

MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ

**a zaj-és rezgéstechnikai mérési
gyakorlatokhoz**



BUDAPEST, 2007

Az Országos Munkavédelmi Képző és Továbbképző Kft.
ZAJELHÁRÍTÁS című (Budapest, 2007) jegyzete alapján összeállította

Márkus Péter

Kiadta az OMKT Kft.
1111 Budapest, Műegyetem rakpart 9.
Telefon: 463-1192 • Fax: 463-1163 • E-mail: omkt@mkt.bme.hu
Weblap: www.omkt.bme.hu

Készült az AKAPRINT Nyomdaipari Kft. Nyomdaüzemében
Felelős vezető: Freier László ügyvezető igazgató

TARTALOM

1. Bevezetés	.....
2. Zaj- és rezgésmérési alapismeretek	.....
2.1. Frekvenciasávós mérések	.....
2.2. Súlyozó szűrők	.....
2.3. A zaj- és rezgésmérő műszerek felépítése	.....
3. A munkahelyi zaj- és rezgésvizsgálatokra vonatkozó részletes előírások	.....
3.1. A munkahelyi zaj mérésére vonatkozó előírások	.....
3.1.1. A mérés módszere	.....
3.1.1.1. A mérőrendszerrel kapcsolatos követelmények, a mérési pontok és vizsgálandó munkahelyek kiválasztása, üzemelési körülmények	.....
3.1.1.2. A vizsgálati eljárás	.....
3.1.2. A vizsgálati eredmények értékelése	.....
3.1.3. A vizsgálati eredmények közzlése	.....
3.1.4. Kiegészítő zajvizsgálatok	.....
3.2. A munkahelyi rezgések mérésére vonatkozó előírások	.....
4. Munkahelyi zaj- és rezgés mérések gyakorlati kivitelezése	.....
4.1. A munkavállalókat érő zajexponícióra vizsgálata	.....
4.1.1. A mérési pont kijelölése	.....
4.1.2. A vizsgálandó munkahelyek kiválasztása	.....
4.1.3. Üzemelési körülmények	.....
4.1.4. Mérendő zajjellemzők	.....
4.1.5. Az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint meghatározása	.....
4.1.6. A mérési idő megválasztása	.....
4.1.7. A vizsgálat során meghatározott zajjellemzők	.....
4.1.8. A vizsgálati eredmények értékelése és közzlése	.....
4.1.9. A zajmérő műszer kiválasztásának általános szempontjai és előkészítése a mérésekhez	.....
4.1.10. Zajcsillapítás vizsgálata spektrális zajszint méréssel	.....
4.2. A kézre ható munkahelyi rezgések vizsgálata	.....
4.2.1. A mérőműszer kiválasztása	.....
4.2.1.1. A rezgésérzékelők elhelyezése és felerősítése	.....
4.2.2. Mérendő rezgésjellemzők	.....
4.2.3. Igénybevételi feltételek és terhelési idő, megítélési idő, mérési idő	.....

4.2.4.	A vizsgálati eredmények meghatározása	
4.2.5.	A vizsgálati eredmények értékelése	
4.2.6.	A vizsgálati eredmények közzlése	
4.3.	Az egész testre ható munkahelyi rezgések vizsgálata	
4.3.1.	A mérések frekvenciatartománya és a mérendő értékek	
4.3.2.	A mérőműszerek kiválasztása	
4.3.3.	A mérés előkészítése	
4.3.4.	A mérési eljárás	
4.3.5.	A vizsgálati eredmények meghatározása	
4.3.6.	A vizsgálati eredmények értékelése	
4.3.7.	A vizsgálati eredmények közzlése	
Mellékletek	.....

1. BEVEZETÉS

Az Országos Munkavédelmi Képző és Továbbképző képzéseinek hallgatói a későbbiekben, gyakorlati munkájuk során gyakran kerülnek olyan helyzetbe, hogy a munkahelyi zajterhelés és a rezgéshatások tényleges mértékének a megítélése lesz a feladatuk. Akár a munkáltató által rendelkezésre bocsátott mérőműszerekkel kell méréseket végezni, akár külső szakkéggel elvégzett mérések esetén, a munkabiztonsági szakembereknek megfelelő jártassággal kell rendelkezniük a zaj- és rezgéstechikai mérések területén ahhoz, hogy megfelelő módon minősíteni tudják a vizsgált zaj- és rezgésterhelés megfelelőségét.

A hallgatók a tárgy elméleti alapjait a Zajelhárítás című tantárgy keretében megismerik, ezt a módszertani útmutató összeállításakor figyelembe vettük. A módszertani útmutató célja, hogy a hallgatóknak segítséget nyújtsunk a tárgy keretében elvégzendő mérési gyakorlatok teljesítéséhez, azonban ezen túlmutatóan, az anyagban közölt részletesebb ismertetés igen hasznos lehet a későbbi „éles” helyzetekben a zaj- és rezgésmérések során és a vizsgálati eredmények értékelésében.

A módszertani útmutató első részében a zaj- és rezgéstechikai mérések alapismereteit vesszük át, részben tematikus átfedésben a Zajelhárítás című jegyzettel, majd a mérésekre vonatkozó részletes előírásokat ismertetjük, végül pedig ~~három~~ alapvető mérési gyakorlatot és a mérési jegyzőkönyveket tekintjük át. A ~~három~~ mérési gyakorlat: az egyenértékű A-hangnyomásszint meghatározása, a zajcsillapítás mérése ~~és a kézre ható rezgéshatások műszeres vizsgálata~~.

Bízunk abban, hogy jelen módszertani útmutató hallgatóink számára nemcsak tanulmányaik során, hanem gyakorlati munkájuk során is hasznos segédeszköz lesz.

2. ZAJ- ÉS REZGÉSMÉRÉSI ALAPISMERETEK

Az általunk leggyakrabban vizsgált hangok frekvenciája a 20 Hz–20 000 Hz tartományba esik, a vizsgált rezgések frekvenciája pedig az 1 Hz–1000 Hz tartományba. Az időben erősen változó fizikai jelenségek esetében a megfigyelt időfüggvény közvetlenül nem alkalmas minősítést megalapozó megítélésre. Az időfüggvény figyelése természetesen a műszer feladata, hiszen a közvetlen megfigyelés a szpora változás miatt nem lehetséges.

A tényleges mérések során, illetve a szabványos értékeléseknél általában nem a csúcs (*peak*) értékre vagyunk kíváncsiak, hanem valamiféle átlagértéket szeretnénk képezni. A zaj- és rezgésmérések esetében a *négyzetes átlagérték*, vagyis az *effektív érték* a minősítésre szolgáló fizikai mennyiség, a zajméréseknél annak decibelben kifejezett nagysága.

Vizsgáljuk meg, hogy az átlagolást milyen időtartammal, illetve milyen időhatárok között végezzük.

Legáltalánosabb eset, amikor az átlagolás időtartama a szabványos megítélési idő. Ez esetenként többórás átlagolást jelenthet. Az ily módon megállapított hosszúidejű átlagértéket *egyenértéknek* nevezzük. Ennek megfelelően létezik: *egyenértékű hangnyomás(szint)*, *egyenértékű rezgésyorsulás* stb.

Akusztikai vizsgálatoknál a mérőműszerbe beiktatjuk a fül sajátosságait közelítőleg figyelembevevő és a szakmai fejlődés során általánosan elfogadott *A-szűrőt*, így mind a munkahelyi, mind a környezeti vizsgálatoknál a minősítés alapjául szolgáló immissziós zajjellemzőt *egyenértékű A-hangnyomásszintnek* (L_{Aeq}) nevezzük, vagyis az egyenértékű A-hangnyomásszint a zajimmisszió t_1 – t_2 időhatárok között mért hosszúidejű átlagértéke, dB-ben megadva.

Az *egyenértékű A-hangnyomásszint* meghatározásának matematikai összefüggése – fontosságára tekintettel – mind a környezeti, mind a munkahelyi zajterhelés vizsgálatát rögzítő rendeletben és szabványokban (MSZ 18150–1:1998 1. összefüggés ; MSZ 18150-2:1984 2. összefüggés) szerepel:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (1)$$

ahol: $p_A(t)$ az A-szűrővel súlyozott hangnyomás időfüggvény

p_0 a hangnyomás alapérték

t_2 – t_1 az átlagolás időtartama t_1 időponttól t_2 időpontig

A zajmérő műszer a mérés során $\overline{a^2(t)}$ -vel arányos zajterhelést (hangnyomás-szintet) végül dB-ben jelzi ki.

Rezgésmérések esetében nem terjedt el kellő általánossággal a rezgésjellemző decibelben történő megadása. Ott tehát az egyenértékű rezgésjellemző (súlyozott egyenértékű rezgésgyorsulás, stb.) a minősítendő paraméter. Az egyenérték képzése az

$$a_{eq} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a^2(t) dt} \quad (2)$$

összefüggéssel történik, ez sem más tehát, mint a rezgésjellemző effektív értéke.

Az eddig tárgyalt átlagolási eljárás jellegzetessége, hogy jól meghatározott t_1 kezdeti időponttól t_2 befejezési időpontig történik. Ezt *hosszúidejű átlagolásnak* nevezzük, hiszen a gyakorlatban ez az időtartam néhány s-től több óráig terjedhet. A mérés lebonyolításakor a műszert t_1 időpontban elindítjuk, majd t_2 időpontban leolvassuk az addigi mérési idő alatt a műszer által mért egyenértéket.

A hosszúidejű átlagérték mellett esetenként szükség lehet a pillanatnyi hangnyomás-szint vagy rezgésjellemző leolvasására is. Erre a *rövid idejű átlagolás* teremt lehetőséget. Ne tévesszen meg bennünket a szokásos *pillanatérték* szóhasználat, a műszeren kijelzett pillanatérték nem a hangnyomás $p(t)$ vagy a rezgésjellemző $a(t)$ időfüggvénye, hanem maga is egy átlagérték, a rövid idejű átlagérték.

A rövid idejű átlagolás időtartamát tekintve az *S* lassú és az *F* gyors időálló alkalmazása terjedt el a zajmérő műszerekben. Első közelítésben tekintsük úgy, hogy az *S* időállóval kijelzett érték az utolsó 1 s átlagértéke, az *F* időállóval kijelzett átlagérték pedig az utolsó 0,125 s átlagértéke. Az áramkörü megvalósítás nehézségei miatt a műszerek exponenciális időablakkal történő átlagolást végeznek. Ez azt jelenti, hogy – időben visszafelé haladva – a zajeseményekre a műszer egyre kevésbé emlékszik, *de emlékszik*. Gyakorlatban tehát egy rövid, de nagy energiájú zajesemény elhangzása után még sokáig lesz kijelzett érték, a műszer mutatója fokozatosan ereszkedik vissza, esetenként sokáig kell várni, amíg a műszer ismét leolvashatóvá válik.

A különböző időálló alkalmazása nem jelenti azt, hogy egyikkel kisebb zajt mérnénk, mint a másikkal. Bár némelyik szabvány előírja, hogy a mérést melyik időállóval végezzük, valójában a leolvashatóság alapján kell kiválasztani a megfelelőbbet. Az *S* időálló nyugodtabb, pontosabb leolvasást biztosít, ezért a mérési feladatok többségénél előnyösebb. Az *F* időálló viszont hasznos lehet, ha a mérendő állandó zajt rövid, de nagy energiájú, zavaró hangesemények kísérik, például kutyaugatás a környezeti mérések során.

A rezgésméréseknél az *S* és *F* időállóknál nagyobb, 10 s-os időállandót is szokás alkalmazni a rezgésjelek lassabb változása és kisméretű jellege miatt.

A zajméréseknél alkalmazunk még egy fontos időállandót, az impulzus „I” időállandót. Ennél az átlagolás időtartama $T = 0,035$ s, viszont a műszerben működik egy tartóáramkör, amely az átlagolt maximum kijelzése után lassan enged vissza a műszer mutatóját, hogy legyen időnk a maximumot leolvasni.

Az így mért L_{Amax} *impulzus maximum* érték tehát maga is egy rövid idejű átlagérték, nem pedig az időfüggvényen értelmezett *peak* abszolút csúcserték!

Az impulzus időállandóval mért maximum értéknek a zaj halláskárosodás szerinti megítélésénél van jelentősége, mivel a fülünket az impulzusos zajok – ugyanakkora L_{Aeq} egyenérték mellett – jobban károsítják, mint a monoton zajok. Szabvány szerint a zaj impulzusos jellege akkor állapítható meg, ha az *impulzus* időállandóval mért maximumok legalább 3 dB-lel nagyobbak, mint az *S* időállandóval mért maximumok.

2.1. Frekvenciasávós mérések

Az akusztikai és rezgésjelenségek frekvenciafüggősége miatt azonban mindenképpen szükséges volt valamilyen módon hozzárendelt frekvenciával jellemezni azokat.

A megoldást az jelentette, hogy az időfüggvény elemzése helyett azt adjuk meg, hogy a hang vagy rezgésjelenség energiatartalma milyen frekvenciatartományban jelenik meg, illetve a teljes frekvenciaskála sávokra való felosztása esetén mennyi energia van az egyes frekvenciasávokban.

Energia alatt – itt is és általában – energia jellegű mennyiségeket, tehát hangteljesítményt, hangintenzitást, zajterhelést, vagy effektív értékük négyzetével(!) adott bármilyen mennyiséget, rezgésjellemzőt érthetünk.

Az energiatartalmat az egyes sávokban szokásosan decibelben adjuk meg és oszlopdiagramban ábrázoljuk. Az egyes sávok energiáit összeadva a hang- vagy rezgésjelenség összenergiáját nyerjük. Az összegzés természetesen decibelben történik.

A gyakorlatban oktávsvávós és harmad-oktávsvávós (tercsávós) spektrumokat használunk, bár ezeknél keskenyebb sávú spektrumok is előfordulnak. A frekvencia lépték logaritmikus, ami azt jelenti, hogy az *oktávsvávós spektrum* esetében az egymást követő oszlopokhoz tartozó frekvencia rendre duplázódik, a *tercsávós spektrumnál* viszont minden egyes oktávsvávot további három részre osztunk, vagyis az egymást követő frekvenciák $2^{1/3}$ -szorosai az előzőnek.

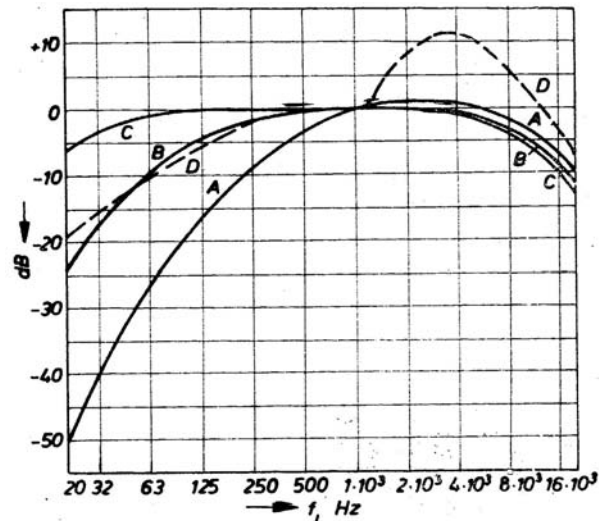
Kézenfekvőnek tűnik, ám mégis sokszor elhanyagolják annak a megadását, hogy *minek* a spektrumát ábrázolják. Hangjelenségek esetén mindenképpen fel kell tüntetni, hogy az *A-szűrő* be volt-e iktatva a mérőkörbe (*A-súlyozott spektrum*) vagy pedig nem (*lineáris spektrum*). Rezgésjelenségek esetén meg kell adni a rezgésjellemzőt (kitérés, sebesség vagy gyorsulás), és meg kell adni azt, hogy volt-e valamilyen súlyozó szűrő a mérőkörbe iktatva.

2.2. Súlyozó szűrők

A zaj- és rezgésmérések terén a súlyozó szűrőknek kulcsfontosságú szerepe van. Mint tudjuk, hallószervünk frekvenciafüggőségét a műszerbe iktatott *A-szűrővel* vesszük figyelembe.

A 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet szerint a munkahelyeken fellépő zajterhelés vizsgálatát, a zajszintmérő „A” és „C” súlyozó szűrőjével kell elvégezni.

Az „A” és „C” szűrő frekvenciamenetét az *1. ábrán* láthatjuk.



1. ábra

Testünk rezgésekkel szembeni érzékenysége ugyancsak frekvenciafüggő, ezért a rezgésméréseknél is súlyozó szűrőket alkalmazunk, mégpedig más súlyozó szűrőt a helyileg ható rezgéseknél, más súlyozó szűrőt az egész testre ható rezgéseknél függőleges irányban, mást oldalirányban, és másfélét a rezgések környezeti megítélésénél. A különféle súlyozó szűrők frekvenciamenetét a vonatkozó előírások tartalmazzák.

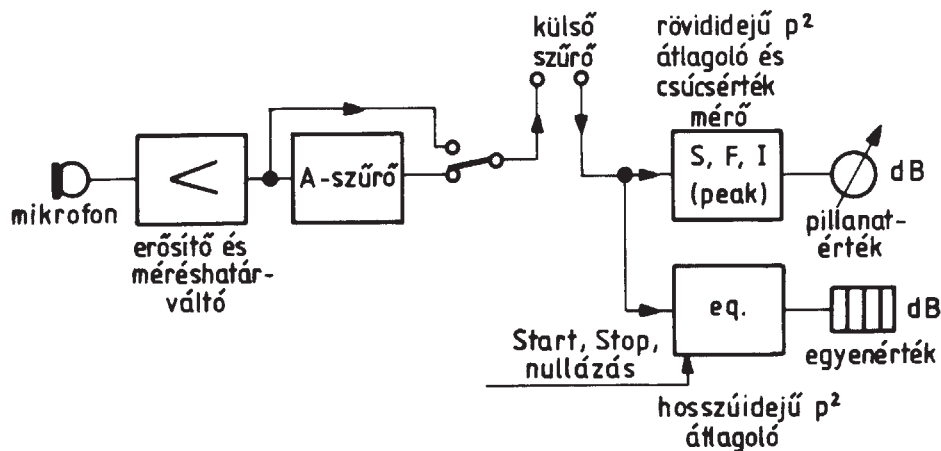
A spektrum felvételénél használatos oktáv- és terciszűrők olyan súlyozó szűrők, amelyek csak a meghatározott tartományba eső frekvenciájú összetevőket engedik át (sávszűrők), míg az alsó határfrekvencia alatt és a felső határfrekvencia felett gyakorlatilag minden összetevőt elnyomnak.

Fontosságuk miatt az oktávszűrőket vagy a terciszűrőket a zajmérőkbe beépítik, vagy pedig biztosítják a külső szűrő csatlakoztatásának lehetőségét. A készletből átkapcsoló segítségével felváltva iktathatjuk be a vizsgálni kívánt frekvenciasávhoz tartozó szűrőt. A zajmérőkben általában az *A-szűrővel együtt is* használhatjuk a sávszűrő készletet, így nyerhetjük az előbb említett *A-súlyozott spektrumot*.

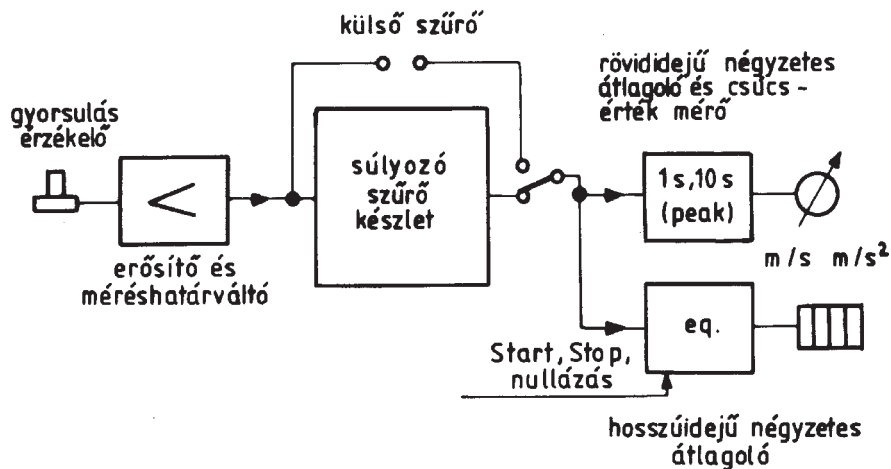
Valamely speciális súlyozó szűrő hiánya esetén lehetőség van arra, hogy a sávszűrő készlettel felvegyük a spektrumot, majd a kívánt súlyozási karakterisztikát – ha táblázatos formában rendelkezésre áll – számítással vegyük figyelembe.

2.3. A zaj- és rezgésmérő műszerek felépítése

Az eddigiek alapján nem okoz nehézséget a zajmérő műszer (2. ábra) és a rezgésmérő műszer (3. ábra) szokásos felépítésének felrajzolása. A konkrét műszerek tényleges felépítése ezektől természetesen eltérhet. Ide tartozik, hogy mind gyakrabban találkozhatunk mikroszámítógépet tartalmazó műszerekkel, amelyekkel számos további speciális mérési funkció végezhető.



2. ábra: A zajmérő műszer elvi felépítése



3. ábra: A rezgésmérő műszer elvi felépítése

A rezgésmérők és a zajmérők közti alapvető különbséget az érzékelő, az elektro-mechanikus átalakító jelenti, amely a zajmérők esetében szokásosan egy kondenzátormikrofon, a rezgésmérőknél pedig egy piezoelektromos gyorsulásérzékelő. Eltérő természetesen a vizsgálandó frekvenciatartomány, és eltérőek a beépített súlyozó szűrők is. A jelet feldolgozó elektronika lényegileg megegyezik, bár az időállandók az igényeknek megfelelően eltérnek. Különbözik általában a kijelző műszer skálázása is.

A rezgésmérők specialitása, hogy biztosítják a lehetőségét annak, hogy a gyorsulásérzékelő gyorsulásjelét sebességjellé (sebesség időfüggvényé) és kitérésjellé (kitérés időfüggvényé) alakítsuk. Erre az úgynevezett *integrátor* szolgál, amely gyakorlati megvalósítását tekintve maga is egy súlyozó szűrő.

A rezgésmérések esetében igény lehet, hogy a mérést egyidejűleg végezzük a térbeli derékszögű koordináta-rendszer mindhárom irányában. Ez elvileg három független műszer egybeépítését és három érzékelő alkalmazását jelenti.

A műszerekbe épített rövididejű átlagoló és így a pillanatérték kijelzése viszonylag egyszerű áramkörökkel megoldható. A hosszúidejű átlag (egyenérték) mérése azonban mikroprocesszor technikát igényel, ezért az egyenérték mérésére is alkalmas műszerek jelentősen drágábbak.

Pontosság szempontjából a műszerek több osztályba sorolhatók. A jogkövetkezménnyel járó méréseknél az OMH által hitelesített, I. pontossági osztályú, precíziós műszerek alkalmazása szükséges.

A műszerek alkalmazásának módját – a mikrofon elhelyezése, a rezgésérzékelő felerősítése, a műszer leolvasása – a vonatkozó előírások részletesen tartalmazzák. Ezek figyelmen kívül hagyása komoly mérési hibákhoz vezethet.

3. A MUNKAHELYI ZAJ- ÉS REZGÉS- VIZSGÁLATOKRA VONATKOZÓ RÉSZLETES ELŐÍRÁSOK

3.1. A munkahelyi zaj mérésére vonatkozó előírások

3.1.1 A mérés módszere

A munkahelyeken fellépő zajterhelés vizsgálatát, a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről szóló 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet alapján kell végezni a következők szerint.

3.1.1.1. A mérőrendszerrel kapcsolatos követelmények, a mérési pontok és vizsgálandó munkahelyek kiválasztása, üzemelési körülmények

A zajmérést legalább 1. pontossági osztályú integráló zajszintmérővel kell elvégezni. A munkavállaló zajexpozíciójának ($L_{EX,8h}$) méréséhez megengedett a 2. pontossági osztályú integráló zajdózismérő alkalmazása.

A mérést a zajszintmérő „A” és „C” súlyozó szűrőjével kell elvégezni.

A mérési pontot általában a munkavállaló fülétől 50 cm-en belül kell kijelölni. Ha ez nem alkalmazható, akkor a mérési pontot a munkavállaló szokásos tartózkodási helyén, álló munkavégzés esetén 1,5 m, ülő munkavégzés esetén 1,25 m magasságban kell kijelölni.

Megjegyzés: Ha a munkahelyen a zajterhelés független a munkavállaló tevékenységétől, akkor a mérés elvégezhető a munkavállaló távollétében is.

A munkavállalót érő zaj minősítéséhez a munkavállaló munkahelyén, illetve több munkahely esetén a zajterhelés szempontjából jellemző munkahelyein kell az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet és az L_{max} legnagyobb hangnyomásszintet mérni.

Egy üzemrész (műhely) részletes ellenőrzése során a vizsgálandó munkahelyeket, munkafolyamatokat úgy kell megválasztani, hogy a vizsgálat lehetőség szerint az üzemrész minden egyes munkavállalójának zajterhelésére jellemző eredményeket adjon. A vizsgált munkavállalók, illetve ezek munkahelyei között szerepelnie kell az üzemrészben a legkedvezőtlenebb zajterhelésnek kitett munkavállalónak, illetve legkedvezőtlenebb munkahelynek, munkafolyamatnak.

A méréseket a munkavállalók szokásos tevékenysége közben, illetve a zajforrások üzemszerű működése mellett kell elvégezni. A nem munkafolyamatból származó, de rendszeresen jelentkező, illetve ki nem küszöbölhető zajokat (pl. más üzemrész zaja, közlekedési zaj) is számításba kell venni, viszont nem kell számításba venni az

olyan zajokat, amelyek nem a munkafolyamathoz kapcsolódnak, és kiküszöbölhetőek (pl. kiabálás, rádió-, magnetofon-működtetés stb.).

A mérés alatt a helyiség nyílászáró szerkezeteit csukva kell tartani (kivétel ez alól a szellőző-, illetve szellőztetés céljából rendszeresen nyitva tartott nyílás vagy más, nem zárható nyílás).

A zajszintmérőt a mérések előtt és után a műszerkönyv előírásai szerint kalibrálni kell.

3.1.1.1. A vizsgálati eljárás

MÉRENDŐ ZAJJELLEMZŐK

A vizsgálatok során az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet, L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszintet és az L_{max} legnagyobb hangnyomásszintet kell mérésrel meghatározni az alábbiak szerint.

Az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet integráló zajszintmérővel kell mérni.

Az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszint értékét dB-ben az (1.) képlet szerint kell meghatározni.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_m} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (1.)$$

ahol: $p_a(t)$ az A-szűrővel súlyozott hangnyomás időfüggvénye Pa-ban,
 $p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa az alapszint,
 t_1 a mérési idő kezdete,
 t_2 a mérési idő vége,
 $T_m = (t_2 - t_1)$ a mérési idő s-ban.

Megjegyzés: Ha a mérést a teljes értékelési időben folyamatosan végzik, akkor $T_m = \tau$

Ha a munkavállaló az értékelési időben változó tevékenységet folytat, illetve különböző munkahelyeken tartózkodik, akkor az értékelési időt célszerű részeitekre bontani. Ekkor a részeitők az egyes tevékenységek idejét, illetve az egyes munkahelyeken való tartózkodási időt jelentik.

Az értékelési idő a munkavállaló tevékenységétől függetlenül is felbontható olyan részeitőkre, amelyeken belül a zaj az idő függvényében azonos jelleggel változik vagy állandó, de az egyes részeitőkre vonatkoztatott $L_{Aeq,i}$ egyenértékű A-hangnyomásszintek eltérőek.

Az értékelési idő részeitőkre bontása esetén minden egyes „i” részeitőre meg kell mérni a zaj $L_{Aeq,i}$ egyenértékű A-hangnyomásszintjét, majd a (2.) összefüggéssel ki kell számítani az értékelési időre vonatkozó L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet, dB-ben:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^n \tau_i 10^{0,1 L_{Aeq,i}} \right] \quad (2.)$$

ahol: $L_{Aeq,i}$ az i-edik részidőben ható zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje dB-ben,
 τ_i az i-edik részidő tartama s-ban,
 $\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i$ az értékelési idő s-ban
 n a részidők száma.

Változó zajok esetén a mérési idő legalább 10 perc legyen, de a zaj jellegétől függően sokszor ennél lényegesen hosszabb mérési időt kell választani.

Megjegyzés: Ha a munkavállaló egyes tevékenységei eltérő zajt okoznak, illetve ha a munkahelyen a munkaeszközök változó zajkibocsátással működnek, vagy ha a munkavállaló változó munkahelyeken végez tevékenységet, akkor különösen ajánlott ezeket az eltérő zajokat külön-külön mérni, és feljegyezni a zajokozás körülményeit, mert ez a későbbi zajvédelmi intézkedések eredményességének értékelését egyértelműbbé teszi.

A munkavállalót érő zajexpozíció mérése elvégezhető a munkavállaló tevékenységét és mozgását folyamatosan követő mérőműszerrel (például személyi zaj dózismérővel) is.

Az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint az értékelési idő alatt a „C” súlyozószűrővel és a zajszintmérő csúcs (peak) időállandójával mért legnagyobb C-hangnyomásszint, dB-ben.

A megfelelő csillapítású egyéni hallásvédő eszköz kiválasztásához a munkavállalót érő zaj

- a) értékelési időre vonatkoztatott, illetve
- b) eltérő zajterhelést okozó munkafolyamatok esetén az egyes munkafolyamatok időtartamára vonatkoztatott L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszintjét is meg kell határozni. Az L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszintet a (1.) és (2.) képletek szerint kell meghatározni azzal az eltéréssel, hogy a zajszintmérő A-súlyozószűrője helyett a C-súlyozó szűrőjét kell alkalmazni.

A MEGÍTÉLÉSI, ÉRTÉKELÉS, MÉRÉSI ÉS VONATKOZTATÁSI IDŐ

A T megítélési idő 8 óra (28 800 s) a műszak, illetve a zajhatás időtartamától függetlenül.

A τ értékelési idő egyenlő a műszak időtartamával.

A T_m mérési időt elvileg az értékelési idővel azonosnak kell választani.

A gyakorlatban a zaj jellegétől, illetve a munkavállaló tevékenységétől függően rövidebb mérési idő is választható, ha az így meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszint az értékelési időre, illetve a munkavállaló adott tevékenységére jellemzőnek tekinthető, azaz a mérést az értékelési időn belül, illetve ugyanazon tevékenység esetén megismételve a mérési eredmények legfeljebb 3 dB-lel különböznek egymástól.

A vonatkoztatási idő (T_v) az az időtartam, amelyre a zajhatást, illetőleg annak egyenértékű A-hangnyomásszintjét vonatkoztatják, illetve jellemzőnek tartják.

3.1.2.A vizsgálati eredmények értékelése

Az $L_{EX,8h}$ zajexpozíció meghatározásához első lépésben meg kell határozni az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet a τ értékelési időre vonatkozóan. Az L_{Aeq} meghatározását követően a munkavállalót érő zajexpozíciót a (3.) képlettel kell kiszámítani.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{\tau}{T} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq}} \right) \quad (3.)$$

ahol: L_{Aeq} a zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje dB-ben, a τ értékelési időre vonatkoztatva,
 τ az értékelési idő s-ban,
 $T = 28\,800$ s a megítélési idő

Megjegyzés: Az eredményt egész decibelre kerekítve kell megadni.

Ha a munkavállaló a szokásostól lényegesen eltérő heti munkaidő-beosztásban dolgozik, illetve ha a munkahét egyes napjain a munkavállaló zajterhelése jelentősen eltérő (és ez a munkavállalót érő zaj minősítése szempontjából lényeges), akkor az $L_{EX,8h}$ zajexpozíciót dB-ben a (4.) képlettel, egyheti időtartamra kell számítani.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left(\frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 10^{0,1 \cdot L_{EX,8h,i}} \right) \quad (4.)$$

ahol: $L_{EX,8h,i}$ a zajexpozíció dB-ben a munkahét i-edik munkanapján.

Megjegyzés: A munkahétre vonatkoztatott $L_{EX,8h}$ zajexpozíció az (5.) összefüggéssel is meghatározható.

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{40} \sum_{i=1}^n \tau_i 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,i}} \right] \quad (5.)$$

ahol: $L_{Aeq,i}$ a munkahét folyamán, valamely munkanapon, az i-edik részidőben ható zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje dB-ben,

τ_i az i-edik részidő tartama órában,
n a részidők száma.

Megjegyzés: A munkahét folyamán, az adott munkanapon belül vagy a munkanapokon ismétlődően előforduló, és azonos egyenértékű A-hangnyomásszinttel jellemezhető zajhatások összevonhatóak.

Az egyéni hallásvédő eszköz használata mellett a munkavállalót érő zajexpozíciót, azaz a munkavállalót érő egyenértékű A-hangnyomásszintet (L_{AM}) a (6.) képlettel kell számítani:

$$L_{AM} = L_{Ceq} - SNR \quad (6.)$$

ahol: L_{Ceq} az értékelési időre meghatározott egyenértékű C-hangnyomásszint
SNR az alkalmazott egyéni hallásvédő védőeszköz legalább 80%-os szinten számított csillapítása (SNR_{80}).

3.1.3. A vizsgálati eredmények közlése

A vizsgálati eredményeket a mérési jegyzőkönyv és a vizsgálati szakvélemény tartalmazza.

A mérési jegyzőkönyv legalább a következőket tartalmazza:

- a vizsgálatot végző szerv megnevezése és címe, a jogosultság igazolása;
- a vizsgálat helye és időpontja;
- a vizsgálat célja;
- hivatkozás a jogszabályra;
- a méréshez használt műszerek és berendezések gyártmánya, típusa;
- a műszerek hitelesítésének időpontja, a hitelesítési bizonylat száma;
- a mérést végzők neve, szükség esetén a jogosultság igazolása;
- a helyszín részletes leírása, vázlatos helyszínrajzzal;
- a zajforrások leírása, helyzete, működése a mérés alatt;
- a zaj jellege (folyamatos, illetve szakaszos, állandó, illetve változó, impulzusos stb.);
- a munkavállaló(k) munkahelyeinek és tevékenységének leírása;
- a mérési pontok leírása, megjelölése a helyszínrajzon;
- az egyes mérések időpontja és időtartama;
- a mérési eredmények, illetve mérési adatok;
- a mérést befolyásoló esetleges körülmények;
- az expozíciónak kitett munkavállalók megnevezése, száma;
- a vizsgálati eredmény(ek);
- dátum és a vizsgálatért felelős aláírása.

A vizsgálati szakvéleménynek legalább a következő adatokat kell tartalmaznia:

- a vizsgálatot végző szerv megnevezése és címe;

- a vizsgálat helye és időpontja;
- a vizsgálat célja (pl. felmérés, járadékigény elbírálása);
- hivatkozás a szabványra;
- a vizsgálati eredmény;
- a vonatkozó határérték;
- a minősítés;
- megjegyzés;
- a vizsgálatért felelős vezető/szakértő aláírása.

3.1.4. Kiegészítő zajvizsgálatok

A szabvány előírásai szerint végzett zajvizsgálat a dolgozó zajterhelésének megállapítására és értékelésére alkalmas, azonban ezek az eredmények a műszaki zajcsökkentés tervezéséhez nem elegendőek, illetve csak korlátozott mértékben alkalmasak. A műszaki zajcsökkentés speciális vizsgálatokat igényel, ezek ismertetése azonban meghaladja a jegyzet lehetőségeit.

A szabvány szerinti mérések mellett általában legalább *a zaj jellemző színeképét* (a zaj spektrális összetevőit) is meg szokták határozni.

A zajszíneképet általában 63 Hz (de legalább 125 Hz) oktáv-sáv középfrekvenciától a 8000 Hz oktáv-sáv középfrekvenciáig terjedő frekvenciatartományban határozzuk meg úgy, hogy a szabványos (63)–125–250–500–1000–2000–4000–8000 Hz oktáv-sáv középfrekvenciákban mérjük az oktáv-hangnyomásszintek értékeit.

Változó zaj esetén célszerűen egyenértékű oktáv-hangnyomásszinteket mérünk.

Az elemzést több, különböző jellegű zajhatás esetén célszerű ezekre külön-külön elvégezni, de legalább a zajterhelés szempontjából meghatározó zajforrást feltétlenül vizsgálnunk kell.

Az így meghatározott színeképeket az egyéni hallásvédő eszközök kiválasztásához is felhasználhatjuk.

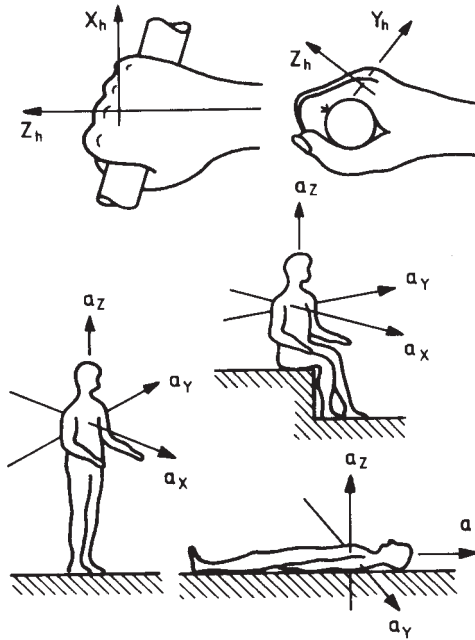
3.2. A munkahelyi rezgések mérésére vonatkozó előírások

A munkahelyi rezgéseket a forrás és a védendő ember helyzete, a károsító hatás támadási módja szerint alapvetően két csoportba: az egész emberi testre és a kézre ható rezgésekre osztjuk fel.

Az emberre ható munkahelyi rezgések a mérési ponthoz illesztett derékszögű koordináta rendszerben kell mérni és értékelni.

A derékszögű koordináta rendszert a kézreható és egésztestre ható rezgések esetén a 4. ábra szerint kell értelmezni.

Az egész emberi testre ható munkahelyi rezgések vizsgálatát az MSZ ISO 2631–1:2002 Mechanikai rezgés és lökés. Az emberre ható egésztest-rezgés értékelése és az MSZ ISO 5805:1994 Emberre ható mechanikus rezgés és lökés. Fogalommeghatározások szabványok előírásai szerint kell végezni.



4. ábra: A mérendő rezgésjellemző (a rezgésgyorsulás effektív értéke, m/s²-ben) a munkahelyi rezgések esetében.

Az egész testre ható rezgések vizsgálatánál a 0,8–80 Hz frekvenciatartományba eső rezgésgyorsulás súlyozott értékeit, vagy a rezgésgyorsulás terc-, illetve oktávsvávokban meghatározott értékeit és a rezgés hatásidejét kell mérni, illetve megadni, a koordináta rendszer X, Y, Z irányában.

A megítélési idő $T = 8$ óra (28 800 s) a műszak, illetve a rezgésterhelés időtartamától függetlenül.

A munkahelyi rezgések hatásának megítélésénél – hasonlóképpen a zajterheléshez – a súlyozott rezgésgyorsulás idő függvényében integrált négyzetes középértékét kell meghatározni, különösen akkor, ha a vizsgált rezgés idő függvényében változó jellegű. A vizsgálatot a napi tényleges munkaidőre (τ) vetítve kell elvégezni, majd azt a T megítélési időre kell átszámítani.

Súlyozott rezgésgyorsulást kétféleképpen lehet mérni. Az egyik lehetőség: ha a vizsgálatot olyan műszerrel végezzük, melybe a szabványok által meghatározott súlyozósűrű be van építve, ha pedig ilyen műszer nem áll rendelkezésre, akkor a másik lehetőség, hogy a vizsgálatot terc-, illetve oktávsváv bontásban végezzük. Ez utóbbi esetben a súlyozott rezgésterhelés értékét az alábbi képlettel kell számítani:

$$a_{eq} = \sqrt{\sum_{j=1}^n a_{eqj}^2 \cdot K_{tj}^2} \quad (7.)$$

ahol: a_{eq} a súlyozott rezgésterhelés értéke, m/s²,
 a_{eqj} a j-edik terc-, illetve oktávsvávban mért egyenértékű rezgésgyorsulás, m/s²,
 K_{tj} a j-edik terc-, illetve oktávsvávhoz tartozó súlyozó tényező,
 n a terc-, illetve oktávsvávok száma.

Az egésztestre ható rezgések súlyozó tényezőit az MSZ ISO 2631–1:2002 Mechanikai rezgés és lökés. Az emberre ható egésztestrezgés értékelése szabvány 3-as és 4-es táblázata, illetve a 2-es és 3-as ábra súlyozó görbéi adják meg.

A napi munkaidő részeit bontásával az egyenértékű rezgés gyorsulás az alábbi képlettel határozható meg:

$$a_{eq\tau} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^m a_{eqi}^2 \cdot \tau_i} \quad (8.)$$

ahol: $a_{eq\tau}$ a τ időre vetített egyenértékű rezgés gyorsulás, m/s^2 ,
 τ_i az i -edik részeit, s,
 τ a napi munkaidő, s,
 m a részeit száma.

Abban az esetben, ha $\tau = T$, akkor a megítélési időre vonatkoztatott $a_{eq} = a_{eq\tau}$. Ha nem, akkor az a_{eqv} a következőképpen számítható:

$$a_{eq} = a_{eq\tau} \cdot \sqrt{\frac{\tau}{T}} \quad (9.)$$

ahol: τ a napi munkaidő, s,
 T a megítélési idő (28 800 s).

A rezgés expozíció meghatározása az MSZ ISO 2631–1:2002 szabvány 6.1. és 6.5. pontja által meghatározott módon, értékelése a szabvány 7. fejezetében foglaltak figyelembevételével – az $1,4a_{wx}$, $1,4a_{wy}$, a_{wz} (ülő vagy álló dolgozóra meghatározott) derékszögű koordináta-rendszerben, 8 órára vonatkoztatott négyzetes középérték (egyenértékű rezgés gyorsulás) számítása alapján történik.

Ha a rezgés két vagy több irányban összemérhető nagyságú, akkor az egészségkárosodási kockázatot a vektoriálisan összegzett eredő érték alapján kell értékelni.

A megadott mérési és értékelési módszerek fokozott figyelmet igénylő munkahelyekre vonatkozóan nem alkalmazhatók!

A kézre ható munkahelyi rezgések vizsgálatát az MSZ EN ISO 5349–1:2001 Rezgés mérés. A kézre ható munkahelyi rezgések előírásai szabvány szerint kell végezni.

A szabvány szerint meghatározandó 5,6 Hz–1400 Hz frekvenciatartományban a súlyozott rezgésterhelés értékét, vagy terc-, illetve oktáv szűrővel bontott rezgésterhelés értékeit, és a tényleges hatóidőt.

A vizsgálat során a vizsgált kézre illesztett (4. ábra szerinti) derékszögű koordináta-rendszerben mindhárom irányban szükséges a mérést elvégezni.

A kéz/kar rezgés expozíció meghatározása az MSZ EN ISO 5349–1:2001 szabvány 5. pontja által meghatározott módon történjen. Egyirányú gyorsulás érzékelő és/vagy vektoriálisan nem összegző mérőműszer használata esetén ezen szabvány 6.1. pontjában foglaltak szerint kell eljárni.

A használt mérőműszer és mérési módszer feleljen meg az MSZ EN ISO 5349-1:2001 szabvány 4. pontjának.

A kétkézi eszközöknél külön-külön mindegyik kézen el kell végezni a mérést. Az expozíciót a két mérés közül a magasabb értékre kell meghatározni, de a másik értékről is lehet információt szolgáltatni.

A minősítés alapja – és az eltérés az egész testre ható rezgések értékeléséhez képest – a három irányban mért, megítélési időre vonatkoztatott, súlyozott rezgésterhelési értékek közül a legnagyobb.

Egyebekben a szabvány előírásai megegyeznek az egész testre ható rezgések vizsgálatára leírtakkal, kivéve a súlyozó szűrő karakterisztikáját, amelyben lényeges az eltérés az egész testre ható rezgés súlyozó szűrőhöz képest.

Mind az egész testre, mind pedig a kézre ható munkahelyi rezgések vizsgálatánál érvényes, hogy az idő függvényében változó rezgések közvetlen mérésére csak az integráló rezgésmérők alkalmasak. Ilyenek hiányában ezen rezgések terhelését csak tájékoztató pontossággal lehet meghatározni.

4. MUNKAHELYI ZAJ- ÉS REZGÉSMÉRÉSEK GYAKORLATI KIVITELEZÉSE

4.1. A munkavállalókat érő zajexpozícióra vizsgálata

A munkahelyeken a munkavállalókat érő zaj mérése és értékelése alapvetően azt a célt szolgálja, hogy a munkáltató a munkavállalók részére zajvédelmi szempontból egészséges és biztonságos munkahelyi körülményeket biztosítson. E cél megvalósításához elengedhetetlen, hogy a munkáltató ismerje és megfelelően értékelje, elemezze a munkahelyi zajviszonyokat, azaz az Mvt. szerinti kockázatértékelést zajvédelmi szempontból megfelelő részletességgel végezze el.

A maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett zajvizsgálatnál célunk az, hogy egyes munkavállalók, vagy a dolgozók egy meghatározott csoportja zajexpozícióját határozzuk meg.

Ez az előbbi eset általában a munkahelyi zaj okozta halláskárosodás miatt indított járadékügyekben fordul elő, amikor az egészség-, illetve nyugdíjbiztosítási pénztár, vagy a bíróság felkérésére egy adott dolgozó zajterheléséről kell véleményt mondani.

Eltérő feladat az, amikor valamely üzemrész, műhely általános zajvizsgálata során a zaj mérést úgy kell elvégeznünk, hogy a vizsgált üzemrész összes dolgozójára jellemző eredményt kapjunk. Az ilyen vizsgálatnál az üzemrész dolgozóit célszerűen olyan csoportokra osztjuk, hogy egy-egy csoport dolgozóinak zajterhelése azonos legyen.

4.1.1. A mérési pont kijelölése

A mérési pontot általában a munkavállaló fülétől 50 cm-en belül kell kijelölni.

A mérési pontot lehetőleg a munkavállaló szokásos tartózkodási helyén, álló munkavégzés esetén 1,5 m, ülő munkavégzés esetén 1,25 m magasságban kell kijelölni.

Megjegyzés: Ha a munkahelyen a zajterhelés független a munkavállaló tevékenységétől, akkor a mérés elvégezhető a munkavállaló távollétében is.

4.1.2. A vizsgálandó munkahelyek kiválasztása

A munkavállalót érő zaj minősítéséhez a munkavállaló munkahelyén, illetve – több munkahely esetén – a zajterhelés szempontjából jellemző munkahelyein kell az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet és az L_{max} legnagyobb hangnyomásszintet mérni.

Egy meghatározott munkavállalót érő zaj minősítéséhez (pl. kártérítési ügyben) a dolgozó munkahelyén, illetve – több munkahely esetén – a zajterhelés szempontjából jellemző munkahelyein kell az L_{Aeq} egyenértékű és az L_{AI} legnagyobb A-hangnyomásszintet mérni.

Egy üzemszám (műhely) részletes ellenőrzése során a vizsgálandó munkahelyeket, munkafolyamatokat úgy kell megválasztani, hogy a vizsgálat lehetőség szerint az üzemszám minden egyes munkavállalójának zajterhelésére jellemző eredményeket adjon. A vizsgált munkavállalók, illetve ezek munkahelyei között szerepelnie kell az üzemszám a legkedvezőtlenebb zajterhelésnek kitett munkavállalónak, illetve legkedvezőtlenebb munkahelynek, munkafolyamatnak.

A mérés megkezdése előtt tehát alaposan tájékozódni kell a dolgozók napi tevékenységéről. Ha a munkavállalók az esetek többségében nap mint nap ugyanazt, vagy hasonló munkát végeznek, elegendő a napi tevékenységet vizsgálni.

Előfordulhat azonban az is, hogy a dolgozó munkavégzése a zajhatás szempontjából naponta, vagy néhány naponként változik. Ilyen esetekben a dolgozó heti tevékenységét kell vizsgálni és meg kell határozni, hogy a munkahét egyes napjain milyen zajhatásnak van kitéve.

4.1.3. Üzemelési körülmények

A méréseket a munkavállalók szokásos tevékenysége közben, illetve a zajforrások üzemszerű működése mellett kell elvégezni.

Megjegyzés: A legnagyobb hangnyomásszint mérésekor különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a méréskor valóban a legnagyobb zajszintet okozó üzemelési körülmény legyen. Ennek érdekében megengedett, hogy a legnagyobb zajszintet okozó tevékenységet a mérés érdekében célzottan végezzék, illetve az ilyen gépet, berendezést célzottan működtessék. Ezt a tényt, az üzemelési körülmények részletes leírásával, a jegyzőkönyvben rögzíteni kell.

A nem munkafolyamatból származó, de rendszeresen jelentkező, illetve ki nem küszöbölhető zajokat (például más üzemszám zajja, közlekedési zaj) is számításba kell venni.

Nem kell számításba venni az olyan zajokat, amelyek nem a munkafolyamathoz kapcsolódnak, és kiküszöbölhetőek (például kiabálás, rádió-, magnetofon-működtetés stb.).

A mérés alatt a helyiség nyílászáró szerkezeteit csukva kell tartani (kivétel ez alól a szellőző-, illetve szellőztetés céljából rendszeresen nyitva tartott nyílás vagy más, nem zárható nyílás).

Nehezebb a dolgunk, ha a zajos gépeket csak időszakosan használják (pl. kisebb asztalos-gépműhelyekben, TMK-műhelyekben) vagy pedig a zajos kézi műveletek (pl. egyengetés, köszörülés) csak esetenként, rövidebb ideig fordulnak elő.

Ez utóbbi esetben vagy folyamatos, hosszú idejű mérést kell végeznünk, vagy pedig a zajterhelésre jellemző műveleteket külön-külön el kell végeztetnünk a dolgozóval és az egyes tevékenységekre meghatározott mérési eredményekből, valamint az előző fejezet szerinti tevékenységvizsgálatból kell a dolgozó zajterhelését meghatározni.

4.1.4. Mérendő zajjellemzők

Az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszintet az 1. képlet szerint kell mérésrel meghatározni, dB-ben.

A megfelelő csillapítású egyéni hallásvédő eszköz kiválasztásához a munkavállalót érő zaj – értékelési időre vonatkoztatott, illetve eltérő zajterhelést okozó munkafolyamatok esetén az egyes munkafolyamatok időtartamára vonatkoztatott – L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszintjét is meg kell határozni.

Az integráló zajmérő műszer alkalmazásával egy meghatározott időtartamú mérés után az egyenértékű A-hangnyomásszint a műszer digitális kijelzőjén közvetlenül leolvasható. Integráló zajmérővel tehát folyamatos, hosszú idejű (akár az egész műszak idejére is kiterjedő) zajmérést végezhetünk, de rövidebb idejű mérésrel egy-egy munkaművelet, tevékenység során keletkező zaj egyenértékű A-hangnyomásszintjét is meghatározhatjuk.

Ha a dolgozó zajexpozíciója a műszak folyamán két vagy több, jól meghatározott és egymástól elkülönülő rész-zajterhelésből tevődik össze, a teljes műszakra jellemző egyenértékű A-hangnyomásszintet célszerű a részidőre meghatározott mérési eredményekből meghatározni a (2) összefüggés alapján.

Példa: Az L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszint meghatározása

Egy lakatos a 8 órás műszakban 1,6 órán keresztül egyengetést végez, és a fennmaradó időben csendesebb, szerelő tevékenységet folytat, miközben a műhelyben végzett egyéb zajos tevékenységek zaja terheli.

Integráló zajmérővel, a dolgozó füle mellett elhelyezett mikrofonnal a teljes műszak idejében folyamatos mérést végeztünk. A mérés eredményeként meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszint: $L_{Aeq} = 99,3$ dB.

Ugyanitt rövidebb, 10-10 perces mérésekkel az egyes tevékenységekre jellemző A-hangnyomásszinteket is mértük és a következő eredményeket kaptuk:

egyengetés, kalapálás: $L_{Aeq1} = 105-109-102-100-106$ dB

szerelés: $L_{Aeq2} = 89-86-93-91-92$ dB

A fentiek szerint a műszakot két részidőre bontva az alábbi adatokkal számolunk:

A dolgozó $t_1 = 1,6$ órát egyenget, az 5 mérés átlagából számított $L_{Aeq1} = 105$ dB zajszinttel.

A dolgozó napi $t_2 = 6,4$ óra időben $L_{Aeq2} = 91$ dB zajszintű környezetben dolgozik.

A fenti adatokkal a (9) képlet alkalmazásával kiszámítjuk a napi műszakidőre vetített egyenértékű A-hangnyomásszintet és a következő eredményt kapjuk: $L_{Aeq} = 98,7$ dB.

Az eltérés a két érték között 0,6 dB. Ilyen mérési pontosság mellett az ehhez hasonló esetekben tehát elegendő az egyszerűbb részidős mérési módszerrel meghatározni a dolgozók zajterhelését.

Az időben állandó szintű zajok vizsgálatára a szabvány egyszerűbb módszert is megenged. Az ~~MSZ-EN~~ 184:2004 Zajkibocsátás és zajterhelés vizsgálata. Fogalom-meghatározások szabvány szerint állandó zajnak az olyan zajt tekintjük, amelynek A-hangnyomásszintje meghatározott helyen, az idő függvényében legfeljebb 5 dB-lel ingadozik.

Állandó zajok esetében megengedhető az egyenértékű A-hangnyomásszinttel közelítőleg azonos értéket adó közepes A-hangnyomásszint meghatározása. Ez azt jelenti, hogy a zajmérőről közvetlenül leolvasható legalább 10 érték számtani középértékét kell megadni. A zajmérő leolvasását S időállandóval kell végezni.

4.1.5. Az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint meghatározása

Az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint az értékelési idő alatt a „C” súlyozószűrővel és a zajszintmérő csúcs (peak) időállandójával mért legnagyobb C-hangnyomásszint, dB-ben.

4.1.6. A mérési idő megválasztása

A mérési időt elvileg az értékelési idővel azonosnak kell venni. Azonban, mint azt a példánkban is láttuk, a dolgozó tevékenységétől függően rövidebb mérési idő is választható, ha az így meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszint a dolgozó tevékenységére jellemzőnek tekinthető, azaz a mérést az értékelési időn belül megismételve a mérések eredményei legfeljebb 3 dB-lel különböznek egymástól.

4.1.7. A vizsgálat során meghatározott zajjellemzők

A vizsgálatok során a következő zajjellemzőket határozzuk meg:

- A vizsgált munkahelyen a értékelési időre vonatkoztatott zajterhelés: L_{Aeq} dB-ben, egész decibelre kerekítve, a értékelési időre vonatkoztatva.
- A vizsgált tevékenység során, a munkahelyen keletkező zajterhelés egyenértékű A-hangnyomásszintje: L_{Aeq} dB-ben, egész decibelre kerekítve, az adott tevékenységre.

Megjegyzés: Ha meghatározható, akkor javasolt megadni a tevékenységtől származó zajra vonatkozó egyenértékű A-hangnyomásszint T_v vonatkoztatási idejét, az értékelési időben.

- A zajexpozíció a napi 8 óra megítélési időre, vagy öt nyolcórás munkanapból álló munkahétre vonatkoztatva, egész decibelre kerekítve.

Megjegyzés: Az $L_{EX,8h}$ zajexpozíció meghatározható az azonos tevékenységet folytató, illetve azonos zajterhelésű munkahelyen tevékenységet végző munkavállalók csoportjára is (például: lakatosok, hegesztők, asztalosipari gépkezelők).

- A munkahelyen fellépő zaj legnagyobb C-hangnyomásszintje: L_{max} dB-ben, egész decibelre kerekítve.

4.1.8. A vizsgálati eredmények értékelése és közlése

A zajexpozíció, illetve a zajterhelés a követelménynek megfelel, ha az $L_{EX,8h}$ zajexpozíció és/vagy az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint legalább 3 dB-lel kisebb a követelményértéknél, illetve ha a mérést megismételve a két vizsgálat eredményének átlaga kisebb vagy egyenlő a követelményértékkel.

A zajexpozíció, illetve a zajterhelés a követelménynek nem felel meg, ha a $L_{EX,8h}$ zajexpozíció legalább 2 dB-lel nagyobb a követelményértéknél, illetve ha a mérést megismételve a két vizsgálat eredményének átlaga nagyobb a követelményértéknél, és/vagy az L_{max} legnagyobb hangnyomásszint nagyobb a követelményértéknél.

4.1.9. A zajmérő műszer kiválasztásának általános szempontjai és előkészítése a mérésekhez

A dolgozók zajterhelésének vizsgálatához – mint már a mérési előírásra hivatkozva említettük – egyenértékű A-hangnyomásszint mérésére alkalmas integráló zajmérő műszer szükséges.

Az üzemi zajvizsgálatokhoz ún. szabad hangtérre kalibrált, általában $1/2''$ -os, vagy $1''$ -os átmérőjű kondenzátor mikrofonokat alkalmazunk. A mikrofonok kiválasztása igen fontos része a mérési előkészületeknek, mert a mikrofon meghatározhatja a mérési tartományokat mind a mérhető frekvencia, mind pedig a mérhető hangnyomásszint vonatkozásában. E téren egyértelműen eligazít bennünket a mikrofonokhoz mellékelt gyári adatlap és bemért karakterisztika, amelyekből megállapítható, hogy milyen frekvencia-tartományban lineáris, azaz csillapítás nélküli a mikrofon frekvencia-átvitel, továbbá, hogy milyen hangnyomásszint határok között alkalmazható a műszer (pl. 0 dB és 140 dB között).

Az üzemi zajmérésekhez alkalmazott műszerek általában hordozható, telepes áramellátású műszerek. Minden műszer rendelkezik olyan kijelzéssel, amely a telepek állapotát és a feszültség nagyságát jelzi, általában a „Batt.”, kapcsolható állapotban. A műszerek azt is előre jelzik, mikor nem elegendő a telepek feszültsége a pontos méréshez. A telepeket ebben az esetben azonnal cserélni kell. A műszerekhez csak a gyári utasításban meghatározott telepeket szabad használni.

A zajmérő műszereket minden mérés előtt és után kalibrálni (és nem hitelesíteni!) kell. Erre a célra szolgálnak az akusztikai kalibrátorok, az ún. pizstonfonok. A pizstonfon egy olyan gyárilag hitelesített, meghatározott frekvenciájú (általában 250 Hz, vagy 1000 Hz) és hangnyomásszintű (általában 124 dB, vagy 94 dB) kalibrátor, amelyet a mellékelt barométer alapján a légköri nyomás-változáshoz hozzá kell igazítani.

A műszer kalibrálásához a pizstonfont a mikrofon méretének megfelelő betét alkalmazásával a mikrofonra kell helyezni és a műszer „Lin” szűrőállása mellett a megadott dB értékre kell beállítani. Ha eltérést mutat a műszer, akkor az „Adj.” feliratú beállító potenciométer állításával lehet a műszert a kalibrátor hangnyomásszint értékére szabályozni.

Ezt követően a műszer súlyozó szűrőjét az „A” szűrőre kell visszakapcsolni és ezzel a műszer mérésre kész.

4.1.10. Zajcsillapítás vizsgálata spektrális zajszintméréssel

A szabványos zajterhelés vizsgálatok eredményeit nem tudjuk felhasználni a műszaki zajcsökkentés megtervezéséhez. A műszaki zajcsökkentéshez részletesebb és általában speciálisabb vizsgálatok szükségesek.

A zajszínek (spektrumot) általában 63 Hz oktávsvág középfrekvenciától a 8000 Hz oktávsvág középfrekvenciáig terjedő frekvenciatartományban határozzuk meg.

A meghatározott zajszínek táblázatban vagy diagramban adjuk meg.

A fentiek szerint meghatározott zajszínek – a már említett műszaki zajcsökkentésen kívül – elengedhetetlenül fontos a megfelelő egyéni hallásvédő eszközök kiválasztásához.

A mérési gyakorlat során – két zajszínek felvételével – egy zajforrás köré telepített zajcsökkentő burkolat zajcsillapító hatását elemezzük. Ennek érdekében először a zajforrásként használt gép oktávsvág zajszínekét mérjük meg, majd a burkolat elhelyezése után a burkolt gép zajszínekét vesszük fel. Az elemzés során oktávsvágként meghatározzuk a zajcsökkentő burkolat zajcsillapító hatását.

Az eredményeket a mellékelt mérési jegyzőkönyvben táblázatosan szerepeltetjük és diagramban is ábrázoljuk.

4.2. A kézre ható munkahelyi rezgések vizsgálata

A kézre ható munkahelyi rezgések vizsgálatát az MSZ EN ISO 5349-1:2001 Rezgés mérés. A kézre ható munkahelyi rezgések szabvány előírásai szerint végezzük.

A szabvány általános módszereket ír elő a kézre ható rezgéseknek – a derékszögű koordináta rendszerben 6,3...1250 Hz középfrekvenciájú tercsávokban tercszűrővel, 8...1000 Hz középfrekvenciájú oktávsvágokban oktávsvágzűrővel és 5,6...1400 Hz frekvenciatartományban súlyozószűrővel történő – mérésére és a mérési eredmények jegyzőkönyvezésére.

4.2.1. A mérőműszer kiválasztása

A rezgés mérő műszerek általános felépítését már korábban ismertettük. A mérés céljára célszerű effektív értékeket mérő műszereket alkalmazni. Néhány műszer kapcsolható módon a csúcserőértékek kijelzésére és tartására is alkalmas.

Az effektív értékek megállapítására olyan integráló műszert vagy analizátort kell alkalmazni, amely rendelkezik lineáris integráció lehetőségével és lehetővé teszi a (2) képlet szerinti integrál szerinti értékelést.

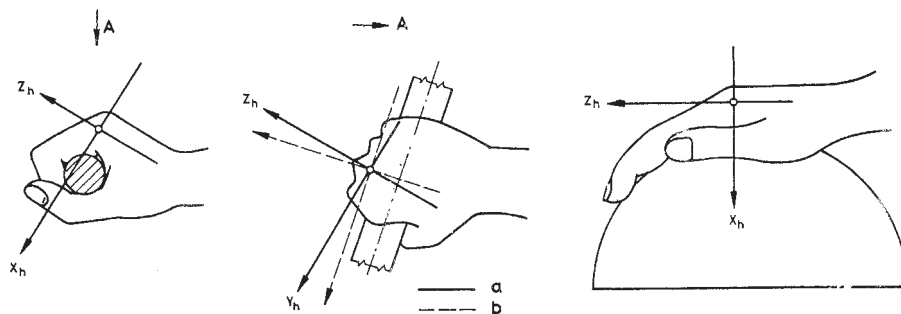
A mérőrendszer frekvenciatartománya legalább 5...1500 Hz legyen.

A mérendő jellemzők érzékelésére általában piezoelektromos elven működő rezgés gyorsulás érzékelőket alkalmazunk.

A mérőműszereket a mérés előtt és után rezgés kalibrátorral ellenőrizni kell. A rezgés kalibrátor hiteles rezgés gyorsulást (általában 1g gyorsulást) adó rezgés forrás.

4.2.1.1. A rezgésérzékelők elhelyezése és felerősítése

A méréseket a derékszögű koordináta rendszer mindhárom tengely irányában el kell végezni. A kéz koordináta rendszereinek értelmezését segíti az 5. ábra.



5. ábra: A kéz koordinátarendszerei

Ha a kezelő keze közvetlenül markolja a rezgő felületet, akkor a rezgésérzékelőt a rezgő szerkezetre kell felerősíteni. Ha a rezgés erőssége jelentősen változik a fogantyú mentén, akkor a rezgésérzékelőt a kézzel érintkező legnagyobb rezgést adó pontra kell rögzíteni. Ha rugalmas elem van beillesztve a kéz és a rezgő szerkezet közé (például rezgéscsillapító fogantyú), akkor megengedhető, hogy az érzékelőt a kéz és a rezgő tárgy között elhelyezkedő megfelelő felületre (például fém fóliára) erősítsük fel.

Figyelmet kell fordítani az érzékelő anyagára, méretére, alakjára és felerősítésére, hogy az ne befolyásolja jelentősen a rezgésátvitelt a vizsgálandó frekvenciatarományban.

4.2.2. Mérendő rezgésjellemzők

A mérések során különböző tengelyek irányában napi műszakidőre vonatkoztatott, súlyozott rezgésgyorsulást vagy az oktáv-, illetve tercsávokban meghatározott rezgésgyorsulást határozzuk meg m/s^2 -ben.

4.2.3. Igénybevételi feltételek és terhelési idő, megítélési idő, mérési idő

A terhelés nagysága és az átvitt energia frekvencia-eloszlása a munka jellegétől és módszerétől, valamint a munkavégző erejétől, súlyától és állóképességétől függően változik. Lényeges, hogy a teljes napi terhelési idő ($T = 8$ óra) meghatározásakor helyesen vegyük figyelembe a változó munkafeltételeket, a tényleges munkavégzés és a munkaszünetek idejét.

A T megítélési idő 8 óra a műszak, illetve a rezgésterhelés időtartamától függetlenül.

A mérési idő (\hat{o}) elvileg megegyezik a napi munkaidővel. Az idő függvényében állandó rezgések esetében rövid, néhány perces mérési idő is elegendő. Az idő függvényében változó rezgések esetében a mérési idő legalább 10 perc legyen. A mérési idő tartamát úgy kell megválasztani, hogy a megismételt mérések eredményei ne tréjenek el 1,4-szeresnél nagyobb mértékben egymástól.

4.2.4. A vizsgálati eredmények meghatározása

A vizsgálati eredmény a mérési pontra meghatározott, megítélési időre vonatkoztatott, súlyozott egyenértékű rezgés gyorsulás m/s^2 -ben és ezt az értéket kell a megengedett rezgésterhelési határértékkel összevetni.

Ha a súlyozott egyenértékű rezgés gyorsulás közvetlen meghatározására alkalmas integráló műszerrel végezték a mérést, és a napi munkaidő megegyezik az előírt megítélési idővel ($\hat{o} = T$), akkor a mérési eredmény közvetlenül összehasonlítható a megengedett rezgésterhelési értékkel.

Ha a napi munkaidő nem egyenlő a megítélési idővel a t értékelési időben mért gyorsulásértékeket a (8) képlettel át kell számítani a $T = 8$ óra megítélési időre.

Ha a napi munkaidő jellemző t_i részidőkre bontható, az ezen részidőkhöz tartozó $a_{eq,i}$ mért gyorsulás értékekből a (7) képlettel számítható a napi munkaidőre vetített egyenértékű rezgés gyorsulás.

Amennyiben a súlyozott rezgés gyorsulást oktáv-, vagy tercésávós méréssel határozzuk meg, a 2. táblázat súlyozó tényezőit figyelembe véve a (6) képlet szerint határozható meg a súlyozott rezgés gyorsulás.

4.2.5. A vizsgálati eredmények értékelése

Kéz/kar rezgés esetén: a napi megengedett expozíciós határérték napi 8 órás referencia-időszakra vonatkoztatva, négyzetes középértékben (rms-ben) mérve $5 m/s^2$, hideg/nedves munkakörnyezetben $2,5 m/s^2$. Továbbá az S időállandóval mért legnagyobb súlyozott gyorsulás az $50 m/s^2$ -et nem lépheti túl.

A prevenció határérték napi 8 órás referencia-időszakra vonatkoztatva $2,5 m/s^2$.

A határérték napi 8 órás behatási időtartamra van megállapítva. Ettől eltérő expozíciós idő esetén a határérték kiszámítására az MSZ EN ISO 5349-1:2001 szabvány 5.3. pontban megadott (2) képlet az irányadó.

4.2.6. A vizsgálati eredmények közlése

A mérési jegyzőkönyvnek a következőket kell tartalmaznia:

- a vizsgálatot végzők megnevezése és címe;
- a vizsgálat időpontja és helye;
- a vizsgálat célja;
- a vonatkozó szabványokra és előírásokra való hivatkozás;

- a rezgésforrások leírása, helyzete és működése a mérések alatt;
- a mérési pontok leírása, megadása;
- a mérésnél használt műszerek és berendezések gyártmánya, típusa, adatai;
- mérési eredmények, adatok, azok feldolgozása, számítások és részeredmények;
- esetleges háttérrezgés jelenléte, eredete, mérési eredményei;
- a vizsgálati eredmény;
- a mérést végzők neve, aláírása.

A vizsgálati szakvélemény a fentiekén kívül még tartalmazza:

- a megengedett rezgés gyorsulás értékeit,
- a vizsgálati eredmények minősítését.

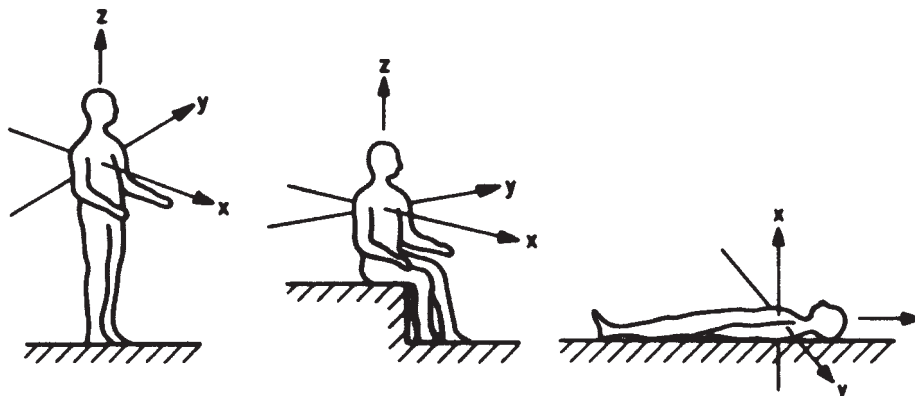
4.3. Az egész testre ható munkahelyi rezgések vizsgálata

Az egész testre ható munkahelyi rezgések vizsgálatra vonatkozó általános szempontokkal a 3.2. fejezetben, illetve a kézre ható rezgések mérésével kapcsolatosan már megismertedtünk. A következőkben a mérésekkel kapcsolatos részletesebb tudnivalókat foglaljuk össze.

4.3.1. A mérések frekvenciatartománya és a mérendő értékek

A mérések frekvenciatartománya 0,7...90 Hz súlyozósűrővel történő mérés esetén, vagy 0,8...80 Hz középfrekvenciájú terc-sávokban, vagy 1...63 Hz középfrekvenciájú oktáv-sávokban terc-, illetve oktáv-sűrővel való mérés esetén.

Az egész testre ható rezgéseket a 6. ábra szerinti koordináta rendszerben határozzuk meg.



6. ábra: A koordináta rendszer értelmezése egész test esetén

A mérés során az egyes tengelyek irányában meg kell határozni az egyenértékű súlyozott rezgés gyorsulást m/s^2 -ben, vagy a terc-, illetve oktáv sávokban mért egyenértékű rezgés gyorsulást kell megállapítani. Ez utóbbi esetben az 1. táblázat szerinti súlyozó tényezőket kell alkalmazni a mérési eredmény kiértékelésekor.

4.3.2. A mérőműszerek kiválasztása

Állandó rezgések esetén bármely a fenti frekvenciatartományban működő a rezgés gyorsulás effektív értékét közvetlenül meghatározó műszert lehet használni.

Változó rezgések esetében az egyenértékű rezgés gyorsulás közvetlen meghatározására alkalmas műszert (pl.: integráló rezgésmérőt) kell használni, amely a mérési időre vonatkoztatott egyenértékű rezgés gyorsulást az alábbi matematikai kifejezés alapján méri:

$$a_{eqh} = \sqrt{\frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} a^2(t) dt} \quad (11.)$$

ahol: a_{eqh} az egyenértékű rezgés gyorsulás a mérési időre vonatkoztatva, m/s^2 ,
 $a(t)$ a rezgés gyorsulás időfüggvénye, m/s^2 ,
 t a mérési idő, s.

Mivel az MSZ ISO 2631–1:2002 szabvány a rezgések megengedett értékeit a Z, illetve X–Y irányokban más-más frekvenciagörbe szerint adja meg, amennyiben súlyozott rezgés gyorsulást mérünk, a súlyozó szűrő feleljen meg a szabvány 3., illetve 4. táblázatában, illetve a 6.4.1. pontban leírtaknak.

4.3.3. A mérés előkészítése

A mérés megkezdése előtt részletesen elemezni kell a dolgozók tevékenységét, mozgását, illetve helyzetét. Különös figyelmet kell fordítani arra, hogy a dolgozó munkavégzése során hol, milyen helyzetben kerül kapcsolatba a rezgésforrással (pl. álló, vagy ülő helyzetben történik-e a munkavégzés).

4.3.4. A mérési eljárás

Az egész testre ható rezgések méréséhez alkalmazott koordinátarendszert az 5. ábrán mutatjuk be. A Z irány a lábtól a fej felé, az X irány a háttól a mell felé, az Y irány a jobb oldalról a bal oldal felé mutat. A X–Y irány a dolgozó esetleges helyváltoztatása közben változhat, ezért a méréseknél gyakran ezt a két irányt összevontan kezeljük. A rezgések vizsgálatát lehetőleg mind a három irányban el kell végezni.

A rezgésérzékelőket arra a helyre kell felerősíteni, ahol a rezgés az emberi testet éri.

Álló helyzetű munkavégzés esetén a rezgésérzékelőt a műhely vagy valamely pódium, esetleg gép vagy jármű padozatára kell elsősorban csavarozással, vagy esetleg mágnessel, illetve ragasztással rögzíteni.

Ülő helyzetű munkavégzés esetén a rezgésérzékelőt szükség szerint az ülőkére, vagy az ülés támlája és a dolgozó háta közé helyezzük el.

A többirányú méréseket megkönnyíti az ún. háromirányú (triaxiális) gyorsulásérzékelő alkalmazása.

4.3.5. A vizsgálati eredmények meghatározása

A rezgés értékelése minden esetben a gyorsulás négyzetes középértékének mérésén alapul a következők szerint.

Állandó rezgés esetén a vizsgálati eredmény a rezgés gyorsulás súlyozott effektív értéke, vagy a terc-, illetve az oktávsvivókban mért effektív érték. Ebben az esetben a súlyozott rezgés gyorsulást a (6), (7), (8) képletek szerint kell meghatározni a 3. és 4. táblázat szerinti súlyozó tényezőkkel

Ha a rezgés 8 órában hat, úgy a mérési eredmény közvetlenül összehasonlítható a 8 órára vonatkozó határértékkel.

Változó rezgés esetén a vizsgálati eredmény a teljes műszakidőre meghatározott egyenértékű súlyozott rezgés gyorsulás, amelyet célszerű beépített súlyozószűrővel rendelkező integráló rezgésmérővel meghatározni.

A rezgésterhelés értékelése a vizsgálati eredmények és a 8 órára vonatkoztatott megengedett értékek összevetésével történik.

A vizsgálatról mérési jegyzőkönyvet és/vagy vizsgálati szakvéleményt készítünk a 4.3.7. pontban leírtak szerint.

4.3.6. A vizsgálati eredmények értékelése

Egész testre ható rezgés esetén: a napi megengedett expozíciós határérték 8 órás referencia-időszakra vonatkoztatva $1,15 \text{ m/s}^2$. A pillanatnyi rezgés gyorsulás csúcserőteke S időállandóval mérve a 10 m/s^2 -et nem haladhatja meg. A prevenciós határérték 8 órás referencia-időszakra vonatkoztatva $0,5 \text{ m/s}^2$.

4.3.7. A vizsgálati eredmények közlése

A vizsgálatok alapján készítendő mérési jegyzőkönyv, illetve szakvélemény tartalmi követelményei megegyeznek a 4.2.6. pontban leírtakkal.

5. MELLÉKLETEK

1. számú melléklet

Munkahelyi zajexpozíció vizsgálatáról készült jegyzőkönyv

1. A vizsgálatot végző szervezet:
.....
.....
2. A vizsgálatot végző személyek:
.....
.....
3. A jegyzőkönyvet készítette:
4. Megrendelő:

[Cégnév]:
.....

[Cím]:
.....

A megrendelő képviselője [Név]:
- A vizsgálatok során jelen volt [Név]:
5. A vizsgálatok célja:
A megrendelő üzemében a munkavállalókat érő zaj $T = 8$ óra megítélési időre vonatkozó zajexpozíciójának ($L_{EX,8h}$) meghatározása, illetve a munkavállalót érő egyenértékű A-hangnyomásszint (L_{AM}) vizsgálata és értékelése az alábbi rendelkezések vonatkozó előírásai alapján:
[66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről.
3/2002. (II. 8.) SzCsM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.]
6. A vizsgálatok helye és időpontja:
.....

7. A vizsgálatok során alkalmazott műszerek:

Megnevezés	Típus	Gyári szám	Hitelesítés/kalibrálás száma
Integráló zajszintmérő			
Kondenzátor mikrofon			
Pisztonfon			
Akusztikus kalibrátor			

A műszert a vizsgálatok előtt és után **pisztonfonnal**/..... **típusú akusztikus kalibrátorral** ellenőriztük.

8. A helyszín, a zajforrások, és a munkavállalók tevékenységének leírása:

.....

9. A munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó határértékek:

A 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet 3. §-a szerint a napi zajexpozíció szintjére és a legnagyobb hangnyomásszintre vonatkozó zajexpozíciós határértékek, illetve a zajexpozíciós beavatkozási határértékek a következők:

zajexpozíciós határértékek: $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$, illetve
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 200 \text{ Pa [140 dB(C)]}$
 felső beavatkozási határérték: $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$, illetve
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 140 \text{ Pa [137 dB(C)]}$
 alsó beavatkozási határérték: $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$, illetve
 $p_{csúcs} [L_{max}] = 112 \text{ Pa [135 dB(C)]}$

10. A mérési eredmények

Mérési pont	L_{Aeq} (dBA)	L_{Ceq} (dBC)	L_{max} (dBC)	$\hat{\sigma}_i$ (s)	SNR (dB)

Az alaprajzon feltüntetett számok megfelelnek a táblázatokban közölt mérőpontok jeleinek.

12. A munkahelyi zajexpozíció meghatározása:

Munkakör	$L_{EX,8h}$ (dBA)	L_{AM} (dBA)	L_{max} (dBC)	Értékelés

13. A vizsgálati eredmények értékelése:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

[Dátum]

.....
[Név]

2. számú melléklet
Zajcsökkentés hatékonyságának ellenőrzése

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV

A mérés megnevezése: Zajcsökkentő berendezés hatékonyságának vizsgálata

A mérést végezte:
..... t a gozat évf.

Dátum:

A mérés rövid leírása: Zajforrás oktávsváros zajszinképének vizsgálata oktávsváros zajszintmérővel, majd második lépésként zajcsökkentő tokozással ellátott zajforrás oktávsváros zajszinképének felvétele. Vizsgálati eredményként a zajcsökkentő megoldás csillapítását határozzuk meg.

MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Frekvencia (Hz)	akusztikai jellemző mennyiségek (dB)		
	tokozás nélkül	tokozással	csillapítás
63			
125			
250			
500			
1000			
4000			
8000			

ZAJCSILLAPÍTÁSI GÖRBE

zajszint (dB)	frekvencia (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

JEGYZETEK

JEGYZETEK