se projevuje velmi výrazně v případě, jsou-li vibrace přenášené

- na ruce a paže
- a v případě práce ve stoje nebo vsed 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,
- zmenšování 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 i "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 oblastí 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 tohoto problému zvyšuje práce v chladném prostředí.

Vibrace působící 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:

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

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 nich je vhodné provést nová měření nebo sérii měření.

Evropská směrnice (2002/44/EK) 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 mezi jednotlivými členskými zeměmi EU.

V nichž 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

vypracovat a uskutečnit program ke snížení vibrací

informovat a poučit pracovníky

monitorovat zdraví pracovníků

využívat dodatečná zařízení (například držáky)

využívat osobní ochranné pracovní prostředky (například speciální protivibrační rukavice).

1.2 Legislativa

Preventivních opatření k problémům pracovníků vystavených vibracím se týká Směrnice EK „Vibrace“ (2002/44/EK), 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 dopadu 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 (například 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 frekvencí a se získanými hodnotami je

2. Hodnocení rizik

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

- souviset s prováděnou činností, vztahovat se ke stroji,
- souviset s pracovním místem a/nebo místem, kde bude být prováděna individuálně.

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

Nejdůležitější 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.

Chybějící 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 setkat s komplikovanými měřeními vydávaných vibrací vyhnout díky údajům v katalogích, databázích z internetu nebo údajům, které uvádí výrobce (např. v návodech k použití).

Často můžeme také potřebovat údaje získat též u poskytovatelů; evidují, které činnosti a pracovní místa jsou považována za škodlivá vzhledem k vystavení pracovníků vibracím (tj. jaké nemoci z povolení jsou způsobeny dlouhodobým vystavením vibracím).

Údaje výrobce

Výrobci, případně uživatelé strojního zařízení, se řídí Strojní směrnicí 2006/42/EK, která poskytuje právní rámec pro bezpečnost strojů.

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, pevně je porovnáme se stávajícími pracovními podmínkami a v případě potřeby je upravíme.

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 úpravě programu k minimalizaci vibrací.

Kontrolní seznam pro hodnocení rizik

Kontrolní seznamy jsou důležité nástrojem pro hodnocení rizik.

Kontrolní seznam: Vibrace působené na horní končetiny

1. Bylo zjištěno, zda ruční nebo ručkou obsluhované strojní zařízení a nástroje, jež mohou mít škodlivý vliv na pohybový aparát, mohou být nahrazeny jinými nástroji?
2. Bylo zjištěno, 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 přijatelných opatřeních a byli seznámeni s expozičním limitem?
5. Jsou používány nízkovibrační stroje a strojní zařízení (např. brusné kotouče)?
6. Jsou rukojeti vybaveny tlumicími nebo odpružovacími prvky?
7. Byly kontrolovány metody ke snížení nebo odstranění nadměrných vibrací?
8. Je při výběru nového zařízení stanovována dostatečná péče tomu, aby se nakupovaly pouze nízkovibrační nástroje (s využitím údajů výrobce)?
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, zvaní na preventivní lékařské prohlídky?

Kontrolní seznam: Vibrace působící na celé tělo

1. Byla přijata opatření, aby denní expozice vibracím nepřesahovala (efektivní hodnota frekvencí včetně zrychlení na standardní 8hod. 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 stanovována péče o dopravní povrchy? Jsou hladké, bez dráha výmolu? Je zajištěno, aby nedocházelo k narušení dopravních povrchů?
5. Bylo zjištěno, zda může být práce organizována způsobem, který umožní snížení doby řízení vozidla, a tím zkrácení expozice vibracím?
6. Je při nákupu nových vozidel stanovována dostatečná péče výběru nízkovibračních vozidel (za využití informací od výrobce)?
7. Byla instalována nízkovibrační sedadla, jsou správně upevněna a jsou pravidelně udržována?
8. Jsou pracovníci, kteří jsou vystaveni extrémně vysokým vibracím, zvaní 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 frekvencí vážená akcelerace ve třech směrech, pozorování maximálních hodnot a/nebo celkové hodnoty vibrace (vektory).

Příloha 2 popisuje parametry pro určení expozice.

Další hodnoty, například síla uchopení.

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

Nutnost pevného uchopení nástroje a míra stisku rovněž zvyšují úroveň 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 (například databáze „KARLA“). Tato data většinou obsahují emisní hodnoty, jež se značně liší od hodnot uváděných výrobcem formou emisních hodnot. Praktický průvodce EU a vibrační parametrické kalkulátory jsou rovněž užitečné (také dostupné na Internetu).

Poznámka:

Nikdy nezaměňujte emisní údaje s emisními 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 například 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 zavést v této chronologii: **S-T-O-P**:

S: Substitute – Náhradní řešení

T: Technologická řešení, například nízkovibrační stroje, nástroje a vozidla

O: Organizační opatření, například limit pro vystavení intenzivním vibračním pro určitou dobu/období

P: Personální – osobní ochranné pracovní prostředky, například používání antivibračních 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 a dopadu vibrací. Nejefektivnějšími

*) Viz národní legislativa

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

Některé praktických příkladů nám pomohou objasnit, jak snížit vibrace strojů a zařízení:

Snížení intenzity spojení (například snížení síly úchopu)

Užití tlakových nýtů nebo nýtů se sníženým zprůměrovaným rázem pro nýtované spoje

Při spojování materiálů šroubovými spoji využít točivých šroubováků místo kladiv

Při instalacích prací používat raději vrtací kladiva než přklepové vrtáky

Při stavbě silnic a v hornictví užívat nízkovibrační razičí stroje

Při sekání kamene a oceli používat sekací kladiva s nízkovibrující rukojetí a návleky na kabely k vrtákům

V lesnictví používat letové pily s nízkovibračními držadly

Používat pouze ostré nástroje a v pravidelných intervalech dbát na jejich údržbu

Používat lepení místo nýtování

Používat takový druh slévarenských forem, které nevyžadují namáhavé išťání

Používat násobné šroubováky.

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

Správnou konstrukcí pístroje by měl již výrobce dosáhnout toho, aby vibrace p enášené z ručních pístrojů držadlem na ruku obsluhy byly co nejmenší. Ve vřtění pístrojů budou nízkovibrační produkty stabilnější a p esnější. Další výhodou nízkovibračních strojů je jejich menší opotřebení a nižší hlučnost.

Snížení vibrací celého t la

Používání nerovných cest, například nepevných povrchů, stavenišť, nevhodných pístupových cest k továrnám, by mělo být co nejvíce omezeno, nebo úplně vyloučeno.

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

Pokud jde o **kolejová vozidla** (jeřábky apod.), měly by být šrouby, které mohou vyvolat vznik vibrací, nahrazeny svary nebo vyrovnány a cesty na staveništi by měly být v pravidelných intervalech udržovány.

Podle provozních možností a typu vozidla by měla být dáována přednost pružným namontovaným sedadlům nebo kabinám pro řidiče. Ne kdy je nutná konzultace s odborníky, kteří v případě potřeby provedou měření vibrací.

Odpružení sedadla by mělo být omezeno, aby se neekanimálně vzdálenost mezi řidičem, volantem, spojkou a brzdou. Na horní a spodní část sedadla by měly být použity gumové podložky, aby nedocházelo k **intenzivním nárazům!**

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

aby se na tělo řidiče přenášelo pouze minimum vibrací.

Pružnost musí být upravena podle aktuální rozdílné **tělesné váhy řidiče**. Řidiči vozidel jsou vystaveni zejména vibracím působícím na celé tělo.

Konstrukce vozidla, stav silní jeho povrchu a rychlost jízdy jsou důležitémi faktory, které mají vliv na vystavení těla vibracím; jako přenosný prvek vibrací z vozidla na řidiče slouží sedadlo. To znamená, že snížení vibrací lze dosáhnout vhodným zásahem ve vyjmenovaných oblastech.

Technologická opatření ke snížení vibrací zahrnují:

pružné zakončení nakládacích zařízení, pneumatikové zvedání kolových vozidel, nebo zemědělských strojů, namontované na traktorech

hydraulické nápravy s upravitelnou výškou

odhlučnění a vypoštění kabin řidiči

instalace sedadla s nastavitelným tlumením.

Vysokozdvíhací vozíky, jež nejsou z konstrukčních důvodů odpruženy, jsou tlumeny pouze pneumatikami. Výběr správného typu pneumatik je tedy obzvláště důležité. Obvyklejší pneumatiky přenášejí vibrace přímo, bez tlumení. Z tohoto důvodu je třeba používat pneumatiky se vzduchovými komórkami.

Snížení vibrací u všech druhů vozidel do značné míry závisí na správném výběru a úpravě sedadla. Pružný a tlumicí systém vnitřní konstrukce sedadla

musí být takový, aby byl přenos vibrací na řidiče minimální. V žádném případě neměly být systémová frekvence sedadla taková jako budicí 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 podporné struktury (tj. podlahu a strop). Protivibrační izolace slouží ke snížení přenosu vibrací stroje na oscilační (kmitací) základ, který je připevněn k izolovanému materiálu.

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 stupovat až do zvuku, který vyvolává konstrukce stroje. V případě těžkých strojů (například výškových 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 stroje.

Nízkovibrační stroje jsou méně hlučné, lépe odolávají opotřebení a jejich výrobky vykazují vřtění rovinnou stabilitu.

5. Technologická a organizační opatření

Nebezpečí vibrací je možno snížit také snížením expoziční doby, a to zejména 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 sílu úchopu a nutného tlaku se snažíme co nejvíce snížit. Toto chování je vysoce efektivní, avšak vyžaduje značný čas v novém návěku a předpokládá, že pracovníci nepřestanou navěkyné postupy dodržovat.

Expozici vysokofrekvenčním vibracím (například při práci s bruskami) je možno snížit použitím antivibračních rukavic. Rukavice však vyžadují, aby pro přenos vedení ručního nástroje používal pracovník vřtění 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 polštáčky na dlaních, mohou být vibrace dokonce zvýšeny. Proto se doporučuje dbát na údaje výrobce na osobních ochranných pracovních prostředcích (viz symboly CE).

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

7. Program ke snížení vibrací

Podle směrnic EK, jenž jsou předneseny do národních legislativ, jsou zaměstnatelé povinni přijímat ochranná opatření k vyloučení (eliminaci) nebo snížení na minimum. Přitom musejí být vibrace odstraněny 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

Připrava 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 opravit a implementovat program technologických a organizačních opatření ke snížení expozice vibracím.

Auto i této příručky doporučují následující postup:

Krok 1:

Určení expozice vibrací pro ruku a paži

Existují dostupné informace od výrobce za řízení?

Dají se údaje vyhledat v databázích?

Poskytnete užitečné informace porovnání podobných druhů práce?

Existují podobné údaje o zařízeních v literatuře (databázích) a jsou srovnatelné s podmínkami v podniku v době řízení?

Jsou známy denní expoziční hodnoty? Mohou být vyvozeny 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 za řízení staré a opotřebené (popř. poškozené) provedení?

Jsou používány nástroje tupé a poškozené?

Existuje odpružení nebo polštářování?

Je nádrž v pravidelných intervalech udržována?

Vyžaduje práce pevné uchopení a vysoký tlak na nádrž?

Krok 5:

Porovnání s moderními technologiemi

Odpovídá za řízení soudobým standardem?

Existuje modernější zařízení, při jehož používání by byla nižší expozice vibracím?

Existují nějaká předpověď za řízení, která by snižovala hodnoty vibrací předepsaných 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 rukavic?

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 zmešnána?

Kolik pracovníků pozitivně ovlivní zavedení tohoto opatření?

Kterých skupin pracovníků a pracovních činností se nebude zlepšení týkat?

Bude nutno pracovníky, s ohledem na realizaci těchto opatření, informovat a 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 zřetelnými prioritami 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 realizované kroky?

Je stanoven konečný termín pro zavedení všech opatření?

Je možno – mimo zavedených opatření – používat ještě antivibrační rukavice?

Krok 9:

Kontrola dosažených výsledků

Byla opatření zavedena správně?

Podává se snížit vibrace dostatečně?

Byly vibrace sníženy podle předpokladů?

Jsou dosažené hodnoty pod expoziční limitní hodnotou?

Jsou současně dosažené hodnoty pod hodnotou akčního limitu?

Budou nutná nějaká další zlepšení?

Jsou požadována nějaká další kontrolní opatření?

Je nutné zavedení nějakých dalších opatření ke snížení vibrací?

7.2 Program ke snížení vibrací celého vozidla

Směrnice EK 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. Nejúčinnější 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 předepsána akční hodnota $A(8) = 0,5 \text{ m/s}^2$ pro vibrace působící

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

Doporučíme následující kroky:

Krok 1:

Určení vibračních expozičních

Je možné získat potřebné informace od výrobce strojního zařízení?

Je možno získat potřebná data z dostupných databází?

Mohou potřebné informace vyplynout z porovnání podobných pracovních pozic?

Existují data pro zařízení a stroje v literatuře? Jsou současně podmínky v podniku shodné s provozními podmínkami v dobře prováděném?

Jsou známy denní expoziční hodnoty, event. mohou být vypočítány z intenzity vibrací a individuálních expozičních hodnot?

Je třeba provést dodatečné měření?

Krok 2:

Porovnání akčních a expozičních limitních hodnot

Je naměřená hodnota pro vibrace působící na celé vozidlo nižší než akční hodnota?

Je naměřená hodnota vyšší než akční hodnota a nižší než expoziční limitní hodnota?

Je předepsána expoziční limitní hodnota?

Krok 3:

Určení hlavních zdrojů vibrací působících na celé vozidlo (VCT)

Existují některé zvláště důležité zdroje vibrací, individuální práce/pracovní postup, který působí vyjímáním 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:

Přípustná analýza VCT

Jaké jsou příčiny vysokých hodnot vibrací?

Jsou rozbité silnice?

Musí vozidlo ekonomizovat obrubníky a výmoly?

Jsou sedadla vybavena patřičnými a lounáním nebo odpružovacími systémy?

Jsou sedadla nastavitelná podle váhy jednotlivých lidí?

Je vozidlo v pravidelných intervalech poskytován servis a údržba?

Je možno lidem 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 úroveň, než jsou obvyklé používané druhy 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?

Pozitivně ovlivnila?

Jsou určité profese nebo skupiny pracovníků, které by tato opatření nebyly pozitivně ovlivněny?

Jestliže budou tato opatření zavedena, bude nutné informovat nebo speciálně školit pracovníky?

Krok 7:

Podpory (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 nutno přijmout další opatření?

Krok 8:

Průprava 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 dosaženy hodnoty pod expoziční limitní hodnotou?

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

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

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

Postup při měření vibrací rukou a paží

Měření vibrací přenosových na ruce a paže se provádí přímo na držadlech ručních



Obr. 1: Měření vibrací rukou a paží

obsluhovaného ručního vedeného nástroje. Speciálně konstruovaný triaxiální akcelerometr je připevněn nebo přilepen na držadlo.

Vibrace přenášené na ruku jsou vyhodnocovány na základě celkové hodnoty vibrací frekvenci 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 přenosových 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 zádech, 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 a její "opakovanosti", ale v žádném



Obr. 2: Měření vibrací celého těla

p ípad nesmí být kratší než 15 minut. M ění by m ěla být provád ěna b ěhem obvyklého pracovního výkonu tak, aby byla pro danou ěinnost reprezentativní. Všechny t ě akcelera ní hodnoty jsou za- znamenaný ve t ěch sm ěrech, jak již bylo popsáno d ěve.

Vibrace, které p ěsobí na celé t ělo, jsou vyhodnoceny pro nejvyšší zm ěně hod- noty frekven ní vážené akcelerace ve t ěch sm ěrech m ění. Prosím nezapome te, že horizontální akcelera ní hodnota musí být nejd ěve násobena korek níím faktorem 1,4. Protože jsou expozi ní limitní hodnoty pro vertikální a horizontální sm ěr r ť zné, musí být m ění vyhodnoceno zvláš ě.

Ze zjišt ěných dat potom vypo ítáme den- ní vibra ní expozi ní hodnotu, p ěi emž bereme v úvahu skute nou 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 výpo ět expozi níú údaj

Na internetu existují kalkulátory pro vý- po ět expozi níú údaj ě. Jsou užite né pro výpo ět p ěm ěr a vytvo ění graf- kých zobrazení nap ě. ve form ě "semafor - ěrvená/zelená", kde zelená oblast znamená výsledky pod ak níí hodnotou a ěrvená oblast znamená nam ěně vý- sledky, jenž expozi ní limitní hodnoty p ěkra ůjí. Vyhodnocení a grafcké vyjá- d ění mohou mít také formu expozi níú bod ě, p ěi emž celkový výsledek není ovlivn ěn zvolenou metodou prezentace.

Kalkulátory pro výpo ět expozi níú údaj ě jsou vytvá ěny ministerstvy, nad ěízenými orgány a výrobci za ěízení.

POZNÁMKA:

V ěrvené ásti m ěžeme vid ět rozdíly, protože p ěnesení evropské sm ěrnice "Vibrace" do národních legislativ nebyla provedena jednotn ě, nap ěklad pokud jde o ujednání ěi výjimky týkající se z-sm ěru v p ěípad ě vibrací celého t ěla.

P íloha 2

Vyhodnocení expozice

Vyhodnocení vibrací p ěsobících na celé t ělo (VCT)

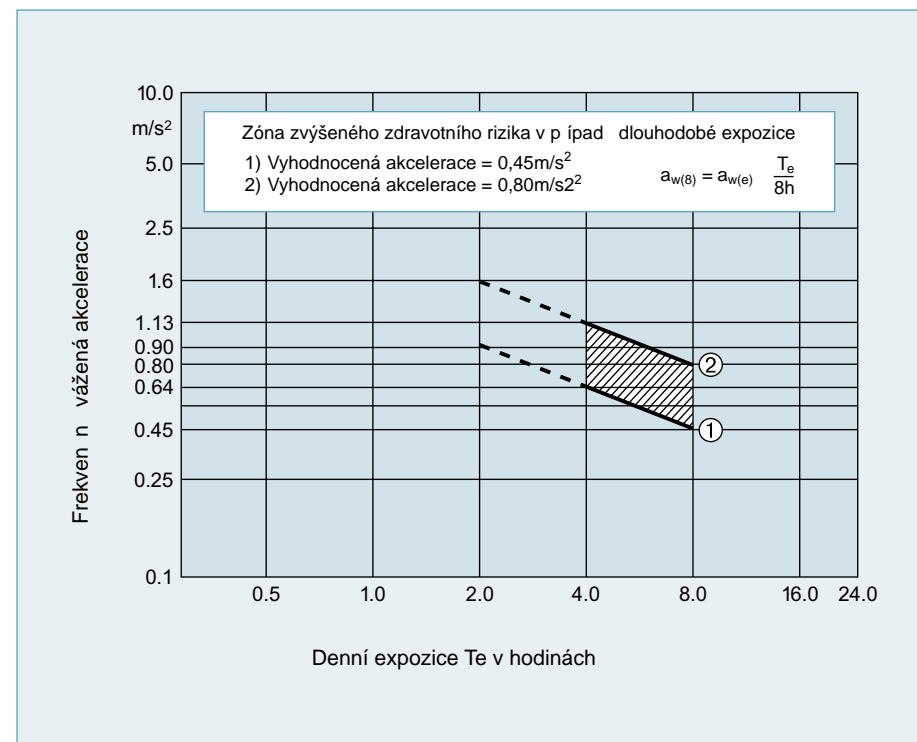
Vyhodnocení vibrací celého t ěla je provád ěno na základ ě nejvyšší nam ěně hodnoty pro frekven ní váženou akceleraci ve sm ěru p ěniku os

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

Podrobnosti nalezneme v ISO 2631. Praktické pokyny a parametrové kalkurá- tory najdeme na internetu.

Obr. 3: Frekven ní vážená akcelerace oproti denním expozicím. Vyhodnocení vibrací p ěsobících na ruce a paže

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



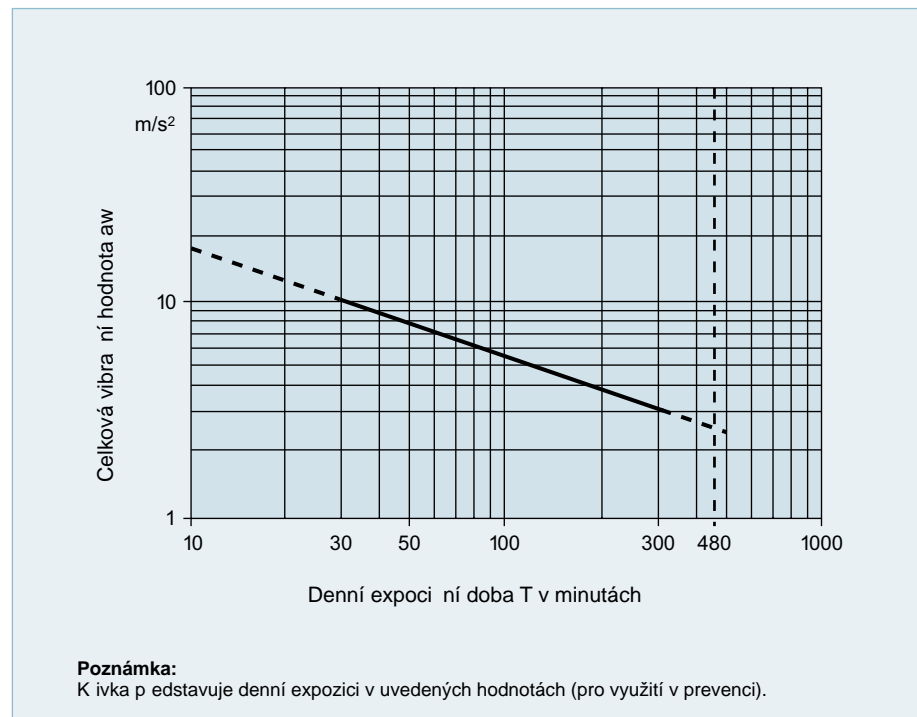
Vibrace jsou vyhodnocovány na základ celkové hodnoty vibrací pro frekvence váženou akceleraci všech tří směrů vibrací a vektoru vypočítaného z těchto údajů, celková vibrační hodnota a_{hv} .

Podrobnosti naleznete v ISO 5349. Praktické rady a expoziční parametry

kalkulátory jsou dostupné na internetu.

Obr. 4: Celková vibrační hodnota oproti denní expozici

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



Odlišnosti mezi členskými zeměmi

Obecně

Směrnice "Vibrace" (2002/44/EK) měla být přednesena do národní legislativy jako nařízení a upravena podle podmínek, které v členské zemi EU se považují. To znamená, že již existující pravidla, procedury, limitní hodnoty a cíle mohou zůstat v platnosti.

Zmíněná směrnice obsahuje různé vzorce, jako například frekvence váženou akceleraci $A(8)$ a hodnotu dávky vibrací (V). Proto je možné ponechat již existující preventivní hodnoty v platnosti, například 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.
2. SN EN ISO 5349-1 (01 1406) Vibrace - Měření a hodnocení expozice vibracím působeným na ruce - část 1: Všeobecné požadavky
3. SN EN ISO 5349-2 (01 1406) Vibrace - Měření a hodnocení expozice vibracím působeným na ruce - část 2: Praktický návod pro měření na pracovním místě
4. SN ISO 2631-1 (01 1405) Vibrace a rázy - Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím - část 1: Všeobecné požadavky
5. SN ISO 2631-2 (01 1405) Vibrace a rázy - Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím - část 2: Vibrace v budovách (1 Hz až 80 Hz)
6. SN ISO 2631-3 Vibrace a rázy - Hodnocení expozice celkovým vertikálním vibracím ve směru osy z, v kmitočtovém rozsahu 0,1 - 0,63 Hz, norma byla zrušena 1.12.1999
7. SN EN 14253+A1 (01 1436) Vibrace - Měření a výpočet expozice celkovým vibracím na pracovním místě s ohledem na zdraví - Praktický návod

