

---

6729 Szeged–Rendező  
Telefon, fax: +36 62 / 543–930  
Vasútzemeli fax: 06 / 23–26  
E-mail: borosf@mav.hu

# A V43-AS SOROZATÚ MOZDOZDONY ZAJ- ÉS REZGÉSVISZONYAINAK VIZSGÁLATA TANULMÁNY



Készítette:

Boros Ferenc

2008

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék .....	2
Jelölésjegyzék .....	3
Bevezető.....	4
1 A vasút okozta zaj- és rezgésterhelések .....	5
1.1 Elsődleges zajforrás.....	5
1.11 A járműtől függő tényezők: .....	5
1.12 Felépítménytől függő tényezők: .....	5
1.2 Másodlagos zajforrás .....	5
1.3 A vontatójárművek vezetőfülkéjének zajsintje átlagosan a következő értékű: ..	6
1.4 Gördülési zaj (I. összetevő).....	6
1.5 Gépek és segédberendezések zaja (II. összetevő) .....	6
2 A vezetőállások zajsintje .....	9
2.1 Bevezetés .....	9
2.2 A fogaskerekek zajosságának okai.....	11
2.2.1 A fogaskerekek rezgését okozó hatások.....	11
2.2.11 Kapcsolódási impulzus .....	11
2.2.12 Gördülőköri impulzus .....	12
2.2.13 Hibaimpulzus .....	12
2.2.2 A zajhatást befolyásoló tényezők .....	12
2.3 A fogaskerekek rendellenes kopogása .....	13
2.4 Keresztbefutásból származó zajosság.....	14
2.5 A közvetítő fogaskerék csapágyazása .....	15
2.5.1 A közvetítő fogaskerék csapágyának terhelése .....	15
2.5.2 Élettartam .....	16
2.5.3 A csapágy méret meghatározása .....	16
2.5.31 A dinamikus teherbírású gördülőcsapágyak élettartama .....	16
2.5.32 Változó terhelés és fordulatszám .....	17
2.5.33 Az üzemi hőmérséklet hatása a dinamikus terhelhetőségre .....	18
2.6 Személyes megjegyzések.....	18
3 NR görbék és a zajcsökkentés lehetséges módjai .....	20
3.1 NR görbék.....	20
3.2 A zajcsökkentés módozatai.....	22
3.3 A korszerűsítésen belül a mozdony vezetőfülkéinek zaj és rezgésvédelme a következő anyagokkal és módon került kivitelezésre.....	24
3.4 Javaslataim .....	24
4 A vezetőállások zajsintjének mérése .....	27
4.1 A saját mérések kiértékelése .....	29
MŰSZAKI ELŐÍRÁS .....	31
4.2 A Műszaki Előírás általam javasolt kiegészítése .....	46
Zajmérési Jegyzőkönyv .....	55
Felhasznált szakirodalmak .....	58

**Jelölésjegyzék**

a	[mm]	tengelytáv
b	[mm]	fogszélesség
d	[mm]	átmérő
f	[Hz]	frekvencia
f	[ $\mu\text{m}$ ]	profilnyeresés
$f_0$	[Hz]	fogaskerekek alaphang-frekvenciája
$f_1$	[Hz]	fogaskerekek első felhangfrekvenciája
$f_2$	[Hz]	fogfrekvencia
G	[dB]	átviteli veszteség
h	[mm]	fogaskerék fogmagasság
I	[ $\text{W m}^{-2}$ ]	hangintenzitás
j	[mm]	foghézag
$L_A$	[ $\text{dB}_A$ ]	A-hangnyomásszint
$L_{Aeq}$	[ $\text{dB}_A$ ]	egyenértékű A-hangnyomásszint
m	[mm]	modul
mx	[mm]	profileltolás
n	[-]	járókerék lapátszám
n	[ $\text{min}^{-1}$ ]	fordulatszám
$P_n$	[kW]	névleges teljesítmény
$P_1; P_2$	[W]	hangteljesítmény
R	[dB]	hanggátlás
v	[ $\text{km h}^{-1}$ ]	sebesség
$v_{ker}$	[ $\text{m s}^{-1}$ ]	kerületi sebesség
$W^*$	[mm]	fogaskerék többfogméret
Z	[N]	vonóerő
z	[-]	fogszám
$\alpha_0$	[fok]	alaprofilkszög
$\beta$	[fok]	foghajlásszög
$\varepsilon_\gamma$	[-]	kapcsolószám

## Bevezető

A zaj- és rezgésvédelemmel felsőfokú tanulmányaim során kezdtem el foglalkozni, szakdolgozatom témája: A V43 sorozatú mozdony zaj- és rezgésviszonyainak vizsgálata volt. A feladat megoldásakor vizsgálódásaim nemcsak a vezetőfülkékben mérhető zajszint elemzésére, hanem a gépezeti berendezések zajmagatartására is kiterjedtek.

A diploma megszerzéséhez szükséges szakmai gyakorlat egy részét a MÁV Rt. Északi Járműjavító Kft. műhelyeiben töltöttem le. Itt betekintést nyerhettem a zajkeltés szempontjából figyelembe veendő fődarabok javítástechnológiájába is. Az itt szerzett tapasztalataim és a felsőfokú ismereteim ösztönözték e tanulmány megírására.

Szándékom nem a bíráló, hanem az építő jellegű kritika. Ezzel is szeretném felhívni a figyelmet az országosan tapasztalható passzivitásra a zaj- és rezgésvédelemmel kapcsolatban.

Ezúton is szeretném megköszönni a Miskolci Egyetem Gépelemek Tanszékének tanárának, Dr. Kováts Attila egyetemi adjunktusnak és az akkori MÁV Rt. Gépészeti Központ Akusztikai Laboratórium vezetőjének, Kelemen Lajos mérnök főtanácsosnak a segítségét, akik elindítottak és felkészítettek e témakör sajátosságaira, megszeretették velem az akusztika zajvédelemmel kapcsolatos szakterületét.

Szeged, 2008. szeptember 4.

Boros Ferenc  
szerző

## **1 A vasút okozta zaj- és rezgésterhelések**

### **1.1 Elsődleges zajforrás**

A vasúti zaj esetében a gördülési zaj tekintendő elsődleges zajforrásnak. A gördülési zajt a kerék és sín érdessége miatt változó erőhatásokkal előidézett rezgésgerjesztés okozza.

A rezgésgerjesztés hatására a sín és a kerék a zajszintet különböző mértékben sugározza le. A gördülési zaj frekvencia spektrumában 500 Hz alatt a sín, 1000 Hz fölötti tartományban pedig a kerék sugárzása a mértékadó. A kerék gördülése során gerjesztett forgóváz az 500–1000 Hz közötti tartományban sugároz.

A kialakuló zajszint értékét a járműtől, ill. a felépítménytől függő tényezők befolyásolják.

#### **1.11 A járműtől függő tényezők:**

- a kerék futófelületének állapota;
- a fékezési rendszer.

#### **1.12 Felépítménytől függő tényezők:**

- a sín futófelületének állapota;
- a hegesztett / hevederes pálya;
- a váltócsoportok és
- a ragasztott sínkötések.

A kerék és a sín futófelületén lévő hibák: laposodás, felhordás, kagylós kopás növelik az elsugárzott zajszint értékét, ill. a zajszint dinamikáját.

### **1.2 Másodlagos zajforrás**

A vasúti járművek haladása során a kerék- és sínhibák miatt a járműszekrény a forgóváz által gerjesztésre kerül. A forgóváz által gerjesztett járműszekrény elsugárzott zajszint értékét az alábbi tényezők befolyásolják:

- forgóváz–járműszekrény kapcsolata;
- járműszekrény felépítése;
- járműszekrény anyaga.

A vasúti közlekedés esetében a vonattípusokat azonos elsugárzott zajszinttel jellemezhetjük. A zajszint A-hangnyomásszintje tehervonatoknál  $L_A=2...5$  dB<sub>A</sub>-val nagyobb a személyvonatokéhoz képest. A tehervonatoknál a járműszekrény kialakítása a szállítandó áru függvényében változik, amely szintén zajszintbefolyásoló tényezőnek tekintendő.

### 1.3 A vontatójárművek vezetőfülkéjének zajszintje átlagosan a következő értékű:

- |                                     |                         |
|-------------------------------------|-------------------------|
| • gőzmozdonynál 60 km/h sebességnél | 90 dB <sub>A</sub>      |
| • dízelmozdony vonali szolgálatban  | 80...85 dB <sub>A</sub> |
| • dízelmozdony tolatószolgálatban   | 85 dB <sub>A</sub>      |
| • villamos mozdony                  | 78...82 dB <sub>A</sub> |

### 1.4 Gördülési zaj (I. összetevő)

A vezetőállások zajszintjét jelentős mértékben meghatározza a gördülési zaj. A vezetőállásban mérhető zaj színeképének kiemelkedő összetevői: a 80, 100, 160 Hz-es tercsávok és a 200 Hz-től 800 Hz-ig terjedő tercsávokat magába foglaló szélesebb sávú zaj.

Az 1000 mm átmérőjű vasúti kerekek legmélyebb saját hangjai a 80, 100, 160 Hz-es tercsávokban található, melyeket a kerekek igen nagy intenzitással sugároznak, különösen a hevederes pálya gerjesztésének hatására.

A 200 Hz-től 800 Hz-ig terjedő sáv zaját a kerék futófelületének és a sínkoronának súrlódása kelti. A vezetőállások zajszintjének gördülésből eredő komponense magas.

### 1.5 Gépek és segédberendezések zaja (II. összetevő)

Ez az összetevő tartalmazza a motorszellőző, a légsűrítő, a vontatómotor és a terhelt fogaskerekek által a vezetőállásban keltett zajt. A gépek és segédberendezések zaját öt kiemelkedő tercsáv csoport alkotja, melyek a következő forrásokból erednek:

1. 40 és 50 Hz-es tercsáv: motorszellőző és légsűrítő;
2. 80, 100 és 125 Hz-es tercsáv: motorszellőző és légsűrítő;
3. 200 és 250 Hz-es tercsáv: Eredetüket két lehetséges forrásnak tulajdoníthatjuk. Az egyik lehetséges forrás a mozdony főtranszformátora, amely terhelve 100, 200 és 400 Hz-es komponenseket sugározhat. A másik lehetséges forrás a

fogaskerekek, amelyeknél két fog megsérülése esetén 80 km/h sebességnél megjelenhet a 200 Hz-es komponens.

4. 400 és 500 Hz-es tercsáv: fogaskerekek;
5. 1000 Hz-es tercsáv: motor.

Ezeket a forrásokat nem lehet önmagukban vizsgálni, mert erre csak a mozdonyból kiszerezve van mód. Színképük így csak a vezetőállásban kifejtett hatásukat tükrözi, jellemzői a következők:

#### Motorszellőző:

Nagyteljesítményű radiális ventilátor, a meghajtómotor teljesítménye  $P_n=24$  kW. Az alkalmazott nagy lapátszám ( $n=40$ ) miatt a lapátzaj a magasabb frekvenciák [f] tartományába esik és így sem a lapátzaj, sem az áramlási zaj jelentős komponenseket a vezetőállásban nem okoz.

Kiemelkedő tercsávok: a 40, 50, 100 és 125 Hz-es. Általában a ventilátorok színképében a 100 Hz alatti zajokat mechanikai hatások keltik, csapágyzaj, de leginkább a járókerék kiegyensúlyozatlanságából eredő mechanikai rezgések okozzák.

#### Légsűrítő:

A légsűrítő színképe két kiemelkedő összetevőt tartalmaz, az 50 és a 100 Hz-es tercsávot. Ezek is mechanikai eredetűek.

#### Fogaskerékzaj:

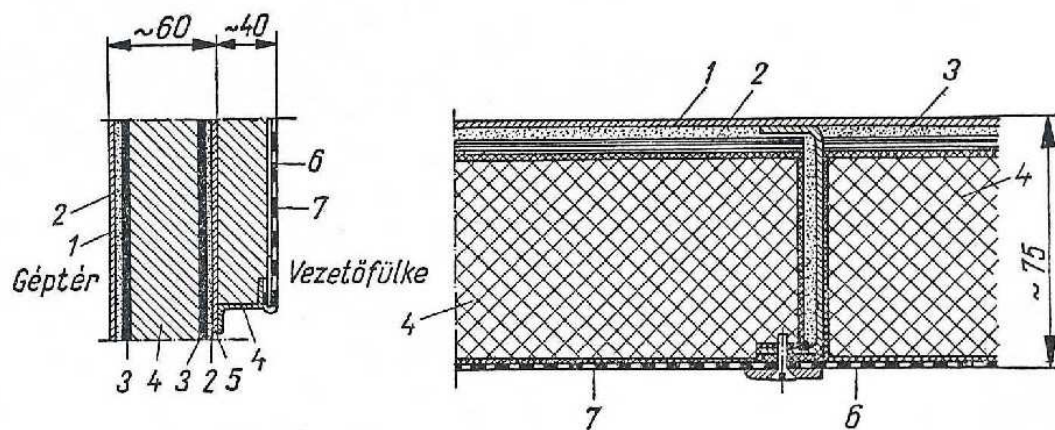
A vezetőállás egyik jelentős zajkomponensét a fogaskerekek okozzák. Magasabb hangja és moduláltsága miatt igen kellemetlen szubjektív hatása van és ez a mozdonyvezetők panaszainak a legfőbb oka. Általában a fogaskerekek zajának szintje és színképe több tényezőtől függ. A zaj szintje függ a fogaskerék kialakításától, geometriai és üzemi adataitól.

A frekvenciaszínkép kiemelkedő csúcsai a fogaskerék fordulatótól [n] és fogszámától [z] függenek.

A V43-as mozdonynál alkalmazott fogaskerék megoldások zajkeltés szempontjából nem a legelőnyösebbek. Alakjukat tekintve, a koszorú és az agy között kikönnnyített tárcsa fogaskerekek, amely akusztikai szempontból egyenértékű két, egymásnak háttal fordított haranggal. Az ilyen típusú fogaskereket nagyon jól lehet saját frekvenciáin gerjeszteni és ilyenkor csengő hangon szólnak. A viszonylag nagy átmérők [d] miatt jó hangsugárzási tulajdonságúak.

A fogsámok miatt (26, 53, 65) az egyes fogaskerekek által keltett zaj frekvenciája igen közel esik egymáshoz. A közeli frekvenciájú rezgések összelebegnek, ami a mérések tanulsága szerint 8...10 dB<sub>A</sub>-s ingadozású kellemetlen nyávogó hangot eredményez.

A fogaskerékszaj alaphangjainak frekvenciája [ $f_0$ ] a mozdony sebességétől függ, de a fogsám megválasztása miatt az egyes kerekek által sugárzott komponensek mindig azonos tercsávba kerülnek és az jelentős mértékben kiemelkedik a színképből. Ez az oka 80 km/h sebességen a 400 Hz-es tercsáv kb. 8 dB<sub>A</sub>-val nagyobb zajszintjének. Az alaphangok felharmónikusai [ $f_1$ ] is nagy intenzitással jelennek meg. [1]



1. ábra

Vontatójárművek vezetőfülkéjének zajszigetelése

1 tartólemez, 2 dörömbölésgátló réteg, 3 nagy fajsúlyú ragasztott műszálgyapot, 4 kis fajsúlyú műszálgyapot, 5 közbetétlemez, 6 műanyagfóliás burkolat, 7 lyuggatott lemez



## 2 A vezetőállások zajszintje

### 2.1 Bevezetés

A MÁV vontatójárművei közül egyedül a V43 sorozatú villamos mozdony forgóváza monomotoros, vagyis az egy forgóházban lévő két kerékpár a közvetítő fogaskeréken keresztül a motorral kényszerkapcsolatban van.

A V43-as mozdony forgóházának kényszerkapcsolatos hajtásának nemcsak előnyei, de bizonyos értelemben kedvezőtlen esetekben hátrányai is vannak, ami elsősorban a zajosságban nyilvánul meg.

A zajok többféleképpen válnak hallhatóvá:

- morgás;
- kopogás;
- darálás;
- füttyülés;
- sírás.

Ezek a zajok nem egyenletesek és azonos erősségűek. A zajok erősségét és milyenségét a következő tényezők befolyásolják:

- haladási sebesség [v];
- menetirány;
- ívben vagy egyenesben való haladás;
- vonóerő nagysága [Z].

A zajok okának eldöntését nehezíti az a körülmény, hogy egyszerre jelentkező befolyásoló tényezők esetén kettő vagy többféle zaj is keletkezhet (pl. ívben egy bizonyos sebéségnél morgás és füttyülés).

A vezetőállások zajszintje többféle zajforrás együttes hatásaként alakul ki. A mozdonyok zajforrásait két nagy csoportba oszthatjuk:

1. A mozdonysekreányen belüliek:
  - a. motorszellőzők;
  - b. transzformátor-olajhűtő szellőző;

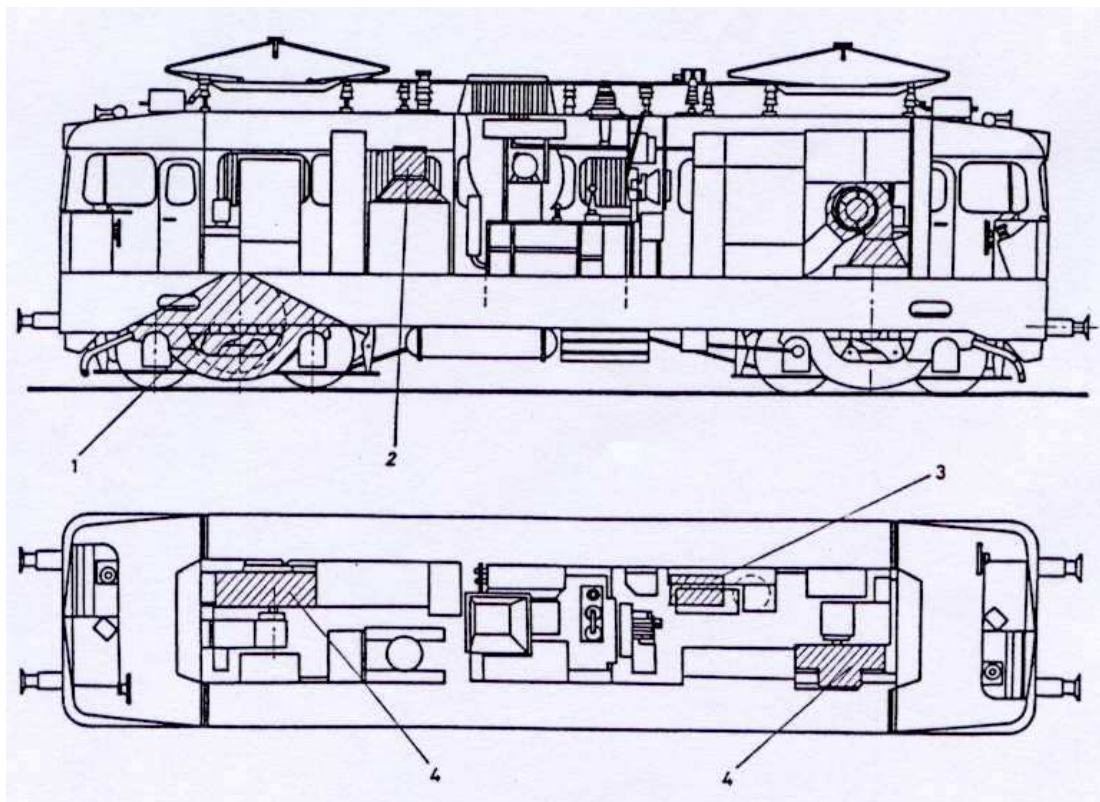
- c. simító-fojtó szellőző;
- d. transzformátor;
- e. légsűrítő.

2. A mozdonyszekrényen kívüliek:

- a. gördülési zaj;
- b. SW vontatómotorok;
- c. fogaskerekek.

A mozdonyszekrényen belüli zajforrások közül a transzformátor-olajhűtő szellőző, a simító-fojtó szellőző és a transzformátor hatása elhanyagolható. Jelentős hatásúak a motorszellőzők, melyek közvetlenül a vezetőállások mögött helyezkednek el és a légsűrítő, amely különösen az 1-es vezetőállás zajszintjét befolyásolja.

A külső zajforrások mindegyike jelentős hatású, mivel közvetlenül a vezetőállások alatt helyezkednek el.



**2. ábra**

A V43 sorozatú mozdony főbb zajforrásai

- 1 vontatómotor és hajtómű; 2 simító-fojtótekeres szellőzője; 3 légsűrítő;
- 4 vontatómotor szellőzők

## 2.2 A fogaskerekek zajosságának okai

A fogaskerekek kapcsolódásakor zajok, zörejek keletkeznek, melyek kiküszöbölése igen fontos és bonyolult probléma. A zaj vizsgálatánál több jellemző paramétert kell figyelembe venni, melyek együttes vizsgálatából lehet a szükséges következtetéseket levonni:

- frekvencia [f],
- intenzitás [I].

A hangerősség (intenzitás) függ a lengések amplitúdójától, vagyis a fogazási hibák nagyságától.

A fogaskerekek viszonylagos zajtalanságának előfeltétele tehát a nagy pontosság és a fogfelületek simasága. Ez a gyártás során biztosított, a javításnál a fogaskerekek újraköszörülése valósul meg. Vannak azonban a gyártásnál is elkerülhetetlen előállítási pontatlanságok (pl. a fogak rugalmas alakváltozásai miatt), ami azt vonja maga után, hogy két, a tengelyhez párhuzamosan elhelyezett egyenes fog kapcsolódásának kezdetén ütközésnek kell fellépnie, ami a járulékos igénybevételt és a fogaskerékzajt okozza. Itt előtérbe kerül a fogdeformációk kérdése is.

### 2.2.1 A fogaskerekek rezgését okozó hatások

A fogaskerekek rezgése a kapcsolódás jellegéből eredően az általánosan alkalmazott evolvens fogazatoknál három impulzustípusra vezethető vissza.

#### 2.2.11 Kapcsolódási impulzus

Az egyes fogpárok kapcsolódásba kerülésénél jelentkeznek. A belépő fogpár a már kapcsolatban lévők által hordott terhelés egy részét felveszi, így a keréktest a fogiránnyal ellentétes tangenciális gyorsulást adnak. (Az általános esetnek megfelelően a kapcsolószám:  $\varepsilon_{\gamma} > 1$ .) Ezért az újonnan kapcsolódásba került fog nem tud simán kapcsolódni, nekiütődik a másik fognak. Ez egy-egy impulzust jelent mindkét elemre nézve.

Terhelés alatti mozgásátvitel szempontjából az az elforduláshiba a meghatározó, amely a fogazat gyártási hibáinak és a fogdeformáció különbségének a hatására jön létre. Terheletlen hajtóműveknél az elforduláshibát a fogazat gyártási hibája okozza, amelyet a terhelés hatására fellépő deformációk általában elfednek.

### 2.2.12 Gördülőköri impulzus

A „kapcsolódási impulzuson” kívül (ami a fogfelületre merőlegesen következik be) az által is keletkezik zöreij, hogy az C főpontban a csúszósebesség irányt vált. Vagyis megváltozik a súrlódó erő iránya.

Az eredő fognyomásnak a súrlódási szög kétszeresével való irányváltoztatása együtt jár a hajtott fogaskerék forgatónyomatékának megváltozásával. Ez a szakirodalomban „gördülőköri impulzus” néven emlegetett jelenség, amely a fogfelületre hat és a fogakat vonóhangszerként működteti. Ezek a mechanikus impulzusok az egyszeres vagy kétszeres fogfrekvencia

$$f_2 = n \frac{z}{60} \quad [\text{Hz}] \quad (1)$$

ütemében egy lengőképes rendszert hoznak létre. Glaubitz német mérnök kísérletileg kimutatta, hogy a fogaskeréktest a fogfrekvenciától önlengésbe jöhet. (Ez a jelenség tapasztalható, amikor a forgóváz csak egy bizonyos sebességen, fordulatszámra ad rendellenes rezonáló zajt. Ilyen esetben még egy csavar meghúzásának is döntő szerepe lehet a zaj megszüntetésében.)

### 2.2.13 Hibaimpulzus

A fogaskerék gördülőköre mentén mutatkozó periodikus és egyedi hibák hatására alakul ki. Rendszerint osztáseltérés okozza, de egyéb hiba (pl. profilhiba) is előidézhetheti. A hibahelynél a kapcsolódási folyamatban ugrásszerű változás következik be, amelyek rezgést és ezzel együtt zajt gerjesztenek.

### 2.2.2 A zajhatást befolyásoló tényezők

A forrásjellemzőket több tényező együttes hatása határozza meg. A befolyásoló tényezőket jellegük szerint öt csoportba lehet sorolni:

- a) fogazatgeometriai,
- b) technológiai (megmunkálási),
- c) hiba,
- d) üzemi,
- e) konstrukciós tényezők.

A fogazat geometriai adataival összefüggő tényezők közé a modul [m], a fogszélesség [b], a kapcsolószám [ $\epsilon_\gamma$ ], a fogferdeség [ $\beta$ ], a profillenyesés [f], a profileltolás [mx] és a

foghézag [j] tartozik. Esetünkben – a konstrukció kötöttségei miatt – csak a profillenyesés és a foghézag szerepe jelentős.

A profillenyesés általánosan alkalmazott eljárás a jobb minőségű, nagy terhelésű hajtóművek kerekein. A zajcsökkentés oka a dinamikus terhelések kisebb értéke, továbbá az, hogy a lenyesett fogprofil kapcsolódásba kerülésekor a kenőfilm kialakulásának kedvezőbb feltételei vannak.

Az elérhető javulás 2...4 dB, de csak akkor, ha összhangban van a terheléssel. Az optimális lenyesés kb. egyenesen arányos a fogpár terhelés hatására bekövetkező rugalmas elhajlással, ezért értékét nagy pontossággal kell megállapítani. Ha csak valamelyik keréken van lenyesés, úgy egyértelműen nem jelentkezik a csökkenés. Ez nyilván csak akkor tapasztalható, ha az ún. kilépési impulzus (az ellenkerék fejlenyesésével) is lecsökken. Állandó terhelésű fogaskerékpároknál ezt az adott terhelésre, változónál viszont a nagyobb terhelések irányában kell meghatározni, figyelembevéve a terhelés eloszlási gyakoriságát.

A foghézagnak normál hajtóműveknél rendszerint nincs különösebb jelentősége, hatása elhanyagolható. Nagy kerületi sebességű ( $v_{ker} > 20 \text{ ms}^{-1}$ ) fogaskerekeknél (különösen áthajtóműveknél, közlekedési eszközöknél, turbóhajtóműveknél) viszont lényeges szerepet játszik.

Az üzemi adatokkal összefüggő tényezők közé a fordulatszám, az átvitt nyomaték és a kenési állapot tartozik.

A zajszint változása a fordulatszám függvényében a hajtómű szerkezeti felépítésétől függ. (A fordulatszám hatása a terheléshez viszonyítva rendszerint jelentősebb.)

A kenési állapot csak alig észrevehető mértékben függ össze a kisugárzott zajjal, kivéve a nem megfelelő kenést (száraz vagy vegyes súrlódási állapot).

[2; 6]

### **2.3 A fogaskerekek rendellenes kopogása**

A forgóváz zajosságának egyik okozója a fogaskerékfogak egyenetlensége. Ilyen egyenetlenségek nemcsak gyártási hibák során fordulnak elő, hanem – gyakrabban – a fogaskerekek kopásából is származnak. A szóban forgó trakciós fogaskerekek kopása – nagy méretük és jó minőségük miatt – igen lassú folyamat, azonban a rendellenes szerelés többszörösen meggyorsítja tönkremenetelüket.

Egyértelmű, hogy a ferde járás következtében először gödrök keletkeznek, azután a közvetítő fogaskerekek fogai „belenyomódnak” a gödrökbe. Némiképp ez átmásolódik a hajtott fogaskerékbe is.

A fent említettek alapján a gödrösödést (pitting) a megengedhetőnél nagyobb Herz-feszültségre lehet visszavezetni.

A szakirodalomban található valamennyi tapasztalat minden esetben beszámol arról, hogy gödrösödés csak kenőolaj jelenlétében keletkezik. Olaj nélkül nincs gödrösödés még a legnagyobb igénybevételek esetében sem. (Ezért téves az a megállapítás, hogy az elégtelen kenés következtében keletkeznek ezek a fogaskerék megrongálódások.)

A Herz-féle egyenletek tehát, amelyek száraz érintkező felületekre vonatkoznak, nem adnak teljes magyarázatot a gödröcskék keletkezésére.

A gödröcskék olaj használatakor a felületi hajsza-repedésektől keletkeznek. A repedések túlzott igénybevételek következményei, amelyeket a Herz-féle egyenletekből ítélnünk meg.

## 2.4 Keresztbefutásból származó zajosság

Ismeretes, hogy a kényszerkapcsolat miatt a forgóvázban lévő két kerékpár futókör átmérőjének egyformának kell lenni, hogy a kerekeknél ne lépjen fel csúszás vagy a futást befolyásoló káros lengés.

Ezt a jelenséget lehet azonban akkor is tapasztalni, ha a „hattyúnyakat” és a forgóváz-keretet összekötő vonórudak nincsenek a helyükön. A vonórudak egymáshoz képest való eltolása vagy a helyükre történő befeszítésből az adódik, hogy a kerékpártengelyek nem lesznek merőlegesek a vontatási középre. Így a forgóváz „keresztbefut”, ami nemcsak nyomkarima élesedéshez vezet, hanem zajossághoz is. Ugyanis a kerékabroncsok kúpossága miatt – egyenes szakaszon – ugyanez a jelenség lép fel, mintha nem egyformák lennének a kerékátmérők.

Ha kis eltérés is keletkezik a két kerékpár fordulatszáma között, ez visszahat a hajtó fogaskerékig és a fogaskerekek között lévő foghézag miatt kialakul a hajtásrendszerben egy lengés. Ha ez egyenlő az áttétel rezonancia frekvenciájával, akkor adja a legtisztábban, legerősebben a zajt.

Ehhez még párosul a nyomkarima sínre futásából adódó „fütyülő” hang, ami meglehetősen elviselhetetlen. Az ilyen keresztbefutó forgóváznál a zaj általában ívben teljesen megszűnik vagy csökken.

## 2.5 A közvetítő fogaskerék csapágyazása

A V43 sorozatú mozdonyt egy francia-nyugatnémet munkaközösség tervezte. Már az első 9 db mozdonymnál problémák voltak a közvetítő fogaskerék csapágyazással, ezért a munkaközösség kúpgörgős megoldásra módosította az eredeti hengergörgős csapágyazást. A kettős kúpgörgős csapágy alkalmas ferde hatásvonalú és változó irányú axiális erők felvételére is.

### 2.5.1 A közvetítő fogaskerék csapágyának terhelése

Az erők csak a fogaskerék fogazatán hatnak. Közvetítő fogaskerékről lévén szó, a beépítésből adódóan a kerület mentén egymástól  $180^\circ$ -ra támad a két hatóerő.

A támaszerő a csapágy belső gyűrűn, perselyen, és az üreges csapszegeken keresztül a hajtóműházat terheli.

A fogazat általános, egyenes fogazású, így axiális erőhatás nem keletkezik.

Az elméletileg figyelembe vehető terhelés azért nem azonos a valós terheléssel, mert a V43 sorozatú mozdony forgóvázában lévő hajtómű sem azonos az általában ismert kialakítású hajtóművekkel. Ennek a hajtóműnek a háza 3 különálló darabból tevődik össze:

1. A közvetítő fogaskereket magába foglaló hajtóműszekrény középső rész, a hozzá hegesztett hajtóműszekrény külső részekkel.
2. Az SW motor hajtóműhöz kapcsolódó része a meghajtó fogaskerékkal.
3. A két darab kerékpár csapágypajzsai a hajtott fogaskerekekkel.

Az egyes hajtóműszekrény elemek illeszkedő felületeinek kopása, deformációja miatt a kapcsolódó fogaskerekek tengelytávolsága, párhuzamossága megváltozik.

A fogaskerekekre ható terhelés ezért egyre többször a fogszéleken adódik át. Ez megfigyelhető a fogak hordképén. A vontatási követelményeknek megfelelően pedig a mozdony teljesítménye az igényekhez igazodva változik.

## 2.5.2 Élettartam

Az élettartam vizsgálatánál megállapítható, hogy az SKF 440740 típusú csapágy megfelelő ezen a beépítési helyen, a kétszeres terhelést is igen hosszú ideig károsodás nélkül elviseli, ha külponos terhelést nem kap.

## 2.5.3 A csapágyméret meghatározása

A gördülőcsapágyak méretét részben a rendelkezésre álló hely (a csatlakozó alkatrészek mérete), de mindenekelőtt a terhelés nagysága befolyásolja.

A gördülőcsapágyak esetében a klasszikus értelemben vett méretezésről – úgy, mint pl. a tengelyeknél – nem beszélhetünk, pontosabban fogalmazva a méretezés érdemi részét nem mi végezzük el, hanem azt a kutatók már megtették helyettünk.

A csapágykatalógusok mérettáblázatai tartalmazzák a fejlesztők által elvégzett, – egyébként meglehetősen bonyolult és kísérletekkel is igazolt – számítások eredményeit. A tapasztalatok szerint a csapágyak tönkremenetelét – normális üzemelési körülmények mellett – az anyag kifáradása, vagy a túlzottan nagy maradó alakváltozás okozza. A kifáradás a terhelés alatt forgó ( $n > 10 \dots 20$  1/min) csapágyak jellemző károsodási formája, míg az álló helyzetben terhelt, a nagyon lassan forgó ( $n < 10$  1/min), valamint a lassú lengő mozgást végző csapágyak esetében a maradó alakváltozás a mértékadó. Ennek megfelelően a katalógusok mind a kifáradás, mind pedig a maradó alakváltozás tekintetében értékelhető mérőszámokat tartalmaznak, melyek a csapágy terhelhetőségét egyértelműen jellemzik. Ezek: a C dinamikus alapterherbírás (kifáradásra) és a  $C_0$  statikus alapterherbírás (maradó alakváltozásra).

### 2.5.31 A dinamikus teherbírású gördülőcsapágyak élettartama

A gördülőcsapágy élettartama azon körülfordulások száma, amelyet a csapágygyűrűk (-tárcsák) egyike megtesz a másik gyűrűhöz (tárcsához) képest, mielőtt a gyűrűk (tárcsák) vagy a gördülőtestek egyikén az anyag kifáradásának első jelei mutatkoznak. Azonos típusú, azonos méretű és azonos működési körülmények között üzemelő csapágyak vizsgálatából megállapítható, hogy az egyes csapágyakon a kifáradás nyomai eltérő, – esetenként jelentősen különböző – idejű működés után jelentkeznek. Emiatt az élettartamot valószínűségi változónak kell tekintenünk, melynek eloszlása megadja az egyes élettartam-értékek bekövetkezési valószínűségét. Annak a valószínűsége, hogy a csapágyak egy adott élettartamot elérnek vagy meghaladnak: a megbízhatóság. Az élettartam tehát csak akkor válik értékelhetővé, ha a hozzátartozó megbízhatóságot is megadjuk. A 90 %-os megbízhatósággal elérhető



élettartamot alapélettartamnak nevezzük és  $L_{10}$ -zel jelöljük. Az indexben a 10 a 90 % megbízhatósághoz tartozó 10 % meghibásodási valószínűségre utal.

Az élettartam-egyenlet a gördülőcsapágyak alapélettartamát határozza meg:

$$L_{10} = \left( \frac{C}{P} \right)^p \quad (2)$$

$L_{10}$ : alapélettartam, millió körülfordulás;

C: dinamikus alapterhelés, N;

P: dinamikus egyenértékű terhelés, N;

p: élettartamkitevő

(golyóscsapágyakra  $p=3$ ; görgőscsapágyakra  $p=\frac{10}{3}$ )

A gördülőcsapágyak C dinamikus alapterherbírása az az állandó, egyenletesen ható, radiális csapágyak esetén sugárirányú, axiális csapágyak esetén központosan ható tengelyirányú terhelés, amelyet a gördülőcsapágy egymillió fordulat megtételéig 90 %-os valószínűséggel elvisel.

A P dinamikus egyenértékű terhelés a valóságos terhelést helyettesítő képzeletbeli erő, amely állandó nagyságú, egyenletesen ható és radiális csapágyak esetén sugárirányú, az axiális csapágyak esetén központosan ható tengelyirányú erő. Hatására a csapágy élettartama ugyanakkora lenne, mint a tényleges terhelés esetén. A dinamikus egyenértékű terhelés általános esetben:

$$P = XF_r + YF_a \quad (3)$$

X: a radiális terhelés tényezője;

Y: az axiális terhelés tényezője;

$F_r$ : a csapágy radiális terhelése, N;

$F_a$ : csapágy axiális terhelése, N.

### 2.5.32 Változó terhelés és fordulatszám

A gördülőcsapágy legbonyolultabb üzemeltetési állapota esetén a rá ható terhelés iránya és nagysága sem állandó és a csapágy fordulatszáma is változik. Bontsuk a terhelést radiális és axiális összetevőkre, s ezek legyenek az idő függvényei:  $F_r(t)$  és  $F_a(t)$ . A fordulatszám változását jelölje az  $n(t)$  függvény. Ha feltételezzük, hogy a radiális és az axiális terhelés pillanatnyi értékeinek aránya is változó, akkor a terhelési tényezők is az idő függvényei

lesznek:  $X(t)$  és  $Y(t)$ . Mindezek alapján a dinamikus egyenértékű terhelés az alábbi összefüggéssel számítható:

$$P(t) = X(t)F_r(t) + Y(t)F_a(t) \quad (4)$$

Az élettartam egyenletek alkalmazhatósága érdekében a változó terhelést helyettesíthetjük egy állandó nagyságú, képzeletbeli terheléssel, melyet azzal a megfontolással határozzuk meg, hogy hatására a csapágy élettartama ugyanakkora lesz, mint a ténylegesen működő, időben változó terhelés hatására. A helyettesítő terhelést a következő összefüggéssel tudjuk meghatározni:

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\int_0^T n(t) P^p(t) dt}{\int_0^T n(t) dt}} \quad (5)$$

$P_m$ : a helyettesítő egyenértékű terhelés, N;

$n(t)$ : a fordulatszám az idő függvényében, 1/min;

$P(t)$ : a dinamikus egyenértékű terhelés az idő függvényében, N;

$T$ : a vizsgált időtartam, min;

$p$ : élettartamkitevő

(golyóscsapágyakra  $p=3$ ; görgőscsapágyakra  $p=\frac{10}{3}$ )

### 2.5.33 Az üzemi hőmérséklet hatása a dinamikus terhelhetőségre

Az üzemi hőmérséklet mintegy 150 °C-ig nincs befolyással a gördülőcsapágyak dinamikus terhelhetőségére. Ennél magasabb hőmérséklet azonban a dinamikus alapterhe-  
bírást csökkenti. Ezt a hatást úgy tudjuk figyelembe venni, hogy a katalógusokban megadott C dinamikus alapterhe-  
bírást  $f_T$  hőfoktényezővel megszorozzuk. [5]

## 2.6 Személyes megjegyzések

2003. 06–07. hónapban a felsőfokú tanulmányimhoz szükséges szakmai gyakorlati időm egy részét a MÁV Rt. Északi Járműjavító Kft-ben töltöttem le. Itt betekintést nyerhettem a mozdonyok nagyjavításának különböző fázisaiba, köztük a forgóvázak – és ezen belül is a fogaskerekek – felújításának módszereibe.

Megállapítható, hogy a forgóváz felújítása és kimérése magasszintű technológiai igényeket is kielégíti. A megmunkálás pontosságát az alkalmazott megmunkológépek pontossága befolyásolja. A forgóvázak kimérése és dokumentálása a minőségellenőrzési előírásoknak megfelelő.

Ugyanezen megállapításokat tehetjük a fogaskerekek megmunkálására, mérésére és minősítésére is. A közvetítő fogaskerekek csapágyazásának és az SW motorok csapágyazásának minősítéséhez a következő megjegyzéseket szeretném fűzni:

Az előzőekben ismertettem a gördülőcsapágyak kiválasztásának rövid összefoglalóját. Ebből kitűnik, hogy a csapágyakat vagy élettartam vagy üzemóra alapján választják ki. Az É-i Jj-ban a kiszerelt csapágyak futófelületeit szemrevételezéssel, nagyító segítségével minősítik, s ezek alapján döntenek a visszaszerelhetőségről. Ezzel a megoldással elvetésre kerül a gyártóművi csapágykatalógus alapján történő csapágyélettartam ajánlásai. Ez a tény a későbbiekben gondot okozhat.

Az É-i Jj-ban a mozdonyok, és ezen belül a csapágyak futásteljesítményéről csak közvetett adatok állnak rendelkezésre. Véleményem szerint ezek nem alkalmasak a minősítés alapadataul. Elsősorban azért nem, mert a fenntartási műhelyek a költségek és a szükséges üzemképes mozdonydarabszám biztosítására a javításra váró vagy egyéb okokból leállított mozdonyok forgóvázait cserélgetik, másodsorban a mozdonyok túlüzemeltetése jelentheti a következő nehézséget.

Itt említeném meg a fenntartási műhelyekben végzett SW vontatómotor kiszerelés és csere problémakörét. Nevezetesen SW csere alkalmával a kapcsolódó fogaskerekek többfogméréte [W\*] megfelelő mérőműszer hiányában nincs mérve, illetve összeszereléskor a hordképvizsgálat elmarad. A tűréshatáron kívüleső többfogmérés és a ferdén beálló fogaskerekek meggyorsíthatják az egyébként még továbbüzemeltethető forgóvázak elhasználódását. A ferde fogaskerékkapcsolódásból eredő zaj a vezetőállások zajszintjét rövid idő alatt jelentősen megnöveli. Ezzel csak időleges költségtakarékosság érhető el.

Az É-i Jj-ban ezzel szemben az SW motorok beemelése kíméletesebb és az előbb említett mérések maradéktalanul elvégezhetők, sőt a terheléses hordképvizsgálat is. A hordkép korrigálása könnyebben elvégezhető, hisz a rendelkezésre álló technika és technológia ezt lehetővé teszi.

### 3 NR görbék és a zajcsökkentés lehetséges módjai

#### 3.1 NR görbék

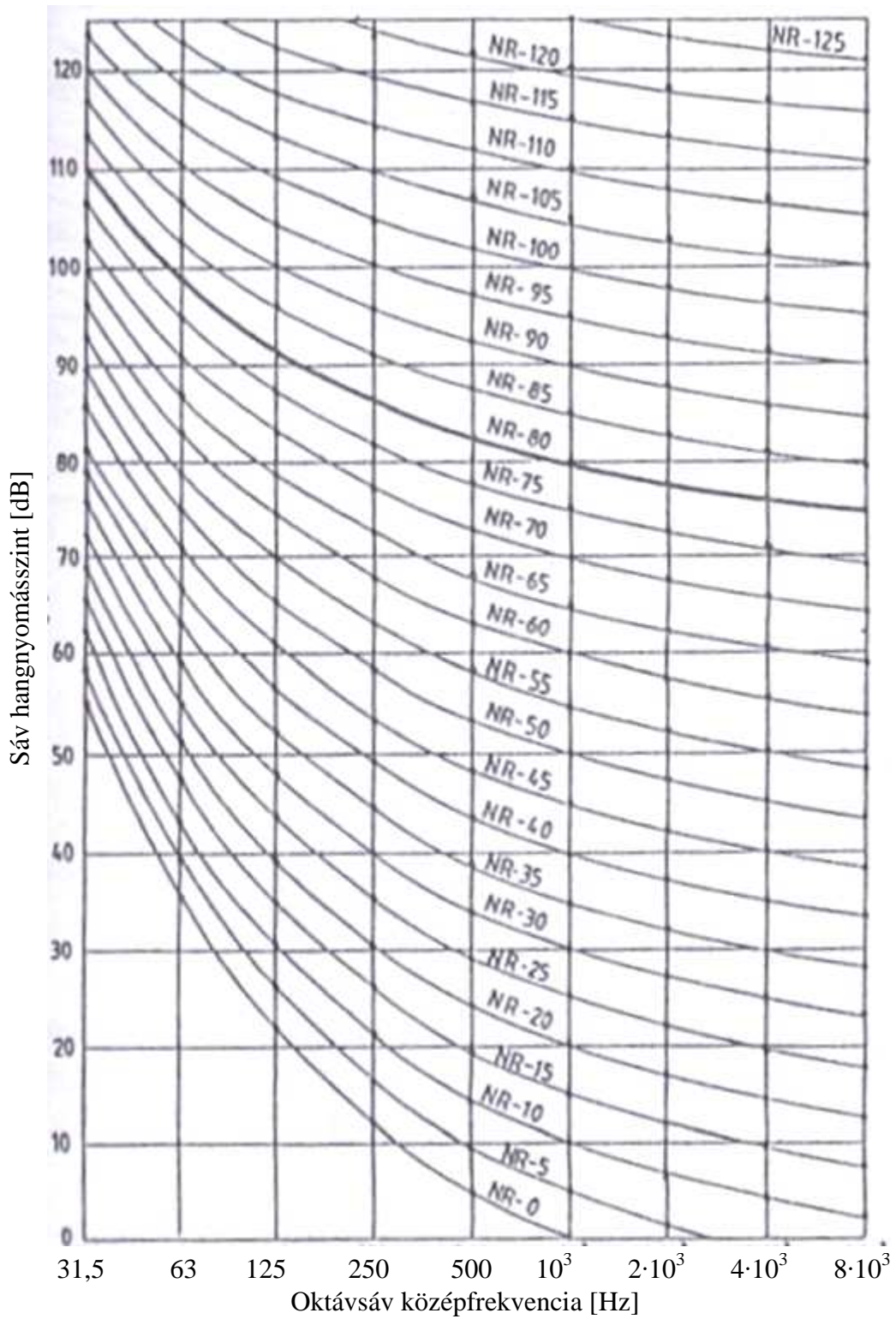
A hallásromlás az audiometriás vizsgálatok során a 4 kHz és 6 kHz-es frekvencián jelentkezik. Ha a halláscsökkenés a 3 kHz-es frekvenciát eléri, a személy beszédérthető képessége is romlani kezd, ezért a halláskárosodást a mindennapi életben is tapasztalni fogja. A halláskárosodás kialakulása mindenekelőtt a naponta rendszeresen ismétlődő zajhatás  $dB_A$ -ban kifejezett *egyenértékű A-hangnyomásszintjétől* függ.

***Napi 8 órán át ható 85  $dB_A$  az a határérték, amely felett a halláskárosodás folyamata általában tapasztalható.***

A megfelelő munkahelyi környezet biztosításához a megengedett értékeket csak részben lehet figyelembe venni, mivel a zavaró zaj színeképét nem szabad elhanyagolni. A beszédzavarási szint alapján az ún. NR (Noise Rating) görbék (a középfrekvenciához rendelve) oktávsávonként adnak meg határértékeket, s egy zaj azzal a határgörbét jelző értékkel jellemezhető, amely teljes egészében burkolja annak színeképét. Az NR görbét szemlélteti a **2. ábra**. (A görbét jellemző érték az 1 kHz-hez tartozó hangnyomásszint.) [3]

Javasolt NR határgörbék különböző tevékenységekre néhány példa segítségével:

Helyiség	NR görbe
iskolaterem	25
hálószoba	25
könyvtár, mozi	30
nappali szoba	30
vendéglő	45
tornaterem	50
irodaterem	55
műhely	65



**3. ábra**

Ajánlási határértékek NR görbéi

### 3.2 A zajcsökkentés módozatai

A zaj terjedésének két fő formája:

- a rezgésben lévő zajforrás a vele mechanikusan kapcsolódó részeket mozgásba hozza, így ezek is zajforrásokká válnak. Az elsődleges zajforrás által keltett rezgések testhangként tovaterjednek, és így mint másodlagos zajforrások zajt sugároznak;
- a rezgésben lévő zajforrás mozgásba hozza a környező levegőt, és az így keltett léghangok közvetlenül okoznak kellemetlen hangérzetet.

A zajcsökkentés módozatai:

Közvetlen zajcsökkentés, vagyis az elsődleges zajforrás által kisugárzott zaj nyomásszintjének mérséklése megfelelő műszaki megoldásokkal.

Vasúti járművek jelenleg használatos hagyományos rendszerű főgépcsoportjainál, hajtó- és futóműveinél a közvetlen zajcsökkentés csak igen korlátozott mértékben lehetséges, ill. aránytalanul nagy műszaki és gazdasági áldozatok árán valósítható meg.

A gépezeti berendezések megfelelően méretezett és kialakított rugalmas ágyazása kiemelten fontos.

A futómű gördülési zaja – korlátozott mértékben – csökkenthető kopásszegény szerkezetekkel (csapágyvezetés, fékrudazat stb.), gumirugókkal és műanyagbetétekkel. Mindezek következtében a vasúti járművek zajcsökkentése – eredményesen – csak az alábbi közvetett módokon lehetséges:

- léghanggátlás;
- testhanggátlás;
- elnyelőburkolat.

A léghanggátlás egy falnak a levegőben terjedő hanghullámokkal szembeni ellenállása.

A fal  $G$  átviteli vesztesége [dB] az egységnyi felületű falra eső  $P_1$  hangteljesítmény és a falon átvitt  $P_2$  hangteljesítmény-viszony logaritmusának a tízszerese:

$$G = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad [\text{dB}] \quad (6)$$

A fal hanggátló képességét az  $R$  zajcsökkentéssel [dB] jellemezhetjük, amely a fal két oldalán mért hangnyomásszint különbsége.

A G átviteli veszteség a falszerkezet sajátossága. Az R zajcsökkentést a G átviteli veszteség és a fal által elválasztott két tér akusztikai tulajdonságai együttesen határozzák meg.

A testhanggátlás célja a rezgések mérséklése, valamint terjedésük csökkentése. Ezért a rezgést keltő gépet (légsűrítő, ventilátorok, hajtómű stb.) vagy arra hajlamos szerkezeti egységeket (padlózat, burkolat, vázszerkezet) lehetőség szerint rugalmasan rögzíti, ill. rugalmas tagok közbeiktatásával mérséklük a zajhidakat. A burkolatok felületén keletkező testhangrezgések dörömbölésmentesítő műanyag bevonatokkal mérsékelhetők.

A rezgés energiájának emésztését a bevonat belső súrlódása végzi. A bevonat vastagságát a lemezvastagság függvényében szokás meghatározni. Általában a fémlemez vastagságának 1,5...2-szerese a bevonat célszerű vastagsága.

A hangelnyelő szerkezetek feladata a jármű belső terébe jutott, majd a határolófelületekről ismételt visszaverődő hanghullámok energiájának átalakítása, levezetése. A járművek legerősebb zajforrása a padló szerkezet, valamint az erőgépekkel határos válaszfal. A jármű belső hangtere tehát két részből tevődik össze: a határolófelületek több-kevesebb részéből kisugárzott és a belső felület egészéről visszavert hangtérből. A két összetevő értéke és aránya a térben változó. Elnyelőfelületekkel csak a visszavert hangtér intenzitása csökkenthető. Az elnyelőszerkezetek lehetnek lyukacsos anyagok, ahol az apró légkamrákban alakul át a mechanikai munka hőenergiává. A lyukasztott lemezburkolat üregeiben elhelyezkedő levegő tömege és a mögéje helyezett elnyelőanyag együttesen rugalmas lemezként viselkedik és a vasúti járművek egyik legelőnyösebb zajcsökkentő szerkezeti megoldása. A lemezlyukasztások célszerű kialakításával és megfelelő elnyelőanyag kiválasztásával rezonátorok készíthetők, amelyek a kisebb frekvenciasáv irányába szélesítik – előnyösen – az elnyelő szerkezet akusztikai tulajdonságait.

Vontatójárműveknél a géptér és a vezetőfülke közötti válaszfal és az azon gyakran elengedhetetlenül szükséges ajtó szerkezet, valamint a mennyezet szigetelése a zajcsökkentés gyenge pontjai.

Az oldalfalak szigetelése lényegében a tetővel azonos felépítésben készül azzal az eltéréssel, hogy a falszerkezetben rendelkezésre álló hely (vastagság) korlátozott. Azonkívül a vázszerkezet merevítői testhanghidakként dolgoznak.

Az ablakszerkezetnél a közvetett zajcsökkentés módzatai közül – korlátozott mértékben – csak a lég- és testhanggátlás alkalmazható. Ezért az ablakok szerkezeti kialakítása (egyes vagy kettős üvegezés, nyitható vagy rögzített kivitel) alapvetően befolyásolja a megvalósítható zajvédelmet. [1; 4]

### **3.3 A korszerűsítésen belül a mozdony vezetőfülkéinek zaj és rezgésvédelme a következő anyagokkal és módon került kivitelezésre**

- A vezetőfülke külső burkolólemez belső felületére az alapozófestést követően rezgéscsökkentő (testhang és zajszigetelő) anyag került:
  - a mennyezetre Terrodem 4421 H termék számú bitumen+szivacsos öntapadó Henkel termék,
  - a homlokoldalon a vezetőasztalnál a bordaközökbe Terrodem 2002 öntapadó rezgéscsökkentő anyagot ragasztottak be, majd 40 mm vastag Toplan kőzetgyapotot szabtak be a belső zárólemez alá, hasonlóan az eddig kialakult gyakorlathoz,
  - az oldalburkolatok alatt a Terrodem 2002 és 20 mm vastag Toplan kőzetgyapot biztosítja a zaj- és hőszigetelést.
- A géptérajtóra – zárási tömörségének javításához – eredeti Happich szivacsos tömítőgumi, a tartókerete alá pedig Terostát szalag került.
- A padló alatti csövek tereit a „léghang” átvezetés megakadályozása céljából egykomponenses poliuretán habbal töltötték ki.
- A vezetőfülke padlóburkolata zaj- és rezgésgátló Föterropa padló, melyre szürke, szemcsés igelit: GRABIOL Stop/JSC került felragasztásra.

### **3.4 Javaslataim**

A mozdonyok nagyjavításakor a vezetőfülkék zajszigeteléséhez felhasznált anyagok módosításra kerültek. Azonban a vezetőfülke mennyezetének zaj- és hőszigetelésének változtatását nem tartom szükségesnek. Itt eredetileg kőzetgyapotot használtak a mennyezet perforált lemezei alá. A kőzetgyapotról köztudott, hogy jó hő- és hangszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik. Az új zajszigetelő anyag szivacsos szerkezetű PU hab. Az ilyen jellegű anyagokat több gyártó cég is elsősorban hangszigetelő tulajdonságai miatt ajánlja olyan helyeken, ahol nem éri por, víz- vagy olajszenyeződés. A mozdonyok esetében ez nem igazán teljesül, mert a por a mennyezet perforált lemezein keresztül szennyezheti a PU habot, lerontva ezzel a hanggátló képességét. A porszennyeződés a vezetőállásokon egyértelmű,



mert a mennyezet lemezei lyuggatott kivitelűek. Javaslom a továbbiakban a fóliázott kőzetgyapot alkalmazását.

A vezetőfülke padlózata is új borítást kapott, de a vezetőasztal és a vonatvezetői asztal alatt semmilyen zajcsökkentő anyag nincs felhordva, s a hajtómű zaja és a gördülési zajok csökkentése így csak részben megoldott.

A szakdolgozatom elkészítése során, a hangelnyelő ill. szigetelőanyagokat gyártó és forgalmazó cégek termékeinek vizsgálódása közben, kapcsolatba kerültem a sajóbábonyi telephelyű Eurofoam Hungary Kft. Műszaki hab üzletágával. A cég termékskálájában megtalálható a kimondottan hangelnyelésre és szigetelésre kifejlesztett „audiotec” termékcsalád. Az ő ajánlásukra és javaslatukra a következő termékeket javaslom a mozdonyok vezetőállásának géptér felőli és a vezetőasztal alatti felületeinek zajszigetelésére.

<b>S 400 Dübörgésgátló anyag</b>	
Felülete:	bevonat nélküli, sima
Anyaga:	PU-gumi, nehéz összetett anyag
Funkciója:	szigetelés és dübörgésgátlás
Alkalmazási területei:	gépek, közlekedési eszközök és berendezések zaj- és rezgéscsillapítása
Táblaméret [mm]:	1500 x 1050 x 3 1500 x 1050 x 6 1500 x 1050 x 10
Égéstechnikai megfelelés:	MVSS 302 – 100 mm/min
Műszaki adatok:	Térfogatsúly: kb. 2500 kg/m <sup>3</sup> Összenyomási keménység: 20 % Deformáció: 0,35 N/mm <sup>2</sup> Szakítószilárdság: 10,00 dN/cm <sup>2</sup> Szakadási nyúlás: 70,00 %

<b>S 418 Dübörgésgátló anyag</b>	
Felülete:	bevonat nélküli, sima
Anyaga:	bitumen
Funkciója:	szigetelés és dübörgésgátlás
Alkalmazási területei:	gépek, közlekedési eszközök és berendezések zaj- és rezgéscsillapítása
Táblaméret [mm]:	1500 x 1050 x 2 (tekercsben is)
Égéstechnikai megfelelés:	MVSS 302 – 100 mm/min
Műszaki adatok:	súlya: 2000 g/m <sup>2</sup> Hőmérsékleti ellenállása: -40°C – +80°C rövidtávon: +100°C

<b>Kiegészítő anyag: ragasztó</b>				
Termékkód	Mennyiség [kg]	Elnevezés	Használható	Fajlagos felhasználás [kg/m <sup>2</sup> ]
S 645	1	Audiopren oldószeres ragasztó	fémlmezre, abszorciómentes felületre	kb. 0,4 – 0,6
S 646	5			

Az előbbi anyagok rögzítése történhet mechanikus úton (pl. popszegecs), ragasztóval, ill. öntapadóval ellátott kivitelben is szállítja a gyártó. Valamennyi anyag CFC mentes és újrahasznosítható, egészségre káros és allergiás tüneteket kiváltó anyagot nem tartalmaz.

A cég elérhetősége:

Eurofoam Hungary Kft.

Műszaki hab üzletág

3792 Sajóbáony, Pf.:16

Telefon: 46 549-068, 549-070

Fax: 46 549-067

e-mail: [muszakihab@eurofoam.hu](mailto:muszakihab@eurofoam.hu)

[www.eurofoam.hu](http://www.eurofoam.hu)

#### 4 A vezetőállások zajszintjének mérése

Az előzőekben említett szakmai gyakorlat keretében zajszintméréseket végeztem V43-as sorozatú mozdonyokon. A mozdonyok kiválasztása véletlenszerűen történt, de törekedtem arra, hogy lehetőség szerint hagyományos felfüggesztésű mozdonyon is mérni tudjak.

Ezzel egyidőben szóbeli felmérést és információgyűjtést folytattam több fenntartási műhely és az É-i Jj. mozdonyátadó MEO-jával. Az ezekből leszűrhető tapasztalataim és véleményem a következők:

- a) A mérési eredmények kiértékelésekor több esetben helytelenül értelmezik a Műszaki Előírás szerinti megengedett hangnyomásszintek alkalmazását. Emlékeztetőül a V43 sor. mozd. esetében:

$$\text{állóhelyzeti} \quad L_{Av0} = 75 \text{ dB}_A$$

$$80 \text{ km/h seb-nél} \quad L_{Av80} = 81 \text{ dB}_A$$

$$100 \text{ km/h seb-nél} \quad L_{Av100} = 83 \text{ dB}_A$$

$$L_{Av100} = 20 \lg \frac{v}{80} + L_{A80} = 20 \lg \frac{100}{80} + 81 \cong 83$$

$$v_{\max} \text{ seb-nél} \quad L_{Av\max} = 85 \text{ dB}_A$$

A problémát az okozhatja, hogy a vonatra megengedett sebességet értelmezik  $v_{\text{mérési}} = v_{\text{max}}$  sebességnek, ami természetesen nem egyenlő a hangnyomásszint mérésének alapjául vett  $v_{\text{max}}$  sebességgel.

- b) A Műszaki Előírás szerinti járműjavítói nagyjavítást követő ellenőrző zajszintmérés hosszú idő óta elmarad, így a mozdonyok zajszintjének alakulását nem lehet igazából nyomon követni, mert nincs kiinduló adat a viszonyításhoz.
- c) A mérések lefolytatása általában az előírásoktól eltérő. Legjellemzőbb példaként a nagyjavítás utáni futópróbák keretében elvégzett zajszintmérések említhetők:
- A mérések lefolytatására egyenes, hangvisszaverő felületektől megfelelő távolságra lévő pályaszakaszok jelölhetők ki.
  - A mérőrendszer elemeinek a hitelesítését az erre a célra szolgáló eszközzel (pisztofonnal) nem végzik el. (A hangnyomás a hőmérséklet függvénye is)
  - Mérésekhez elsősorban integráló-átlagoló műszerek használatát írja elő az idevonatkozó szabvány, de más – az egyenértékű A-hangnyomásszint

mérésére alkalmas – eljárással is meghatározható a zajszint (pl. mintavételi módszer). Ebből ered a következő probléma:

- A mérési eredmények kiértékelését a pillanatnyi zajszint alapján végzik, ami helytelen, mert egyetlen mérési adat szolgál a minősítés, ill. az átvétel alapjául.
- d) Integráló-átlagadó mérőműszerek alkalmazásával a mérések dokumentálása is pontosabban elvégezhető lenne, a számítógéphez való kapcsolódás lehetősége pedig a kiértékelést és a frekvenciaelemzést könnyítené meg.

#### Javaslataim:

Ellenőrző zajszintmérés, a járműjavítói nagyjavítás ill. a forgóvázcsérés javítás után a futópróbán az előre kijelölt – a mérési feltételeknek megfelelő – pályaszakaszokon a mozdony vezetőfülkéjében mérhető egyenértékű A-hangnyomásszintet kell meghatározni integráló-átlagoló zajszintmérővel, ennek hiányában pillanatnyi zajszintmérővel mintavételi módszerrel.

Az átvételi jegyzőkönyvben ill. a zajszintmérési jegyzőkönyvben az egyenértékű A-hangnyomásszint kerülne rögzítésre, de fel lenne tüntetve a pillanatnyi legmagasabb A-hangnyomásszint is. E két adat alapján lehetne az átvételt és a mozdony üzembentartását eldönteni.

#### A mérési eredmények kiértékelése:

- Integráló-átlagoló zajszintmérővel közvetlenül leolvasható az egyenértékű A-hangnyomásszint. A mérőberendezés lehetővé teszi a mérési időtartam alatti legmagasabb pillanatnyi A-hangnyomásszint kijelzését.
- Pillanatnyi zajszintmérővel szabályos időközönként leolvasott értékekből (mintavételi módszerrel) számítással kell meghatározni az egyenértékű A-hangnyomásszintet. Vasúti viszonyok között a 10 s-os mintavétel javasolható. A legmagasabb pillanatnyi A-hangnyomásszint értékét a mérési eredményekből kell kiválasztani. Egy mérési sorozat legalább 10 mért értéket tartalmazzon. Egy vezetőfülkében három mérési sorozatot kell elvégezni. Mivel feltételezhető, hogy a mért értékek 3 dB között ingadoznak, a kiértékeléskor elegendő egyszerű számtani középértékekkel meghatározni az egyenértékű A-hangnyomásszintet. Ha a mért értékek nem 3 dB között ingadoznak, a Műszaki Előírás kiegészítésében ill. az utolsó fejezetben található

Zajszintmérési Jegyzőkönyv mintában ismertetem az alkalmazható számítási képletet.

A Tanulmány utolsó részében egy általam összeállított Zajszintmérési Jegyzőkönyv mintája található. Javaslom a MÁV területén történő általános alkalmazását.

A következő fejezetben a rendelet teljes szövege található, s a véleményem szerinti kiegészítést a 4.2 fejezet tartalmazza. Ez a kiegészítés egyértelművé, kézzelfoghatóbbá teszi a zajszintmérés lényegét, lefolytatását és kiértékelését.

#### 4.1 A saját mérések kiértékelése

Pályaszám	Vezetőállás	Főjavítás utáni futási teljesítmény [km]	Forgóvázcsere utáni futási teljesítmény [km]	$L_{Av0}$ [dB <sub>A</sub> ]	$L_{Av80}$ [dB <sub>A</sub> ]	$L_{Av100}$ [dB <sub>A</sub> ]	Szekrény-felfüggesztés
V43-1193	1	356 923	356 923	71	75	77	gumirugós
V43-1216	1	1 522 314	30 172	70	76	78	gumirugós
	2			71	76	78	
V43-1218	1	899 523	409 249	68	76	77	gumirugós
	2			58	76	78	
V43-1219	2	1 058 029	508 783	65	79	81	hagyományos
V43-1221	1	1 354 633	569 657	69	79	80	hagyományos
	2			70	79	-	
V43-1221 (fvcs. után)	1	1 371 200	10 567	67	73	76	gumirugós
	2	1 361 890	1 257	66	72	76	
V43-1222	1	1 668 197	394 766	64	74	76	gumirugós
V43-1225	1	1 463 652	126 077	70	76	79	gumirugós
V43-1228	1	833 221	833 221	67	80	82	hagyományos
	2			65	77	80	
V43-1230	1	1 548 550	221 115	67	76	77	gumirugós

#### 1. táblázat

A zajszint változása a futási teljesítmény függvényében

A fenti táblázat alapján a megállapításaim a következők:

A forgóvázcsere utáni futási teljesítménytől függetlenül a gumirugós szekrény-felfüggesztésű mozdonyok hangnyomásszintje 80 km/h sebességnél

$$L_{Av80} \leq 76 \text{ dB}_A,$$

100 km/h sebességnél

$$L_{Av100} \leq 79 \text{ dB}_A.$$

A mért értékek 80 km/h-nál 5 dB<sub>A</sub>-val, 100 km/h-nál 4 dB<sub>A</sub>-val a megengedett érték alatt van.

Hagyományos szekrényfelfüggesztés esetén midkét sebességtartományban a határértékhez közeli a mért hangnyomásszint.

Az állóhelyzeti hangnyomásszint értékei változóak – függetlenül a szekrényfelfüggesztéstől – hűen tükrözik a vezetőállások zajszigetelésének minőségét, az ajtók záródásának tökéletességét és a szellőzőmotorok üzemállapotának milyenségét (csendes vagy zajos).

A hagyományos szekrényfelfüggesztésű mozdonyok zajosságának okai egyértelműen a hajtómű zajára vezethető vissza. A vezetőállásokon (a fővizsgálaton átesett járművek esetén is) a vezetőasztal és a vonatvezetői asztal alatt semmilyen zajszigetelő anyag nem került beépítésre, így a hajtóműzaj csökkentésére nincs hatékony módszer.

A vezetőfülkék géptér felőli felületére felhordott zaj- és dübörgésgátló anyagot fővizsgálatok alkalmával több rétegben lefestették, ezért jelentősen csökkent zajelnyelési tulajdonsága. Helyette az előzőekben ismertetett anyagokat javaslom alkalmazni a vezetőasztal és a vonatvezetői asztal alá is.

#### Megjegyzéseim:

A gumirugós szekrényfelfüggesztés egyértelműen bizonyítja a vezetőállások hatékony zajcsökkentését.

A hajtómű fogaskerekeinek pontos megmunkálására, a megmunkálás utáni fogaskerékköszörülésre és minősítésre a jövőben is kiemelt hangsúly kell fektetni.

Méréseim során lehetőségem volt egy mozdony (V43–1221) forgóvázcsere előtti (hagyományos szekrényfelfüggesztés) és forgóvázcsere utáni (gumirugós szerkényfelfüggesztés) mérésére.

## MŰSZAKI ELŐÍRÁS

### a közforgalmú vasúti járművek által keltett zaj szintjének mérésére és határértékeire

#### I.

- Az előírás hatálya kiterjed a MÁV Gépészeti Szakszolgálatára által beszerzésre és üzemeltetésre kerülő közforgalmú vontató és vontatott vasúti járművekre.
- Minden 1993. január 1. után beszerzésre kerülő, az előírás hatálya alá tartozó járműtípusra az MSZ 18159/2 sz. szabvány szerinti vizsgálat alapján meg kell határozni a típus A-szűrővel mért mértékadó hangnyomásszintjeit.
- Minden egyes új beszerzésű vontatójármű minősítő zajszintmérését el kell végezni az átvételi vizsgálatok keretében.
- A járműjavító üzemi nagyjavítást követően a vontatójárművek minden egyes darabjánál el kell végezni az ellenőrző zajszintmérést.
- A vontatójárművek üzemmód szerinti besorolását (vonali vagy tolatóüzemi) a szerkezeti kialakításuk és tervezési jellemzőik alapján kell elvégezni.
- A típusvizsgálati jellemzőkkel bíró vontatott járműsorozatok új járművei közül forgalombaállítás előtt egy véletlenszerűen kiválasztott darabnál ellenőrző minősítő zajszintmérést kell végezni az átvételi vizsgálatok keretében.
- Ha a kiválasztott új jármű ellenőrző mérésének értékei meghaladják a típusvizsgálat megfelelő mért értékeit, akkor a sorozat még egy, ugyancsak véletlenszerűen kiválasztott darabjával az ellenőrző mérést meg kell ismételni.
- Vontatott járművek egyes sorozatainál a járműjavító üzemi fővizsgát vagy főjavítást követően forgalomba helyezés előtt 2 (kettő) évenként legalább egy darabnál ellenőrző zajszintmérést kell végezni.  
Ha egy sorozat járműveinek javítását több járműjavító üzem végzi, akkor 2 évenként üzemenként kell egy-egy darabnál az ellenőrző mérést elvégezni.
- A javított vontatójárművek ellenőrző zajszintmérését, – ha az adott sorozat kiválasztott darabjánál a mért értékek a minősítési határértékeket meghaladják – a sorozat egy másik, az adott üzem által javított darabján meg kell ismételni.

- A vontatott járműsorozat, illetve az abból valamely járműjavító üzemben javított hányad minősítését a megismételt ellenőrző mérések eredményei alapján kell elvégezni.

## II.

### Az egyes vasúti járművek hangnyomásszint határértékei helyzetük, üzemmódjuk és a mérés helye szerint

A megadott értékek minden esetben a felsorolt feltételeknek megfelelően az adott mérési helyen „A” súlyozószűrővel, „F” gyors időállandóval mért pillanatnyi hangnyomásszint engedélyezett határértékeit jelentik,  $L_A$  [ $dB_A$ ].

#### Általános mérési feltételek:

- A mérés tárgyát képező jármű feleljen meg az üzemeltetési feltételeknek, üzemanyagokkal feltöltött állapotban legyen.
- A jármű ajtajai, ablakai és szellőzősalui zárva legyenek.
- A jármű segédüzemi berendezéseit működtetni kell, ha az azok által kisugárzott zaj valamely mérési pontban a mért zajszintet növeli. Azt a segédüzemi berendezést, melynek üzemi zajszintje a bármely mérési pontban mért zajszintértéket kevesebb mint  $5\text{ dB}_A$ -val növeli és üzemideje a bekapcsolási időn belül viszonylag kevés, (összességében 1 perc időtartamot nem halad meg) a mérésnél nem kell figyelembe venni.
- A mérési pályaszakaszt úgy kell megválasztani, hogy a járműről kisugárzott zaj a környezeti tereptárgyakról visszaverődve ne okozzon zajszintnövekedést a mérési pontokban. Ilyen tereptárgy a mérőmikrofon 50 m sugarú környezetében ne legyen.
- A mérés helyén a pálya környezetében nem lehet hó, magas fű vagy más hangelnyelő réteg. Ha a mérést mégis az adott helyen kell elvégezni, ennek tényét a jegyzőkönyvben fel kell tüntetni.
- A mérésnél a hang szabad terjedését a zajforrás és a mérőmikrofon közt biztosítani kell. Nem tartózkodhat a mérőszemélyzet sem a köztes térben, ha helyzete a mért értéket befolyásolja.



- Az időjárási viszonyok érdemben nem befolyásolhatják a mérési eredményeket:
  - Nem érvényes a mérési eredmény típusmérésnél, ha a szélesség az 5 m/s (18 km/h) értéket meghaladja.
  - Ellenőrző mérések eredménye elfogadható, ha a szélesség a 10 m/s (36 km/h) értéket nem haladja meg, de 5 m/s szélesség felett a tényleges értéket a mérési jegyzőkönyvben fel kell tüntetni.
- A jármű típusvizsgálata során a mérési pontok környezetében a környezeti zajforrások zajszintje legalább 10 dB<sub>A</sub>-val alacsonyabb legyen, mint a jármű által keltett zaj az adott mérési pontban. Frekvenciaelemzés esetén az egyes frekvenciasávokban kell a környezeti zajszintnek sávonként 10 dB<sub>A</sub>-val alacsonyabbnak lenni.
- Ellenőrző zajszintmérésnél a környezet által kisugárzott zaj szintje az egyes mérési pontokban legalább 3 dB<sub>A</sub>-val legyen alacsonyabb, mint a jármű által kisugárzott zajszint. Ha környezeti és a jármű által kisugárzott zajszint különbsége 10 dB<sub>A</sub>-nál kevesebb, a mérési eredményeket a következő táblázat szerint kell helyesbíteni:

Különbség a mért környezeti és a jármű által kisugárzott zajszintek közt [dB <sub>A</sub> ]	A helyesbítés mértéke a járműnél mért értéknél [dB <sub>A</sub> ]
$\Delta L_A \geq 10$	0
$9 \geq \Delta L_A \geq 6$	-1
$5 \geq \Delta L_A \geq 4$	-2
$\Delta L_A = 3$	-3

A helyesbítés tényét a mérési jegyzőkönyvben fel kell tüntetni.

- Minden méréssorozat előtt és után a mérőrendszer elemeit a gyártómű utasításainak megfelelően erre a célra szolgáló eszközzel (pisztonfonnal) hitelesíteni kell.
- Minden mérési pontban a mérést legalább kétszer meg kell ismételni és a mért értékek számtani középértékét kell számolni. Ez érvényes frekvenciaelemzés esetén is.
- Egy rész mérés időtartama legalább 5 másodperc legyen.

- Ha a három azonos pontban, azonos körülmények közt mért érték egymástól 3 dB<sub>A</sub>-nál nagyobb mértékben tér el, az adott pontban újabb, három részmerésből álló sorozatot kell mérni.
- Műszerpontossági és leolvasási tűrésként +2 dB<sub>A</sub> érték vehető figyelembe.
- A zaj jellegének feljegyzése írókészülék vagy magnetofon használatával, a felhasználható készülékekre vonatkozó előírások, a mérési eredmények feldolgozása az OSZZSD R-652/3 sz. ajánlás szerint értelmezendők.

## II/1.

### A külső környezetbe kisugárzott zaj megengedett hangnyomásszintje

#### 1.1 Álló helyzetű járműveknél:

A mérést csak vontatójárművek és motorvonatok motorkocsijának minősítésére kell elvégezni.

##### 1.1.1 A mérés környezeti és üzemeltetési feltételei az általános feltételeken túlmenően:

- Villamos vontatójárművek zajmérését a vontatómotor szellőzők névleges fordulatszámú üzeménél kell elvégezni.
- Belsőégésű erőforrású vontatójárműveknél legalább két üzemmódban kell zajszintmérést végezni.
  - A motor a segédüzemi igények ellátásához szükséges legalacsonyabb fordulatszámon, csak segédüzemi terheléssel üzemel, a vízhűtő szellőző(k) alacsony fordulatszámon, a légsűrítő pedig nem vagy üresjárásban üzemel.
  - A motor a névleges üzemi fordulatszámán üzemel úgy, hogy az összes segédüzemi berendezés névleges terheléssel és fordulatszámmal üzemel.
- Ha a motor valamely közbenső fordulatszámon konstrukciós és üzemi okokból álló helyzetben tartósan üzemelhet (pl. az ún. magas üresjáratú fordulatszámon).

számon), akkor a mérést a típusvizsgálat során ennél a fordulatszámnál is el kell végezni és a mérési jegyzőkönyvbe típusjellemzőként be kell jegyezni.

#### 1.1.2 A mérési pontok (mérőmikrofon) elhelyezése:

Az MSZ 18159/2 sz. szabvány 3.2 pontja szerint a pálya középvonalától mérve, arra merőlegesen 7,5 m távolságra, a sín felső síkja felett 1,4–1,6 m magasságban.

- Dízelüzemű járművek tetőkivezetésű kipufogócsövének környezetében is el kell végezni a mérést az MSZ 18159/2 sz. szabvány 2. ábrája szerint.
- Abban az esetben, ha a mérőmikrofon nem helyezhető el az előírt 7,5 m-es távolságra, a mérési jegyzőkönyvben a tényleges távolságot meg kell adni, hogy a mért érték a 7,5 m-es bázistávolságra átszámítható legyen.

A számítási összefüggés:

$$L_{A_{v_0;7,5}} = L_{A_{v_0;x}} + 20 \lg \frac{x}{7,5}$$

ahol x = a tényleges mérési távolság [m]

1.1.3 Típusvizsgálat esetén a jármű mindkét oldalán el kell végezni a mérést a hivatkozott szabvány 3.2. pontjának 3. bekezdésében meghatározott mérési helyeken.

1.1.4 Ellenőrző vizsgálat esetén elégséges abban az üzemállapotban a mérést elvégezni, amelyben a típusvizsgálat során a legmagasabb értékeket mérték, a legnagyobb szintértékűnek bizonyult három mérési pontban.

1.1.5 Villamos vontatójárművek esetén:

Járműtípus	Mozdony	Motorvonat vontatójárműve
Új beszerzés [dB <sub>A</sub> ]	75	65
Üzemelő [dB <sub>A</sub> ]	81	70

1.1.6 Dízel vagy egyéb belsőégésű erőforrású vontatójárművek esetén:

Járműtípus	Vonali mozd.		Tolatómozd.		Mot.von. vont.járműve	
	n <sub>min</sub>	n <sub>max</sub>	n <sub>min</sub>	n <sub>max</sub>	n <sub>min</sub>	n <sub>max</sub>
Új beszerzés [dB <sub>A</sub> ]	75	90	75	85	70	80
Üzemelő [dB <sub>A</sub> ]	80	93	80	88	75	83

1.2 Elhaladó járműveknél:1.2.1 A mérés környezeti és üzemeltetési feltételei az általános feltételeken túlmenően:

- A mérési pályaszakaszon 100 m-nél kisebb sugarú pályaiív és 5 %-nál nagyobb lejtő vagy dőlés nem lehet.
- A pályaszakaszon nem lehetnek váltók, a sínek nem fehetnek hídon, viadukton, nem vezethetnek bevágásban, erdőben vagy beépített területen.
- A mérést vasbetonaljakra fektetett hézagmentes síneken kell végrehajtani, ha a zúzottkő ágyazat nincs lefagyva. Ha ez a következmény valamilyen szempontból nem teljesül, azt a mérési jegyzőkönyvben fel kell tüntetni.
- A sín ún. folyóméter tömege legalább 48 kg, az aljak száma pedig kilométerenként legalább 1600 db legyen.
- A pálya kialakítása és műszaki állapota olyan legyen, hogy tegye lehetővé a vizsgált jármű konstrukciós sebességgel történő áthaladását.
- A vizsgált járművek kerekeinek futófelülete hibamentes legyen.
- A vizsgált vontatójármű egyedül, vagy a vonat elején haladjon.
- A vizsgált vontatott jármű nem haladhat a vonat végén és helyét a vonatban úgy kell megválasztani, hogy a vontatójármű zaja a mérés eredményét érdemben már ne befolyásolja. Célszerű a mérést olyan vonattal végezni, amely legalább öt azonos típusú kocsiból áll.
- A mérésben résztvevő vontatott járművek terheletlenek legyenek.
- Motorvonatok mérését olyan vonatösszeállításban kell végezni, amely az üzemeltetés során alapegységnek számít.

1.2.2 A mérési pontok mérőmikrofonok elhelyezése:

Általánosan a pálya középvonalától mérve, arra merőlegesen 25 m távolságra, 1,2–1,6 m magasságban a sín felső síkja felett.

Vontatójárművek esetén a mérést a pálya középvonalától mérve 3,4–3,6 m magasságban is el kell végezni.

1.2.3 Típusvizsgálat esetén az elhaladó jármű mindkét oldalán el kell végezni a mérést.

1.2.4 Ellenőrző vizsgálat esetén elégséges csak azon az oldalon elvégezni a mérést, amelyiken a típusvizsgálat során a nagyobb hangnyomásszint értékeket mérték.

- A járművek típus és ellenőrző mérését két menetmódban kell végrehajtani:
  - 80 km/h állandó menetsebességnél,
  - a jármű tervezési sebességénél típusvizsgálatnál, ill. az engedélyezett legnagyobb üzemi sebességnél ellenőrző méréskor.
- A méréseket azoknál a járműveknél, melyeknek tervezési sebessége 80 km/h vagy ennél kisebb, csak a legnagyobb tervezési sebességnél, azoknál pedig, melyeknek a tervezési sebessége 80 km/h-nál nagyobb, 80 km/h sebességnél és a tervezés szerinti legnagyobb sebességnél is el kell végezni.
- A jármű menetsebességét a mérés során állandó értéken kell tartani, legfeljebb az előírt sebességtől való 5 %-os eltérés engedhető meg.
- A vontatójárművek típus- és ellenőrző vizsgálatát 80 km/h menetsebességnél célszerűen a belsőégésű motor 2/3 névleges teljesítményleadása mellett kell elvégezni, ha a jármű konstrukciós sebessége 80 km/h-nál nagyobb.
- A tervezési és engedélyezett üzemi sebességgel végrehajtott zajszintmérést az erőátvitel névleges teljesítményleadása mellett kell végrehajtani az ehhez szükséges segédüzemi teljesítmény kifejtése mellett.
- Amennyiben a nevezett teljesítményértékek nem állíthatók be a mérésnél, a tényleges járműteljesítményt a jegyzőkönyvbe fel kell jegyezni. Villamos vontatójárművek esetén fel kell tüntetni a felsővezeték feszültség tényleges értékét a mérés időpontjában.
- Ha a nevezett két sebességérték közti tartományban mérések válnak szükségessé, akkor azokat célszerűen 120, 160 vagy 200 km/h sebességgel közlekedve végrehajtani, ha a pályaviszonyok azt lehetővé teszik.

- A megengedett  $L_A$  érték sebességfüggése csak  $v_{\max} = 160$  km/h sebességhatárig vehető figyelembe. Ennél nagyobb sebességnél  $L_{Av_{\max}}$  értékét kötelező betartani.
- Vontatójárművek típusvizsgálatánál a  $v_{\text{mérés}} = v_{\max}$  sebességértéknél el kell végezni az ún. kifutási zajszint mérését is. Ebben az esetben a vontatómotor szellőzőket ki kell kapcsolni és nem lehet vonóerőkifejtés.

1.2.5. Villamos vontatójárművek esetén  $L_A$  értéke:

Járműtípus	Mozdony		Mot.von. vont.járműve	
Mérési seb. [km/h]	80	$v = v_{\max}$	80	$v = v_{\max}$
Új beszerzés [dB <sub>A</sub> ]	85	$L_{Av} = 20 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	78	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$
Üzemelő [dB <sub>A</sub> ]	88	$L_{Av_{\max}} \leq 96$	82	$L_{Av_{\max}} \leq 90$

1.2.6. Belsőégésű motoros vontatójárművek esetén  $L_A$  értéke:

Járműtípus	Mozdony		Mot.von. vont.járműve	
Mérési seb. [km/h]	80	$v = v_{\max}$	80	$v = v_{\max}$
Új beszerzés [dB <sub>A</sub> ]	85	$L_{Av} = 10 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	83	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$
Üzemelő [dB <sub>A</sub> ]	88	$L_{Av_{\max}} \leq 92$	86	$L_{Av_{\max}} \leq 90$

Vontatott járművek esetén  $L_A$  értéke:

Járműtípus	Személykocsi	Teherkocsi
Számítási összefüggés	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80} \text{ [dB}_A\text{]}$	
$L_{A80}$ [dB <sub>A</sub> ] (mint számítási állandó)	86	89
$L_{Avmax}$ [dB <sub>A</sub> ]	96	98

II/2.

Vontatójárművek vezetőfülkéjében, valamint motorkocsik és  
vontatott járművek belső terében fellépő zaj megengedett  
hangnyomásszintje

2.1. A mérés környezeti és üzemeltetési feltételei az általános feltételeken túlmenően:

- A mérési térben az ott szolgálatot teljesítő dolgozón és a mérést végző legfeljebb két személyen kívül más személy nem tartózkodhat.
- A járművek típusvizsgálatánál az álló, nem üzemelő jármű belső terében mért külső zavaró zaj hangnyomás szintje legalább 10 dB<sub>A</sub>-val legyen alacsonyabb mint, az üzemelő járművön menet közben mért érték.
- A mérőmikrofont nem szabad mereven a járműszekrényhez rögzíteni, tengelyhelyzete lehetőség szerint függőleges legyen. A mikrofon legalább 0,5 m távolságra legyen a mérést végző személytől.
- A vontatójárművek vezetőállásán a mérőmikrofont a padlósík felett 1,6 m magasságban kell elhelyezni.
- Két vezetőfülkés vontatójárműveknél a mérést mindkét vezetőfülkében el kell végezni úgy, hogy a mért фуlke menetirány szerint elöl legyen.
- A termes személykocsik belső terében három pontban kell a mérést elvégezni, a padlósík felett 1,2 m magasságban a vontatási függőleges középsíkban, a kocsi geometriai középpontjában, valamint a két forgócsap felett.

- A fülkés- és hálókocsokban három fülkében kell a mérést elvégezni, melyek közül egy a kocsik geometriai középpontjában, a másik kettő a két forgócsap felett vagy annak közvetlen közelében helyezkedjen el. A mikrofont a fülke geometriai középpontjában a padló síkja felett 1,2 m magasságban kell elhelyezni.
- Posta- és poggyászkocsik, valamint a hűtővonatok szolgálati kocsijainak zajmérését mind a munkatérben, mind a pihenőtérben el kell végezni. A munkatérben a mikrofont a padló síkja felett 1,6 m-re, a pihenőtérben 1,2 m-re kell elhelyezni.
- Dízel és villamos motorvonatok motorkocsijainak mind a vezetőállásán, mind az utastérben, ill. fülkéiben el kell végezni a vezetőfülkében fellépő zaj oktáv- vagy tercsávós mérését is.
- Álló helyzetben végzett mérésnél a villamos vontatójárművek szellőzőit névleges fordulatszámmal kell üzemeltetni, de a légsűrítőt nem kell működtetni.
- Belsőégésű motoros vontatójárművek álló helyzetben végzett típusvizsgálatánál a mérést a motor  $n_{\min}$ =alacsony üresjáratú és  $n_{\max}$ =legnagyobb terheletlen fordulatszáma mellett is el kell végezni.

Ellenőrző mérésnél csak a típusvizsgálat során nagyobb szintértékűnek bizonyult üzemállapotban kell mérni.



2.2. Megengedett belsőtéri hangnyomásszint  $L_{A}$  értékek:

üzemállapot		$L_{Av_0}$ [dB <sub>A</sub> ] álló		$L_{Av_{80}}$ [dB <sub>A</sub> ] v=80 km/h		Sebességfüggés	$L_{Av_{max}}$ [dB <sub>A</sub> ] v=v <sub>max</sub>	
		új	üzemelő	új	üzemelő		új	üzemelő
Villamos mozdony	vonali	70	75	75	81	$L_{Av} = 20 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	82	85
	tolató			75	83	–	80	85
Villamos m.kocsi		65	70	68	75	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	78	83
Dízel mozdony	vonali	75	80	78	83	$L_{Av} = 10 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	83	87
	tolató			78	87	–	81	87
Dízel m.kocsi		72	75	75	78	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	80	83
Távolsági forgalmú 1. oszt. (A) kocsi; hálókocsi; szalonkocsi		–		62	62	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	65	65
Távolsági forgalmú 2. oszt. kocsi; fekvőhelyes kocsi; étkezőkocsi		–		65	67		68	70
Postakocsi; poggyász-; étkezőkocsi konyha; hűtővonat szolgálati kocsija	Pihenő- tér	–		67	72		70	75
	Munka- hely	–		75	78		80	85
Elővárosi; városkörnyéki vonatok kocsija		–		70	75		75	80

A sebességfüggés  $v_{max}=160$  km/h sebességhatárig vehető figyelembe. Ennél nagyobb sebességnél  $L_{Av_{max}}$  előírt értékét kötelező betartani!

III.

A járművek minősítése

1. A típusvizsgálaton a jármű akkor minősíthető megfelelőnek, ha az MSZ 18159/2 sz. szabvány 3.5. pontjában előírt három rész mérés átlageredménye egyetlen mérési pontban és üzemállapotban sem nagyobb, mint a vonatkozó táblázatban a járműre előírt határérték.

A kisugárzott zajnak az előírt értékre vagy alá való csökkentésig a járműsorozat egyetlen darabja sem vehető MÁV állagba és nem üzemeltethető.

2. A típusvizsgálaton megfelelőnek minősített járműsorozat egyes új darabjainak átvételekor az összes típusvizsgálati mérési ponton és üzemállapotban legalább egy mérést el kell végezni. Ha valamelyik érték  $3 \text{ dB}_A$ -val vagy ennél nagyobb mértékben meghaladja a típusvizsgálat során meghatározott szintértéket, az adott mérést megismételve, a három rész mérés átlageredményét kell az adott járműtípusra jellemző értéknek elfogadni. A jármű akkor megfelelő, ha az egyes mért vagy mérési átlagként számított értékek egyetlen ponton és üzemállapotban sem haladják meg több mint  $3 \text{ dB}_A$ -val a típusvizsgálat során meghatározott értékeket, és nem nagyobbak, mint a megengedett határértékek.

3. Azon járműsorozatok járműveinél, melyek típusvizsgálati mérését a MÁV üzembeállítás előtt elvégezték, a járműjavítói nagyjavítást követően csak ellenőrző mérést kell végezni a típusvizsgálat során legnagyobb értékűnek bizonyult három mérési pontban, ill. üzemállapotban.

Az így mért értékek legfeljebb  $3 \text{ dB}_A$ -val lehetnek nagyobbak az adott pontban és üzemállapotban a típusvizsgálat során meghatározott értéknél és nem haladhatják meg a járműnemre előírt határértékeket.

4. Azon járműsorozatoknál, melyek járművein új állapotban nem végeztek típusvizsgálati mérést, az 1993. január 1-et követő első járműjavítói nagyjavításról kiadásra kerülő járművön az összes mérési pontban és üzemállapotban egy mérést el kell végezni. Ez az ún. teljeskörű ellenőrzés–mérés.

A mért értékek egyike sem lehet nagyobb, mint az adott járműnemre előírt határérték.

Határérték túllépése esetén a mérést kétszer meg kell ismételni – a kérdéses pontban és üzemállapotban –és a jellemző értéket a három rész mérés átlaga adja. Ha ez nagyobb,

mint az előírásban megadott határérték, a jármű nem állítható üzembe a zajszint csökkentéséig.

Az így minősített járműsorozat további járműveinek újabb nagyjavítása után elégséges a három legmagasabb zajszintű pontban, ill. üzemállapotban elvégezni a mérést és a járművet ennek alapján lehet minősíteni.

5. A vezetőfülkék ellenőrző zajszintmérését a 102.550/1987.GJF.A. sz. utasítás 2. pontjában foglaltaknak megfelelően minden forgóvázcserés vagy annál magasabbrendű javítás után el kell végezni függetlenül attól, hogy a három legmagasabb zajszintű mérési érték között szerepel-e a vezetőfülke zajszintjének mérése.

#### IV.

##### A mérések dokumentálása

1. A típusvizsgálat eredményét a vizsgálatot végző köteles jegyzőkönyvbe rögzíteni az MSZ 18159/2 5. pontjának megfelelően és azt úgy a gyártónak, mint a megrendelőnek 1-1 példányban megküldeni.

##### A jegyzőkönyvnek tartalmaznia kell:

- Az elvégzett vizsgálat fajtáját (típus, ellenőrző stb.).
- A vizsgált jármű típusát, sorozatjelét, sorszámát (pályaszámát), a gyártómű megnevezését, a gyártás vagy nagyjavítás időpontját vagy a gyártás, ill. javítást követő futási teljesítményét.
- A vizsgált jármű azon legfontosabb műszaki jellemzőit, melyeknek a vizsgálat eredményére hatása van. (Teljesítmény, fordulatszám, szerkezeti kialakítás stb.)
- A mérőberendezés(ek) megnevezését, típusát, azonosító számát, gyártójának megnevezését, a berendezés hitelesítési vagy minősítési okmányainak számát és keltét.
- A mérési pályaszakasz jellemzőit (szelvénytávolság, ív- és lejtviszony stb.).
- A jármű fő- és segédüzemi berendezéseinek üzem módját.
- A vizsgált jármű elhelyezkedését a vonaton (vontatott jármű).
- A vizsgált vontatójármű üzemelési viszonyait (egyedül, vonattal, „x” tonna vonatterheléssel stb.).

- Időjárási körülményeket és a pálya pillanatnyi állapotát (száraz, nedves sín, fagyott ágyazat stb.).
  - Az előírásban rögzített feltételektől való mindennemű eltérést.  
Ez vonatkozik a mérőeszközök elrendezésére, a mérés helyén tartózkodó személyek száma és a külső környezeti jellemzőkre egyaránt.
  - A környezeti zaj szintjét, zavaró hatásának jellemzését.
  - Az egyes mért szintértékeket, a számított középértékeket és a figyelembevett helyesbítéseket célszerű módon, lehetőleg táblázatos formában. (Típusmérésnél az állóhelyzeti környezeti zajszintméréshez célszerű a zajforrás és mérőhely ábrás megadása is)
  - Az egyes zajforrásokkal vagy zajokkal kapcsolatos, a mérés során tett megfigyelések eredményét (pl. a zaj jellegéről).
  - A mérési eredmények összehasonlítását a megengedett értékkel és ennek alapján a jármű akusztikai minősítését.
  - A mérést végző szervezet megnevezését, a mérést végző személyek nevét és beosztását.
  - A mérés helyszínét és időpontját.
2. A típusvizsgálattal rendelkező járműsorozatok egyes járműveinek zajszintméréséről a mérést végző olyan ún. egyszerűsített jegyzőkönyvet készít, melybe a típusvizsgálat során legmagasabb zajszintűnek minősített három ponton mért érték kerül csak be a vonatkozó üzemi jellemzők feltüntetésével.
3. Típusvizsgálattal nem rendelkező járműsorozat első alkalommal elvégzett teljeskörű ellenőrző mérésének jegyzőkönyvét, mint alapidokumentációt a javítást végző üzem MEO-nál meg kell őrizni. Másolatát a vizsgált jármű mozdonykönyvébe kell csatolni. A sorozat további járműveinek egyszerűsített mérési jegyzőkönyvét az egyes járművek mozdonykönyvébe kell csatolni és a következő járműjavítói nagyjavításig meg kell őrizni.
4. A mérési jegyzőkönyvek adatainak azonos értelmezéséhez az egyes értékek jelölése:  
A jármű jobb és baloldalát, ill. a jármű hossz tengelye irányában elhelyezett mérési pontokat mindig az 1 sz. vezetőfülke felől nézve vagy egyvezetőfülkés jármű esetén az 1 sz. vezetőállás felőli járművégről kell értelmezni.

Típusvizsgálat, új beszerzésű járművek egyedi átvételi mérése, ill. teljeskörű ellenőrző mérés esetén vázlatrajzon kell megadni az álló jármű hossz tengelye irányában kitűzött mérési pontokat  $a_1, a_2, \dots, a_n$  koordináta azonosítással.

Mérési adat azonosítási példák:

- $L_{Aak}(J;1,2;a_2;n_{max})$  = Álló helyzetben, a jármű jobb oldalán 1,2 m magasságban az  $a_2$  jelű hossz tengely irányú mérési pontban, névleges terheletlen fordulatszámú üzemiállapot mellett a környezetbe kisugárzott zaj hangnyomásszintje.
- $L_{Ael;80}(B;3,5/25)$  = 80 km/h sebességgel elhaladó jármű bal oldalán 3,5 m magasságban 25 m távolságra mért hangnyomásszint értéke.
- $L_{Ael;160}(J;3,5/25,ki)$  = 160 km/h sebességgel elhaladó jármű jobb oldalán 3,5 m magasságban 25 m távolságra a jármű kifutása közben mért hangnyomásszint érték.
- $L_{Aab}(2;n_{min})$  = Álló helyzetű jármű 2. sz. vezetőfülkéjében alacsony üresjárat fordulat számú üzemiállapotban mért hangnyomásszint.
- $L_{Ab;120}(1)$  = 120 km/h sebességgel haladó jármű 1. sz. vezetőfülkéjében mért hangnyomásszint.

A példákhoz megfelelően az  $L_A$  jelhez indexben kell megadni a jármű helyzetére (álló vagy elhaladó), sebességi állapotára, valamint az észlelés helyére (környezeti vagy belső) vonatkozó kiegészítő megjelöléseket.

A jelölés után zárójelben kell megadni a mérési pont helyére és a jármű üzemiállapotára vonatkozó azonosító jelöléseket.

V.

A gépészeti és járműfenntartási szakszolgálat egyes szerveinek feladatait a zajszint előírások betartására a 102.550/1987.GJF.A. sz. Végrehajtási Utasítás 10. pontja tartalmazza. Ennek előírásai érvényesek mind a külső környezeti, mind a járművek belső terében fellépő zajszint előírt határértékek alatt való tartására.

## 4.2 A Műszaki Előírás általam javasolt kiegészítése

Ez a kiegészítés a *18/2001. (IV. 28.) EüM rendelet a munkavállalónak a munka közbeni zajexpozíció okozta kockázatok elleni védelméről* és a *8/2002 (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról* szóló rendeletek a Műszaki Előírásba való beillesztését tartalmazza.

VI.

A Műszaki Előírás alkalmazásában

- a) *zajvizsgálat*: a munkavégzés során keletkező zaj mérése (a zaj impulzív jellegének figyelembevételével), valamint a zajexpozíció meghatározása;
- b) *munkahely*: a munkavégzés helyszíne;
- c) *zajterhelés*: a munkahelyen jelen levő zaj hangnyomásszintje;
- d) *zajexpozíció*: a munkavállalót a munkahelyen érő zajterhelés;
- e) *zajjellemző*: a zaj megítélésére használt mennyiség;
- f) *zajmérés*: a zajt jellemző mennyiségek meghatározása objektív méréssel;
- g) *zajértékelés*: a zajkibocsátás vagy zajterhelés mértékének meghatározása a zajmérések alapján.

A munkáltatónak a munkavállaló halláskárosodásának megelőzése, valamint az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkafeltételek biztosítása érdekében a munkahelyen zajvizsgálatot kell végeztetni, ha ott az egészséget veszélyeztető zajterhelés

feltételezhető. Egyenlőtlen napi munkaidő beosztás esetén a zajexpozíciót heti 40 órára kell vonatkoztatni.

Zajvizsgálatot csak engedéllyel rendelkező vagy a Nemzeti Akkreditáló Testület által e tevékenységre akkreditált szervezet (laboratórium) végezhet.

A munkahelyet, munkaeszközt úgy kell tervezni, létesíteni és üzemeltetni, hogy a zajexpozíciót jelentő megítélési A-hangnyomásszint ( $L_{AD}$ ) ne legyen nagyobb 85 dB-nél, továbbá a munkavállalót érő legnagyobb A-hangnyomásszint ( $L_{AI}$ ) egyetlen alkalommal se haladja meg a 125 dB értéket.

### 1. Fogalommeghatározások

#### 1.1. A-hangnyomásszint: $L_A$

A zajmérő A súlyozósűrőjével meghatározható hangnyomásszint.

#### 1.2. Egyenértékű A-hangnyomásszint: $L_{Aeq}$

Annak a folyamatos állandó A-hangnyomásszintnek az effektív értéke adott T idő alatt, amely azonos a vizsgált időben változó zaj effektív értékével.

#### 1.3. Megítélési A-hangnyomásszint: $L_{AD}$

A dolgozót érő zaj 4.3. pont szerint meghatározott értéke, amelyet a megengedett, egyenértékű A-hangnyomásszinttel hasonlítanak össze.

#### 1.4. Legnagyobb A-hangnyomásszint: $L_{AI}$

Impulzus időállandóval mérhető legnagyobb A-hangnyomásszint.

#### 1.5. Megítélési idő: T

A megítélési A-hangnyomásszint vonatkoztatási ideje.

#### 1.6. Értékelési idő

Az egyenértékű A-hangnyomásszint vonatkoztatási ideje.

#### 1.6. Állandó zaj

Olyan zaj, amelynek A-hangnyomásszintje meghatározott helyen az idő függvényében legfeljebb 5 dB-lal ingadozik.

#### 1.7. Változó zaj

Olyan zaj, amelynek A-hangnyomásszintje meghatározott helyen az idő függvényében 5 dB-nél nagyobb mértékben ingadozik.

#### 1.8. Impulzusos zaj

Olyan zaj, amely egy vagy több 0,2 s-nál rövidebb impulzust tartalmaz.

(Zajmérővel végzett mérésnél impulzusosnak lehet tekinteni a zajt, ha az „S” és „I” mérési módokban mért értékek közötti különbség több mint 4 dB.)

#### 1.9. Környezeti zaj

A munkahelyen kívüli akusztikai környezetet jellemző olyan összegzett zaj, amelyet általában számos (közeli és távoli) zajforrás okoz.

#### 1.10. Alapzaj

Olyan zaj, amelyet a vizsgálat helyén nem a vizsgált zajforrás okoz.

### 2. Mérőberendezés

#### 2.1. A mérőműszerek pontossága

Az egyenértékű A-hangnyomásszint mérését az IEC 804-ben előírt 2. típusú, vagy annál pontosabb integráló-átlagoló műszerrel kell végezni. A műszer frekvenciasúlyozásának meg kell felelni az IEC 651-nek.

A zajmérést az 1. pontossági osztályú zajmérő, összetett mérőrendszer vagy automatikus mérőberendezés segítségével kell elvégezni.

Különös gondot kell fordítani az alkalmazáshoz elegendően széles dinamikatartomány biztosítására és arra, hogy a műszer belső elektronikus zaja és túlvezérlési tulajdonságai megfelelőek legyenek.

#### 2.2. Súlyozószűrő

A mérést a zajmérő A súlyozószűrőjével kell elvégezni.

#### 2.3. A zajmérő kalibrálása

A zajmérőt, ill. az egész mérőrendszert a mérések előtt és után a műszerkönyv előírásai szerint kalibrálni kell. Előnyben részesülnek azok a módszerek, amelyek a mérő-mikrofonnal együtt az egész mérőrendszert kalibrálják.

### 3. Vizsgálati eljárás

#### 3.1. Mérendő zajjellemzők

3.1.1. Az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet a 3.5.1. pont szerint kell méréssel meghatározni dB-ben.



3.1.2. Állandó zaj esetén megengedhető az egyenértékű A-hangnyomásszinttel közelítőleg azonos értéket adó közepes A-hangnyomásszint meghatározása is a 3.5.2. pont szerint.

3.1.3. A maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett vizsgálatok során a dolgozót érő zaj minősítéséhez az egyenértékű A-hangnyomásszint mellett meg kell határozni a zaj  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintjét is dB-ben a 3.6. pont szerint.

### 3.2. A T megítélési idő

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

### 3.3. A $\tau$ értékelési idő

A maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett vizsgálatoknál a  $\tau$  értékelési idő egyenlő a műszak időtartamával.

### 3.4. A $T_m$ mérési idő megválasztása

A mérési időt elvileg az értékelési idővel azonosnak kell választani. A gyakorlatban – a zaj jellegétől, ill. a dolgozó tevékenységétől függően – rövidebb mérési idő is választható (3.5. pont), ha az így meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszint az értékelési időre, ill. a dolgozó adott tevékenységére jellemzőnek tekinthető, azaz a mérést az értékelési időn belül megismételve a mérési eredmények legfeljebb 3 dB-lel különböznek egymástól.

### 3.5. Az $L_{Aeq}$ egyenértékű A-hangnyomásszint mérése

3.5.1. Az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet a zaj jellegétől függetlenül elsősorban integráló zajmérővel vagy más, ennek megfelelő értékelést végző mérőműszerrel (pl. zajdózismérő) kell mérni, de a zaj jellegétől, ill. a rendelkezésre álló műszertől függően a 3.5.2. pontban közölt eljárás is alkalmazható.

3.5.2. Az állandó zaj közepes A-hangnyomásszintje a zajmérőről közvetlenül leolvasható, vagy szabályos időközönként (3–5 másodpercenként) leolvasott legalább 10 érték számtani középértékével kell megadni.

Állandó zajok A-hangnyomásszintjének leolvasását lassú (S) időállandóval kell végezni.

3.5.3. Változó zajok mérésekor a mérési idő legalább 10 perc legyen, és a mérést gyors (F) időállandóval kell végezni.

*Megjegyzés:* A zaj jellegétől függően azonban sokszor ennél lényegesen hosszabb mérési időt kell választani, hogy a 3.4. pont szerinti feltétel teljesüljön.

Sok esetben a  $\tau$  értékelési időn belül több, rövidebb idejű mérést célszerű végezni (pl. 60 perc folyamatos mérési idő helyett hatszor 10 percig mérni), azaz a  $\tau$  értékelési időre vonatkoztatott  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet többszöri mintavétellel meghatározni. Ugyancsak célszerű a dolgozó egyes tevékenységeinek mérését a  $\tau$  értékelési időn belül többször megismételni.

### 3.6. Az $L_{AI}$ legnagyobb A-hangnyomásszint meghatározása

3.6.1. Az  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintet dB-ben a zajmérő impulzus (I) időállandójával kell mérni.

3.6.2. Az  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszint a zajmérő legnagyobb kitérésének megfelelő érték dB-ben az értékelési idő alatt.

## 4. Vizsgálati eredmény

### 4.1. A vizsgálati eredmény megállapítása

4.1.1. A vizsgálat eredménye az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszint és – a maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett vizsgálat során – a zaj  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintje.

4.1.2. Az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszint meghatározásához első lépésben meg kell határozni az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet a  $\tau$  értékelési időre vonatkozóan, majd az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintet az (1) képlettel kell kiszámítani. Az eredményt egész decibelre kell kerekíteni.

4.1.3. A maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett vizsgálat során a zaj  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintjét a 3.6. pont szerint kell meghatározni.

### 4.2. Az $L_{AD}$ megítélési A-hangnyomásszint számításának általános szabályai

4.2.1. Az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintet dB-ben az (1) képlettel kell meghatározni.

$$L_{AD} = 10 \lg \left( \frac{\tau}{T} 10^{0,1L_{Aeq}} \right) \quad (1)$$

ahol:

$L_{Aeq}$ : a zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje dB-ben, a  $\tau$  értékelési időre vonatkoztatva;

$\tau$ : az értékelési idő s-ban;

T: a megítélési idő s-ban.

4.2.2. Az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszint értékét dB-ben a (2) képlet szerint kell meghatározni.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \frac{1}{\tau} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \quad (2)$$

ahol:

$p_A(t)$ : az A-szűrővel súlyozott hangnyomás időfüggvénye Pa-ban;

$p_0 = 20 \times 10^{-6}$  Pa, az alapszint;

$t_1$ : az értékelési idő kezdete;

$t_2$ : az értékelési idő vége;

$\tau = (t_2 - t_1)$  az értékelési idő s-ban.

A  $\tau$  értékelési idő részeitekre bontása esetén az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszint meghatározható dB-ben (3) képlettel is.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{\tau} \sum_{i=1}^n \tau_i 10^{0,1L_{Aeqi}} \right] \quad (3)$$

ahol:

$L_{Aeq,i}$ : az i-edik részeitőben ható zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje dB-ben;

i: az i-edik részeitő tartalma s-ban;

$$\tau = \sum_{i=1}^n \tau_i \text{ az értékelési idő s-ban}$$

n: a részeitők száma.

Osztályba sorolt mérési adatok esetén az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszint dB-ben a (4) képlettel határozható meg (statisztikus eloszlás).

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{j=1}^m n_j 10^{0,1L_{Aj}} \right] \quad (4)$$

ahol:

$L_{Aj}$ : a j-edik osztály határainak számtani középértéke dB-ben;

$n_j$ : a j-edik osztályba eső egyenlő időszakokra vonatkozó mérési adatok száma;

m: az osztályok száma;

N: a mérési adatok összes száma az értékelési idő alatt.

Mintavételi módszerrel az egyenértékű A-hangnyomásszint értékét decibelben a következő egyenlettel lehet kiszámítani:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( 10^{0,1L_{pAi}} \right) \right] \quad (5)$$

ahol

$L_{pAi}$ : az i-ik minta A-hangnyomásszintje;

n: a  $T_m$  intervallum alatt gyűjtött összes minták száma. Az időintervallumok egyformák, vagy végtelen hosszúságúak lehetnek.

A közvetlen módszer eredményének a különböző időtartamokban vett mintákhoz való közelítése a korrelálatlan minták számától függ. A mintavételi mérés időtartamát és a mintavétel sebességét úgy kell megválasztani, hogy biztosítva legyen az egyenértékű A-hangnyomásszint megfelelő pontosságú meghatározása.

4.3. Az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszint meghatározása a maradandó halláskárosodás megelőzésére végzett vizsgálat során

4.3.1. Ha a dolgozó az értékelési idő folyamán ugyanazon munkahelyen tartózkodik és változatlan tevékenységet folytat, akkor az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintet dB-ben az adott munkahelyen a 3.5. pont szerint mért – az értékelési időre vonatkozó – egyenértékű A-hangnyomásszintből a 4.1.2. pont szerint kell meghatározni. Ugyanígy kell eljárni, ha a dolgozóra ható zajterhelés vizsgálata a dolgozó tevékenységét és mozgását folyamatosan követő mérőműszerrel történik.

4.3.2. Ha a dolgozó az értékelési időben változó tevékenységet folytat, ill. különböző munkahelyeken tartózkodik, akkor az értékelési időt részigidőkre kell bontani. Ekkor a részigidők az egyes tevékenységek idejét, ill. az egyes munkahelyeken való tartózkodási időt jelentik (4.3.4. pont).

4.3.3. Az értékelési idő a dolgozó tevékenységétől függetlenül is felbontható olyan részigidőkre, amelyeken belül a zaj az idő függvényében azonos jelleggel változik vagy állandó, de az egyes részigidőkre vonatkozó  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintek lényegesen eltérőek.

4.3.4. Az értékelési idő részeitekre bontása esetén minden egyes  $i$  részeitőre meg kell határozni a zaj  $L_{Aeq,i}$  egyenértékű A-hangnyomásszintjét a (2) képlet szerint, majd a (3) képlettel ki kell számítani az értékelési időre vonatkozó  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet. Az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintet a 4.1.2. pont szerint kell meghatározni.

*Megjegyzés:* Ha valamely részeitőben az egyenértékű A-hangnyomásszint 70 dB-nél kisebb, ezt a tagot a (3) képlet szerinti összegezésnél figyelmen kívül lehet hagyni.

4.3.5. Ha a dolgozó a szokásostól lényegesen eltérő heti munkaidő-beosztásban dolgozik, ill., ha a munkahét egyes napjain a dolgozó zajterhelése jelentősen eltérő (és ez a dolgozót érő zaj minősítése szempontjából lényeges) az  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintet dB-ben a (6) képlettel, egyheti időtartamra kell számítani.

$$L_{AD} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 10^{0,1L_{ADi}} \quad (6)$$

ahol:

$L_{ADi}$ : a megítélési A-hangnyomásszint dB-ben a munkahét  $i$ -edik munkanapján.

## 5. A vizsgálat értékelése

5.1.1. A megengedett egyenértékű A-hangnyomásszinttel a 4.1.2. pont szerint meghatározott  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszinttel, ill. a megengedett legnagyobb A-hangnyomásszinttel a 3.6. pont szerint meghatározott  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszinttel kell összehasonlítani.

### 5.1.2. A zajterhelés

5.1.2.1. megfelel, ha a zaj  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintje és – a maradandó halláskárosodás megelőzése érdekében végzett vizsgálatnál – a zaj  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintje nem haladja meg a megengedett egyenértékű, ill. legnagyobb A-hangnyomásszintet,

5.1.2.2. nem felel meg, ha a zaj  $L_{AD}$  megítélési A-hangnyomásszintje és/vagy – a maradandó halláskárosodás megelőzése érdekében végzett vizsgálatnál – a zaj  $L_{AI}$  legnagyobb A-hangnyomásszintje meghaladja a megengedett egyenértékű, ill. legnagyobb A-hangnyomásszintet.

---

*Függelék*

F1. Az egyenértékű A-hangnyomásszint meghatározása statisztikai elemzéssel

F1.1. E módszer alkalmazása esetén egyenlő időközökben meg kell állapítani a pillanatnyi mérési adatokat (az A-hangnyomásszint időfüggvényének pillanatnyi értékeit).

A mérést lassú (S) időállandóval kell végezni és másodpercenként legalább 2 mérési adatot kell meghatározni.

F1.2. A pillanatnyi mérési adatokat nagyságuk szerint osztályba kell sorolni. A mérési adatok 90 %-ánál több egy osztályba ne jusson.

Az osztályszélességet kisebb színtingadozás esetén 2,5 dB-nek célszerű választani, de az osztályszélesség 5 dB-nél nagyobb ne legyen.

A mérési terjedelem túllépését lehetőleg el kell kerülni.

A túllépést külön felső határ nélkül osztályba kell számlálni.

A legfelső (nyitott) osztályba az összes mérési adat 0,3 %-ánál több ne jusson.

A számításnál a legfelső osztályt a többivel azonos szélességűnek kell venni.

F1.3. Az  $L_{Aeq}$  egyenértékű A-hangnyomásszintet a (4) képlettel kell meghatározni. Az értékelési időnél rövidebb mérési idő választása esetén a (4) képletben az értékelési időre eső mérési adatok N összes száma helyére a mérési időre eső mérési adatok  $N_m$  összes számát kell behelyettesíteni.



**MÁV-Gépészet Zrt. Körzeti Járműfenntartási Központ Szeged  
Szeged Fenntartási Műhely**

## **Zajmérési Jegyzőkönyv**

**Készült a V43- ..... sorozatú mozdony vezetőállásán**



---

**MÁV-Gépészet Zrt. Körzeti Járműfenntartási Központ Szeged**  
Szeged Fenntartási Műhely  
6729 Szeged, Szeged – Rendező | Telefon, fax: (62) 543 - 930  
Vasútiüzemi fax: (06) 23 - 60  
E-mail: [borosf@mav.hu](mailto:borosf@mav.hu)

## Zajmérési Jegyzőkönyv

[104120/1992.GJF.A. ; 102550/1987.GJF.A. és 18/2001. (IV.28.) EüM rendelet alapján]

<b>Mérést végző:</b>	Szervezet:	
	Mérést végezte: (beosztás)	
<b>Jármű típusa:</b>	Pályaszám: Nagyjavítás időpontja: Javítás időpontja: Javítást követő futási teljesítmény:	
<b>Mérés:</b>	Időpontja: Időtartama: Módszere:	
<b>Vizsgálat fajtája:</b>	(típus, ellenőrző)	
<b>Vonatszám, vonatsebesség:</b>	Vonatszám: Seb.:	
<b>Mérési pályaszakasz jellemzői:</b> (vasbeton alj, hézagmentes sín)	Vonatszám: Szelvénytípus: Lejtviszonyok:	
<b>Vontatójármű üzemelési viszonya:</b>	Vontatási üzemmód: Vonatterhelés:	
<b>Jármű legfontosabb műszaki jellemzői:</b>	Abronsvastagság: Forgóváz felfüggesztési mód: Teljesítmény: (Ford.szám):	
<b>Időjárási körülmények, pálya pillanatnyi állapota:</b>	(pl. száraz, nedves sín, fagyott ágyazat, szél, stb.)	
<b>Fő- és seg.üz.-i ber.-ek üzem módja:</b>	Felsővezeték fesz.-e: Légszűrő, szellőző üzeme:	
<b>Mérőberendezés:</b>	Megnevezés: Típus: Hitelesítés: Azonosító száma: Pontosság: Mérési tartomány:  Gyártó:	
<b>Előírásoktól való eltérés:</b>	(pl. külső környezeti jellemző, mérés helyén tartózkodó személyek, stb.)	
<b>Környezeti zaj:</b>	Szintje: Zavaró hatásának jellemzése:	
<b>Jármű akusztikai minősítése:</b>		



## Zajmérési Jegyzőkönyv

[104120/1992.GJF.A. ; 102550/1987.GJF.A. és 18/2001. (IV.28.) EüM rendelet alapján]

<b>1. Vezetőállás:</b> [dB <sub>A</sub> ]	L <sub>Av0</sub> : L <sub>Av80</sub> : L <sub>Avmax</sub> : L <sub>AI</sub> :	
<b>2. Vezetőállás:</b> [dB <sub>A</sub> ]	L <sub>Av0</sub> : L <sub>Av80</sub> : L <sub>Avmax</sub> : L <sub>AI</sub> :	

### Megengedett belsőtéri hangnyomásszint L<sub>A</sub> értékek:

üzemállapot		L <sub>Av0</sub> [dB <sub>A</sub> ] álló		L <sub>Av80</sub> [dB <sub>A</sub> ] v=80 km/h		Sebességfüggés	L <sub>Avmax</sub> [dB <sub>A</sub> ] v=v <sub>max</sub>	
		új	üzemelő	új	üzemelő		új	üzemelő
Járműtípus								
	Villamos mozdony							
	vonali	70	75	75	81	$L_{Av} = 20 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	82	85
	tolató			75	83	–	80	85
	Villamos m.kocsi	65	70	68	75	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	78	83
Dízel mozdony	vonali	75	80	78	83	$L_{Av} = 10 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	83	87
	tolató			78	87	–	81	87
	Dízel m.kocsi	72	75	75	78	$L_{Av} = 30 \lg \frac{v}{80} + L_{A80}$	80	83

### Egyes mért szintértékek:

Számítási képlet:

$$L_A = \frac{L_{Ai}}{n} \quad (\text{Ha a mért értékek ingadozása } 3 \text{ dB}_A\text{-n belüli.})$$

$$L_A = 10 \log \left( \frac{\sum 10^{0,1 L_{Ai}}}{n} \right) \quad (\text{Ha a mért értékek ingadozása nem } 3 \text{ dB}_A\text{-n belüli.})$$

	Állóhelyzeti [dB <sub>A</sub> ]	v=80 km/h [dB <sub>A</sub> ]	v=100 km/h [dB <sub>A</sub> ]
1-es vez.áll.			
2-es vez.áll.			

### **Felhasznált szakirodalmak**

- [1] Buna B.: A közlekedési zaj csökkentése  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982
- [2] Kováts A.: Gépszerkezettan (Műszaki akusztika)  
Nemzeti Tankönyvkiadó, 1993
- [3] Kováts A.: Zaj- és vibráció  
Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar, 2001
- [4] Szentmártony Tibor: Zajtalanítás  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963
- [5] Döbröczöni Á.: Gépszerkezettan I.  
Miskolci Egyetemi Kiadó, 1999
- [6] Dr. Terplán Z.: Gépelemek II.  
Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999