

## KONCEPT POSTUPU PRE HODNOTENIE EXPOZÍCIE ČLOVEKA PRENOSOM KMITANIA NA RUKY

Pavol ČEKAN

### CONCEPT PROCEDURE FOR EVALUATING HUMAN EXPOSURE VIBRATIONS TRANSMITTED TO THE HANDS

#### ABSTRAKT

*Tento príspevok sa venuje konceptu postupu hodnotenie vibrácií, hlavne čo sa týka prenosu na sústavu ruka - rameno. Je zameraný na meranie vibrácií v pracovnom prostredí. Obsahuje popis jednotlivých krokov z hľadiska postupnosti meracieho procesu.*

**Kľúčové slová:** vibrácie, expozícia, prípustné hodnoty, objektivizácia, posudzovanie.

#### ABSTRACT

*This article is dedicated to the concept of process evaluation vibration, especially with regard to the transmission system of hand - arm. Aimed at measuring the vibration in the working environment. Contains a description of the sequence of steps in terms of the measuring process.*

**Key words:** vibration, exposure, limit values, objectification, assessment.

## ÚVOD

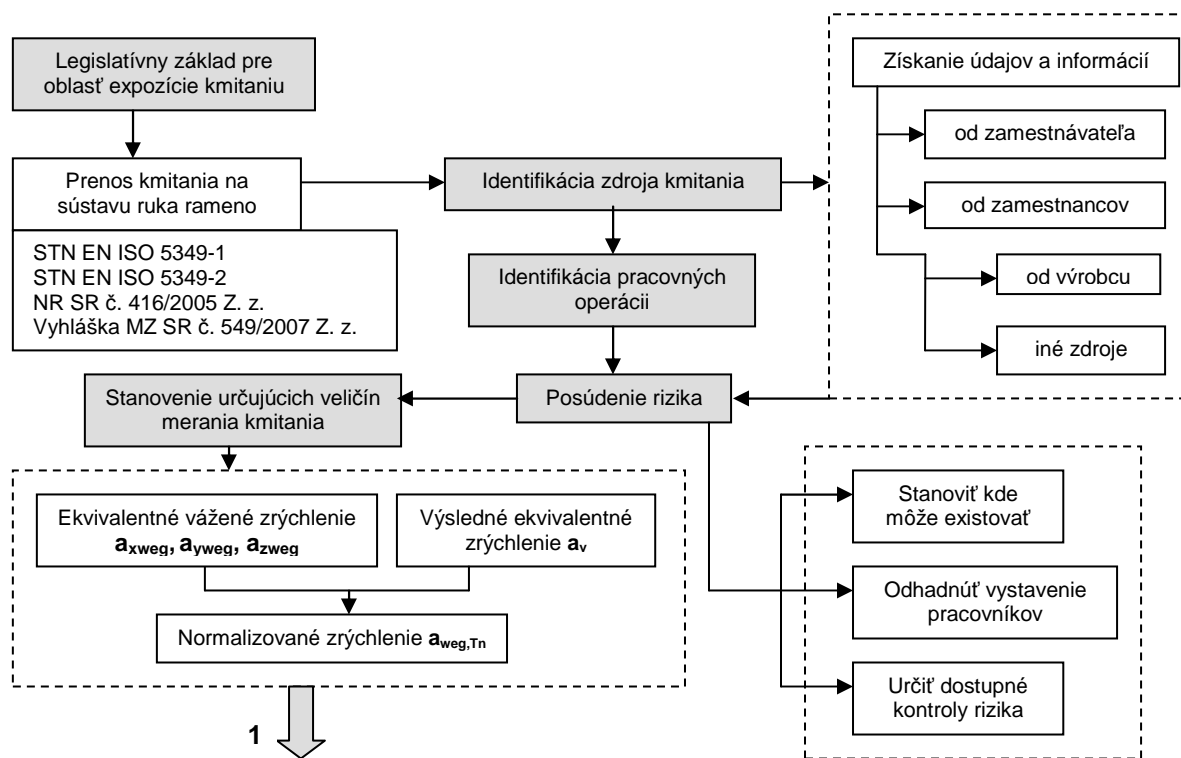
Kvalita pracovného prostredia v súčasnosti úzko súvisí s vplyvom rôznych nežiaducich faktorov, samozrejme medzi ktoré okrem iných patria aj vibrácie. Keďže ďalej sa budeme venovať len prenosu kmitania na ruku a rameno, v tomto prípade hodnotíme všetky ručné mechanizované náradia a ručne vedené stroje bez ohľadu na druh a zdroj pohonu. Postup hodnotenia tohto kmitania resp. vibrácií bude v tomto príspevku ďalej dotváraný do jednoduchého postupu.

V rámci požiadaviek kladených na meranie expozície kmitania na ruky je nutné brať do úvahy všetky činitele týkajúce sa hodnotenej pracovnej operácie vykonávanej operátorom pri použití ručne vedeného mechanizovaného náradia. Na základe vykonaných príslušných opatrení v rámci navrhovaného postupu resp. pracovného postupu, je potrebné získať reprezentatívne merania kmitania a určenie času denného vystavenia kmitaniu pri každej operácii s cieľom určenia energetického ekvivalentu výslednej hodnoty kmitania.

## ZÁKLADNÁ HODNOTIACA ČASŤ

V rámci vykonania konkrétneho merania na pracovisku, je potrebné zhodnotiť celkovú situáciu, to znamená zväžiť všetky získané údaje o vibráciách pre konkrétne mechanizované náradie, zistiť respektíve skúmať priebehy vykonaných operácií daným náradím, posúdiť možné riziká. Na obr. 1 je znázornená prvá časť postupu. [5]

Ako je vidieť z diagramu, vždy **je potrebné vychádzať z príslušnej legislatívy**, a síce pre túto oblasť kmitania ide o STN EN ISO 5349 – 1 Mechanické kmitanie, meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky, Časť 1: Všeobecné požiadavky, STN EN ISO 5349 – 2 Mechanické kmitanie, meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky, Časť 2: Praktický pokyn na meranie na pracovnom mieste, a samozrejme aj Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 416/2005 Z. z. o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám, Vyhláška ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 549/2007 Z. z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí. Na základe spomenutej legislatívy je možné hodnotiť expozíciu vibráciám podľa pôsobenia na ruky, celé telo a miestne vibrácie.



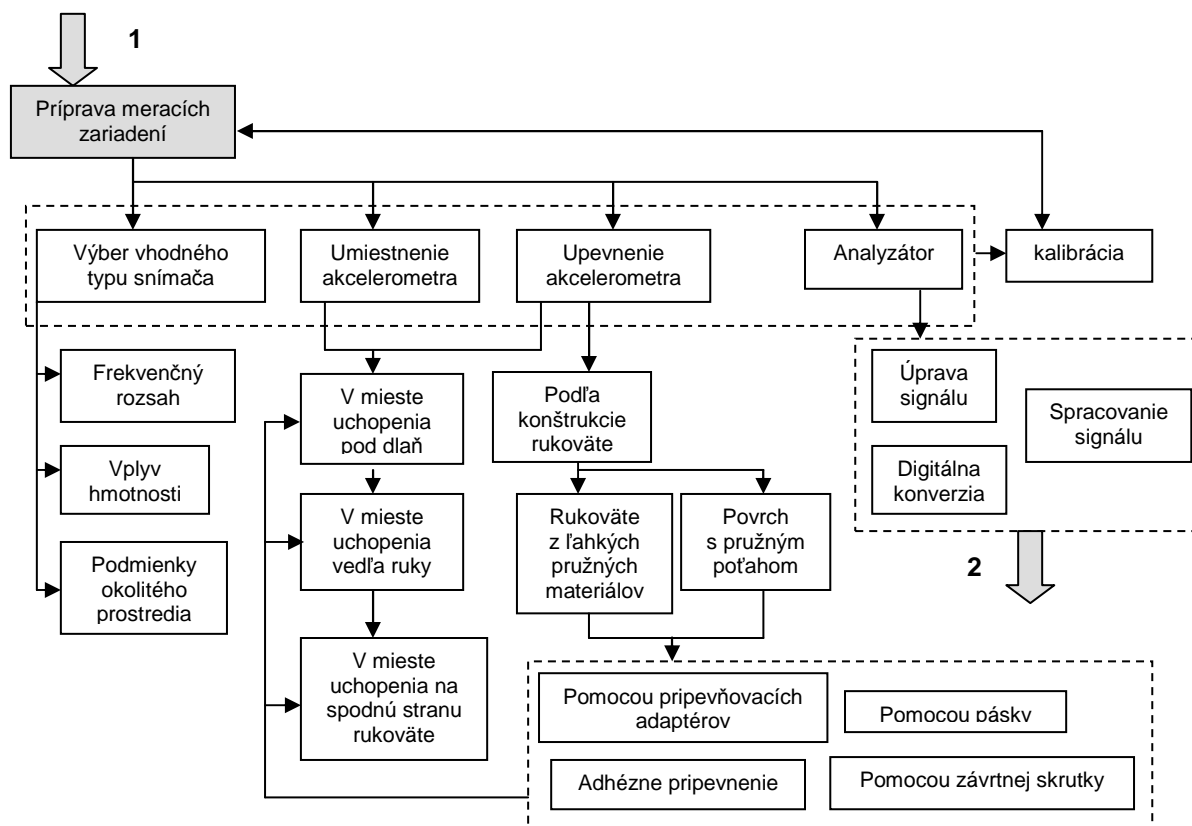
Obr. 1 Diagram pre návrh základného zhodnotenia vibrácií pred začatím merania.

**Identifikácia zdroja kmitania** nám umožní získať informácie o zdrojoch kmitania resp. o konkrétnom zdroji na ktorom sa má vykonať meranie. Tieto údaje, informácie môžeme použiť pre porovnanie z konkrétnymi nameranými hodnotami vibrácií ak existujú staré záznamy. Často krát nie je vhodné spoliehať sa na výpovede zamestnancov či zamestnávateľa, nakoľko sú tieto údaje o vibráciách vždy nadhodnotené. Dôležité je **identifikovať pracovné operácie** vykonávané konkrétnym náradím, a taktiež aj čas trvania príslušnej operácie, čo je dôležité pre výpočet 8 hodinovej expozície vibráciám a na základe toho vieme **posúdiť riziko** ktoré môžu vzniknúť pri práci.

Na základe takto získaných poznatkov môžeme **stanoviť určujúce veličiny** ako sú: ekvivalentné vážené zrýchlenie pre osi  $x, y, z$ , teda  $a_{xweg}, a_{yweg}, a_{zweg}$  z vážených hodnôt vypočítať výsledné ekvivalentné zrýchlenie  $a_v$ , a na základe výsledného zrýchlenia určiť normalizované zrýchlenie pre 8 hodinový pracovný čas  $a_{weg, Tn}$ . [1][2]

## PRÍPRAVA MERANIA

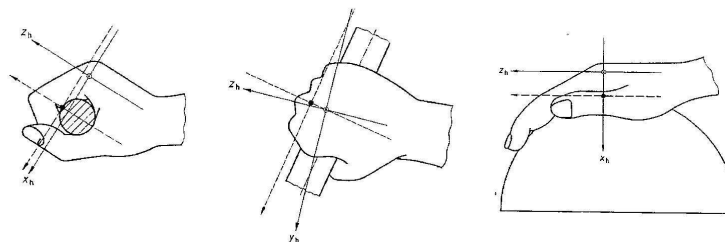
Ako hovorí už názov, táto časť zahŕňa **výber snímačov pre meranie** zrýchlenia kmitania teda akcelerometrov, správne **umiestnenie a upevnenie** na meraný objekt, napojenie na analyzátor. Môžeme povedať že ide o prípravu meracieho reťazca, samozrejme ktorý je nutné kalibrovať pred začatím merania a po ukončení merania obr. 2.



Obr. 2 Diagram pre návrh prípravnej fázy pred meraním

Samozrejme výber vhodného akcelerometra závisí od požiadaviek uvedených v STN EN ISO. Užitočný frekvenčný rozsah akcelerometra by mal byť v tomto prípade od 5,6 do 1400 Hz. Hmotnosť akcelerometra by mala byť menšia ako 30g, teda v rámci hmotnosti použitého mechanizovaného náradia by hmotnosť akcelerometra mala byť menšia ako 5%.

Z hľadiska citlivosti môžeme konštatovať, že pri meraní ručného mechanizovaného náradia, alebo objektov emitujúcich mechanické kmitanie, s veľkou amplitúdou a veľkou energetickou mohutnosťou kmitania, ktorých úroveň vibrácií a frekvencia je nižšia (môže sa jednať o nízkofrekvenčné zdroje resp. pomalobežné stroje) sa v praxi používajú akcelerometre s vysokou úrovňou výstupu, teda snímač ťažší s veľkou citlivosťou, malou vlastnou rezonanciou a malým frekvenčným rozsahom. Pri meraní ručného mechanizovaného náradia, alebo objektov s malou energetickou mohutnosťou kmitania, ktorých úroveň vibrácií a frekvencia je vyššia (môže sa jednať o vysokofrekvenčné zdroje) použijeme akcelerometer s nízkou úrovňou výstupu, teda snímač ľahší s malou citlivosťou, malou vlastnou rezonanciou a veľkým frekvenčným rozsahom.



Obr.3 Bázicentrické súradnicové sústavy pre ruku

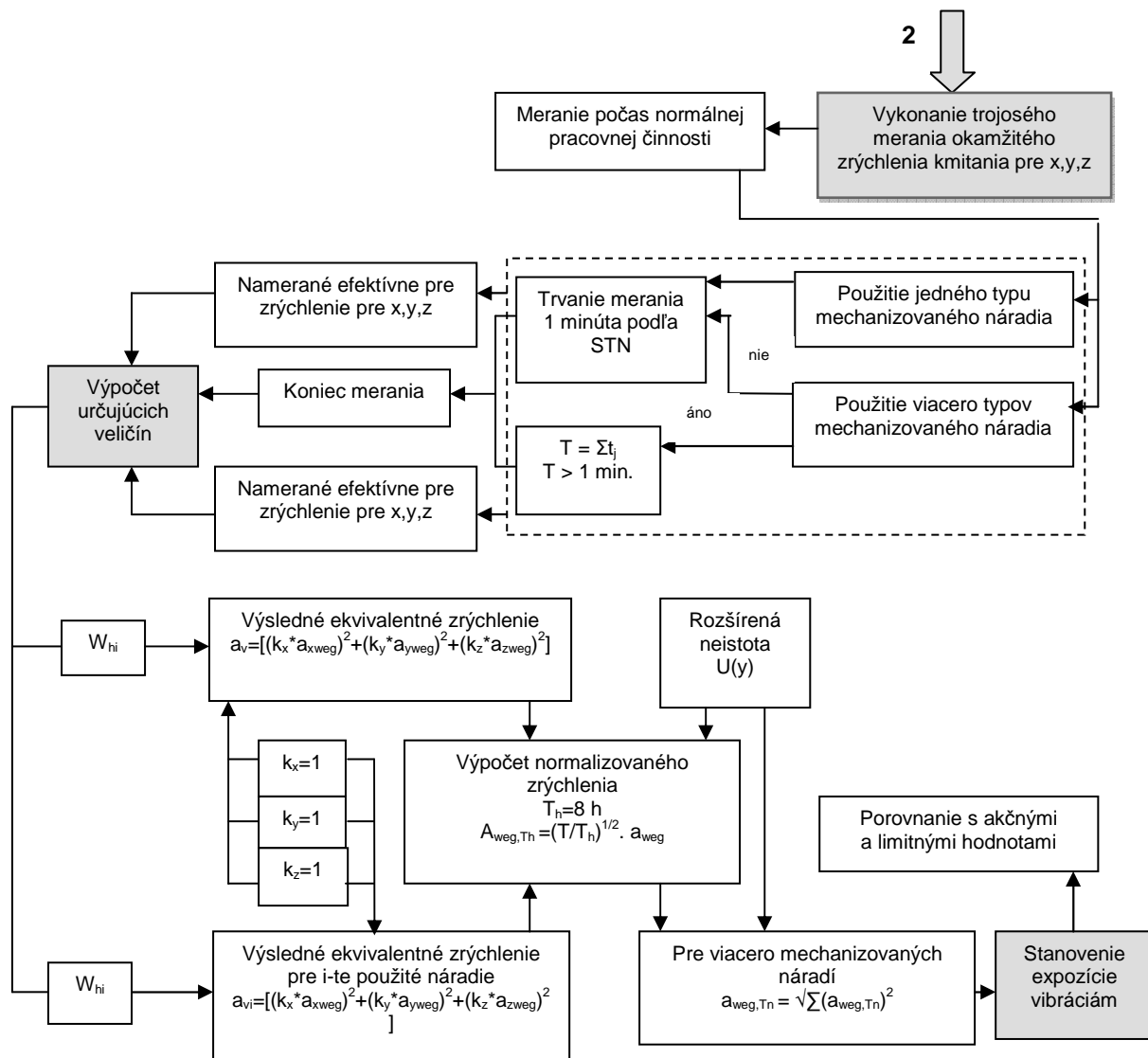
Umiestnenie a upevnenie závisí od situovania bázicentrickej súradnicovej sústavy ruky obr. 3, a samozrejme aj od typu náradia, konštrukcie jeho rukoväte resp. príslušnej uchopovanej oblasti. Požiadavky pre výber analyzátoru sú úzko späté so samotnými nárokmi užívateľa. Tu môžeme spomenúť aj kompatibilitu s čo možno najviac dostupnými snímačmi na trhu,

vizualizáciu priebehu zrýchlenia kmitania, prípadne aj iné funkcie ako je aj voľba merania v tretinovo oktávovom pásme a pod. [1]

### REALIZÁCIA MERANIA A VYKONANIE VÝPOČTU ENERGETICKÉHO EKVIVALENTU KMITANIA

Meranie sa vykonáva za normálnych pracovných podmienok pre konkrétne mechanizované náradie v rámci príslušnej pracovnej operácie ktorá pravdepodobne poskytne reprezentatívne hodnoty vibrácií prenášaných na ruku a rameno. V dôsledku toho je dôležité určiť dĺžku merania (norma uvádza, že meranie nemá byť kratšie ako 1 min) teda je potrebné brať do úvahy pracovný čas operácie bez prestávok a iných prestojov, kedy ruky pracovníka nie sú v kontakte s mechanizovaným náradím. Keď sa použije viacero náradí, počíta sa s časom operácie pre každé náradie zvlášť. Samozrejme meranie sa vykonávajú vo všetkých troch ortogonálnych smeroch x, y, z.

Namerané hodnoty efektívneho zrýchlenia z sa upravujú váhovým faktorom  $W_{hi}$  pre konverziu z tretinovo oktávového pásma podľa tabuľky v STN EN ISO 5349 – 1, korekčný činiteľ  $k_x, k_y, k_z = 1$ . Na základe vážená a korekcie dostaneme výsledné ekvivalentné vážené zrýchlenie  $a_v$ , ktoré ďalej použijeme pre výpočet normalizovaného zrýchlenia vibrácií  $a_{weg, T_n}$  pre referenčný čas 8 hodín kde  $T_n$  je referenčný čas 8 hodín čo predstavuje hodnotu 28800s. Normalizované zrýchlenie ešte rozšírime o neistotu. [3][4]



Obr. 4 Diagram pre návrh realizácie merania a výpočtu energetického ekvivalentu kmitania.

Takto upravenú hodnotu zrýchlenia porovnáme z limitnými a akčnými hodnotami podľa nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 416/2005 Z. z., kde akčná hodnota výsledného normalizovaného zrýchlenia  $a_{hv,8h,a}$  je  $2,5m, s^{-2}$  a limitná hodnota  $a_{hv,8h,L}$  je  $5m, s^{-2}$ . Keď vibrácie pôsobia počas pracovnej zmeny kratšie ak 20 min potom akčná hodnota  $a_{hv,a}$  je  $12,25m, s^{-2}$ . Popis tejto časti metodiky je zobrazený v diagrame obr. 4.[3]

## ZÁVER

*Problematika zakotvená v zákonoch a príslušných normatívoch v sebe zahŕňa podmienky a požiadavky, ktoré je nutné zohľadniť pred a počas vykonania samotného merania, limitné a akčné hodnoty potrebné pre zabezpečenie bezpečnosti a ochrany zdravia zamestnancov, ako aj riziká súvisiace s ich prekročením.*

*Záverom je nutné konštatovať, že okrem posudzovania vplyvu vibrácií na zdravie človeka je nutné v pracovnom prostredí monitorovať aj stav strojov a strojných zariadení, ktoré môžu byť potenciálnym zdrojom kmitania vplyvom nedostatočnej, alebo nevhodnej údržby, príp. riadenia výroby. Dôsledkom môže byť nielen poškodenie zdravia človeka, ale v neposlednom rade aj poškodenie majetku, čo môže mať výrazný vplyv na ekonomickú stránku spoločnosti.*

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] STN EN ISO 5349-1: 2001, Mechanické kmitanie – Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky – Časť 1: Všeobecné požiadavky.
- [2] STN EN ISO 5349-2: 2001, Mechanické kmitanie – Meranie a hodnotenie expozície človeka prenosom kmitania na ruky – Časť 2: Praktický pokyn na meranie na pracovnom mieste.
- [3] Zákon č. 416/2005 Z. z. Nariadenia vlády Slovenskej republiky o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou vibráciám.
- [4] Zákon č. 549/2007 Z. z. Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prípustných hodnotách hluku, infrazvuku a vibrácií a o požiadavkách na objektivizáciu hluku, infrazvuku a vibrácií v životnom prostredí.
- [5] Európska komisia: Nezáväzná príručka o osvedčených postupoch na implementáciu smernice 2002/44/EU (Vibrácie pri práci). Luxemburg: Úrad pre vydávanie úradných publikácií Európskych spoločenstiev, 2009. 111 s. ISBN 978-92-79-07547-6.

## ADRESA AUTORA

**Ing. Pavol ČEKAN, PhD.**, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Katedra bezpečnostného inžinierstva, Botanická 49, 917 24 Trnava, Slovenská republika, e-mail: >pavol.cekan@stuba.sk<

### RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

*Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.*

### REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

*Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.*