



**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**



Klinika pracovního a cestovního lékařství Fakultní  
nemocnice Královské Vinohrady

**Eva Černíková**

**Onemocnění způsobená vibracemi**  
Diseases Caused by Vibrations

*Diplomová práce*

Praha, červen 2009

Autor práce: Eva Černíková

Studijní program: Všeobecné lékařství

Magisterský studijní obor: Všeobecné lékařství  
s preventivním zaměřením

Vedoucí práce: **Doc. MUDr. Evžen Hrnčíř, CSc.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika pracovního a  
cestovního lékařství FNKV**

Datum a rok obhajoby: 2009

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně a použila jen uvedené prameny a literaturu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla používána ke studijním účelům.

V Praze dne 1.června 2009

Eva Černíková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala svému školiteli Doc. MUDr. Evženu Hrnčířovi, CSc., za cenné rady a připomínky, MUDr. Janě Novotné a Ing. Františku Tučkovi za poskytnuté zdroje informací.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	5
<b>ÚVOD</b> .....	6
<b>1. DEFINICE VIBRACÍ</b> .....	8
1.1 Dělení vibrací .....	9
1.2 Výskyt vibrací .....	10
1.3 Zdravotní účinky vibrací na lidský organismus .....	11
1.3.1 Postižení periferních nervů .....	13
1.3.2 Postižení cév .....	21
1.3.3 Postižení kloubů a kostí .....	27
1.4 Měření a hodnocení .....	30
1.5 Kategorizace prací .....	33
1.6 Legislativa .....	41
<b>2. NEMOC Z POVOLÁNÍ</b> .....	42
2.1 Uznání nemoci z povolání .....	43
2.2 Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi v České republice 46	
<b>3. OCHRANA ZDRAVÍ PŘED NEPŘÍZNIVÝMI ÚČINKY VIBRACÍ</b> .....	56
3.1 Technologická opatření .....	56
3.2 Technická opatření .....	56
3.3 Organizační opatření .....	58
3.4 Náhradní opatření .....	58
3.5 Zdravotní prevence .....	59
3.5.1 Doporučený standard preventivní prohlídky pro praxi – vibrace s přenosem na horní končetiny .....	59
<b>4. KASUISTIKA – SYNDROM KARPÁLNÍHO TUNELU U DĚLNÍKA KAMENICKÉ VÝROBY</b> .....	61
4.1 Úvod .....	61
4.2 Popis situace .....	61
4.3 Základní data .....	61
4.4 Použité měřicí přístroje .....	62
4.5 Metoda měření .....	62
4.6 Legislativa .....	63
4.7 Popis měření .....	63
4.8 Výsledky měření .....	64
<b>5. ZÁVĚR</b> .....	68
<b>6. SOUHRN</b> .....	71
<b>7. SUMMARY</b> .....	73
<b>8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	75
<b>9. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK</b> .....	77
<b>10. SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	78
<b>11. PŘÍLOHY</b> .....	79

## Úvod

Téma své diplomové práce Onemocnění způsobená vibracemi jsem si vybrala na základě svého dlouholetého zájmu o pracovně lékařskou problematiku. Vlivy zevního prostředí provázejí lidstvo po celou dobu jeho existence a s rozvojem civilizace a s profesní aktivitou stále častěji ovlivňují jeho zdraví. Na lidský organismus neustále působí celá řada vlivů, na které je nucen reagovat. Jedním z těchto vlivů, řazených mezi faktory fyzikální povahy, jsou vibrace. Mohou způsobovat profesionální poškození zdraví, jež zapříčiňují nejvyšší počet nemocí z povolání v České republice. Jedná se hlavně o nemoci způsobené přenosem nadlimitních vibrací na horní končetiny při práci s různými vibrujícími nástroji a celkové vibrace. Jedno z prvních míst ve výskytu nemocí z povolání zaujímá poškození zdraví způsobené prací s vibrujícími nástroji u pracovníků, kteří pracují s pneumatickými a elektrickými ručními zařízeními a nástroji, např. při broušení nástrojů a výrobků, těžbě dřeva motorovými pilami, sponkování a hřebíkování dřevěných dílců, těžbě uhlí a rud, bouracích pracích při stavbě objektů, vytloukání jader pro slévárny (práce s pneumatickými vrtačkami, sbíječkami, kladivy, nýtovačkami, pěchovačkami, hřebíkovačkami, sponkovačkami, bruskami, leštičkami, motorovými pilami). Jde vždy o několik stovek pracovníků, převážně mužů. Postižení pohybového a nervového aparátu způsobená vibracemi jsou společensky nesmírně závažná, což je dáno nejen jejich četností, ale i ekonomickými a mimoekonomickými dopady. Přestože jde převážně o nemoci z čistě lékařského hlediska poměrně lehké, život nezkracující, které pacienta spíše obtěžují, než aby ho ohrožovaly, vedou velmi často k trvalému vyřazení pracovníka z jeho dosavadní práce. Vyrovnávání ušlého zisku zejména

mladým pracovníkům s poměrně vysokými příjmy (kupř. horníkům) až do jejich důchodového věku je pro společnost finančně velice náročné. V posledních 30 letech došlo k jejich prudkému nárůstu u nás i v zahraničí. Nárůst není vysvětlitelný zvyšováním zátěže pracujících ani jinými medicínskými okolnostmi. Výskyt těchto onemocnění koreluje nejen se zdravotním stavem pracujících, ale i s okolnostmi psychosociálního a ekonomického typu (výškou finanční kompenzace, průměrnými výdělky v dané profesi, existencí útlumových programů) a regionálními odlišnostmi. Cílem této práce je posouzení výskytu onemocnění způsobených vibracemi, uznávaných jako nemoci z povolání, od roku 1996 až do současnosti a definování významu závodní preventivní péče v prevenci těchto onemocnění, případně stanovit další preventivní opatření, která by zabránila poškození zdraví následkem působení vibrací na lidský organismus.

## 1. Definice vibrací

Vibracemi se označuje mechanické kmitání a chvění pevných těles, pro které je charakteristický přenos energie. Vibrace představují pohyb pružného tělesa nebo prostředí, jehož jednotlivé body kmitají kolem své rovnovážné polohy. Konkrétně chodem strojů a přístrojů, motorů dopravních či jiných prostředků, ale i třeba lodní paluby vlivem mořských vln. Z těchto zdrojů se přenášejí vibrace na člověka přímo nebo prostřednictvím dalších materiálů, médií a zařízení (sedadlem traktoru, palubou lodi, plošinou vrtné soupravy, podlahou bytu v blízkosti zdrojů vibrací apod.). Velikost vibrací může být vyjádřena výchylkou nebo jejími časovými derivacemi, tj. rychlostí, zrychlením nebo rytem kmitavého pohybu. Z praktických důvodů a dostupnosti široké řady akcelerometrů se nejčastěji měří a hodnotí velikost zrychlení vibrací. Zvláštní skupinu kmitání tvoří mechanické rázy neboli otřesy charakterizované náhlou změnou síly, polohy, rychlosti nebo zrychlení a vyvolávají přechodové vzruchy. Na člověka můžeme pohlížet jako na mechanickou soustavu. Při působení vibrací je pro něj charakteristická interakce se zdrojem vibrací. Úroveň vibrací přenášených na člověka je výrazně ovlivněna reakcí organismu, polohou těla a končetin vzhledem ke směru vibrací, místem a velikostí plochy, přes kterou se vibrace přenášejí do lidského organismu, a silami, které během expozice vibracím člověk vyvíjí. Expozice člověka intenzivním vibracím vyvolá vždy nepříznivou odezvu lidského organismu. Při dlouhodobé expozici může dojít k jeho trvalému poškození. Expozice vibracím je výrazně ovlivněna faktory fyzikálními, biodynamickými a individuálními. Na člověka se intenzivní vibrace nejčastěji



přenášejí z kmitajících částí různých strojů a zařízení, ručního nářadí, dopravních prostředků, sedadel, pracovních plošin aj. S intenzivními vibracemi lidského organismu se proto setkáváme hlavně při pracovní činnosti. Nezanedbatelné jsou ale i celkové vibrace a rázy vybuzené v budovách. Při působení vibrací na člověka se vždy jedná o interakci soustavy zdroje vibrací a lidského organismu.

## **1.1 Dělení vibrací**

*Podle způsobu a místa přenosu vibrace dělíme na:*

**a) celkové horizontální nebo vertikální vibrace, posuzované v kmitočtovém rozsahu 0,5 Hz až 80 Hz**

- přenášejí se na sedící nebo stojící osobu z vibrujícího sedadla, plošiny nebo podlahy a způsobují rezonance částí těla nebo tkání, zvýšené napětí svalů udržujících tělo ve stabilní poloze, tedy intenzivní vibrace celého organismu, a mají nepříznivý vliv na páteř

**b) celkové vertikální vibrace o kmitočtu nižším než 0,5 Hz, které vyvolávají tzv. nemoci z pohybu neboli kinetózy, které se projevují nevolností, zvracením, bledostí apod.**

**c) místní vibrace přenášené na ruce (nohy), posuzované v kmitočtovém rozsahu od 8 Hz do 1000 Hz**

- při práci s vibrujícími nástroji z vibrujících rukojetí nebo jiného předmětu přidržovaného rukou (ruční pneumatické nářadí, vibrace přenášené z řídítek nebo volantů); nejčastější

**d) místní vibrace přenášené zvláštním způsobem, např. z křovinořezů či postřikovačů na hlavu, páteř, ramena atp., posuzované v kmitočtovém rozsahu od 1 Hz do 1000 Hz, způsobují intenzivní kmitání horní části páteře i hlavy**

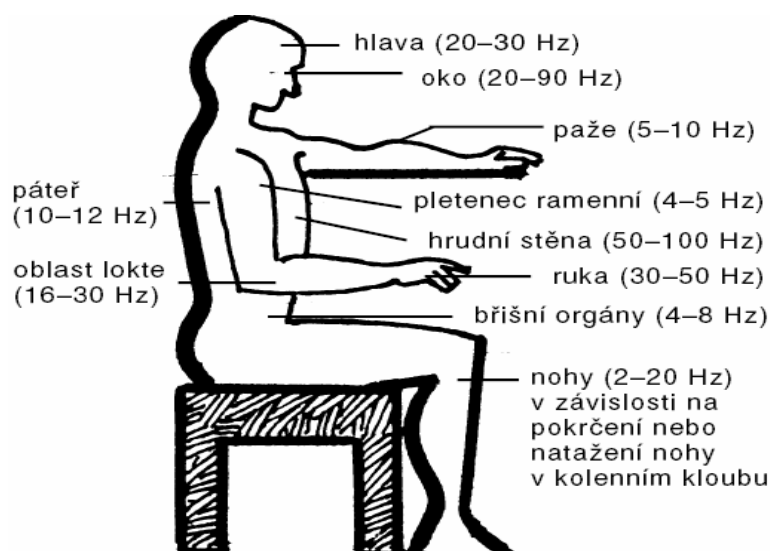
**e) celkové vibrace v budovách, posuzované v kmitočtovém rozsahu od 1 Hz do 80 Hz – vzdálený přenos vibrací z katru.**

*Podle časového průběhu se vibrace dělí na:*

**a) deterministické,** u nichž lze okamžitou hodnotu v daném čase přesně určit podle jejich dosavadního průběhu

**b) náhodné,** které se mění nepředvídatelným způsobem.

**Obr. č. 1: Působení vibrací na lidský organismus**



Zdroj: <http://bzp.bozpinfo.cz/priloha/vibrace.pdf>

## **1.2 Výskyt vibrací**

Vibrace vznikají v důsledku vybuzení dynamických sil při provozu jakéhokoliv stacionárního nebo mobilního strojního zařízení používaného v řadě průmyslových oborů (např. strojírenství, hutnictví, hornictví, stavebnictví), zemědělství, dopravě atd.<sup>1)</sup> Zdroje vibrací mohou být ruční mechanizovaná nářadí s pneumatickým, hydraulickým nebo elektrickým

pohonem, nebo stroje či dopravní prostředky. Provoz převážně většiny ručního nářadí je spojen s nadměrnou expozicí vibracím přenášeným na ruce a rizikem onemocnění cév, nervů a pohybového aparátu horních končetin. Dlouhodobá expozice celkovým vibracím je nejčastěji spojena s řízením dopravních prostředků a mobilních strojů. Podle epidemiologických údajů je v důsledku kombinace vynucené pracovní polohy a působení celkových vibrací nejvíce ohrožen bederní úsek páteře. S expozicí vibracím přenášeným zvláštním způsobem se setkáváme nejčastěji při práci s motorovými postřikovači, křovinořezy atp.<sup>1)</sup> Celkové vibrace v budovách vznikají z pozemní dopravy (železnice, silnice) a průmyslové činnosti v lomech.

### ***1.3 Zdravotní účinky vibrací na lidský organismus***

Vibrace a rázy vnímá člověk pomocí soustavy, která ovlivňuje celkovou psychosomatickou citlivost. Ta je ovlivněna celou řadou faktorů. Jedná se tedy o komplexní fyziologický a psychologický vjem zprostředkovaný velkým počtem různých receptorů.<sup>1)</sup> Na člověka můžeme pohlížet jako na mechanickou soustavu vykazující řadu rezonančních oblastí (celkové vertikální vibrace 4 – 8 Hz, horizontální vibrace 1 – 2 Hz). Působení vibrací na rezonančních frekvencích je subjektivně nepříjemné a při vyšších intenzitách může být i nebezpečné, neboť uvnitř organismu se vyvolávají velké dynamické síly. Expozice intenzivním vibracím je spojena s nepříjemným subjektivním vjemem nepohody, který může být posuzován z psychologického nebo fyziologického hlediska. Obecně vibrace vyvolávají celkovou únavu organismu, která má za následek snížení pozornosti, zpomalené a zhoršené vnímání, pokles motivace a snížení

pracovní výkonnosti. Účinky vibrací a rázů na člověka se sledují s ohledem na zajištění komfortu, pracovní výkonnosti nebo zdraví exponovaných osob.

V případě expozice vibracím se vždy jedná o systémové účinky postihující celý organismus. Z vibrací jsou nejzávažnější místní vibrace přenášené na ruce při práci s různým nářadím. Při práci s elektrickými a pneumatickými ručními nástroji působí tato škodlivina z vibrující rukojeti nástroje nebo jiného předmětu přidržovaného rukou. Nejvíce bývají postiženy periferní nervy, cévy, kosti, klouby, šlachy a svaly horních končetin. Vznikají bolesti svalů, mravenčení a brnění v prstech, zhoršení citlivosti v prstech, zhoršení obratnosti v prstech, záchvaty bílých nebo modrých prstů v chladu s pocitem zalézání za nehty, bolest v postižených kloubech, která je zpočátku po námaze, později vzniká i v klidu. Při zániku funkce nervu pak převažuje snížení dotekové citlivosti a citlivosti pro bolest. V závažných případech poškození horních končetin se přiznává nemoc z povolání. Dlouhodobá expozice celkovým vibracím a rázům ve spojení s vynucenou pracovní polohou se může projevit poškozením páteře; rozlišení účinků obou faktorů je však velmi obtížné.

Většinou jsou zjišťovány kombinované projevy expozice vibracím.

Profesionální onemocnění z vibrací se objevují při práci s ručně ovládanými vibrujícími nástroji a zařízeními (pneumatická kladiva, vrtačky, sbíječky, pěchovačky, nýtovačky, brusky, leštičky, motorové pily) a při přidržování výrobků nebo jejich částí, které při opracovávání vibrují (ruční vyrovnávání plechů kladivem), nejčastěji v profesích horník, minér, tunelář, nýtař, brusič, cídič odlitků, lesní dělník, dělník ve stavebnictví nebo v kamenoprůmyslu. Vliv vibrací negativně ovlivňují další faktory, například trvání expozice, větší síla stisku nářadí, vyšší hmotnost

nářadí, nevhodný tvar rukojeti, vysoká tvrdost opracovávaného materiálu, chlad a vlhko. Vibrace o různé frekvenci vyvolávají onemocnění různých systémů.

Poškození organismu vibracemi nezávisí jen na fyzikálních parametrech samotných vibrací, ale také na řadě dalších okolností (na místě vstupu vibrací do těla, typu kontaktu s vibrujícím předmětem, charakteru šíření vibrací v těle, rezonanci některých tkání nebo orgánů).

V následujícím textu se věnuji onemocněním, která jsou způsobena přenosem nadlimitních vibrací na ruce, z toho důvodu, že jsou nejzávažnější a mohou být uznána za nemoc z povolání. Ostatní nemoci, způsobené např. celkovými vibracemi, jako je postižení páteře z vibrací, kinetóza, pocit nepohody, únava z vibrací a další, za nemoci z povolání uznány být nemohou, přesto z lékařského hlediska stojí na tomto místě za zmínku.

### **1.3.1 Postižení periferních nervů**

Jedná se o postižení nervi mediani nebo ulnárního nervu, příp. obou současně (ojediněle i jiných periferních nervů horních končetin) způsobené působením nadlimitních vibrací přenášených na ruce.

#### *Epidemiologie*

Jde o postižení relativně častá zejména u horníků, dělníků v kovoprůmyslu a dřevorubců pracujících s motorovými pilami. Incidence těchto postižení se v posledních letech snižuje.

Počet nemocí periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními, které byly uznány v letech 1996 – 2007 za

nemoci z povolání, se pohyboval v jednotlivých letech od 119 do 337, celkem bylo uznáno 2395 případů.<sup>6)</sup>

### *Profesní riziko*

Zdrojem nadlimitních vibrací přenášených na ruce jsou nejčastěji vrtací a sbíjecí kladiva, motorové pily a brusky, v minulosti to byly i volanty některých nákladních automobilů a řada dalších nástrojů a zařízení. Vznikem onemocnění cév navozeným prací s vibrujícími nástroji a zařízeními jsou ohroženi zejména horníci, někteří stavební dělníci, pracovníci kamenolomů, dřevorubci a pracovníci kovoprůmyslu.

### *Patogeneze*

Prozatím není znám přesný mechanismus, jakým dochází při působení nadlimitních vibrací na ruce k poškození periferních nervů. Onemocnění nervů z vibrací postihuje nervy v oblasti karpálního, kubitálního nebo Guyonova kanálu. Nadlimitní vibrace způsobí zduření v těchto oblastech, tím stoupne lokální tlak v těchto strukturách a nastane porucha jejich prokrvení. Nelze vyloučit, že nervy mohou být poškozeny i přímým působením vibrací. Zvláště vibrace o velmi nízkých frekvencích (otřesy nebo rázy) mohou poměrně snadno navodit postižení periferních nervů horních končetin.

### *Klinické projevy*

Postižení periferních nervů horních končetin z vibrací charakteru ischemických nebo úžinových neuropatií se klinicky manifestují např. syndromem karpálního tunelu při postižení nervu medianu, syndromem kubitálního tunelu nebo syndromem Guyonova kanálu u postižení příslušné části ulnárního nervu. Poškození senzitivních vláken se projevuje v iritačním stadiu

bolestí, paresteziemi, dysesteziemi a vegetalgiemi v inervační zóně postiženého nervu (oblasti předloktí, ruky a prstů) a akrohyperhidrózou.

V zánikovém stadiu je typická taktilní a algická hypestezie v oblasti zásobované příslušným nervem, postižení motorických vláken se projevuje poruchami reflexů horních končetin, jemnými motorickými deficity, svalovou hypotonií, amyotrofií a hypotrofií příslušných svalů, kůže a jejích adnex z poruchy trofické funkce nervu. Pozitivní jsou zesilovací testy na úžinové syndromy (viz dále), vzácně se vyskytují fascikulace postižených svalů. Většinou nacházíme výraznější lézi na vláknech senzitivních (senzitivně – motorická disociace). Maximum obtíží se většinou objevuje v noci, kdy jsou horní končetiny ve vodorovné poloze a v souvislosti s tím jsou některé jejich struktury poměrně málo prokrvené, neboť se neuplatňuje hydrostatický tlak krevního sloupce působící při svěšení horních končetin. Při fyzikálním vyšetření nemusí být na horních končetinách ani při největších obtížích patrný výraznější objektivní patologický nález.

Klinický nález se prokazuje v oblasti n. mediani (syndrom karpálního tunelu) nebo n. ulnaris. Někdy vzniká postižení v oblastech obou těchto nervů společně (rukavicový typ postižení), přispívá k němu ischemie v důsledku poškození cév.

#### *Diagnóza a diferenciatní diagnóza*

Vedle klinických příznaků v zóně příslušného nervu je nutné objektivizovat jeho poškození. Hlavním vyšetřením, které při podezření na onemocnění periferních nervů provádíme, je elektromyografické vyšetření. Při něm zjišťujeme zejména rychlost vedení vzruchu v senzitivních a motorických vláknech

nervů. Platí, že čím více jsou nervová vlákna poškozena, tím pomaleji vedou vzruch.

Je nutné odlišit zvláště kořenové syndromy vertebrogenní, případy spondylogenní cervikální myelopatie a polyneuropatie neprofesionální etiologie.

### *Léčba*

Kauzální léčbou je vyřazení pacienta z práce s vibrujícími nástroji a zařízeními, která jeho onemocnění způsobila, a zklidnění postižených oblastí. Je možné realizovat i další opatření, např. lokální léčbu postiženého místa, zejm. aplikace látek s dekongescenčním účinkem do oblasti karpálního tunelu nebo jiných lokalit, podávání analgetik či vitamínů, příp. fyzikální léčbu. Konzervativní léčba spočívá často v injekci kortikosteroidu s lokálním anestetikem, která však může mít jen přechodný efekt a bývá spojena s možnými riziky. Nyní bývá často, a to při neúspěchu konzervativní léčby, indikována léčba chirurgická, která spočívá v operačním uvolnění tlaku na nerv v příslušném místě (např. protětí příčného zápěstního vazů u syndromu karpálního tunelu).

### *Posudkové hledisko*

Za nemoc z povolání se považuje poškození nervů horních končetin s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření. Objektivní nálezy při nich odpovídají nejméně středně těžké poruše. Metodickým opatřením č. 9/2003 Věstníku MZ bylo u nás upraveno, že v případě postižení nervu medianu, které je v praxi nejčastější, lze za středně těžkou poruchu považovat stav, kdy rychlost vedení vzruchu v senzitivních vláknech tohoto nervu je nižší nebo se rovná hodnotě 38 m/s a distální motorická latence při



distanci 80 mm činí nejméně 5,3 ms (příp. je motorická odpověď nevýbavná nebo jsou prokazatelné denervační potenciály ve svalech inervovaných nervem medianem).<sup>1)</sup> Při lehké poruše je možné hlásit ohrožení nemocí z povolání.

Klinická kritéria pro uznání nemoci z povolání charakteru periferní neuropatie typu úžinových syndromů jsou subjektivní potíže pacienta odpovídající typu úžinového syndromu, klinický obraz úžinového syndromu byl ověřen neurologickým vyšetřením, jsou vyloučeny neprofesní příčiny vzniku a rozvoje onemocnění a klinický nálezn je objektivizován výsledky elektrofyziologických vyšetření typu kondukční studie motorických i senzitivních nervů a jehlové EMG.

#### *Prognóza*

Pokud bylo onemocnění nervu skutečně způsobeno prací s vibrujícím nářadím nebo zařízením, pak po ukončení této práce již dále neprogreduje, resp. má tendenci ke spontánní úzdavě. Lehká a středně pokročilá stadia onemocnění se mnohdy vyléčí bez následků. Jen velmi pokročilá stadia periferních neuropatií se zcela nevyhojí a zůstávají po nich biologicky i posudkově významné následky. Platí, že osoby, u nichž již jednou bylo toto postižení zjištěno, nejsou nikdy zařazovány zpět do práce, při které by docházelo k přenosu nadlimitních vibrací na ruce, i když je u nich nervové postižení zcela vyléčeno.

Závisí na závažnosti postižení, etiologické spoluúčasti dalších možných neprofesních i profesních faktorů a dalším pracovním zařazením po ohlášení nemoci z povolání.

#### *Prevence*

Jejím cílem je zabránit pracovnímu a jinému přetěžování horních končetin, které může mít za následek závažné poškození

periferních nervů. Primární prevence spočívá zejména v provádění technologických a technických opatření (používání jen takových resp. tak upravených nástrojů a zařízení, která nejsou zdrojem výrazných vibrací). Organizační prevence je realizovaná omezením doby, po kterou lze s určitým vibrujícím nástrojem pracovat (časový limit pro práci s vibrujícími předměty lze odvodit z hladiny zrychlení vibrací přenášených na ruce). Používání osobních ochranných pracovních prostředků, v daném případě protivibračních rukavic, je v praxi málo účinné, protože tlumí vibrace jen málo a zejména v oblasti vyšších frekvencí. Preventivní lékařské prohlídky mají eliminovat osoby, které se pro práci spojenou s přenosem nadlimitních vibrací přenášených na horní končetiny nehodí (zejm. osoby zvýšeně citlivé k takovému poškození nervů a příslušné onemocnění by se u nich při zmiňované práci snadno znovu objevilo a rychle se rozvíjelo).

#### **1.3.1.1 Nejvýznamnější profesní úžinové syndromy**

Úžinové syndromy vznikají lokálním poškozením končetinových nervů chronickou kompresí a mechanickou iritací periferního nervu opakovanou profesní traumatizací v predilekčně zúžených anatomických oblastech typu osteofibrózních kanálků a otvorů ve fibrózní či svalové tkáni, jimiž nerv prochází. Průběh onemocnění je chronický a příznaky bývají většinou smíšené.

Úžinové syndromy patří mezi nejčastější nemoci z povolání.

#### **Úžinové syndromy n. mediani**

*Syndrom karpálního tunelu* je léze lokalizovaná v zápěstí v oblasti karpálního tunelu, který je ohraničen dorzálně skeletem zápěstí a volárně lig. carpi transversum.

V objektivním nálezu můžeme zjistit poruchu citlivosti v inervační oblasti n. medianus mimo tenar, tj. na volární ploše I. až III. prstu, polovině IV. prstu a radiální části dlaně. Motoricky vážne volární abdukce palce výpadkem m. opponens pollicis.

Tento syndrom charakterizují především parestázie dlaně a prstů, zpočátku jsou pouze noční. Nemocný se probouzí s pocitem brnění v oblasti I. – IV. prstu, které po svěšení končetiny a rozhýbání, protřepání prstů zmizí. Později jsou parestázie i denní a zhoršují se elevací končetiny.

Nejběžnějšími provokačními testy jsou Tinnelův příznak (poklep na lig. carpi transversum), Phalenovo znamení (1 minutu trvající maximální flexe zápěstí), elevační test (vleže na zádech s předpaženými končetinami po dobu 2 minut). V pozitivním případě dojde k vyvolání typických obtíží.

Uznání syndromu karpálního tunelu za nemoc z povolání se řídí Metodickým opatřením č. 9 publikovaným ve Věstníku MZ ČR, částka 10, říjen 2003, kdy musí být splněny body 1 a 4 a alespoň jeden z bodů 2 nebo 3.

- SCV n. medianus od zápěstí k II. nebo III. prstu menší než 38 m/s nebo nevýbavnost odpovědi.
- DML n. medianus delší než 5,3 ms nebo nevýbavnost odpovědi.
- Nález abnormální spontánní aktivity typu fibrilací nebo pozitivních ostrých vln v jehlové EMG z m. APB nejméně ze dvou míst. Současně tato aktivita chybí ve svalech ruky inervovaných z n. ulnaris.
- Normální DML a normální SCV n. ulnaris k V. prstu.<sup>1)</sup>

Diferenciálně diagnosticky je nutno vyloučit jiný původ postižení – otevřená traumata, řezná poranění, změnu anatomických poměrů po dislokujících zlomeninách nebo při

revmatoidní artritidě, vlivy endokrinní – těhotenství, klimax, hypothyreóza, akromegalie, přispívá obezita. Může být prvním projevem polyneuropatie (diabetické, etylické, toxické, malnutriční aj.).

*Pronátorový syndrom* je léze n. medianus po průchodu mezi oběma hlavami m. pronator teres, kdy nerv distálněji prostupuje pod vazivovým pruhem spojujícím obě hlavy m. flexor digitorum superficialis na volární straně loketního kloubu a proximální části předloktí. Projevuje se parestéziemi a bolestí na volární části předloktí a na volární ploše I. až III. prstu.

### **Úžinové syndromy n. ulnaris**

Mezi příznaky těchto syndromů patří porucha cití většinou v oblasti volární i dorzální plochy IV. a V. prstu ruky, ulnární části dlaně a hřbetu ruky a neschopnost hyperabdukce palce, neschopnost flexe II. až V. prstu v metakarpofalangeálních kloubech a extenze v kloubech interfalangeálních.

*Syndrom kubitálního tunelu* je druhý nejčastěji diagnostikovaný úžinový syndrom. Projevuje se poruchou citlivosti na ulnární části ruky, na V. a polovině IV. prstu. Odlišují se především dva patogenetické mechanismy vzniku: v oblasti loketního sulku se uplatňuje zevní komprese při dlouhodobé flexi lokte podepřeného o podložku. Nerv je lehce napínán a současně nad vstupem do sulku tlačěn proti kosti, dalším možným mechanismem vzniku je hypermobilita s tendencí k subluxacím přes mediální epikondylus. K úžinovému syndromu dochází obvykle 1 – 2 cm distálně pod epikondylem a jeho příčinou je také mikrotraumatizace při zvýšené námaze v oblasti lokte, zejména při forsírované extenzi nebo hyperflexi v lokti bez jeho opírání o podložku.

*Syndrom Guyonova kanálu* je poškození nervu v zápěstí a ruce. Kanál tvoří ulnární část lig. carpi transversum, radiálně jej ohraničuje hamulus ossis hamati, mediálně os pisiforme a lig. pisohamatum. Komprese r. profundus vzniká z dlouhodobého nebo opakovaného tlaku pracovních nástrojů na oblast hypotenaru. Motorický výpadek funkce n. ulnaris není provázen poruchami citlivosti nebo je porucha citlivosti omezena pouze na ulnární část dlaně. Z motorické inervace je oslabena funkce malých svalů ruky. Atrofie postihují interoseální svaly, jen ve 20 % také hypotenar. Na rozdíl od syndromu karpálního tunelu je u distálních lézí n. ulnaris dominujícím typem poškození axonopatie, zatímco porucha vodivosti motorických a senzitivních vláken se nachází jen u části nemocných.

### **1.3.2 Postižení cév**

Nadlimitní vibrace přenášené na ruce způsobují onemocnění drobných cév prstů rukou projevující se Raynaudovým syndromem (sekundární Raynaudův fenomén, Raynaudův syndrom z vibrací, syndrom bílých prstů z vibrací).

#### *Epidemiologie*

V minulosti se u nás jednalo o poměrně časté onemocnění zvláště v hornictví. V posledních letech se však jeho incidence snižuje, a to zejména v souvislosti se snižováním počtu osob, které jsou při práci vystaveny nadlimitním vibracím přenášeným na ruce (výrazně ubylo osob zaměstnaných v hornictví a v tzv. těžkém strojírenství).

Počet nemocí cév rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními, které byly v letech 1996 – 2007 uznány v ČR za

nemoci z povolání, se pohyboval v jednotlivých letech od 26 do 67, celkem bylo uznáno 584 případů.<sup>6)</sup>

Epidemiologické studie, které byly prováděny, jednoznačně neprokázaly, že by rozvoj cévního onemocnění koreloval s frekvencí působících vibrací.

Nejvyšší přípustné hodnoty parametrů vibrací stanovuje v ČR nařízení vlády č. 148/2006 Sb., v platném znění (viz příloha č. 1).

### *Profesní riziko*

Zdrojem nadlimitních vibrací přenášených na ruce jsou nejčastěji vrtací a sbíjecí kladiva, motorové pily a brusky, v minulosti to byly i volanty některých nákladních automobilů a řada dalších nástrojů a zařízení. Vznikem onemocnění cév navozeným prací s vibrujícími nástroji a zařízeními jsou ohroženi zejména horníci, někteří stavební dělníci, pracovníci kamenolomů, dřevorubci a pracovníci kovoprůmyslu.

### *Patogeneze*

Mechanismy, které vedou k rozvoji Raynaudova syndromu z vibrací, nejsou prozatím přesně identifikovány. Je pravděpodobné, že rozhodující příčinou bělení prstů při chladu jsou funkční změny drobných arteriol podmíněné lézí jejich nervových pletení.

### *Klinické projevy*

Raynaudův syndrom se projevuje bělením prstů nebo jejich částí při prochlazení rukou. Zbělení je způsobeno nedostatečným prokrvením příslušných partií. To je možné vidět např. při kapilaroskopickém vyšetření. Bílá místa jsou od normálně prokrvených poměrně ostře ohraničena, bývají necitlivá,

případně je bělení provázeno pocitem brnění a mravenčení. Po prohřátí rukou dochází k reaktivní hyperémii míst, která byla předtím nedokrvená, spojené s pocity pálení, vzácně až s bolestí. Vyvaruje – li se nemocná osoba prochlazení, nemá zpravidla vůbec žádné potíže.

Raynaudův syndrom je nespecifický jev provázející celou řadu různých chorobných stavů.

Pro Raynaudův syndrom způsobený vibracemi jsou charakteristické některé rysy. Většinou je postižení stranově výrazně asymetrické (pravá a levá ruka bývají vibracím exponovány nestejnou měrou), postižení začíná na posledních člancích 4. a 5. prstu a teprve v pokročilejších stadiích postihuje i jiné články jiných prstů. Palce nejsou postiženy nikdy, bělení nepřesahuje až do dlaně, prakticky nikdy nejsou přítomné trofické defekty na špičkách prstů. Prsty dolních končetin nejsou bělením postiženy nikdy.

V nejtypičtějším případě se onemocnění drobných cév prstů rukou rozvíjí pozvolna, během řádově roky trvající práce spojené s přenosem nadlimitních vibrací na ruce.

V lehkých stadiích nemoci prsty při chladu ani nebělí, drobné odchylky jejich prokrvení při chladu jsou však patrné při prstové pletysmografii (po prochlazení rukou pozorujeme rozpad pulzové vlny v pletysmografickém záznamu; pulzová vlna vzniká na základě měření objemových rozdílů tkání prstů a je přímo závislá na srdeční akci; vzestupu objemu krve v tkáni následkem srdeční systoly odpovídá vzestupné – anakrotické raménko pulzové vlny, úbytku krve v tkáni odpovídá sestupné – katakrotické raménko pulzové vlny); nebo při tzv. Lewisově – Prusíkově testu (při tomto testu se provede odkrvení posledního článku prochlazeného prstu stlačením nehtového lůžka, a pak se měří, jak dlouho trvá, než se po uvolnění tlaku na nehtové lůžko

tento článek normálně prokrví; za normální jsou pokládány hodnoty do 6 - 10 sekund) nebo kontaktní chronotermometrii, která prokazuje abnormální reakci na chlad nazývanou „dystermie“ (doplňuje klinické vyšetření a je případně určena k tomu, aby objektivizovala neurovaskulární potíže; klasifikace chronotermogramů umožňuje přiřadit ke každému prstu chronotermodynamickou třídu CT I - V). Lehčí vazospastické stadium se tedy manifestuje při prochlazení Raynaudovým fenoménem (zbělení článků prstů nebo celých prstů), který bývá provázen paresteziemi a snížením citlivosti prstů. Postižení může být jednostranně asymetrické, palce nejsou postiženy. Spastická ataka trvá minuty až hodiny. Po záchvatu zbělení se objevuje aktivní hyperémie. Raynaudův fenomén může vzniknout okamžitě, ale i po 5 – 10 minutách po ochlazení, případně až po celkovém prochlazení.

Vzácně se vyskytuje pokročilejší vazoparalytické stadium s cyanózou a otokem prstů v důsledku paralýzy hladké svaloviny tepének rukou. Prochlazením rukou lze vyvolat vlastní Raynaudův syndrom. Zpočátku postihuje jen jeden nebo dva články prstů, později se může rozšířit na větší počet článků prstů. Přestanou – li nadlimitní vibrace na ruce působit, onemocnění již dále neprogreduje, v průběhu následujících let existuje spíše tendence k jeho samovolné úzdravě. Po cca 5 letech již většinou nelze bělení prstů vyvolat, ale může být ještě prokazatelný určitý pozitivní nález při prstové pletysmografii, Lewisově – Prusíkově testu, který se však během dalších cca 5 let může normalizovat, nebo kontaktní chronotermometrii.

K průkazu se nejčastěji provádí vodní chladový test. V České republice se většinou realizuje v podobě podle Rejska (spočívá v ochlazení prstů a předloktí rukou ponořením obou horních končetin až po lokty do vody o teplotě asi 10 - 15 °C na



10 minut), v zahraničí se však provádějí i jeho značné modifikace.

### *Diferenciální diagnostika*

Diferenciální diagnostika může být složitá. Objevuje – li se bez zřetelné příčiny, označujeme jej jako primární Raynaudův syndrom neboli Raynaudovu chorobu. Provází – li jiná onemocnění nebo vzniká – li z identifikovatelných příčin, označujeme jej jako sekundární Raynaudův syndrom. Jedním ze sekundárních Raynaudových syndromů je i onemocnění cév způsobené přenosem nadlimitních vibrací na ruce. Mezi četná onemocnění, která mohou být provázena sekundárním Raynaudovým syndromem, patří různá cévní onemocnění (Buergerova choroba, obliterující ateroskleróza horních končetin, trombózy a embolie tepen horních končetin, syndromy horní hrudní apertury – syndrom krčního žebra, kostoklavikulární syndrom, hyperabdukční syndrom a skalenový syndrom), stavy po úrazech horních končetin, intoxikace nikotinem či námelovými alkaloidy, syringomyelie, poliomyelitida, systémové choroby pojiva, tzv. nemoc z chladových aglutininů a další.

### *Léčba*

Raynaudův syndrom z vibrací má po vyřazení pracovníka z práce spojené s přenosem nadlimitních vibrací na ruce tendenci k samovolné úzdravě. Kromě změny pracovního zařazení postiženého jedince tedy žádná jiná léčba nebývá nutná. Je možné aplikovat léky s vazodilatačními účinky. Pacientům s Raynaudovým syndromem jakékoli etiologie je třeba důrazně doporučit, aby přestali kouřit.

### *Posudkové hledisko*

Za nemoc z povolání je možné v ČR uznávat ta stadia Raynaudova syndromu z vibrací, při nichž je objektivně prokázáno bělení nejméně čtyř článků prstů rukou v chladu ověřené pletysmografickým vyšetřením nebo vazoparalytické stadiem onemocnění. Při zbělení menšího počtu článků lze hlásit ohrožení nemocí z povolání.<sup>1) 2)</sup>

### *Prognóza*

Prognóza tohoto lehkého onemocnění je velmi příznivá, protože po vyřazení z práce spojené s přenosem nadlimitních vibrací na ruce již Raynaudův syndrom z vibrací dále neprogreduje, naopak dochází k jeho spontánnímu ústupu až vyléčení.

### *Prevence*

Primární prevence spočívá zejména v provádění technologických a technických opatření (používání jen takových resp. tak upravených nástrojů a zařízení, která nejsou zdrojem výrazných vibrací). Organizační prevence je realizovaná omezením doby, po kterou lze s určitým vibrujícím nástrojem pracovat (časový limit pro práci s vibrujícími předměty lze odvodit z hladiny zrychlení vibrací přenášených na ruce). Používání osobních ochranných pracovních prostředků, v daném případě protivibračních rukavic, je v praxi málo účinné, protože tlumí vibrace jen málo a zejména v oblasti vyšších frekvencí. Preventivní lékařské prohlídky mají eliminovat osoby, které se pro práci spojenou s přenosem nadlimitních vibrací přenášených na horní končetiny nehodí (zejm. osoby, u kterých existuje Raynaudova nemoc nebo onemocnění vedoucí k sekundárnímu

Raynaudovu syndromu, příp. osoby, u kterých se již začíná projevovat lehká forma onemocnění cév prstů z vibrací).

U nás je aplikována posudková zásada, že osoba, u které bylo zjištěno onemocnění cév z vibrací, už nikdy nemá být zařazována k práci, při níž dochází k přenosu nadlimitních vibrací na ruce, a to ani v případě, že onemocnění cév není na základě všech provedených vyšetření přítomné. U takové osoby by se onemocnění cév z vibrací po návratu k původní nebo analogické práci mohlo snadno znovu objevit a rychle progredovat.

### **1.3.3 Postižení kloubů a kostí**

Postižení kloubů a kostí rukou způsobená přenosem nadlimitních vibrací na ruce se projevuje jako artróza nebo vzácněji jako klinicky němá kostní cysta. Zcela ojediněle byla popsána aseptická nekróza v oblasti zápěstních, ručních a záprstních kůstek a kloubů horních končetin.

#### *Epidemiologie*

Tato onemocnění se vyskytují u horníků, tunelářů, některých stavebních dělníků, dřevorubců pracujících s motorovými pilami a dalších. V poslední době jich ubývá, protože počet pracovníků exponovaných při práci nadlimitním vibracím přenášeným na ruce se snižuje.

Počet nemocí kostí a kloubů rukou, zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními, které byly uznány v letech 1996 až 2007 za nemoci z povolání, se pohyboval v jednotlivých letech od 14 do 98, celkem bylo uznáno 407 případů.<sup>6)</sup> Převážně šlo o loketní a zápěstní artrózy.

### *Profesní riziko*

Nejčastěji jsou postiženy osoby, u nichž byl zmiňován častější výskyt jiných onemocnění z vibrací.

### *Patogeneze*

Předpokládá se působení opakovaných mikrotraumat vzniklých v důsledku vibrací přenášených na kosti a klouby v kombinaci s následnými reparativními odezvami ve tkáních. Pravděpodobně způsobují toto onemocnění zejména otřesy a rázy. U artróz je primární postižení lokalizováno ve vibracemi poškozené kloubní chrupavce, u kostních cyst a nekróz jde zřejmě o důsledek vibracemi navozené traumatizace drobných cév a jejich následné trombotizace.

### *Klinické projevy*

Projevy artrózy způsobené prací s vibrujícími nástroji a zařízeními jsou stejné jako u artróz jiného původu. Charakteristická bývá lokalizace artrózy, kdy artrotickými změnami bývá postižen kloub, na který se přenášela energie vibrací a změny bývají stranově asymetrické. Artrózy jsou tedy provázeny typickými startovacími bolestmi, ponámahovou a později i klidovou bolestivostí s postupně zhoršující se hybností kloubu. Při dekompenzaci artrózy se objevuje otok, zarudnutí kůže nad postiženým kloubem a palpační bolestivost v oblasti kloubu.

Kostní cysty se klinicky neprojevují a bývají náhodným nálezem na rentgenových snímcích rukou. Drobné kostní cysty jsou nejčastěji lokalizovány v os lunatum (morbus Kienböck), scaphoideum a capitatum.

Velmi vzácné nekrózy drobných kůstek ruky (nejspíše zápěstních) jsou provázeny bolestí a zduřením v postiženém místě a poruchou hybnosti v oblasti zápěstí.

### *Léčba*

Rozvinuté postižení není vyléčitelné. Lze pouze zmírnit obtíže, které jsou jím způsobeny, různými symptomatickými opatřeními. Jde zejména o podávání analgetik nebo o fyzikální a rehabilitační léčbu.

### *Posudkové hledisko*

Za nemoci z povolání lze uzнат aseptickou nekrózu zápěstních a záprstních kůstek a artrózy ručních, zápěstních nebo loketních kloubů. Hlásit lze izolovanou artrózu těžkého stupně (III. stupeň podle Kellgrena a Lawrence), která je spojená se závažnou poruchou funkce a vede k výraznému omezení pracovní schopnosti. U artrózy středně těžkého stupně (II. stupeň) lze přiznat ohrožení nemocí z povolání. Kostní cysty se jako nemoc z povolání nehodnotí z důvodu klinicky němého postižení, které nikdy nevede k patologickým frakturám ani k jiným nepříznivým následkům a žádným způsobem nesnižují pracovní potenciál pacienta.<sup>1) 2)</sup>

### *Prognóza*

Degenerativní artrotické změny, kostní cysty nebo nekrózy navozené nadlimitními vibracemi přenášenými na ruce po vyřazení z práce, která je způsobila, již dále výrazněji neprogredují. Pokud k progresi později dochází, je jen mírná, odpovídající změněným poměrům v postižené lokalitě. Přestože jde o onemocnění nevyléčitelná, lze konstatovat, že život nezkracují a pacienta spíše obtěžují, než aby ho ohrožovala.

Osoby, které jsou jimi postiženy, již nikdy nezařazujeme na práce, při kterých by docházelo k přenosu nadlimitních vibrací na ruce.

#### *Prevence*

Zásady prevence jsou totožné s těmi, které byly uvedeny u nemocí cév při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními.

### **1.4 Měření a hodnocení**

Při měření vibrací přenášených na člověka se postupuje podle normových metod.<sup>1)</sup> Základní veličinou používanou k popisu mechanického pohybu je zrychlení vibrací vyjádřené efektivní hodnotou  $a_{ef}$  [ $m/s^2$ ], která má přímý vztah k přenosu energie vibrací, a tudíž i možným zdravotním rizikům, nebo hladinou zrychlení  $L_a$  [dB] vztaženou k referenčnímu zrychlení  $1 \mu m/s^2$ . Impulsivnost vibrací se vyjadřuje poměrem špičkové a efektivní hodnoty, který definuje tzv. činitel výkmitu. Vibrace lze popsat také rychlostí a výchylkou mechanického pohybu. Vzhledem ke snímání vibrací akcelerometry se používá k jeho popisu zrychlení. Při všech druzích přenosu se výlučně zjišťují translační neboli posuvné vibrace. Úhlové vibrace lidského organismu se prozatím nehodnotí. Pro posouzení směrových účinků vibrací a pro účely měření byly zavedeny soustavy souřadnic lidského těla a ruky, ve kterých se měření provádí.

*Vibrace působící na lidské tělo hodnotíme jako*

- celkové vibrace (ČSN ISO 2631-1),
- vibrace přenášené na ruce (ČSN EN ISO 5349-1),
- vibrace přenášené zvláštním způsobem.

V praxi se hodnoty vibrací vyskytují v širokém rozsahu, a proto se používá hladinového vyjádření

$$L_a = 20 \log a/a_0 \text{ [dB]}$$

kde  $L_a$  je hladina zrychlení vibrací,  $a$  – zrychlení v  $\text{m/s}^2$ ,  $a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$  referenční zrychlení

Základní veličinou pro hodnocení vibrací přenášených na člověka je průměrná (energeticky ekvivalentní) hladina zrychlení vibrací

$$L_{\text{acq}} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T 10^{0,1 L_A} dt \quad [\text{db}]$$

kde  $T$  je doba, pro níž se určuje ekvivalentní hladina zrychlení, typicky osmihodinová pracovní směna.<sup>4)</sup>

Podle způsobu a směru působení vibrací se kmitočtově váží příslušným váhovým filtrem, zabudovaným ve vibrometru. Ke zjištění kmitočtového složení vibrací se provádí kmitočtová analýza v třetinooktávových pásmech ve výše uvedených rozsazích středních kmitočtů. Kmitočet vibrace se sleduje zejména proto, aby se omezilo nepříznivé působení vibrací na rezonančních frekvencích lidského organismu. Vibrace se měří na styčné ploše v místě jejich přenosu do lidského organismu. K danému účelu se používají speciální úchyty (např. sedadlový úchyt), které umožňují snímání vibrací ve třech směrech, aniž by se podstatným způsobem narušily podmínky přenosu. Při hodnocení nepříznivého působení vibrací přenášených na člověka se považuje za rozhodující způsob přenosu, dominantní směr a frekvence vibrací. U celkových vibrací, vibrací přenášených zvláštním způsobem a vibrací v budovách je základem hodnocení dominantní směr vibrací. V případě vibrací přenášených na ruce je nutné stanovit ze tří složek vibrací (vážených efektivních hodnot zrychlení ve třech ortogonálních osách  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) vektorový součet, tzv. souhrnnou váženou hladinu zrychlení vibrací  $L_{\text{vw}}$ .

Vážená hladina zrychlení vibrací  $L_{aw}$  je hladina zrychlení vibrací, která odpovídá kmitočtové korekci pro daný způsob a podmínky přenosu a směr vibrací. Základní limitní hodnota  $L_{aw8h}$  činí u celkových horizontálních vibrací 107 dB, celkových vertikálních vibrací 110 dB a vibrací přenášených zvláštním způsobem 100 dB. Nejvyšší přípustná souhrnná hladina zrychlení vibrací přenášených na ruce  $L_{hv8h}$  činí pro osmihodinovou pracovní dobu 123 dB.

Průměrné hodnoty vibrací se normují na jmenovitou dobu pracovního dne 8 h. Pokud expozice vibracím  $T$  netrvá po celou pracovní dobu  $T_0 = 8$  h, je třeba ji normovat korekcí  $K$  podle vztahu

$$K = 10 \cdot \log T/T_0 \text{ [dB]}.$$

Standardní hygienické metody měření a posuzování vibrací přenášených na člověka se řadí do tří tříd přesnosti, přičemž výsledky měření se uvádějí včetně přidružených nejistot. Přesnost měření vibrací vyplývá z třídy přístrojů a přesnosti použitých metod. V 1. a 2. třídě přesnosti se využívají třídící metody pásmové analýzy. Ve 3. třídě se používá metoda váhové funkce. Nejpřesnější jsou referenční měření vibrací v 1. třídě přesnosti, kdy je celková nejistota do 2 dB včetně. Podrobná měření v 1. třídě přesnosti se provádějí třetinooktávovou analýzou s tolerancí  $\pm 0,8$  dB. Běžná měření ve 2. třídě přesnosti založená na oktávové analýze mají tolerance +1 dB, -3 dB. Ve 2. třídě přesnosti se nejistota nachází v pásmu od 2 dB do 3 dB včetně. Nejméně přesná provozní přehledová měření vibrací ve 3. třídě přesnosti s tolerancí +6 dB, -3 dB pak vykazují nejistotu v pásmu od 3 dB do 5 dB včetně. Při nich se využívají speciální váhové filtry, které ve stanoveném rozsahu vyjadřují frekvenční odezvu člověka na expozici vibracím. Kromě ustálených nebo proměnných vibrací se těmito metodami posuzují opakující se



otřesy, jejichž energie spadá do sledované frekvenční oblasti. Pro hygienické posouzení expozice jsou nejvhodnější referenční a technická měření vibrací. Pro měření proměnných vibrací se použije hladinový analyzátor nebo dozimetr.<sup>8)</sup>

Při hodnocení nepříznivého působení vibrací přenášených na člověka je rozhodující způsob přenosu, dominantní směr a frekvence vibrací. Pro posouzení směrových účinků vibrací byly stanoveny soustavy souřadnic lidského těla a ruky, ve kterých se provádí měření; zásadně se hodnotí jen translační neboli posuvné vibrace. Kmitočet vibrace se sleduje zejména za účelem omezení nepříznivého působení vibrací na rezonančních frekvencích lidského organismu.

Vibrace přenášené na ležící osobu lze hodnotit jako celkové jen v těch případech, kdy je zabráněno (např. polštářováním) přenosu vibrací kmitočtů vyšších než 20 Hz na páteř a hlavu. V tomto případě se vibrace rovnoběžné s podélnou osou těla posuzují způsobem platným pro vertikální vibrace a vibrace ve směrech kolmých na podélnou osu těla se posuzují způsobem platným pro horizontální vibrace.

Není – li zabráněno přenosu intenzivních vibrací o kmitočtu větším než 20 Hz přímo na páteř a hlavu, posuzují se vibrace přenášené na ležící osobu jako vibrace přenášené zvláštním způsobem.<sup>2)</sup>

## **1.5 Kategorizace prací**

V České republice je zaveden systém kategorizace prací (prováděcí vyhláškou k zákonu o ochraně veřejného zdraví), který je podle rizika rozděluje do čtyř kategorií. Kategorizace prací umožňuje souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců takovými faktory, které ze zdravotního hlediska rozhodují o

kvalitě pracovních podmínek, a které jsou charakteristické pro danou práci na konkrétním pracovišti a pro míru zabezpečení ochrany zdraví pracovníků. Účelem kategorizace je získat objektivní a srovnatelné podklady zejména pro určení rizikových prací, optimalizaci pracovních podmínek a pro racionální opatření k odstranění nedostatků v zabezpečení ochrany zdraví při práci.

Zaměstnavatel při hodnocení zátěží faktory pracovního prostředí pro zařazení prací do kategorií musí mj. postupovat podle prováděcí legislativy k zákonu o ochraně veřejného zdraví (zákon č. 258/2000 Sb., v platném znění), zejména podle vyhlášky stanovující podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli (vyhl. č. 432/2003 Sb.).

*Kategorie první:* práce vykonávané za podmínek, při nichž nejsou překročeny kritériální hodnoty pro zařazení do druhé kategorie (prakticky u vibrací přenášených na ruce  $L_{vw,8h} \leq 113$  dB).<sup>2)</sup>

**Tab. č. 1: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 1. kategorie**

Vyhláška 432/2003 Sb. kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií ...

Kritéria kategorizace prací  
Část 4. Vibrace přenášené na ruce po dobu trvání některé dílčí pracovní operace

1. kategorie			není definována
--------------	--	--	-----------------

Zdroj: Analysis Precision

*Kategorie druhá:* práce, při nichž jsou osoby exponovány:

- vibračním přenášeným na ruce, jejichž souhrnná vážená hladina zrychlení  $L_{vw,8h}$  je vyšší než nejvyšší přípustná hodnota, stanovená pro osmihodinovou pracovní směnu zvláštním právním předpisem, snižená o 10 dB, avšak tuto nejvyšší přípustnou hodnotu nepřekračuje, prakticky **113 dB <  $L_{vw,8h}$  ≤ 123 dB**,

- celkovým horizontálním nebo vertikálním vibracím, jejichž vážená hladina zrychlení  $L_{aw,8h}$  je vyšší než nejvyšší přípustná hodnota stanovená pro osmihodinovou pracovní dobu zvláštním právním předpisem, snížená o 10 dB, avšak tuto nejvyšší přípustnou hodnotu nepřekračuje,

po dobu trvání některé dílčí pracovní operace:

- vibracím přenášeným na ruce, jejichž souhrnná vážená hladina zrychlení  **$L_{vw}$  je vyšší než 123 dB,**
- celkovým horizontálním vibracím, jejichž vážená hladina zrychlení  **$L_{aw}$  je vyšší než 107 dB,**
- celkovým vertikálním vibracím, jejichž vážená hladina zrychlení  **$L_{aw}$  je vyšší než 110 dB,**

není však překračována nejvyšší přípustná souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací přenášených na ruce  $L_{vw,8h}$  nebo vážené hladiny zrychlení celkových horizontálních a vertikálních vibrací  $L_{aw,8h}$  stanovené zvláštním právním předpisem pro osmihodinovou pracovní dobu.

Do druhé kategorie se zařazují také práce, při kterých dochází k expozici vibracím přenášeným na ruce nepravidelně jen v některých pracovních dnech, ale vždy po dobu kratší než 20 minut v osmihodinové směně, jejichž souhrnná vážená hladina zrychlení  **$L_{vw}$  stanovená za dobu expozice je nižší než 140 dB.**<sup>2)</sup>

**Tab. č. 2: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 2. kategorie**

Vyhláška 432/2003 Sb. kterou se stanoví podmínky pro zařazování  
prací do kategorií ...

Kritéria kategorizace prací  
Část 4. Vibrace přenášené na ruce po dobu trvání  
některé dílčí pracovní operace

2. kategorie	$t_{op} = 20 \text{ min}$	$K_T = 14,0 \text{ dB}$	127,0	$\leq L_{avw,0.3h} \leq$	137,0
	$t_{op} = 1,0 \text{ hod}$	$K_T = 9,0 \text{ dB}$	122,0	$\leq L_{avw,1.0h} \leq$	132,0
	$t_{op} = 2,0 \text{ hod}$	$K_T = 6,0 \text{ dB}$	119,0	$\leq L_{avw,2.0h} \leq$	129,0
	$t_{op} = 3,0 \text{ hod}$	$K_T = 4,3 \text{ dB}$	117,3	$\leq L_{avw,3.0h} \leq$	127,3
	$t_{op} = 4,0 \text{ hod}$	$K_T = 3,0 \text{ dB}$	116,0	$\leq L_{avw,4.0h} \leq$	126,0
	$t_{op} = 5,0 \text{ hod}$	$K_T = 2,0 \text{ dB}$	115,0	$\leq L_{avw,5.0h} \leq$	125,0
	$t_{op} = 6,0 \text{ hod}$	$K_T = 1,2 \text{ dB}$	114,2	$\leq L_{avw,6.0h} \leq$	124,2
	$t_{op} = 7,0 \text{ hod}$	$K_T = 0,6 \text{ dB}$	113,6	$\leq L_{avw,7.0h} \leq$	123,6
	$t_{op} = 8,0 \text{ hod}$	$K_T = 0,0 \text{ dB}$	113,0	$\leq L_{avw,8.0h} \leq$	123,0

Zdroj: Analysis Precision

*Kategorie třetí:* práce, při nichž jsou osoby exponovány vibračním přenášeným na ruce nebo celkovým horizontálním či vertikálním vibračním, jejichž souhrnná vážená hladina zrychlení  $L_{vw,8h}$  nebo vážená hladina zrychlení  $L_{aw,8h}$  překračuje nejvyšší přípustnou hodnotu stanovenou pro osmihodinovou pracovní dobu, avšak o méně než 10 dB – prakticky **123 dB <  $L_{vw,8h} \leq 133$  dB.**<sup>2)</sup>

**Tab. č. 3: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 3. kategorie**

Vyhláška 432/2003 Sb. kterou se stanoví podmínky pro zařazení prací do kategorií ...

Kritéria kategorizace prací  
Část 4. Vibrace přenášené na ruce po dobu trvání  
některé dílčí pracovní operace

3. kategorie	$t_{op} = 20$ min	$K_T = 14,0$ dB	137,1	$\leq L_{avw,0.3h} \leq$	146,9
	$t_{op} = 1,0$ hod	$K_T = 9,0$ dB	132,1	$\leq L_{avw,1.0h} \leq$	141,9
	$t_{op} = 2,0$ hod	$K_T = 6,0$ dB	129,1	$\leq L_{avw,2.0h} \leq$	138,9
	$t_{op} = 3,0$ hod	$K_T = 4,3$ dB	127,4	$\leq L_{avw,3.0h} \leq$	137,2
	$t_{op} = 4,0$ hod	$K_T = 3,0$ dB	126,1	$\leq L_{avw,4.0h} \leq$	135,9
	$t_{op} = 5,0$ hod	$K_T = 2,0$ dB	125,1	$\leq L_{avw,5.0h} \leq$	134,9
	$t_{op} = 6,0$ hod	$K_T = 1,2$ dB	124,3	$\leq L_{avw,6.0h} \leq$	134,1
	$t_{op} = 7,0$ hod	$K_T = 0,6$ dB	123,7	$\leq L_{avw,7.0h} \leq$	133,5
	$t_{op} = 8,0$ hod	$K_T = 0,0$ dB	123,1	$\leq L_{avw,8.0h} \leq$	132,9

Zdroj: Analysis Precision

*Kategorie čtvrtá:* práce, při nichž jsou osoby exponovány vibracím přenášeným na ruce nebo celkovým horizontálním či vertikálním vibracím, jejichž souhrnná vážená hladina zrychlení  $L_{vw,8h}$  (**133 dB <  $L_{vw,8h}$** ) nebo vážená hladina zrychlení  $L_{aw,8h}$  překračuje hodnotu stanovenou pro třetí kategorii.<sup>2)</sup>

**Tab. č. 4: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 4. kategorie**

Vyhláška 432/2003 Sb. kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií ...

Kritéria kategorizace prací  
Část 4. Vibrace přenášené na ruce po dobu trvání  
některé dílčí pracovní operace

4. kategorie	$t_{op} = 20 \text{ min}$	$K_T = 14,0 \text{ dB}$	147,0	$\leq L_{avw,0.3h}$
	$t_{op} = 1,0 \text{ hod}$	$K_T = 9,0 \text{ dB}$	142,0	$\leq L_{avw,1.0h}$
	$t_{op} = 2,0 \text{ hod}$	$K_T = 6,0 \text{ dB}$	139,0	$\leq L_{avw,2.0h}$
	$t_{op} = 3,0 \text{ hod}$	$K_T = 4,3 \text{ dB}$	137,3	$\leq L_{avw,3.0h}$
	$t_{op} = 4,0 \text{ hod}$	$K_T = 3,0 \text{ dB}$	136,0	$\leq L_{avw,4.0h}$
	$t_{op} = 5,0 \text{ hod}$	$K_T = 2,0 \text{ dB}$	135,0	$\leq L_{avw,5.0h}$
	$t_{op} = 6,0 \text{ hod}$	$K_T = 1,2 \text{ dB}$	134,2	$\leq L_{avw,6.0h}$
	$t_{op} = 7,0 \text{ hod}$	$K_T = 0,6 \text{ dB}$	133,6	$\leq L_{avw,7.0h}$
	$t_{op} = 8,0 \text{ hod}$	$K_T = 0,0 \text{ dB}$	133,0	$\leq L_{avw,8.0h}$

Zdroj: Analysis Precision

Nejvyšší přípustné hodnoty vibrací přenášených na člověka se pro účely kategorizace nekorigují s ohledem na druh činností, uvedených ve zvláštním právním předpisu.

Při nestandardních časových charakteristikách pracovní expozice, jimiž jsou týdenní expozice rozdělená jinak než na pět osmihodinových směn (směny 10, 12 hod. apod.), menší počet směn za pracovní týden než 5 a proměnlivý počet hodin za pracovní týden, se daná práce kategorizuje na základě porovnání časově váženého průměru vážených hladin zrychlení vibrací, zjištěných v průběhu jednoho čtyřicetihodinového týdne s hodnotami určujícími zařazení práce do příslušné kategorie.



## **1.6 Legislativa**

Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy.

Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.

*Hygienické požadavky z hlediska vibrací upravuje:*

NV 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

*Navazující hygienické předpisy:*

V souladu se zákonem č. 142/1991 Sb. Ve znění zákona 632/1992 Sb., o čs. Technických normách, jsou z rozhodnutí MZ ČR závazné následující normy, příp. jejich části, týkající se metod hodnocení nebo limitních hodnot:

- ČSN ISO 2631-1 Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím v kmitočtovém rozsahu 1-80 Hz,
- ČSN ISO 2631-2 Nepřerušované vibrace a rázy v budovách v kmitočtovém rozsahu 1-80 Hz,
- ČSN ISO 2631-3 Hodnocení expozice celkovým vertikálním vibracím ve směru osy z, v kmitočtovém rozsahu 0,1 - 0,63 Hz,
- ČSN ISO 5349-1 Směrnice pro měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce.<sup>4)</sup>

## 2. Nemoc z povolání

Nemoci z povolání jsou taková onemocnění, která vznikla nepříznivým působením škodlivých vlivů pracovního prostředí. Jedná se o nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů. Podle nařízení vlády č. 290/1995 Sb. lze uznat onemocnění za nemoc z povolání za předpokladu, že:

- je vyjmenováno v seznamu nemocí z povolání
- vzniklo za podmínek uvedených v seznamu nemocí z povolání.<sup>2)</sup>

Nemoci z povolání musí splňovat jednotná diagnostická i legislativní kritéria, protože mají závažné dopady jak pro zaměstnance, tak i pro zaměstnavatele.

*Podle přílohy k nařízení vlády č. 290/1995 Sb. se seznam nemocí skládá z kapitol:*

- 1) I – Nemoci z povolání způsobené chemickými látkami
- 2) II – Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory
- 3) III - Nemoci z povolání týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice
- 4) IV – Kožní nemoci z povolání
- 5) V – Přenosné a parazitární nemoci z povolání
- 6) VI – Nemoci z povolání způsobené ostatními faktory a činiteli.<sup>2)</sup>

Nemoci z povolání způsobené vibracemi se zařazují do kapitoly II – Nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory, položka 6 (Nemoci cév rukou při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními; objektivně prokázané zbělení nejméně čtyř článků prstů v chladu ověřené pletysmografickým vyšetřením nebo vazoparalytické stadium nemoci), položka 7 (Nemoci periferních nervů horních končetin charakteru ischemických a úžinových

neuropatií při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními; ischemické poškození n. mediani, n. ulnaris nebo obou nervů s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše; poškození nervů horních končetin charakteru úžinového syndromu s klinickými iritačními a zánikovými příznaky a s patologickým nálezem v EMG vyšetření, odpovídajícími nejméně středně těžké poruše) a položka 8 (Nemoci kostí a kloubů rukou nebo zápěstí nebo loktů při práci s vibrujícími nástroji a zařízeními; aseptické nekrózy zápěstních nebo záprstních kůstek nebo izolovaná artróza kloubů ručních, zápěstních nebo loketních, spojené se závažnou poruchou funkce vedoucí k výraznému omezení pracovní schopnosti). Nemoci vznikají při práci s pneumatickým nářadím ručně ovládaným nebo při práci s vibrujícími nástroji s takovými hodnotami zrychlení vibrací, které jsou podle současných lékařských poznatků příčinou nemoci.<sup>3)</sup>

Výskyt nemocí z povolání není vhodným ukazatelem kvality pracovního prostředí, protože přiznání nemoci z povolání je do značné míry ovlivněno především zájmem postižené osoby.

## **2.1 Uznání nemocí z povolání**

O uznání nemoci z povolání rozhodují podle vyhlášky č. 342/1997 Sb., v platném znění (novela vyhl. č. 38/2005 Sb.), určená střediska nemocí z povolání. Pro uznávání neplatí svobodná volba lékaře. Postižený musí být vyšetřen ve středisku nemocí z povolání, kam spadá místo jeho pracoviště, na němž mohla nemoc podle svého charakteru vzniknout. U důchodců a nezaměstnaných osob rozhoduje o nemoci z povolání středisko nemocí z povolání, v jehož spádové oblasti se nachází bydliště

postiženého. Pracovní podmínky vzniku onemocnění na současném nebo minulém pracovišti postiženého ověřuje krajská hygienická stanice (orgán ochrany veřejného zdraví), v jejímž spádovém území leží posuzované pracoviště, což platí pro všechny škodliviny na pracovišti s výjimkou ionizujícího záření, pro které je určen Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Nemoc z povolání musí splňovat řadu kritérií. Její vznik musí časově i věcně odpovídat konkrétnímu povolání u zaměstnavatele, vypsánému na formuláři „Hlášení nemoci z povolání“. Musí splňovat určitý stupeň závažnosti, který je u některých nemocí uveden už v seznamu nemocí z povolání, u dalších onemocnění stanovují jednotná kritéria odborné lékařské společnosti. Na základě zhodnocení všech potřebných údajů rozhodne středisko nemocí z povolání o hlášení nemoci z povolání na osmidílném formuláři (I. díl zůstává na středisku), další díly pak rozešle centrálnímu registru, praktickému lékaři, lékaři závodní preventivní péče, hygienické stanici podle místa pracoviště, zdravotní pojišťovně, zaměstnavateli a pacientovi, nebo o vydání zamítavého posudku, tj. že se o nemoc z povolání nejedná.

Pacient i jeho zaměstnavatel musí být vždy písemně poučeni o možnosti odvolání proti posudku.

*V případě rozhodnutí o hlášení nemoci z povolání stanoví podle vyhlášky č. 440/2001 Sb. příslušné zdravotnické zařízení podle závažnosti a trvání nemoci:*

- bodové hodnocení bolestného (příloha 3, v případě provedené operace i podle přílohy 1)
- nebo i ztížení společenského uplatnění (příloha 4).

O těchto hodnoceních informuje písemně pacienta i zaměstnavatele (včetně informace o způsobu odvolání).<sup>2)</sup>

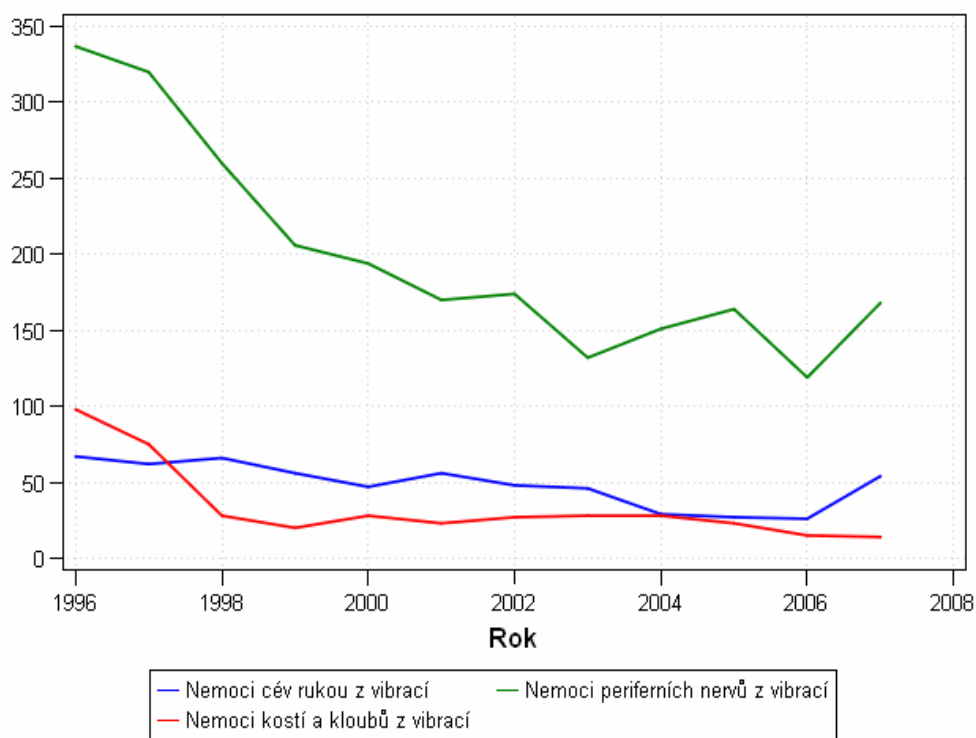
Ztížení společenského uplatnění se u některých nemocí pozvolna zhoršuje (například u silikózy). V těchto případech se proto provádí přebodování, pacient dostává pouze doplatek za počet bodů, o které se bodové hodnocení zvýšilo od minulého vyšetření.

Nemoci pohybového a nervového aparátu se v běžné populaci vyskytují s velkou četností a vznikají v naprosté většině případů z obecných (neprofesionálních) příčin. Takové příčiny lze těžko vyloučit i u pacientů se značným profesionálním zatížením. Uznávání postižení pohybového a nervového ústrojí za nemoci z povolání je pak do značné míry otázkou konvence, kritérií a sociální politiky státu. Stejně zkušenosti s posudkovou problematikou onemocnění pohybového a nervového aparátu mají i v zahraničí.<sup>5)</sup>

## 2.2 Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi v České republice

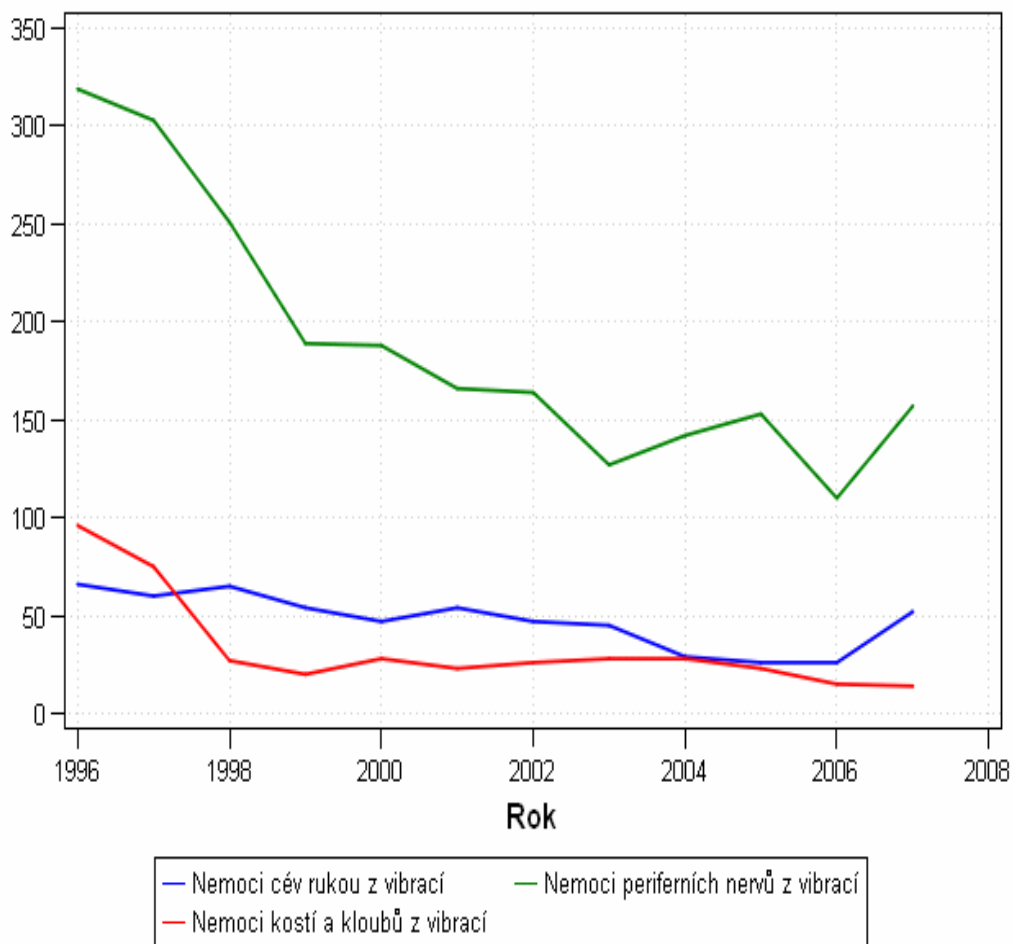
Obr. č. 2: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi v letech 1996 - 2007

### Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi

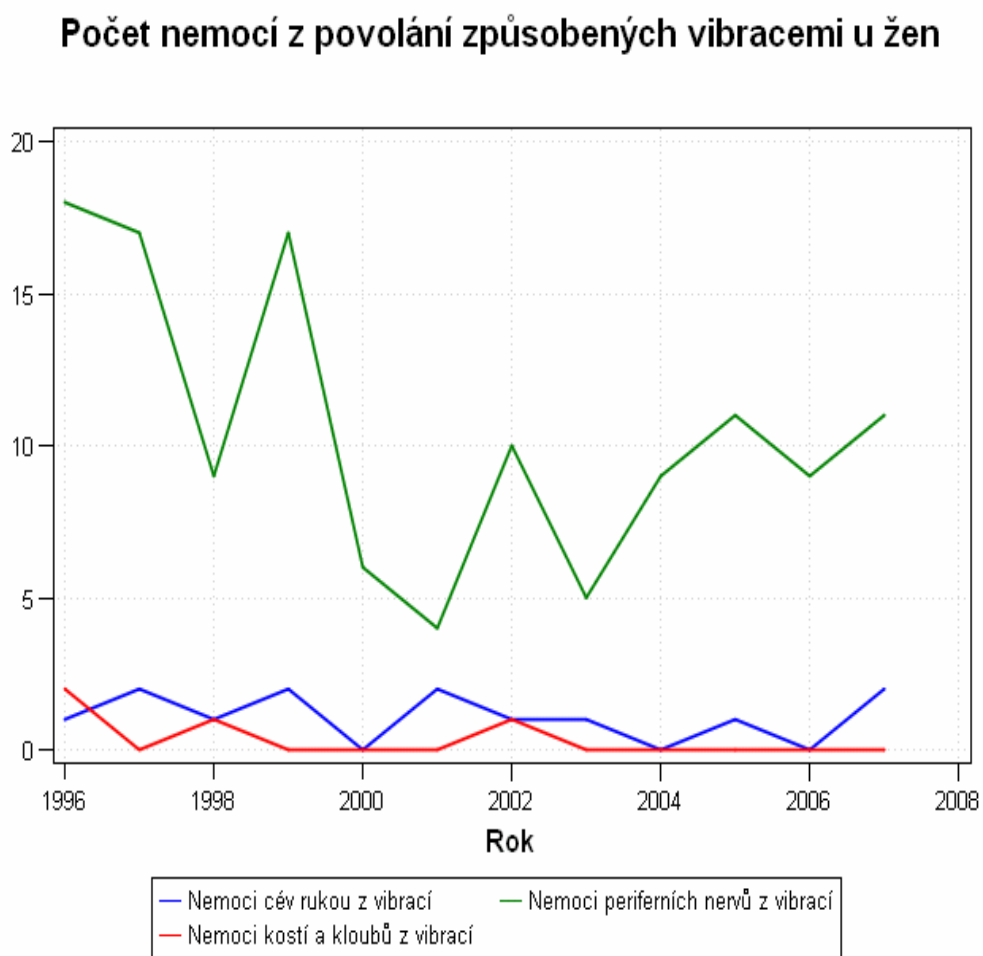


**Obr. č. 3: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi u mužů v letech 1996 - 2007**

### Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi u mužů



**Obr. č. 4: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi u žen v letech 1996 - 2007**

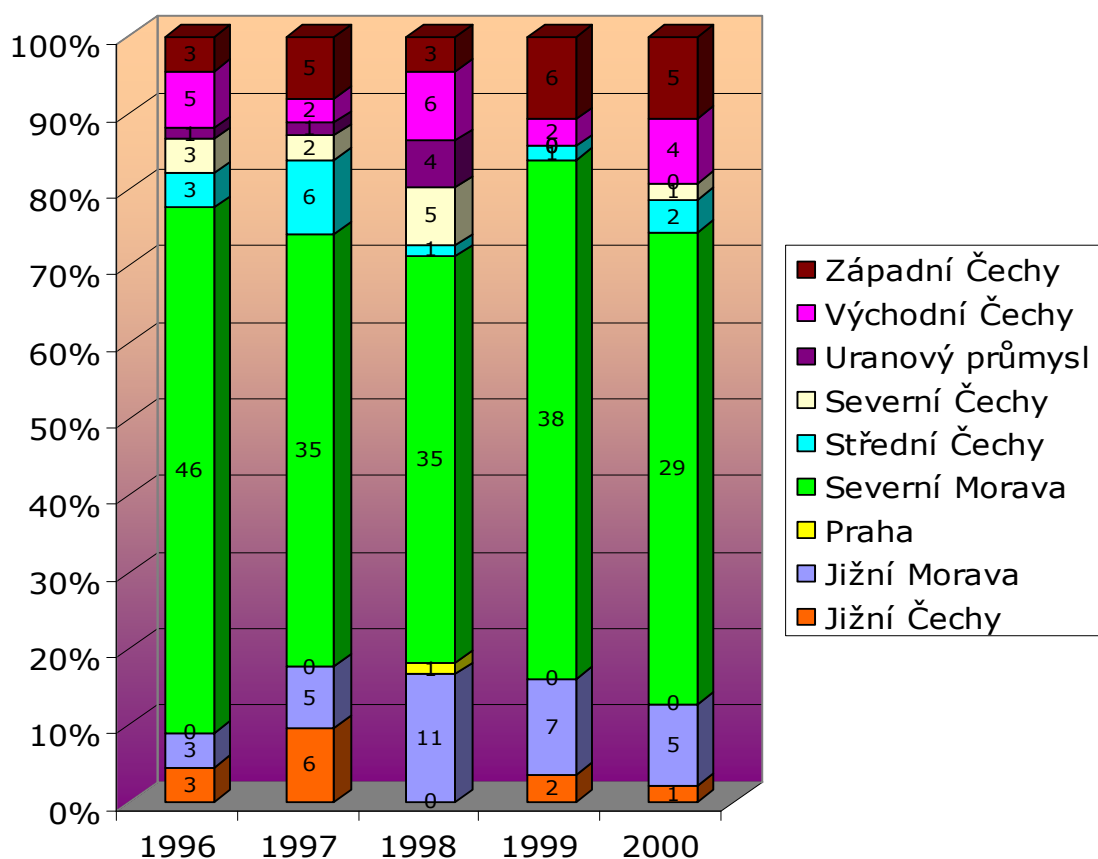




Protože v roce 2000 vstoupilo v platnost nové územní členění České republiky na 14 krajů, jsou statistické údaje z registru Nemocí z povolání zpracovány do dvou graficky odlišných úprav. První vychází z rozdělení České republiky na jednotlivé regiony a oblast s uranovým průmyslem, druhá z rozdělení na 14 krajů.

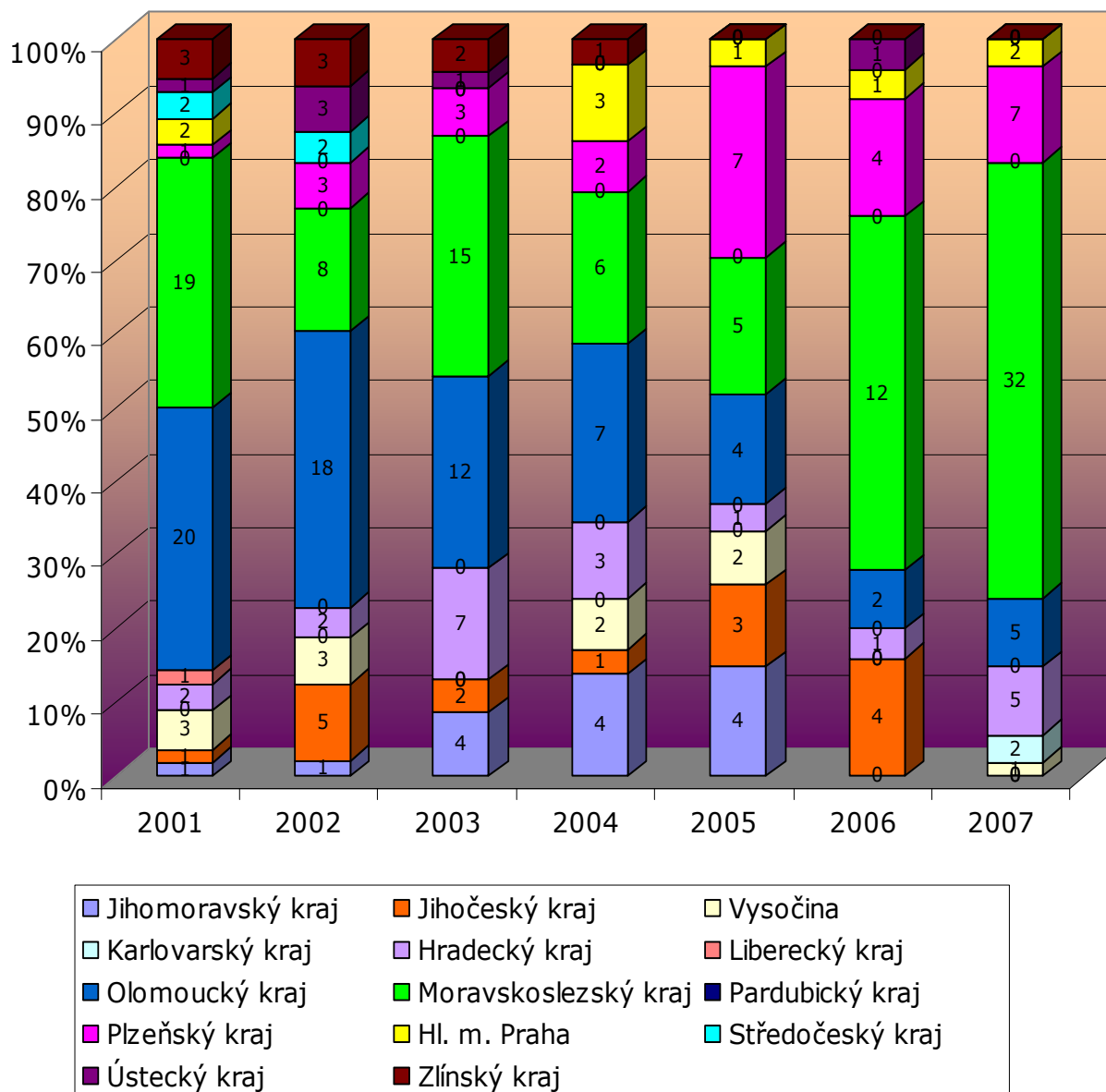
**Obr. č. 5: Počet nemocí cév z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000**

### Počet nemocí cév z vibrací v jednotlivých regionech



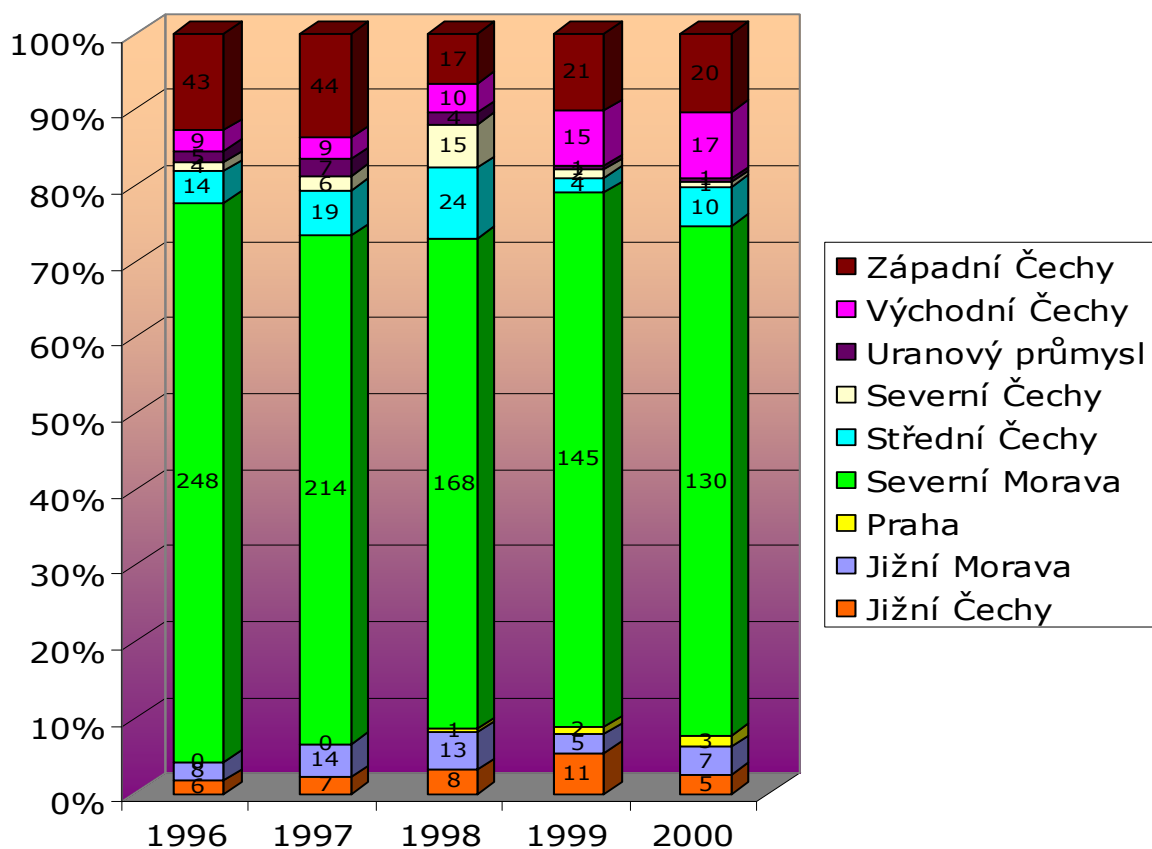
Obr. č. 6: Počet nemocí cév z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007

### Počet nemocí cév z vibrací dle krajů



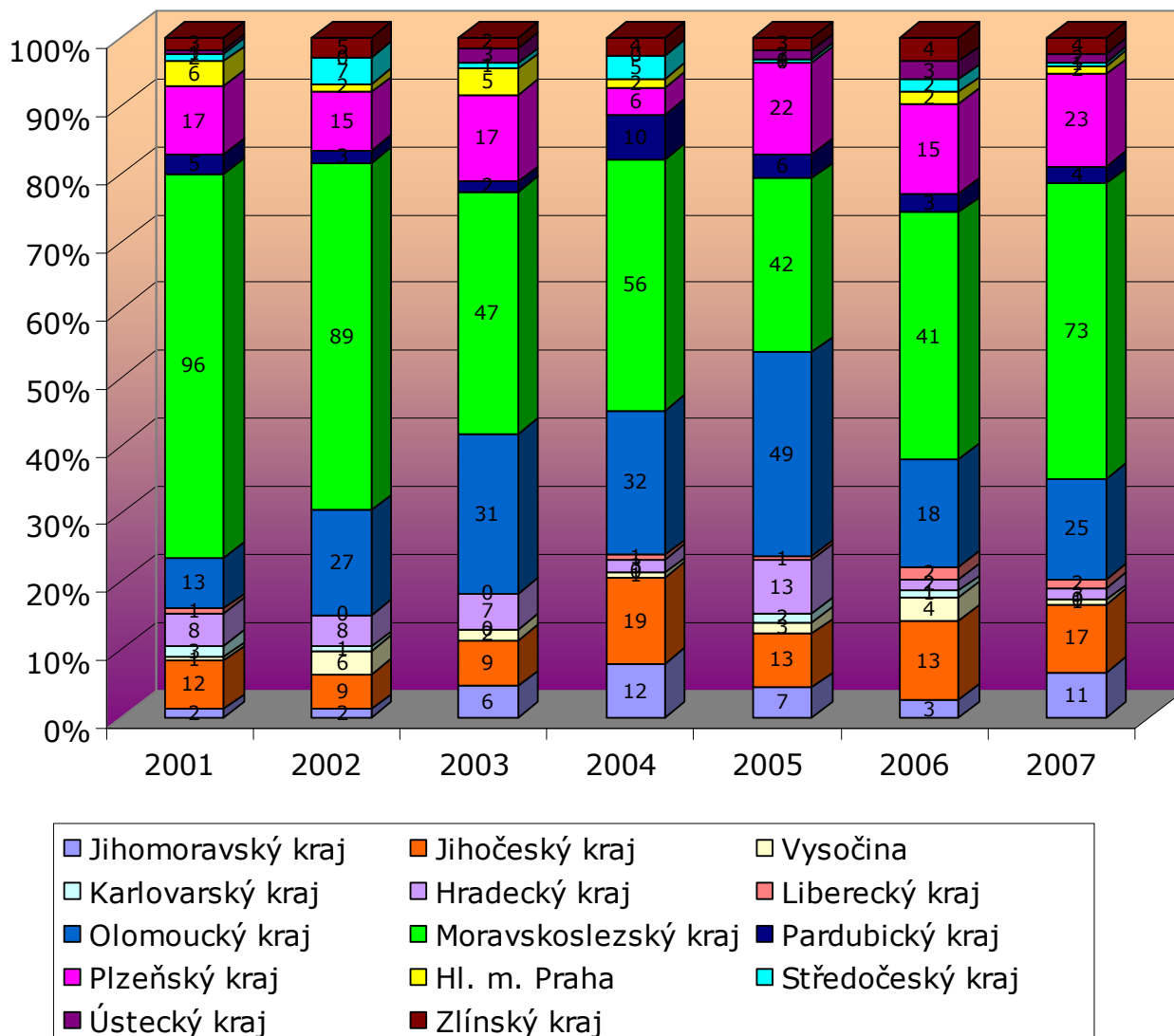
Obr. č. 7: Počet nemocí periferních nervů z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000

### Počet nemocí periferních nervů z vibrací v jednotlivých regionech



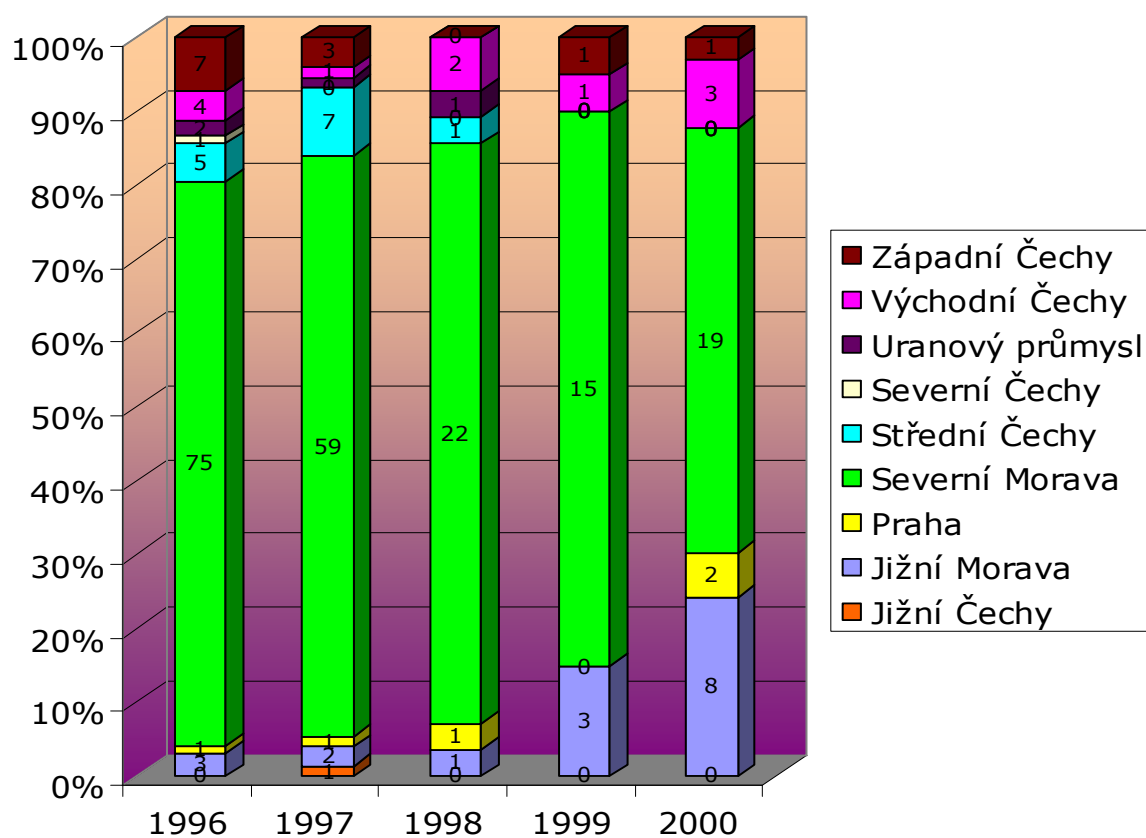
**Obr. č. 8: Počet nemocí periferních nervů z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007**

### Počet nemocí periferních nervů z vibrací dle krajů



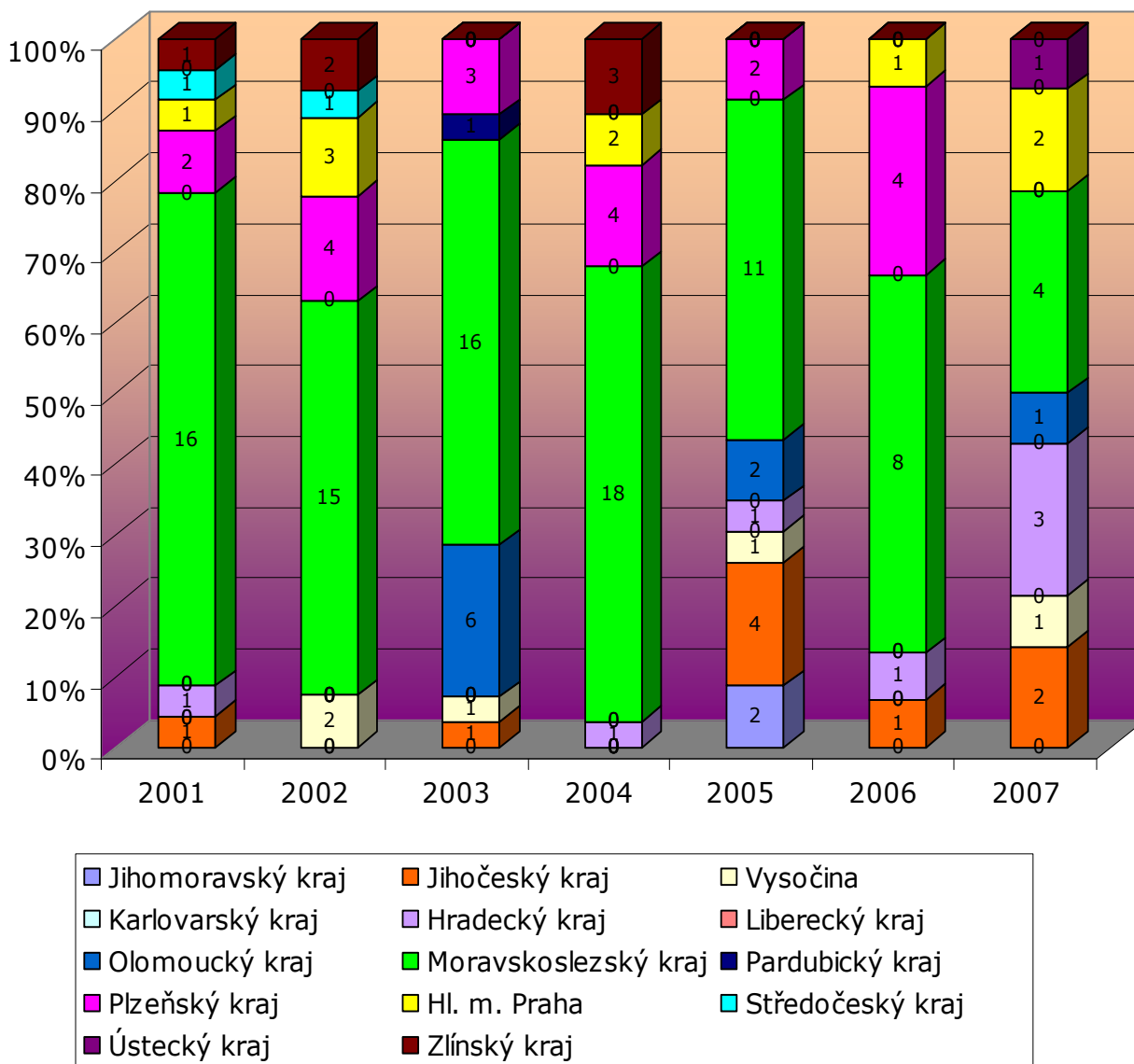
Obr. č. 9: Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000

### Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací v jednotlivých regionech



**Obr. č. 10: Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007**

### Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací dle krajů



Z výše uvedených grafů vyplývá, že počet nemocí z povolání způsobených vibracemi má klesající trend, i když v roce 2007 byl zaznamenán opět mírný vzestup. Naprostá většina případů byla diagnostikována u mužů, což je dáno jejich většinovým zastoupením v rizikových profesích. Největší podíl mají onemocnění periferních nervů z vibrací. Z porovnání jednotlivých regionů České republiky je patrné, že nejvíce případů nemocí z povolání způsobených vibracemi v letech 1996 - 2000 bylo diagnostikováno na severní Moravě, což je možné vysvětlit právě soustředěním průmyslu do této lokality. Z porovnání jednotlivých krajů České republiky je v letech 2001 - 2007 vidět střídavě na prvních dvou místech Moravskoslezský a Olomoucký kraj, přičemž v letech 2006 a 2007 byla jasná převaha Moravskoslezského kraje, v počtu nemocí cév z vibrací, u nemocí periferních nervů z vibrací převažuje vyjma roku 2005 také Moravskoslezský kraj a u nemocí kostí a kloubů z vibrací jasně převažuje Moravskoslezský kraj.

Práce s vibračními nástroji způsobila v roce 2007 celkem 236 nemocí. Nemocí cév rukou z vibrací onemocněli zejména zámečníci a brusiči kovů - cídiči odlitků. Poškození periferních nervů z práce s vibračními nástroji vzniklo zejména u zaměstnanců ve výrobě kovových konstrukcí a kovodělných výrobků, při výrobě základních kovů a hutních výrobků a ve stavebnictví, jednalo se převážně o zámečníky, zedníky a stavební dělníky.<sup>7)</sup>

### **3. Ochrana zdraví před nepříznivými účinky vibrací**

K omezení účinku vibrací na člověka by měli zaměstnanci a zaměstnavatelé přijímat technologická, technická, organizační a preventivně zdravotní opatření. Význam má i používání osobních ochranných pracovních pomůcek. Omezení vibrací na pracovních místech na zdravotně bezpečnou hodnotu představuje vždy systémové řešení, které zahrnuje zdroj vibrací, přenosovou cestu i samotného pracovníka; příznivé zdravotní dopady snížené expozice vibracím se objektivně projeví až po určité době.<sup>2)</sup>

Následující rozdělení se věnuje popisu opatření k ochraně zdraví.

#### **3.1 Technologická opatření**

Jedná se o prosazování takových výrobních technologií, které přinášejí co nejmenší zdravotní rizika a jejich cílem je, aby škodlivina působila co nejméně. Spočívají tedy v co největším omezování prací s vibrujícími nástroji. Mám tím na mysli *náhradu pracovních postupů či technologií*, např. nýtování můžeme nahradit svařováním nebo lze používat přípravků k úpravě přidržování a přitlaku např. při broušení nebo lze používat razicí štíty namísto vrtacích a sbíjecích kladiv, automatizace a robotizace některých prací v kovoprůmyslu. Někteří autoři tato opatření řadí mezi technická.

#### **3.2 Technická opatření**

Jedná se o provádění takových úprav na používaných zařízeních a zavádění takových opatření, aby expozice pracujících vibracím byla co nejmenší a škodlivina se přenášela co nejméně.



*Výběr vhodného typu náradí a zařízení* předchází nepříznivým zdravotním důsledkům expozice vibracím; budoucí provozovatel náradí má od výrobce nebo dodavatele důsledně požadovat všechny podstatné informace týkající se provozu strojů a zařízení; jde o klíčové opatření v praxi, neboť přípustná doba trvání rizikové práce může u některých výrobků dosahovat pouhých několika minut.

*Zácvik práce s náradím a volba pracovní techniky:* cílem těchto opatření je snížení výsledné imise energie vibrací mj. tak, že se na minimum sníží potřebné síly stisku a přítlaku ruky, pracovník se vyvaruje držení silně kmitajících částí náradí a nevhodných pracovních poloh a ponechá náradí volně pracovat.

*Řádná údržba zařízení, která jsou zdrojem vibrací* je velmi důležitá (vyvažování točivých částí strojů, údržba tlumičů a izolací, včasná výměna ložisek).

*Snížení akustické emise vibrací, případně zvýšení vložného útlumu na cestě přenosu:* při snižování vibrací má největší význam snížení akustické emise vibrací; základní požadavky na nízké emisní hodnoty vibrací je nutno uplatnit při konstrukci a vývoji strojních zařízení nebo při technologické přípravě výroby (použití moderní techniky, automatizace výroby nebo dálkového ovládání strojů a zařízení); ergonomicky příznivým návrhem pracovního místa a instalací odpruženého sedadla se významně zlepší pracovní komfort a sníží možnost budoucího ohrožení zdraví řidiče nebo strojníka; konstrukční úpravy náradí nebývají již tak účinné a často mají protichůdný účinek – vyvážením rotujících částí zařízení se sníží energie vibrací, stejně tak přidáním vyvažujících hmot u kmitajících nebo úderných náradí, vyšší hmotnost náradí však více zatěžuje pohybový aparát pracovníka a může mít za následek horší ovladatelnost zařízení a nižší produktivitu práce; při návrhu zařízení je důležitou otázkou

konstrukce samotných odpružených rukojetí (lze jich použít jen pro určité typy zařízení) – požadovaný útlum vibrací v pásmu vyšších frekvencí vede k zesílení vibrací na nízkých frekvencích a pro určitá nářadí jsou takové rukojeti vysloveně nevhodné.

### **3.3 Organizační opatření**

Pokud nelze zabránit přenosu vibrací na ruce, je *nutné zajistit dodržování nejvyšších přípustných hodnot* (vyjadřovaných obvykle jako nejvyšší přípustná vážená hladina zrychlení vibrací platná pro osmihodinovou pracovní směnu); žádoucí je *střídání rizikových a nerizikových pracovních operací, zařazování přestávek v práci, střídání pracovníků při práci se zdroji vibrací a stanovení počtu určitých úkonů ve směně* (např. počtu vstřelených hřebíků či nýtů). Jde o takové uspořádání pracoviště a jeho provozu, aby působení vibrací na pracovníky nepřevýšilo povolenou mez.

*Vyloučení styku pracovníka se zdrojem vibrací* je opatřením extrémním, i když někdy nutným.

### **3.4 Náhradní opatření**

*Omezení akustické imise vibrací:* opatření jsou nejméně účinná; v případě snižování imise vibrací prostředky osobní ochrany se nejčastěji jedná o použití protivibračních rukavic, které ale tlumí převážně jen vysokofrekvenční vibrace, jež jsou méně nebezpečné než nízkofrekvenční vibrace a rázy. Vzhledem k velikosti vibrací ručního nářadí je útlum vibrací takových rukavic zanedbatelný a jejich pozitivní účinek se při práci spíše projevuje při ochraně před vlhkem a chladem. Použití rukavic s protivibračními vložkami je tedy velmi problematické, protože jejich použití bývá spojeno se zhoršením úchopových možností a snížením pohody při práci.

*Zajištění ochrany pracovníků před vlhkem a chladem:* při vystavení vibracím zásadní opatření, protože chlad a vlhko jsou podpůrné faktory, které významně usnadňují vznik projevů poškození zdraví z vibrací – ochrany lze dosáhnout teplými pracovními oděvy, rukavicemi a obuví, zřízením ohříváren a sušáren oděvů v blízkosti pracovišť.

### **3.5 Zdravotní prevence**

Je důležitá zejména při *vstupních lékařských prohlídkách*. Smyslem preventivních lékařských prohlídek je zejména rozhodnout o vhodnosti pracovního zařazení příslušné osoby. Včasné vyřazení pracovníka z rizikové práce (nebo nepovolení mu vykonávat určitou práci, existují – li u něj stanovené zdravotní kontraindikace) a zajištění vhodné léčby počínajícího onemocnění může zabránit rozvoji závažnějšího zdravotního postižení. Zaměstnanci s určitými zdravotními problémy nebo se zvláštní vnímavostí vůči účinku vibrací nemohou být vibracím vystavení, tyto případy musejí být posouzeny lékařem při nástupu do zaměstnání nebo při změně zaměstnání u téhož zaměstnavatele při přeřazení na jinou práci.

#### **3.5.1 Doporučený standard preventivní prohlídky pro praxi – vibrace s přenosem na horní končetiny**

*Kontraindikace:* Raynaudův syndrom, prognosticky nepříznivá onemocnění cév a nervů horních končetin, závažná degenerativní a zánětlivá onemocnění pohybového systému, prognosticky závažná onemocnění endokrinního systému včetně diabetes mellitus, poruchy prokrvení končetin, stavy po těžších omrzlinách rukou; po diagnostikovaném ohrožení nemocí

z povolání nebo profesionálním onemocnění končetin z vibrací nebo z nadměrného a jednostranného přetěžování.

*Vstupní prohlídka:* základní vyšetření s vyšetřením taktilního čítí, vodní chladový test, prstová pletysmografie nebo kontaktní chronotermometrie.

*Periodické prohlídky:* základní vyšetření s vyšetřením taktilního čítí, vodní chladový test, prstová pletysmografie nebo kontaktní chronotermometrie.

*Lhůty prohlídek:* dle rizikové kategorie 1x za 1 až 3 roky.

1x za 1 rok pokud možno v zimních měsících při pracích zařazených do 4. kategorie.

1x za 2 roky pokud možno v zimních měsících při pracích zařazených do 3. kategorie.

1x za 3 roky pokud možno v zimních měsících ve 2. kategorii označené jako riziková.

*Výstupní prohlídka:* základní vyšetření s vyšetřením taktilního čítí, vodní chladový test, prstová pletysmografie nebo kontaktní chronotermometrie.

*Následné prohlídky:* žádné.

V případě potřeby je možné při preventivních prohlídkách dle uvážení lékaře provést ortopedické a neurologické vyšetření (včetně EMG), případně měření vibrotaktilního čítí (vibrometrie).<sup>2)</sup>

## **4. Kasuistika – syndrom karpálního tunelu u dělníka kamenické výroby**

Na tomto místě bych ráda uvedla praktický příklad měření vibrací přenášených na ruce za účelem posouzení expozice vibracím během pracovní doby a kategorizace pracovníka v kamenolomu, který je založen na skutečném případě.

### **4.1 Úvod**

Cílem bylo provést měření vibrací přenášených na ruce u dělníka kamenické výroby Z. K., rok narození 1950, ve firmě, která se zabývá těžbou a zpracováváním kamene.

### **4.2 Popis situace**

Měřeno bylo dne 3.8.2006 v době od 9:00 do 12:00 hodin v lomu a v provozovně. V lomu byly měřeny vibrace při práci s klínovacím a trhacím kladivem, v provozovně byly měřeny vibrace při leštění kamene. Pracovní doba je od 6:00 do 14:30 hodin, tj. 6,5 hodiny a přestávka 2 hodiny. Expozice vibracím je cca 4 hodiny za směnu. Expozice vibracím je čistá doba, kdy je pracovník ve styku s vibrujícím nářadím. Zbytek pracovní doby není vystaven vibracím a provádí přípravné práce. Obráběným materiálem byla žula.

### **4.3 Základní data**

*Důvod měření:* kategorizace

*Zdroj vibrací:* klínovací kladivo KK9 – L, trhací kladivo VK – 15, leštička CP 869

*Třída přesnosti měření:* 1 – referenční měření

*Celková nejistota  $\varepsilon$ :* 2 [dB]

*Hodnocený descriptor:*  $L_{aw\ 8h}$  [dB]

## 4.4 Použité měřicí přístroje

Měřicí přístroje byly ověřeny Českým metrologickým institutem Praha, laboratořemi primární metrologie.

Tab. č. 5: Seznam použitých měřících přístrojů

Použitá měřicí technika	Typ	Výrobce	Výr. číslo	Ověřovací – kalibrační list č.	Ověření – kalibrace do	Kabel	
PM105	Analyzátor PULSE 3560C	2827 - 003	Brüel&Kjaer, Dánsko	2507872	8012-KL 2358-05	5.12.2008	-
PM106	Etylénový kalibrátor snímačů vibrací	4294	Brüel&Kjaer, Dánsko	1573064	8012-KL - 2227-06	19.7.2008	-
PM115	Tříosý snímač zrychlení vibrací	4506B	Brüel&Kjaer, Dánsko	11129	8012-KL- 2122-05	9.5.2008	-

Zdroj: Stanovisko Krajské hygienické stanice k šetření nemoci z povolání

Hodnoty uložené v paměti přístrojů byly přeneseny do počítače a výpis slouží pro vyhodnocení naměřených hodnot. Před začátkem a po skončení měření byla provedena kalibrace měřicí techniky.

## 4.5 Metoda měření

Metodický návod pro měření a hodnocení hluku v pracovním prostředí a vibrací (věstník MZd, částka 1/2002)

- ČSN EN ISO 5349 – 1 Vibrace – Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným na ruce – Část 1: Všeobecné směrnice
- ČSN EN ISO 5349 – 2 2002 (01 1406) Vibrace - Měření a hodnocení expozice vibracím přenášeným

na ruce – Část 2: Praktický návod pro měření na pracovním místě

#### **4.6 Legislativa**

Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

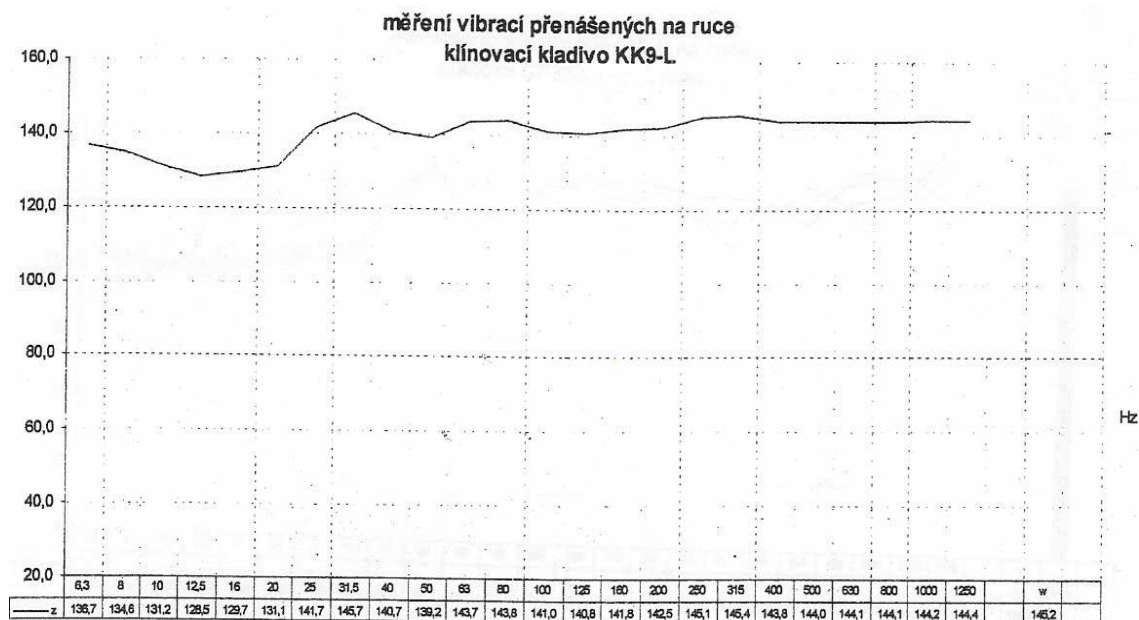
#### **4.7 Popis měření**

Při měření vibrací přenášených na ruce byl snímač uchycen na hliníkové prisma, které bylo upevněno na rukojeť nástroje pomocí stahovací plastové pásky. Akcelerometr byl umístěn co nejbližší rukou, kde obsluha obvykle drží náradí v průběhu typické operace, aniž by bránil normálnímu stisku. Měření ve třech směrech bylo vztaženo k povrchu ruky, kde energie vstupuje do těla. Hladiny zrychlení vibrací na ruce se vyjadřují v třetinooktávových pásmech v rozsahu od 6,3 do 1250 Hz. Z naměřených hodnot byly stanoveny vážené hladiny zrychlení vibrací a souhrnná hodnota vibrací (vektorový součet) vážených hladin vibrací pro jednotlivé osy.

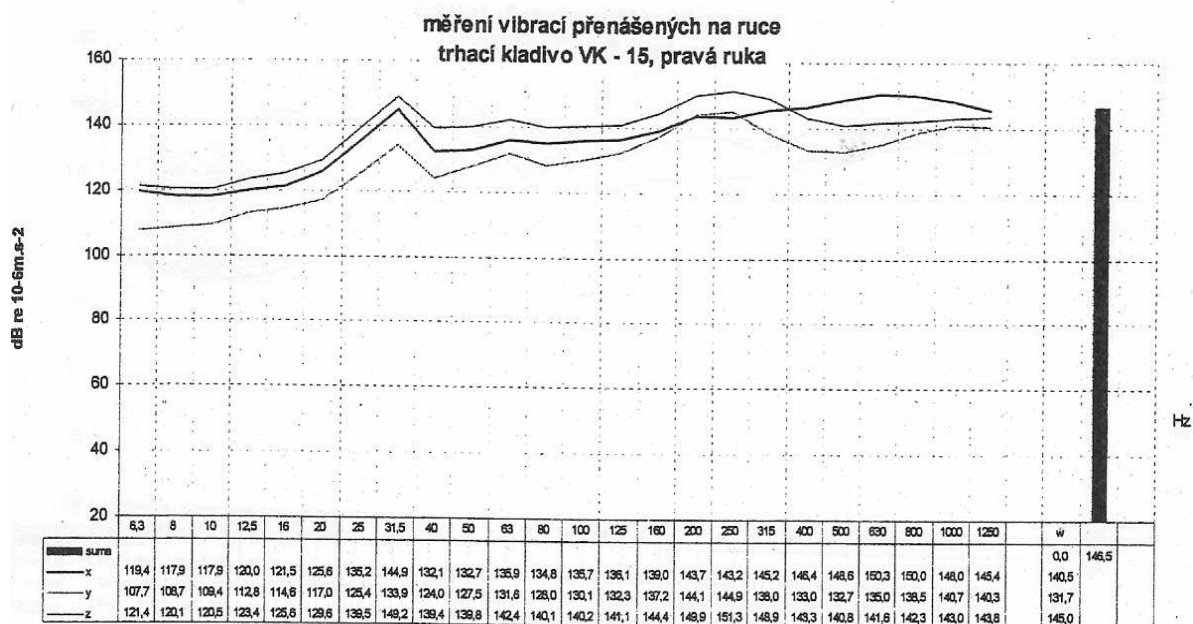
Počátek souřadného systému byl situován v hlavě kloubu třetí metakarpální kosti, osa z byla totožná s podélnou osou této kosti, osa x procházela hřbetem ruky přibližně kolmo na plochu dlaně, osa y byla rovnoběžná s osou rukojeti.

## 4.8 Výsledky měření

Obr. č. 11: klínovací kladivo

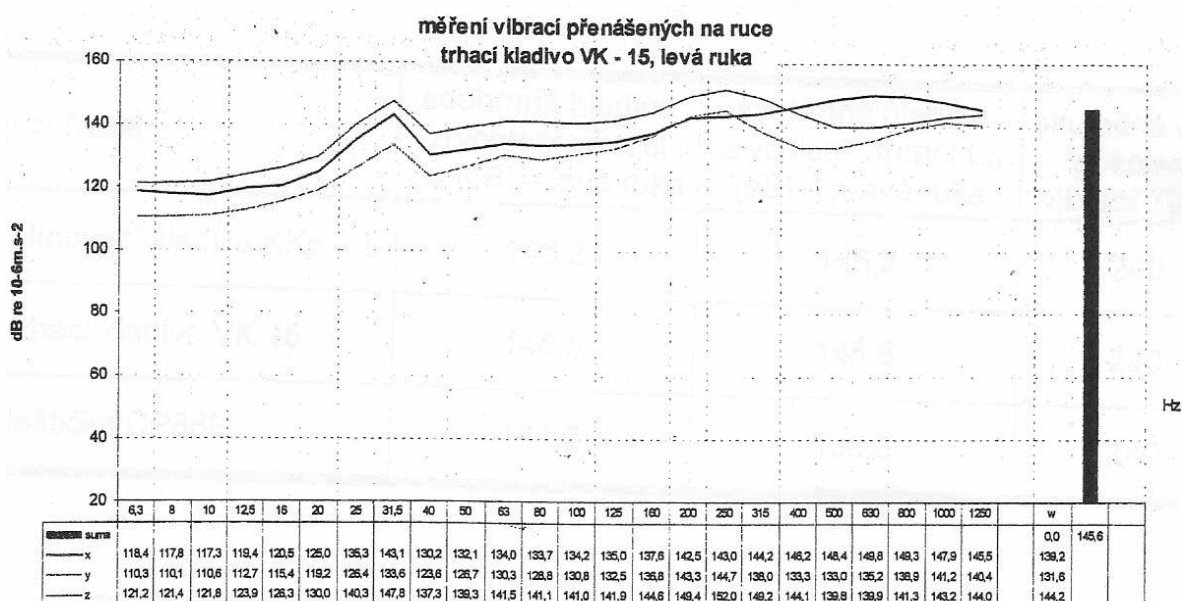


Obr. č. 12: trhací kladivo – pravá ruka

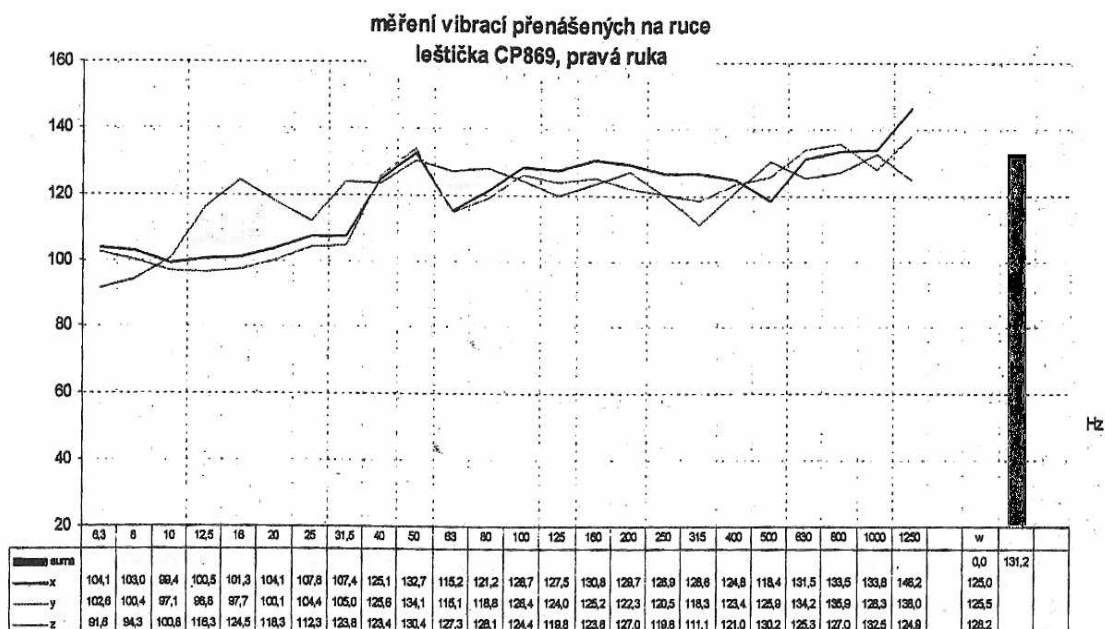




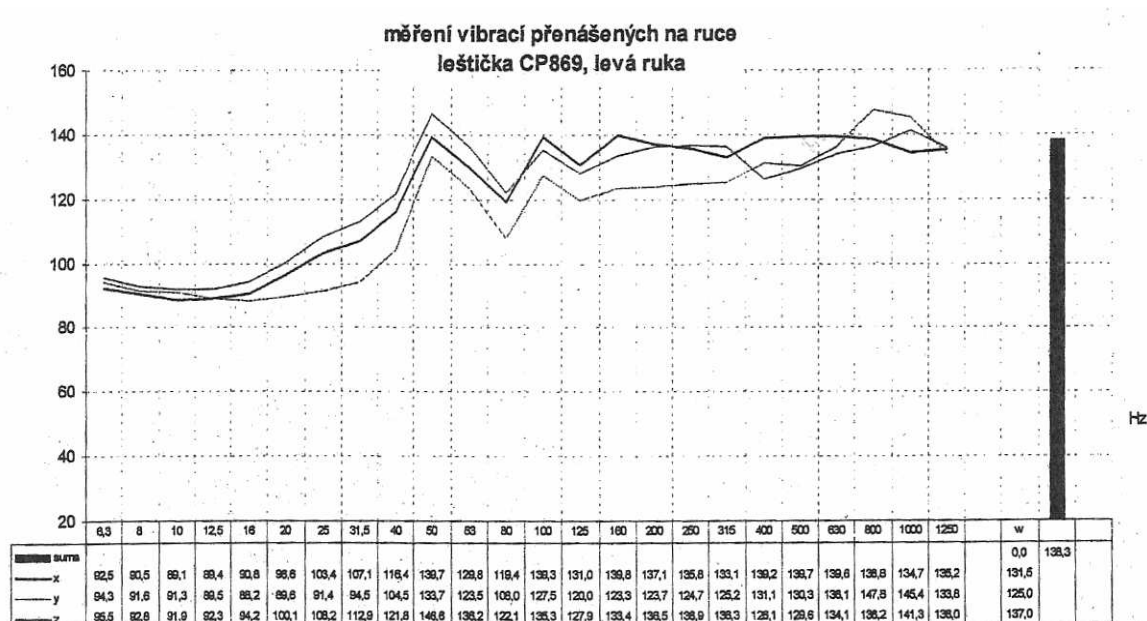
Obr. č. 13: trhací kladivo – levá ruka



Obr. č. 14: leštička – pravá ruka



Obr. č. 15: leštička – levá ruka



Zdroj: Stanovisko Krajské hygienické stanice k šetření nemoci z povolání

Tab. č. 6: Naměřené hodnoty souhrnné hladiny zrychlení vibrací

Strojní zařízení	Souhrnná hladina zrychlení vibrací $L_{at}$ [dB] – levá ruka	Souhrnná hladina zrychlení vibrací $L_{at}$ [dB] – pravá ruka	Skutečná doba působení vibrací T [min]
Klíňovací kladivo KK9 – L	145,2	145,2	240
Trhací kladivo VK – 15	146,5	145,6	240
Leštička CP869	131,2	138,3	240

Tab. č. 7: Výsledná normovaná hladina vibrací

Strojní zařízení	Výsledná normovaná hladina vibrací $L_{at, 8h}$ [dB]* – levá ruka	Výsledná normovaná hladina vibrací $L_{at, 8h}$ [dB]* – pravá ruka
Klíňovací kladivo KK9 – L	142,2	142,2
Trhací kladivo VK - 15	142,6	143,5
Leštička CP869	135,3	128,2

\* výsledná normovaná ekvivalentní hladina vibrací  $L_{at,8h}$  [dB] je vztažena pro osmi – hodinovou pracovní dobu

pozn.: naměřené hodnoty se vztahují k určité době a k určitým provozním podmínkám, vztahují se pouze na předmět zkoušení

Zdroj: Stanovisko Krajské hygienické stanice k šetření nemoci z povolání

Při nástupu dělníka kamenické výroby do zaměstnání byla provedena vstupní prohlídka se závěrem: „Schopen práce jako dělník.“ Délka expozice vibracím byla u tohoto posledního zaměstnavatele, kde byla diagnostikována nemoc z povolání, šest měsíců. Z naměřených hodnot výše vyplývá, že u dělníka kamenické výroby docházelo k přenosu nadlimitních vibrací na horní končetiny a na základě nich byl zařazen do 4. kategorie z hlediska faktoru vibrace dle kategorizace prací. Pacient začal mít potíže, a proto navštívil svoji ošetřující lékařku, u které byl ošetřen. Jeho ošetřující lékařka ho odeslala na elektromyografické vyšetření s podezřením na nemoc z povolání. Na základě výsledků provedených vyšetření byl odeslán na příslušné oddělení nemocí z povolání, kde byl uznán syndrom karpálního tunelu jako nemoc z povolání.

## 5. Závěr

Onemocnění způsobená vibracemi patří v současné době mezi nejčastější nemoci z povolání a tvoří stále jejich početnou skupinu. Za poslední období došlo sice k jejich výraznému poklesu (viz kap. 2.2), což můžeme přisuzovat snižování počtu pracovníků v různých průmyslových odvětvích, kde jsou působení vibrací vystaveni, ale na druhou stranu nemůžeme očekávat, že by snižování pokračovalo do té míry, že by počet zaměstnanců ohrožených vibracemi byl v budoucnosti zanedbatelný. Důvodem je nenahraditelnost některých technologických postupů a nezastupitelnost lidského faktoru jako jejich nedílná součást. Ubylo zaměstnanců zejména v těžkém průmyslu a strojírenství. Z tohoto důvodu je nutné rizikový faktor vibrací u zaměstnanců vystavených jejich působení v různých odvětvích co nejvíce eliminovat a klást důraz na preventivní opatření, aby nedocházelo k ohrožení nebo dokonce vzniku nemoci z povolání. Uplatnění preventivních opatření není v praxi ale vůbec jednoduché. Vznik nemoci z povolání u zaměstnance je velkou finanční zátěží zaměstnavatele a má významný dopad také na celkovou ekonomickou situaci České republiky. Navíc se velmi často jedná o osobní motivaci zaměstnance k finanční kompenzaci.

V ideálním případě by využití všech dostupných prostředků a opatření vedlo k tomu, že by zaměstnanec při práci nebyl působení vibrací vůbec exponován. Taková situace je ovšem nereálná a v praxi není možná. Preventivní opatření si kladou za cíl snížit expozici pracovníka působení vibrací na minimum a jsou v předcházení nemoci povolání naprosto zásadní. Byla podrobně popsána ve třetí kapitole. Nezastupitelný význam dle mého

názoru mají vstupní prohlídky, které by měly eliminovat zaměstnance, kteří nejsou pro takovou práci vhodní. Jde o osoby s určitou predispozicí k těmto onemocněním, které jsou na působení vibrací zvýšeně citlivé a nemoc z povolání by se u nich brzy manifestovala. Dále se jedná o jedince, u kterých bylo hlášeno ohrožení nemocí z povolání či dokonce nemoc z povolání. Takové zaměstnance ihned vyřazujeme natrvalo z dané práce i přesto, že onemocnění je po určité době zcela vyléčeno. Výstupní prohlídky jsou zejména ochranou zaměstnavatele z forenzního hlediska. Velký význam dále spatřuji v dodržování pracovního řádu, např. dodržování pravidelných pracovních přestávek, práci s vibrujícím nástrojem po předem stanovenou maximální dobu, střídání pracovních činností – v praxi je osvědčený systém tzv. rotace pracovníků při vhodném zácviku na více pracovních činnostech, používání OOPP, i když v tomto případě je používání protivibračních rukavic sporné a snižuje úchopovou citlivost, přenos vibrací také ovlivňuje síla stisku nářadí nebo jiného vibrujícího předmětu, ať už je způsobená vahou zaměstnance, tvarem úchopové části, nedostatečným zácvikem apod., důležitá je i volba pracovní techniky. Při snižování expozice vibracím má největší význam snížení akustické emise vibrací a zvýšení vložného útlumu na cestě přenosu. Základní požadavky jsou kladeny již při konstrukci a vývoji strojních zařízení. V poslední době je snaha o co největší automatizaci výroby, použití moderní techniky, možnost použití dálkového ovládání strojů a zařízení a konstrukční úpravy nářadí. Nezastupitelné je zhodnocení pracovního místa a jeho vybavení z hlediska ergonomie.

Význam závodní preventivní péče byl částečně zmíněn již výše. Každý zaměstnavatel má legislativní povinnost zajistit svým zaměstnancům závodní preventivní péči. Ta je v dnešní

době pojmána jako komplexní péče o zaměstnance, která zahrnuje preventivní lékařské prohlídky, kontroly jednotlivých pracovišť ke zhodnocení pracovních podmínek a další odbornou péči. Příslušný pracovní lékař by měl znát nejen zdravotní stav příslušných zaměstnanců, ale i pracoviště a konkrétní pracovní podmínky. Měl by vyhledávat a eliminovat rizika na pracovištích a poskytovat odborné poradenství. V podstatě lze jeho úlohu chápat jako odborného poradce zaměstnavateli, který je jeho partnerem v oblasti pracovní lékařské péče a klade si za cíl zajistit a udržet optimální pracovní podmínky, psychickou a fyzickou pohodu zaměstnanců.

Posledním, ale neméně významným faktorem, je zaměstnanec sám. Záleží především na něm, zda se bude řídit radami poskytnutými zaměstnavatelem, dodržováním pracovního řádu, používáním OOPP apod. Úkolem zaměstnavatele je pro zaměstnance zajistit optimální pracovní podmínky a dostatečně ho informovat a edukovat. Na zaměstnanci samotném je poté odpovědnost k vlastnímu zdraví. Je pouze v jeho rukách, jak s ním naloží a jak bude rady respektovat a v pracovním procesu se chovat.

## 6. Souhrn

Onemocnění způsobená vibracemi patří mezi nejčastější nemoci z povolání způsobené fyzikálními faktory a jsou uvedena v seznamu nemocí z povolání. Jedná se především o nemoci cév z vibrací, nemoci periferních nervů z vibrací, nemoci kostí a kloubů z vibrací, ale také např. o kinetózy. V práci bylo cílem nejen posoudit výskyt těchto nemocí z povolání za období od roku 1996 do roku 2007 a porovnat ho z hlediska pohlaví a geografických celků České republiky, ale i význam závodní preventivní péče v prevenci těchto onemocnění, případně doplnit doporučená preventivní opatření. Práce vychází z teoretického základu, který je založen na literárních zdrojích, a skládá se ze čtyř hlavních částí. První část se zabývá vibracemi z obecného hlediska, rozebírá jejich možné účinky na lidský organismus a popisuje principy jejich měření za účelem objektivizace tohoto rizikového faktoru, působícího na zdraví zaměstnanců, a následně možné kategorizace pracovníků. Zmiňuje základní legislativní normu z hlediska vibrací nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. Druhá část je věnována problematice nemocí z povolání a ohrožení nemocí z povolání, které mohou být způsobeny právě působením vibrací na lidský organismus, a statistickému zpracování dat z registru nemocí z povolání pomocí statistického programu SAS. Třetí část je zaměřena na možná preventivní opatření a doporučený standard lékařských preventivních prohlídek. Poslední část byla pojata jako praktická a je v ní uveden konkrétní případ diagnostikované nemoci z povolání. Bylo zjištěno, že výskyt nemocí z povolání způsobených vibracemi má dlouhodobě klesající trend. Naprostá většina

případů byla diagnostikována u mužů a největší podíl zaujímaly nemoci periferních nervů z vibrací. Nejvíce případů se objevilo v Moravskoslezském kraji. V prevenci těchto onemocnění hraje nezastupitelnou roli závodní preventivní péče.



## **7. Summary**

Diseases caused by vibrations are among the most common diseases caused by physical factors and are included in the list of occupational diseases. These are essentially vascular diseases of vibrations, diseases of the peripheral nerves of vibrations, diseases of bones and joints of vibrations, but also e.g. kinetosis. The work was not only to assess the incidence of these diseases for the period from 1996 to 2007 and compare it in terms of gender and geographical units of the Czech Republic, but also the importance of occupational and preventive care in the prevention of these diseases, or to supplement the recommended precautionary measures. The work is based on a theoretical basis, which is based on literary sources, and consists of four main sections. The first part deals with the vibrations from a general point of view, analyzes their possible effects on the human body and describes the principles of measurement for the purpose of objectification this risk factor, acting on the health of workers, and then to categorize workers. It looks at the basic legal standard in terms of vibration Government Regulation No. 148/2006 Coll. on the protection of health from the adverse effects of noise and vibration. The second part is devoted to issues of occupational diseases and the danger of occupational diseases, which may be caused by the effects of vibration on the human body, and statistical processing of data from the register of occupational diseases using statistical programme SAS. The third part is focused on possible preventive measures and recommended standards of preventive medical examinations. The last part was conceived as a practical and it indicates the

specific case of diagnosed disease. It was found that the incidence of diseases caused by vibration is a long - term downward trend. The vast majority of cases were diagnosed in men, and occupy the largest share of diseases of peripheral nerves of vibration. Most cases occurred in the Moravia-Silesia region. The prevention of the disease plays an irreplaceable role in occupational and preventive care.

## 8. Seznam použité literatury

- 1) BRHEL, P. – MANOUŠKOVÁ, M. – HRNČÍŘ, E. Pracovní lékařství. Základy primární pracovně lékařské péče. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005. 338 s. S. 27 – 31, 236 – 245. ISBN 80-7013-414-3.
- 2) TUČEK, M., CIKRT, M., PELCLOVÁ, D. Pracovní lékařství pro praxi. Příručka s doporučenými standardy. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 344 s. S. 28 – 37, 48, 134 – 143, 295. ISBN 80-247-0927-9.
- 3) HRNČÍŘ, E., KNEIDLOVÁ, M. Závodní preventivní péče v nynějších podmínkách. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1998. 56 s. ISBN 80-7168-607-7.
- 4) Kolektiv autorů: Manuál Prevence v lékařské praxi. V. Prevence nepříznivého působení faktorů pracovního prostředí a pracovních procesů. 2. dotisk 1. vyd. Praha: Nakladatelství Fortuna, 1997, 2000. 144 s. S. 27 – 29, 102 – 103, 132. ISBN 80-7071-060-8.
- 5) Rosecrance, J., C., Cook, T., M. Upper extremity musculoskeletal disorders: occupational association and a model for prevention. Cent. Europ. J. Occup. Environ. Med., 4, 1998, No. 3, p. 214 – 231.
- 6) Státní zdravotní ústav Praha: Registr nemocí z povolání. [online]. Praha: Nemoci z povolání a ohrožení nemocí z povolání v České republice, 2008 [cit. 9.4.2008]. Dostupnost z [www: <http>://www.szu.cz/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice](http://www.szu.cz/data/nemoci-z-povolani-a-ohrozeni-nemoci-z-povolani-v-ceske-republice).

- 7) Ministerstvo zdravotnictví České republiky: Zpráva o činnosti orgánů ochrany veřejného zdraví v oblasti ochrany zdraví při práci za rok 2007. [on-line]. Praha: Zpráva o činnosti orgánů ochrany veřejného zdraví při práci za rok 2007, 2008 [cit. 24.11.2008]. Dostupnost z www: <http> ://www.mzd.cz/Verejne/Pages/178-zprava-o-cinnosti-organu-ochrany-verejneho-zdravi-v-oblasti-ochrany-zdravi-pri-praci-za-rok-2007.html.
- 8) Bencko, V. a kolektiv: Hygiena. Učební texty k seminářům a praktickým cvičením. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2000. 204 s. ISBN 80-7184-551-5.

## 9. Seznam obrázků a tabulek

Obr. č. 1: Působení vibrací na lidský organismus.....	10
Obr. č. 2: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi v letech 1996 - 2007 .....	46
Obr. č. 3: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi u mužů v letech 1996 - 2007 .....	47
Obr. č. 4: Počet nemocí z povolání způsobených vibracemi u žen.....	48
Obr. č. 5: Počet nemocí cév z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000 .....	49
Obr. č. 6: Počet nemocí cév z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007 .....	50
Obr. č. 7: Počet nemocí periferních nervů z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000.....	51
Obr. č. 8: Počet nemocí periferních nervů z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007.....	52
Obr. č. 9: Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací v jednotlivých regionech České republiky v letech 1996 - 2000.....	53
Obr. č. 10: Počet nemocí kostí a kloubů z vibrací v jednotlivých krajích České republiky v letech 2001 - 2007.....	54
Obr. č. 11: klínovací kladivo .....	64
Obr. č. 12: trhací kladivo – pravá ruka .....	64
Obr. č. 13: trhací kladivo – levá ruka .....	65
Obr. č. 14: leštička – pravá ruka .....	65
Obr. č. 15: leštička – levá ruka .....	66
Tab. č. 1: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 1. kategorie .....	35
Tab. č. 2: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 2. kategorie .....	37
Tab. č. 3: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 3. kategorie .....	38
Tab. č. 4: Kritéria kategorizace prací pro zařazení do 4. kategorie .....	39
Tab. č. 5: Seznam použitých měřících přístrojů.....	62
Tab. č. 6: Naměřené hodnoty souhrnné hladiny zrychlení vibrací.....	66
Tab. č. 7: Výsledná normovaná hladina vibrací .....	66

## **10. Seznam příloh**

**Příloha č. 1: Nařízení vlády č. 148/2006 Sb., v platném znění**

# 11. Přílohy

## Příloha č. 1

### **Nařízení vlády č. 148/2006 Sb.**

#### **NAŘÍZENÍ VLÁDY**

**ze dne 15. března 2006**

#### **o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací**

Vláda nařizuje podle §108 odst. 3 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, k provedení §30, 32 a §34 odst. 1 a podle §134c odst. 7 zákona č. 65/1965 Sb., zákoník práce, ve znění zákona č. 155/2000 Sb.:

#### **ČÁST PRVNÍ**

#### **PŘEDMĚT ÚPRAVY**

#### **§ 1**

**§1 (1)** Toto nařízení<sup>[1]</sup> zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství<sup>[2]</sup> a upravuje

- a) hygienické limity hluku a vibrací pro místo určené nebo obvyklé pro výkon činnosti zaměstnanců (dále jen "pracoviště"), minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců a hodnocení rizik hluku a vibrací pro pracoviště,
- b) hygienické limity hluku pro chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor,
- c) hygienické limity vibrací pro chráněný vnitřní prostor staveb,
- d) způsob měření a hodnocení hluku a vibrací pro denní a noční dobu.

**§1 (2)** Toto nařízení se nevztahuje na

- a) hluk z užívání bytu,
- b) hluk a vibrace způsobené prováděním a nácviem hasebních, záchranných a likvidačních prací, jakož i bezpečnostních a vojenských akcí,
- c) akustické výstražné signály související s bezpečnostními opatřeními a záchranou lidského života, zdraví a majetku.

## ČÁST DRUHÁ

### HLUK NA PRACOVIŠTI

#### § 2

#### Ustálený a proměnný hluk

**§2 (1)** Hygienický limit pro osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "přípustný expoziční limit") ustáleného a proměnného hluku při práci vyjádřený

a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  se rovná 85 dB, nebo

b) expozicí zvuku  $A E_{A,8h}$  se rovná  $3640 \text{ Pa}^2\text{s}$ ,

pokud není dále stanoveno jinak.

**§2 (2)** Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce náročná na pozornost a soustředění a dále pro pracoviště určená pro tvůrčí práci vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  se rovná 50 dB.

**§2 (3)** Hygienický limit pro pracoviště, na nichž je vykonávána duševní práce rutinní povahy včetně velínu vyjádřená ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se rovná 60 dB. Jako doba hodnocení se v tomto případě přednostně volí doba trvání rušivého hluku.

**§2 (4)** Hygienický limit ustáleného a proměnného hluku pro pracoviště ve stavbách pro výrobu a skladování, s výjimkou pracovišť uvedených v odstavcích 2 a 3, kde hluk nevzniká pracovní činností vykonávanou na těchto pracovištích, ale na tato pracoviště proniká ze sousedních prostor nebo je způsobován větracím nebo vytápěcím zařízením těchto pracovišť vyjádřený



ekvivalentní hladinou akustického tlaku A je  $L_{Aeq,T}$ , se rovná 70 dB; na ostatních pracovištích nesmí tato hladina překročit 55 dB.

**§2 (5)** Pokud pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozložena nebo když se hladina hluku v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé denní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v  $L_{Aeq,T}$  od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina akustického tlaku  $L_{Amax}$  107 dB, lze použít hodnocení podle průměrné týdenní expozice hluku.

**§2 (6)** Průměrná týdenní expozice hluku  $L_{Aeq,w}$  se určí podle vztahu

kde  $n$  . . . je počet pracovních dnů během pracovního týdne.

### **§ 3 Impulsní hluk**

**§3 (1)** Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený

- a) ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,8h}$  se rovná 85 dB, nebo
- b) expozicí zvuku A  $E_{A,8h}$  se rovná 3640 Pa<sup>2</sup>s.

**§3 (2)** Přípustný expoziční limit impulsního hluku vyjádřený

- a) špičkovým akustickým tlakem C  $p_{Cpeak}$  se rovná 200 Pa, nebo
- b) hladinou špičkového akustického tlaku C  $L_{Cpeak}$  se rovná 140 dB.

**§3 (3)** Hygienický limit impulsního hluku na pracovišti se stanoví podle §2.

**§3 (4)** Stanovení průměrné týdenní expozice impulsního hluku se použije pouze v případě, že pracovní doba v průběhu pracovního týdne není rovnoměrně rozvržena, nebo když se hladina hluku při práci v průběhu týdne sice mění, avšak jednotlivé týdenní expozice hluku se neliší o více než 10 dB v ekvivalentní hladině akustického tlaku A od dlouhodobého průměru a při žádné z expozic není překročena hladina maximálního akustického tlaku A  $L_{Amax}$  107 dB.

§3 (5) Průměrná týdenní expozice impulsního hluku se stanoví podle §2.

#### § 4

### Vysokofrekvenční hluk

Přípustný expoziční limit vysokofrekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 8 kHz, 10 kHz, 12,5 kHz a 16 kHz  $L_{\text{teq},8\text{h}}$  se rovná 75 dB; vysokofrekvenčním hlukem je slyšitelný zvuk s tónovými složkami v pásmu kmitočtů vyšších než 8 kHz.

#### § 5

### Ultrazvuk

Přípustný expoziční limit ultrazvuku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $L_{\text{teq},8\text{h}}$  v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 20 kHz, 25 kHz, 31,5 kHz a 40 kHz  $L_{\text{teq},8\text{h}}$  se rovná 105 dB.

#### § 6

### Infrazvuk a nízkofrekvenční hluk

§6 (1) Přípustný expoziční limit infrazvuku a nízko-frekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $G L_{\text{Geq},8\text{h}}$  se rovná 116 dB; nízko-frekvenčním hlukem je slyšitelný zvuk s tónovými složkami v pásmu kmitočtů nižších než 100 Hz.

§6 (2) Přípustný expoziční limit infrazvuku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 1 Hz až 16 Hz  $L_{\text{teq},8\text{h}}$  se rovná 110 dB.

§6 (3) Přípustný expoziční limit nízkofrekvenčního hluku vyjádřený ekvivalentní hladinou akustického tlaku v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 20 Hz až 40 Hz  $L_{\text{teq},8\text{h}}$  se rovná 105 dB.

§6 (4) Při krátkodobé expozici nízkofrekvenčnímu hluku do 8 minut z pracovní směny vyjádřenému hladinami maximálního akustického tlaku  $L_{\text{tmax}}$  v třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 1 Hz až 16 Hz nesmí překročit 137 dB a v

třetinooktávových pásmech o středních kmitočtech 20 Hz až 40 Hz,  $L_{tmax}$  nesmí překročit 132 dB.

## § 7

### **Hygienický limit hluku, infrazvuku a ultrazvuku na pracovištích pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu**

§7 (1) Hygienický limit expozice hluku, infrazvuku, nízkofrekvenčního a vysokofrekvenčního hluku a ultrazvuku pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu (dále jen "480 minut")  $T$  v minutách se určí tak, že se ke stanoveným přípustným expozičním limitům  $L_{Aeq,8h}$ ,  $L_{teq,8h}$ , nebo  $L_{Geq,8h}$  přičte korekce  $K_T$ , která se stanoví podle vztahu

$$K_T = 10 \cdot \lg(480/T), [\text{dB}].$$

§7 (2) Hygienický limit expozice zvuku A se pro jinou pracovní dobu  $T$  než 480 minut určí tak, že se hodnota  $E_{A,8h}$  3640 Pa<sup>2</sup>s vynásobí činitelem  $k_T$ , který se stanoví podle vztahu

$$k_T = 480/T, [-].$$

## § 8

### **Hodnocení rizika hluku a minimální rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnanců**

§8 (1) Riziko expozice hluku vůči zaměstnancům musí být vylučováno nebo alespoň omezováno na minimum v souladu s dostupností protihlukových technických opatření. Při hodnocení rizika hluku zaměstnavatel přihlíží zejména k

- a) úrovni, typu a době trvání expozice včetně expozic impulsnímu hluku,
- b) přípustným expozičním limitům a hygienickým limitům hluku,
- c) účinkům hluku na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců, zejména mladistvých zaměstnanců, těhotných žen, kojících žen a matek do konce devátého měsíce po porodu,
- d) účinkům na zdraví a k bezpečnosti zaměstnanců, jež jsou důsledkem současné expozice faktorům, které jsou součástí

technologie a mohou tak zvyšovat nebezpečí poškození zdraví, zejména sluchu,

e) nepřímým účinkům vyplývajícím z interakcí hluku a výstražných signálů nebo jiných zvuků, které je nutno sledovat v zájmu snížení rizika úrazů,

f) informacím o hlukových emisích, které uvádí výrobce stroje, náradí nebo jiného zařízení,

g) existenci alternativních pracovních zařízení navržených ke snížení hlukové emise stanovených zvláštními právními předpisy[3],

h) rozšíření expozice hluku nad osmihodinovou pracovní dobu,

i) příslušným informacím, které vyplývají ze zdravotního dohledu a dostupným publikovaným informacím,

j) dostupnosti chráničů sluchu s náležitými útlumovými vlastnostmi.

**§8 (2)** Uspořádání pracovišť, na nichž je nebo bude vykonávána práce spojená s expozicí hluku, umístění výrobních prostředků a zařízení, volba pracovního náradí, pracovní postupy a metody práce, musí směřovat ke snižování rizika hluku u jeho zdroje.

**§8 (3)** Školení zaměstnanců, kteří vykonávají práci spojenou s expozicí ustálenému nebo proměnnému hluku, jehož ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,8h}$  překračuje 80 dB, nebo práci spojenou s expozicí jiným druhům hluku, jehož hodnoty překračují jejich přípustný expoziční limit, musí obsahovat zejména informace o

a) správném používání výrobních prostředků, zařízení a pracovního náradí,

b) zdrojích hluku na pracovišti,

c) druhu a účincích daného hluku a jeho přípustných expozičních limitech,

d) výsledcích měření hluku,

e) opatřeních přijatých k omezení úrovně míry a doby expozice hluku,

- f) správném používání osobních ochranných pracovních prostředků,
- g) vhodných pracovních postupech stanovených k minimalizaci expozice hluku,
- h) postupech při zjištění možného poškození sluchu,
- i) účelu lékařských preventivních prohlídek zajišťovaných zařízením závodní preventivní péče.

**§8 (4)** Protihlukové zástěny nebo protihlukové systémy se umísťují tak, aby byl takový hluk pohlcován nebo bylo sníženo šíření hluku mimo tato pracoviště.

**§8 (5)** Pravidelná a řádná údržba výrobních prostředků, zařízení a pracovního nářadí na pracovištích, kde je vykonávána práce spojená s expozicí hluku, musí zajistit, aby míra jejich opotřebení nebyla příčinou zvyšování hluku.

**§8 (6)** Pokud je při práci v hluku nepřetržitě používán osobní ochranný prostředek proti hluku k omezení jeho působení, musí být během této práce zařazeny bezpečnostní přestávky. Po dobu bezpečnostních přestávek nesmí být zaměstnanec exponován hluku překračujícímu přípustný expoziční limit.

## **§ 9**

### **Minimální rozsah opatření k omezení expozice hluku**

**§9 (1)** Pokud se vyhodnocením změřených hodnot prokáže, že přes uplatněná opatření k odstranění nebo minimalizaci hluku překračují ekvivalentní hladiny hluku A přípustný expoziční limit 80 dB, nebo že průměrná hodnota špičkového akustického tlaku C je větší než 112 Pa, musí zaměstnavatel poskytnout zaměstnancům osobní ochranné pracovní prostředky k ochraně sluchu účinné v oblasti kmitočtů daného hluku.

**§9 (2)** Jestliže je překročen přípustný expoziční limit 85 dB, respektive nejvyšší přípustná hodnota 200 Pa, musí zaměstnavatel zajistit, aby osobní ochranné pracovní prostředky zaměstnanci používali.

## ČÁST TŘETÍ

### HLUK V CHRÁNĚNÉM VNITŘNÍM PROSTORU STAVEB, V CHRÁNĚNÉM VENKOVNÍM PROSTORU STAVEB A V CHRÁNĚNÉM VENKOVNÍM PROSTORU

#### § 10

#### Hygienické limity hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

**§10 (1)** Hodnoty hluku se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  a hladinou maximálního akustického tlaku  $A L_{Amax}$ . Ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích [4], s výjimkou účelových komunikací, a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ) [5].

**§10 (2)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku  $A L_{Aeq,T}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Jde-li o hluk s tónovými složkami nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk s tónovými složkami se považuje hudba nebo zpěv; za hluk s výrazně informačním charakterem se považuje řeč. Hlukem s tónovými složkami se rozumí hluk, v jehož kmitočtovém spektru je hladina akustického tlaku v třetinooktávovém pásmu, případně i ve dvou bezprostředně sousedících třetinooktávových pásmech, o více než 5 dB vyšší než hladiny akustického tlaku v obou sousedních třetinooktávových pásmech a v pásmu kmitočtu 10 Hz až 160 Hz je ekvivalentní hladina akustického tlaku v tomto třetinooktávovém pásmu  $L_{teq/T}$  vyšší než hladina prahu slyšení stanovená pro toto kmitočtové pásmo podle tabulky v příloze č. 1 k tomuto nařízení.

**§10 (3)** Hygienický limit v hladině maximálního akustického tlaku  $A$  se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní hladiny maximálního akustického tlaku  $A L_{Amax}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního

prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, přičte se další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podložím.

**§10 (4)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu  $L_{Aeq,s}$  se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$   $L_{Aeq,T}$  stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi 7. a 21. hodinou korekce +15 dB. Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$   $L_{Aeq,s}$  pro hluk ze stavební činnosti v pracovních dnech pro dobu kratší než 14 hodin se vypočte způsobem uvedeným v příloze č. 2 k tomuto nařízení. Věty první a druhá se nevztahují na zdravotnická zařízení a zařízení sociální péče, pokud jsou stavební práce prováděny za provozu těchto zařízení.

**§10 (5)** Ve školních učebnách, v denních místnostech jeslí a mateřských škol a dále u staveb pro kulturní, školské a veřejné účely musejí být dodrženy hodnoty optimální doby dozvuku podle příslušné české technické normy.

**§10 (6)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku  $A$  pro zvuk elektronicky zesilované hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu  $T$  se rovná 4 hodiny hodnotou  $L_{Aeq,T}$  se rovná 100 dB.

## **§ 11**

### **Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb a v chráněném venkovním prostoru**

**§11 (1)** Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku tvořeného impulsy ve venkovním prostoru vznikajícími při střelbě z těžkých zbraní, při explozích výbušnin s hmotností nad 25 g ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při sonickém třesku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A$   $L_{Aeq,T}$ . V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích, s výjimkou účelových komunikací, a drahách, a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A$   $L_{Aeq,T}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ).

**§11 (2)** Vysoce impulsní hluk tvořený impulsy ve venkovním prostoru, vznikajícími při střelbě z lehkých zbraní, explozí výbušnin s hmotností pod 25 g ekvivalentní hmotnosti trinitrotoluenu a při vzájemném nárazu tuhých těles, se vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  podle odstavce 1.

**§11 (3)** Vysokoenergetický impulsní hluk se vyjadřuje ekvivalentní hladinou akustického tlaku C  $L_{Ceq,T}$  a současně i průměrnou hladinou expozice zvuku C  $L_{CE}$  jednotlivých impulsů. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Ceq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější hodinu ( $L_{Ceq,1h}$ ).

**§11 (4)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. Obsahuje-li hluk tónové složky nebo má-li výrazně informační charakter, jako například řeč, přičte se další korekce -5 dB.

**§11 (5)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku C vysokoenergetického impulsního hluku se stanoví pro denní dobu  $L_{Ceq,8h}$  se rovná 83 dB, pro noční dobu  $L_{Ceq,1h}$  se rovná 40 dB. Ekvivalentní hladina akustického tlaku C  $L_{Ceq,T}$  se vypočte způsobem upraveným v příloze č. 3 k tomuto nařízení.

**§11 (6)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,16h}$  se rovná 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku A  $L_{Aeq,8h}$  se rovná 50 dB.

**§11 (7)** Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti  $L_{Aeq,s}$  se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  stanovenému podle odstavce 4 přičte korekce přihlížející k posuzované době podle přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A  $L_{Aeq,s}$  se pro hluk ze stavební činnosti pro dobu mezi 7. a 21. hodinou pro dobu kratší než 14 hodin vypočte způsobem upraveným v příloze č. 3 k tomuto nařízení.



## ČÁST ČTVRTÁ

### VIBRACE NA PRACOVIŠTÍCH

#### § 12

#### Přípustný expoziční limit vibrací

**§12 (1)** Přípustný expoziční limit vibrací přenášených na ruce vyjádřený průměrnou souhrnnou váženou

a) hladinou zrychlení  $L_{ahv,8h}$  se rovná 123 dB, nebo

b) hodnotou zrychlení  $a_{hv,8h}$  se rovná  $1,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

**§12 (2)** U vibrací přenášených na ruce zaměstnanců se přípustný expoziční limit vztahuje k souhrnné hodnotě translačních vibrací stanovených z vážených hodnot zrychlení ve třech navzájem kolmých směrech podle souřadné soustavy ruky.

**§12 (3)** Přípustný expoziční limit vibrací přenášených zvláštním způsobem na zaměstnance způsobující intenzivní kmitání v horní části páteře a hlavy vyjádřený průměrnou váženou

a) hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,8h}$  se rovná 100 dB, nebo

b) hodnotou zrychlení vibrací  $a_{ew,8h}$  se rovná  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

**§12 (4)** Přípustný expoziční limit celkových vertikálních a horizontálních vibrací přenášených na zaměstnance vyjádřených průměrnou váženou

a) hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,8h}$  v dB se rovná 110 dB, nebo

b) hodnotou zrychlení  $a_{ew,8h}$  se rovná  $0,315 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

**§12 (5)** Přípustný expoziční limit celkových vibrací se vztahuje na ustálené i proměnné vibrace a otřesy nebo rázy, pokud hlavní část jejich energie je obsažena ve sledovaném kmitočtovém pásmu.

**§12 (6)** Celkové vibrace rovnoběžné s podélnou osou těla se posuzují způsobem platným pro vertikální vibrace a vibrace ve směrech kolmých na podélnou osu těla způsobem platným pro horizontální vibrace.

### § 13

#### Hygienický limit vibrací pro jinou než osmihodinovou pracovní dobu

§13 (1) Hygienický limit průměrných souhrnných vážených hladin zrychlení vibrací pro jinou pracovní dobu  $T$  než 480 minut se stanoví tak, že se k přípustnému expozičnímu limitu  $L_{aw,8h}$  nebo  $L_{ahw,8h}$  přičte korekce  $K_T$ , která se stanoví podle vztahu

$$K_T = 10 \cdot \lg(480/T), [\text{dB}].$$

§13 (2) Hygienický limit průměrných vážených hodnot zrychlení vibrací pro jinou pracovní dobu  $T$  než 480 minut se stanoví tak, že se přípustný expoziční limit  $a_{ew,8h}$  nebo  $a_{hv,8h}$  vynásobí činitelem  $k_T$ , který se stanoví podle vztahu

$$k_T = 480/T, [-].$$

§13 (3) Korekce  $K_T$  a činitel  $k_T$  pro jinou pracovní dobu  $T$  než 480 minut se nepoužijí pro hodnocení vibrací přenášených zvláštním způsobem.

§13 (4) Pro expozice celkovým vibracím po dobu deset minut a kratší přípustný expoziční limit se rovná 127 dB nebo  $2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

§13 (5) Pro expozice vibracím přenášeným na ruce po dobu dvaceti minut a kratší přípustný expoziční limit se rovná 137 dB nebo  $7,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### § 14

#### Stanovení expozice vibracím za pracovní týden

§14 (1) Pokud se požaduje průměrování expozic vibracím za pracovní týden, určí se průměrná souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací  $L_{aw}$  z hodnot  $L_{awi}$  pro každý pracovní den a týdenní expozice se určí podle vztahu

kde  $n \dots$  je počet pracovních dnů během pracovního týdne.

Stejným postupem se určí průměrná souhrnná vážená efektivní hodnota  $a_{ew}$  zrychlení vibrací podle vzorce

**§14 (2)** Hodnocení podle průměrné týdenní expozice vibracím stanovené pro osmihodinovou pracovní dobu se může použít pouze na pracovištích, na kterých není pracovní doba rovnoměrně rozložena, nebo na kterých se vibrace při práci v průběhu týdne sice mění, ale jednotlivé týdenní expozice vibracím se významně neliší a při žádné z expozic během jakékoliv pracovní doby průměrná souhrnná vážená hladina zrychlení vibrací nepřekračuje přípustný expoziční limit, popřípadě přípustný expoziční limit upravený korekcí  $K_T$  nebo činitelem  $k_T$ .

## **§ 15**

### **Hygienické limity celkových vertikálních vibrací o kmitočtu nižším než 0,5 Hz**

**§15 (1)** Hygienický limit průměrné vážené hladiny zrychlení celkových vertikálních vibrací o kmitočtu nižším než 0,5 Hz

a) pro denní dobu expozice nepřekračující 120 min  $L_{aw,T}$  se rovná 120 dB nebo  $a_{ew,T}$  se rovná  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  a

b) pro denní dobu expozice delší než 120 min  $L_{aw,T}$  se rovná 114 dB nebo  $a_{ew,T}$  se rovná  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

**§15 (2)** Hygienické limity celkových vertikálních vibrací o kmitočtu nižším než 0,5 Hz se vztahují k pracovním místům na samojízdných strojích a době jejich působení na zaměstnance.

## **§ 16**

### **Určení a hodnocení rizika vibrací**

**§16 (1)** Zaměstnavatel provádí hodnocení rizika na základě znalosti údajů o předpokládané míře zátěže vibracím a podmínek užívání zařízení uváděných výrobcem. Hodnocení rizika na základě znalosti údajů uváděných výrobcem nenahrazuje měření. Hodnocení a měření vibrací se provádí pravidelně a dále vždy, pokud dojde ke změně podmínek práce.

**§16 (2)** Při hodnocení rizika vibrací zaměstnavatel přihlíží zejména k

a) úrovni typu a době trvání expozice včetně expozice přerušovaným vibracím a opakovaným rázům,

- b) přípustným expozičním nebo hygienickým limitům stanoveným pro dané druhy vibrací,
- c) účinkům vibrací na zdraví a bezpečnost mladistvých zaměstnanců, těhotných žen, kojících žen a matek do konce devátého měsíce po porodu,
- d) nepřímým účinkům na bezpečnost zaměstnance vyplývajícím z interakcí mezi vibracemi a pracovním místem nebo dalším zařízením,
- e) vytváření podmínek k zajištění bezpečné práce a bezpečných pracovišť s využitím informací poskytnutých výrobcí pracovních zařízení,
- f) možnosti zavádění technických zařízení určených ke snížení expozice vibracím,
- g) rozšíření expozice celkovým vibracím nad osmihodinovou pracovní dobu,
- h) podmínkám práce spojeným s expozicí vibracím, zejména chladové zátěži,
- i) příslušným informacím, které vyplývají ze zdravotního dohledu a dostupným publikovaným informacím.

## § 17

### **Vibrace v chráněných vnitřních prostorech staveb a na pracovištích**

**§17 (1)** Základní hygienický limit vibrací za dobu jejich působení  $T$  v chráněných vnitřních prostorech staveb vyjádřený průměrnou váženou

- a) hladinou zrychlení vibrací  $L_{aw,T}$  se rovná 71 dB, nebo
- b) hodnotou zrychlení  $a_{ew}$  se rovná  $0,0036 \text{ m/s}^2$ .

**§17 (2)** Hygienické limity vibrací v chráněných vnitřních prostorech staveb se vztahují na horizontální a vertikální vibrace v místě pobytu osob a k době působení zdroje vibrací.

**§17 (3)** Korekce základního hygienického limitu podle odstavce 1 jsou v závislosti na typu prostoru, denní době a povaze vibrací upraveny v tabulce přílohy č. 4 k tomuto nařízení.

## **§ 18**

Při hodnocení vibrací na pracovištích a při stanovení jejich základního hygienického limitu a jeho korekcí se postupuje obdobně podle §17.

## **ČÁST PÁTÁ**

### **ZPŮSOB MĚŘENÍ A HODNOCENÍ HLUKU A VIBRACÍ**

## **§ 19**

**§19 (1)** Při měření hluku a vibrací včetně jejich výpočtu a při hodnocení hluku a vibrací se postupuje podle metod a terminologie týkajících se oborů elektroakustiky, akustiky a vibrací, obsažených v příslušných českých technických normách. Při jejich dodržení se výsledek považuje za prokázaný.

**§19 (2)** Pokud nelze postupovat podle odstavce 1, musejí být u použité metody doloženy její záchytnost, přesnost a reprodukovatelnost.

**§19 (3)** Při měření nebo výpočtu hluku a vibrací se uvádějí nejistoty odpovídající metodě měření nebo výpočtu; ty musejí být uplatněny při hodnocení naměřených nebo vypočtených hodnot.

## **ČÁST ŠESTÁ**

### **PŘECHODNÁ A ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ**

## **§ 20**

### **Přechodné ustanovení**

Ustanovení §10 odst. 5 se nevztahuje na stavby pro kulturní nebo veřejné účely zkolaudované přede dnem nabytí účinnosti tohoto nařízení.

## § 21 Zrušovací ustanovení

Zrušuje se:

1. Nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
2. Nařízení vlády č. 88/2004 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 502/2000 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

## § 22 Účinnost

Toto nařízení nabývá účinnosti dnem 1. června 2006.

**Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.**

**Příloha č. 2 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.**

**Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.**

**Příloha č. 4 k nařízení vlády č. 148/2006 Sb.**

### **Poznámky:**

**[1]** Je vydáno k provedení a v mezích zákona, který již byl přizpůsoben přímo použitelnému předpisu Evropských společenství.

**[2]** Směrnice 2003/10/ES o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (hlukem). Směrnice 2002/44/EC o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před

expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (vibracemi).

**[3]** Například nařízení vlády č. 24/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na strojní zařízení.

**[4]** Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění zákona č. 281/1997 Sb., zákona č. 259/1998 Sb., zákona č. 146/1999 Sb., zákona č. 102/2000 Sb., zákona č. 132/2000 Sb., zákona č. 489/2001 Sb., zákona č. 256/2002 Sb., zákona č. 259/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 358/2003 Sb. a zákona č. 186/2004 Sb.

**[5]** § 34 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 274/2003 Sb.