



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

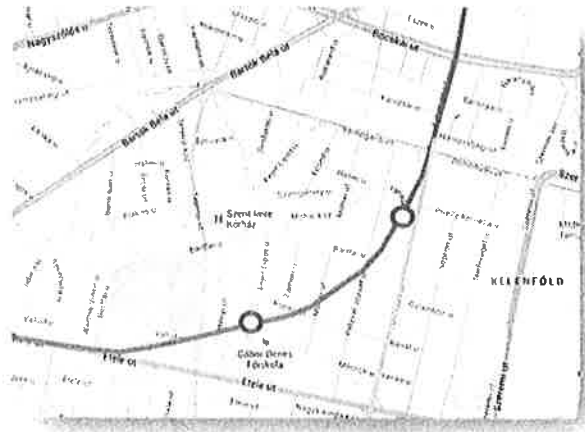
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
Akusztikai és Stúdiótechnikai Laboratórium  
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Telefon: (36-1) 463-3246  
Telefax: (36-1) 463-3266  
E-mail: fulop@hit.bme.hu  
URL: <http://vibac.hit.bme.hu>

## ELLENŐRZŐ ZAJ- ÉS REZGÉSMÉRÉSEK A 4-ES METRÓ OKOZTA PANASZOK VIZSGÁLATÁRA

2. sorozat: Mérések a [REDACTED] és a [REDACTED] utcában

Megbízó: TÓTH T. D. Kft.



A feladat megoldásában közreműködtek

a BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék munkatársai:

**dr. Augusztinovicz Fülöp**

**dr. Fiala Péter**

**Firtha Gergely**

**Mócsai Tamás**

valamint

**Dr. Forián Szabó Péter**

okl. villamosmérnök, egyetemi docens

okl. villamosmérnök, egyetemi adjunktus

okl. villamosmérnök, doktorandusz,

okl. villamosmérnök, tudományos segédmunkatárs és

okl. építőmérnök, zaj- és rezgésvédelmi szakértő



Budapest, 2014. március 17.

**BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS  
GAZDASÁGTUDOMÁNY EGYETEM**

Villamosmérnöki és Informatikai Kar  
Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék  
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.  
Tél.: +36 1 463-3261, Fax: +36 1 463-3263

## TARTALOM

1.	Bevezetés és vezetői összefoglaló .....	5
2.	Mérési körülmények .....	5
2.1.	Mérési helyszínek és forgalmi viszonyok .....	5
2.2.	Mérőeszközök .....	8
2.3.	Vizsgálati és értékelési módszerek .....	8
3.	Mérési eredmények .....	8
3.1.	██████████ utcai mérési helyszín .....	8
3.1.1.	Zajmérési eredmények .....	8
3.1.2.	Rezgésmérési eredmények .....	9
3.1.3.	Környezeti rezgésterhelési mérés eredményei .....	9
3.2.	██████████ utcai mérési helyszín .....	12
3.2.1.	Zajmérési eredmények .....	12
3.2.2.	Rezgésmérési eredmények .....	12
3.2.3.	Környezeti rezgésterhelési mérés eredményei .....	13
4.	Értékelés és összefoglalás .....	15
4.1.	Immissziós követelmények .....	15
4.2.	A követelmények és a mért adatok összevetése .....	15
4.3.	Általános megállapítások .....	15
5.	Hivatkozások .....	16
6.	Függelék .....	17
6.1.	Fényképek .....	17
6.2.	A felhasznált zajmérő hitelesítési bizonyítványa .....	18



## 1. BEVEZETÉS ÉS VEZETŐI ÖSSZEFOGLALÓ

A Tóth T.D. Kft. termelési igazgatója felkérte Tanszékünket az új metróvonal kapcsán felmerült zaj- és rezgés-panaszok kivizsgálására. Egyeztetett és elfogadott ajánlatunk alapján 2013 decemberében két panaszos lakásában és az alagút alattuk elhelyezkedő szakaszán végeztünk ellenőrző rezgés- és zajméréseket. Akkori megállapításaink szerint [2] mind az emissziós rezgések, mind a 4-es metró szerelvényeitől származó immissziós zajszintek jelentősen elmaradtak a megengedett értékektől.

A későbbiek során két további panasz kivizsgálására kaptunk felkérést. Az első mérésorozat tapasztalatai alapján, a Megbízónkkal lefolytatott egyeztetés után és figyelembe véve azt a tényt, hogy a kivitelező szerződésében az immissziós határérték betartását vállalta, a vizsgálatot csak az immissziós rezgések és zajok ellenőrzésére terjesztettük ki. A jelen szakértői vélemény ennek értelmében a [REDACTED] sz. és a [REDACTED] sz. ház egy-egy lakásában végzett zaj- és környezeti rezgésmérések körülményeit, eszközeit, a mérési és vizsgálati módszereket, a nyert eredményeket és azok értékelését tartalmazza.

Az immissziós zajszintek jelen sorozatú vizsgálata alapján is kijelenthető, hogy **mind a mért zajszintek, mind a rezgések kisebbek a megengedettnél.** Kétségtelen ugyanakkor, hogy a két vizsgált helyszínen a metróelhaladások valóban hallhatók, és a [REDACTED] utcában a jobb vágányon közlekedő szerelvények rezgése igen enyhén érezhető is. **A panaszosok által kifogásolt környezeti hatások tehát túl vannak az észlelési határon, de belül vannak a vonatkozó előírások megszabta korlátokon.**

## 2. MÉRÉSI KÖRÜLMÉNYEK

### 2.1. Mérési helyszínek és forgalmi viszonyok

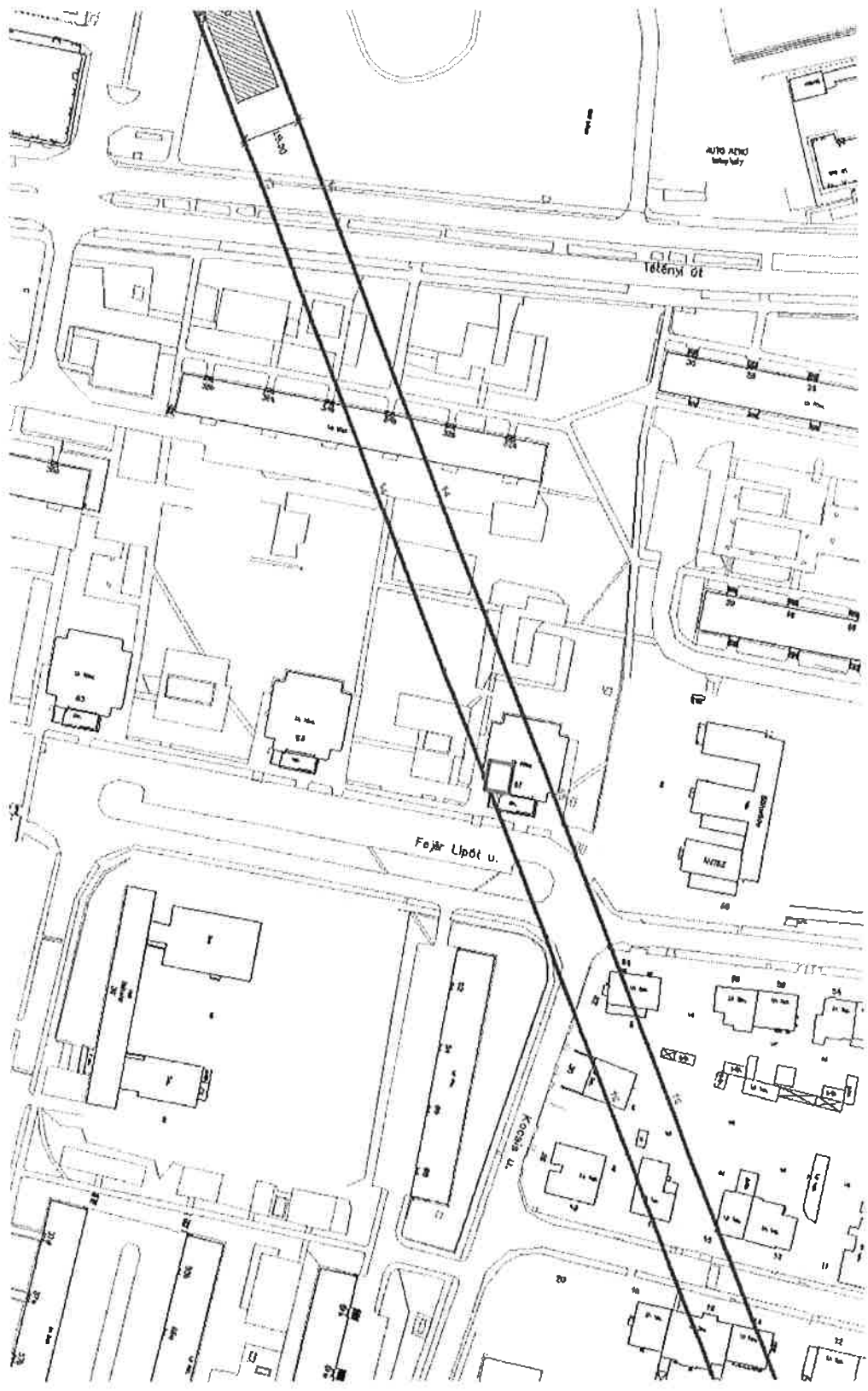
A [REDACTED] sz. alatt lakó panaszos [REDACTED] lakása a [REDACTED] emeleten, az épület délkeleti sarkán helyezkedik el. Az épület a panaszosok, valamint a panaszos kérésére a mérés alatt jelen levő két másik lakó elmondása szerint a metróépítés során 1,5 cm-t megsüllyedt. A lakókat mind az építés, mind pedig a próbaüzem során tapasztalt zaj és rezgés jelentős mértékben zavarja. A metrónak mind a bal, mind pedig a jobb vágánya az épület alatt halad el (ld. az 1. ábrán). A bal vágányon csak Vossloh 336-os típusú rugalmas sínleerősítés készült, a jobb vágányon (ami pontosan a vizsgált lakás alatt fut) a rugalmas leerősítésen túl rugalmas alátámasztáson úsztatott fenékbeton (a továbbiakban: úsztatott tömeg-beton rezgésszigetelés) is beépítésre került, mivel ez a szakasz lesz a 4-es vonal próbapályája.

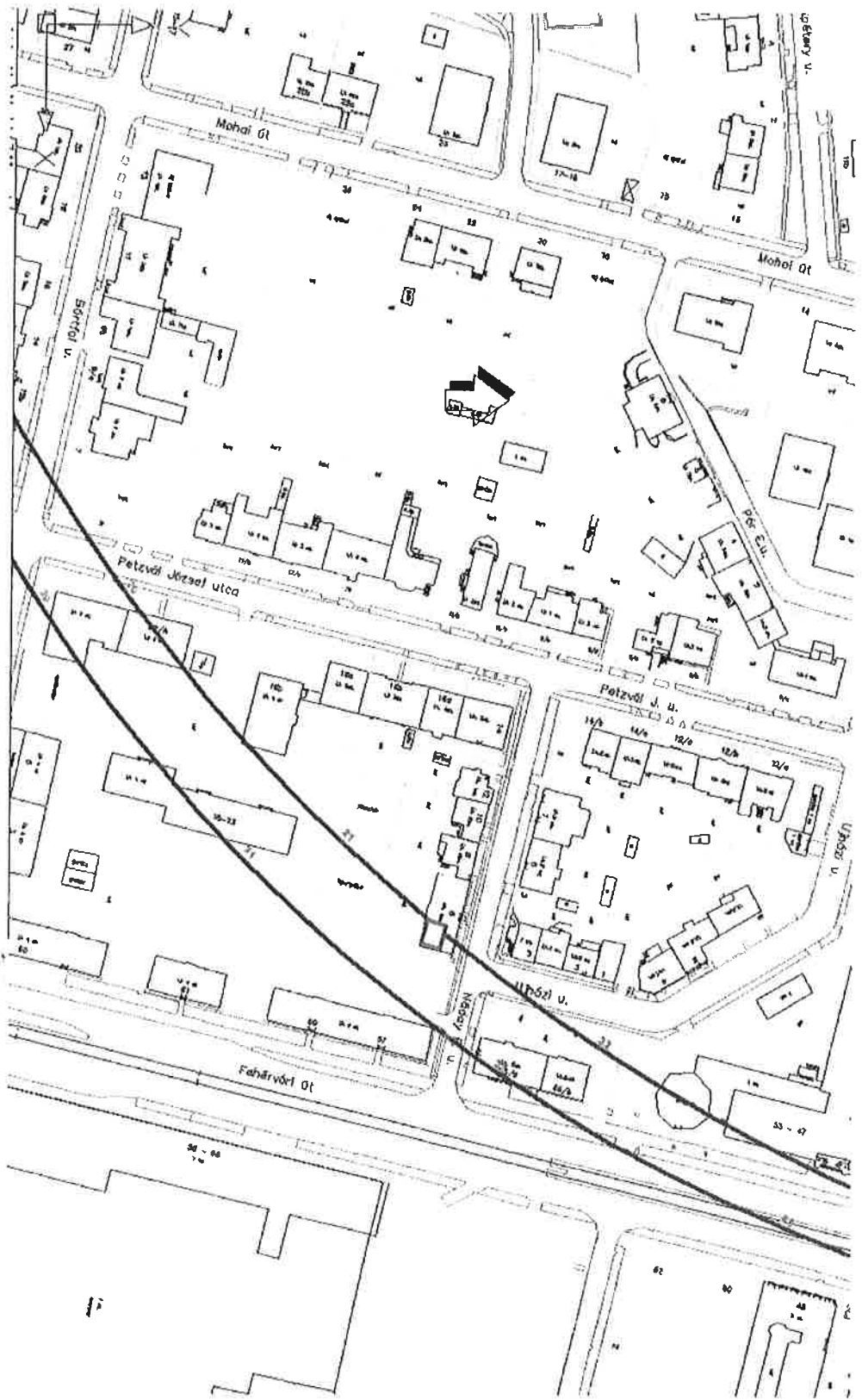
A mérés a lakás kisebbik szobájának közepén, a padlóra helyezett, [4] szabvány szerinti illesztő elemekre mágnessel rögzített gyorsulásérzékelőkkel, a zajmérés az érzékelők felett, a padlótól mért 1,5 m magasságban elhelyezett mérőmikrofonnal (ld. az F1. ábrán) történt 2014. február 21-én délután 14:52 és 15:47 között. A pályán 10 szerelvény normál forgalomnak megfelelő sötétüzemi próbaként közlekedett.

A [REDACTED] utcai mérés a ház [REDACTED] felőli földszinti saroklakásában történt. A lakás felújított, jó hanggátlású ablakokkal rendelkezik, melyek egyike a [REDACTED] felé tekint. Ezen épület alatt közvetlenül csak a bal vágány fut (ld. a 2. ábrán), a jobb vágány tengelye délkeleti irányban, 14 m távolságban halad el. A mérés a fentivel azonos módon, egy kisméretű, ablakával a [REDACTED] utcára néző kishálóban történt az előzővel azonos napon, 17:35 és 18:10 között.

A mérések alatt mérőcsoportunk egyik tagja valamelyik szomszédos állomás peronján tartózkodott és felírta a szerelvények pályaszámát, indulásának és érkezésének idejét, amit a feldolgozás során az elhaladó szerelvények azonosítására használtunk fel.

1. ábra: A [redacted] sz. ház, a vizsgált lakás (piros négyzet) és a 4-es metró alagútjainak helyszínrajza.





2. ábra: A [redacted] ház, a vizsgált lakás (piros négyzet) és a 4-es metró alagútjainak helyszínrajza

## 2.2. Mérőeszközök

A vizsgált lakásokban három mérőrendszert működtettünk párhuzamosan. Ezek egyikevel: National Instruments mérésadatgyűjtő és NiHu.Lab mérőszoftver segítségével a padlón, szabványos illesztődarab és 393A03 típusú gyorsulásérzékelő segítségével rezgésjelet rögzítettünk. A [4] szabvány szerinti környezeti rezgésterhelési értékeket a dr. Forián Szabó Péter által speciálisan erre a célra kidolgozott mérőberendezés és – szoftver mérte. Ez a mérőberendezés a következőkből áll: PCB-ICP M393A03 típusú gyorsulásérzékelő, amelyet mágnessel rögzítettünk a [4] szabvány szerint a padlóra helyezett vastömbre, PIM ZJK (ICP) típusú négycsatornás jelkondicionáló erősítő, NAT SC2040 típusú mérőerősítő, NAT 6024E típusú mintavevő kártya, és Fujitsu-Siemens típusú Notebook az eredmények tárolásához. A mérést az SRM\_002 szerkezeti rezgésméréseket vezérlő szoftver készítette, a kiértékeléshez az SRE\_002 számú szoftvert használtuk.

A lakásokban kialakuló zajok hiteles mérését Brüel & Kjær 2250-es típusú zajmérő és frekvencia-analizátor segítségével végeztük, melynek hitelesítési bizonyítványát a Függelékben közöljük.

A mérések megkezdése előtt a három mérőrendszer belső elektronikus óráját és az állomásokban jegyzetelő munkatársunk óráját az azonos időben lezajló jelenségek azonosításának és egyértelmű összerendelésének céljából másodperces pontossággal egymáshoz igazítottuk.

## 2.3. Vizsgálati és értékelési módszerek

Az immissziós mérés módját a feltétfüzet 6.4.2. fejezete írja elő. Rezgés esetében a környezeti szűrővel súlyozott gyorsulás, zaj esetében pedig "A"-súlyozott hangnyomásszint "F" időállandóval mért effektív értékeiből kell kiindulni. A 6.4.2. pontban leírt egyszerűsítés szerint minden metrőelhaladás alkalmával külön meg kell mérni az  $L_{AF,max}$  hangnyomásszint-, illetve  $a_{wF,max}$  súlyozott rezgés gyorsulás maximumokat és ezeket a következő határértékekkel kell összevetni:

$$L_{AF,max} \leq 42 \text{ dB(A)}, \quad \text{és} \quad a_{wF,max} \leq 18 \text{ mm/s}^2$$

Az alábbi táblázatokban a gyors (125 ms-os) időállandóval mért maximális szintek mellett az 1s időtartamra energia szerint átlagolt értékek legnagyobbikát is feltüntettük.

## 3. MÉRÉSI EREDMÉNYEK

### 3.1. ██████████ utcai mérési helyszín

#### 3.1.1. Zajmérési eredmények

Az 1. táblázatban az egyes szerelvények pályaszámait, az elhaladás irányát és az elhaladás közben mért maximális A-szinteket tüntettük fel. Amint a pályaszámok ismétlődéséből látható, a mérési idő alatt mind a tíz, pályán kint levő szerelvény elhaladt a mérőhely alatt, sőt három szerelvényt kétszer is mértünk.

A két irányban haladó szerelvények zaja között jelentős az eltérés. A Bikáspark felől Újbuda irányában, az úsztatott tömegbeton rezgésszigeteléssel ellátott pályán haladó szerelvények zaja átlagosan kb. 10 dBA-val, az előforduló legnagyobb szintet tekintve 13 dBA-val alacsonyabb a másik vágányon haladó szerelvények zajánál. A bal vágányon elhaladó 532-535 pályaszámú szerelvény zaja volt a legnagyobb (41 dBA csúcserkével megközelítve a 42 dBA-s határértéket), a többi elhaladás maximális

zajszintje azonban ennél jóval alacsonyabb, átlagosan csak 36 dBA (a szórás pedig 2,5 dBA).

1. táblázat: A ██████████ sz. házban mért metró elhaladások maximális zajszintjei

Újbuda felől a <b>bal alagútban</b> Bikáspark irányába haladó szerelvények			Bikáspark felől Újbuda irányába (a szigetelt próbapályán), <b>jobb</b> <b>alagútban</b> haladó szerelvények		
Pályaszám	LAFmax	LAeq	Pályaszám	LAFmax	LAeq
520-523	41,1	38,3	560-563	23,3	22,5
560-563	34,4	32,2	552-555	23,8	23,0
552-555	37,1	34,9	540-543	24,2	23,4
540-543	34,1	32,2	564-567	25,8	24,9
564-567	35,8	33,6	576-579	24,3	23,1
576-576	35,9	33,4	548-551	27,3	25,3
548-551	35,0	33,3	544-547	28,0	26,3
544-547	32,5	30,5	532-535	28,0	26,8
532-535	41,0	37,2	568-571	26,8	24,5
568-571	34,8	32,9	520-523	26,6	25,7
520-523	34,7	32,9			
560-563	36,3	33,3			
552-555	34,9	32,3			
átlag	<b>36,0</b>	<b>33,6</b>		<b>25,8</b>	<b>24,6</b>
szórás	2,5	2,1		1,8	1,5
max.	41,1	38,3		28,0	26,8

Az úsztatott tömegbeton rezgésszigetelés zajcsökkentő hatása a 3. ábra tercsávós spektrumain is jól értékelhető. 40 Hz alatt a szigetelés kismértékben zajszint növelő hatású, afelett azonban jelentős (a domináns, 100 Hz-es sávban pl. átlagosan 18 dB értékű) csillapítás figyelhető meg. A szabványos A-szűrő karakterisztikáját figyelembe véve ez a jelentős csillapítás eredményezi a mértékadó A-szint számottevő csökkenését.

### 3.1.2. Rezgésmérési eredmények

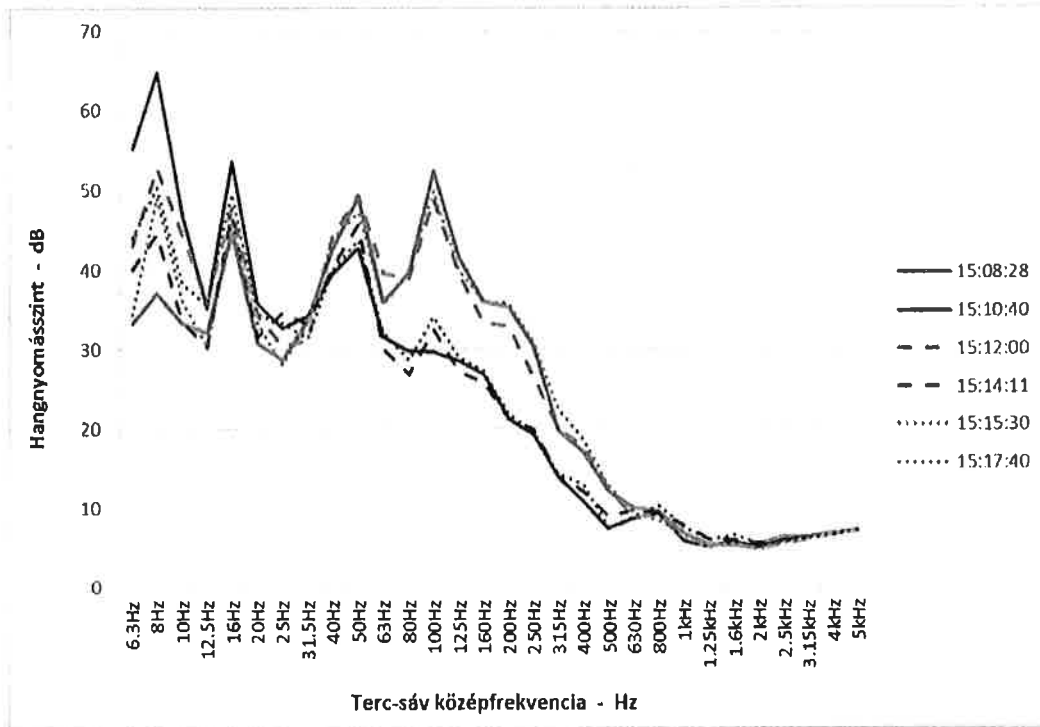
A 4. ábra a maximális zajszint pillanatában meghatározott tercsávós rezgésspektrumokat szemlélteti. A két vágányban haladó szerelvények rezgéskeltése között itt is hasonló az eltérés: 8-10 Hz között, valamint a 25 és 31,5 Hz-es sávban szintnövekedés figyelhető meg, 40 Hz felett azonban jelentős csillapítás lép fel.

A 3. és 4. ábra összevetéséből látható, hogy az úsztatott tömegbeton rezgésszigetelés 40 Hz felett érvényesülő hatása elsősorban a zajok csökkentésére alkalmas. Az emberi szervezet rezgésérzékenysége azonban a kisebb frekvenciákon nagyobb, ezért a következő fejezetben ismertetett súlyozott rezgésgyorsulás paraméter más összetevőket: döntő mértékben a kisfrekvenciás komponenseket veszi figyelembe.

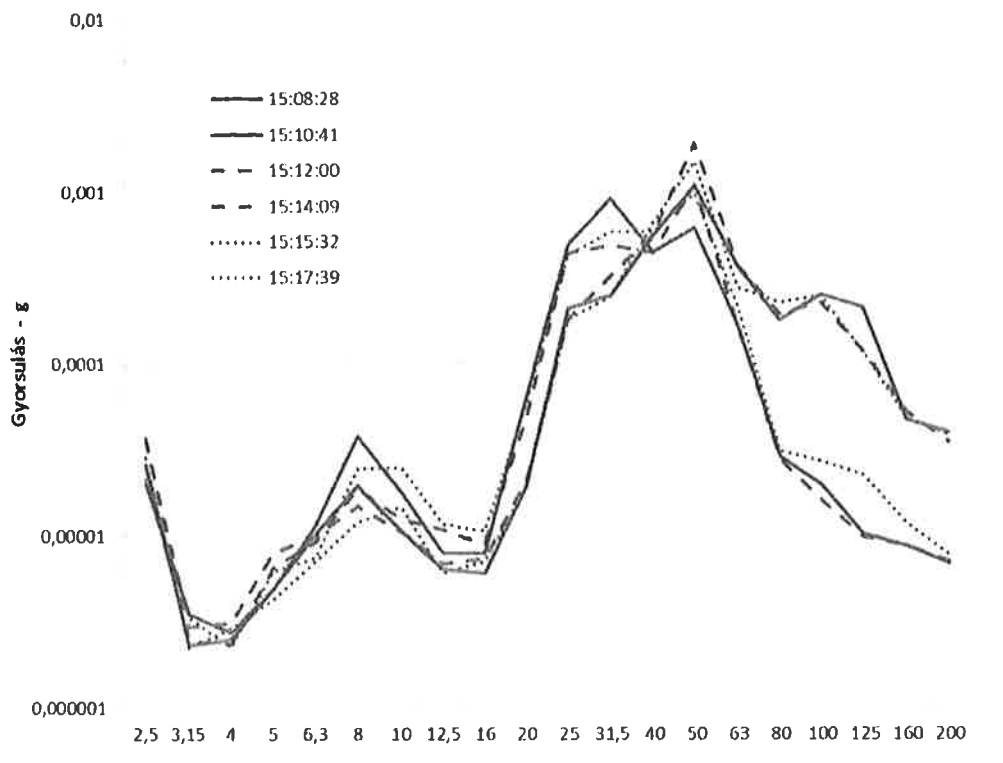
### 3.1.3. Környezeti rezgésterhelési mérés eredményei

A mérés során a 2. táblázatban közölt metróelhaladásokat rögzítettük, illetve értékeltük. A mért mennyiségek  $\text{mm/s}^2$  egységben vannak megadva, és az illető metróelhaladáshoz tartozó fél percben az „F” időállandóval meghatározott súlyozott egyenértékű rezgésgyorsulás maximumokat adják. Az automatikusan meghatározott rezgési csúcspontokat a másik két mérés adataival és az állomási feljegyzésekkel összevetve az esetek nagy részében sikerült a szerelvény elhaladási irányát is meghatározni.





3. ábra: A [redacted] sz. ház 2. emeletén mért tipikus metró-elhaladások maximális A-szinthez tartozó terc-sávós zajspektrumai. Piros vonal: Bikáspark felé haladó szerelvények, fekete vonal: Újbuda felé tartó szerelvények



4. ábra: A [redacted] sz. ház 2. emeleti padlóján mért, a maximális A-szinthez tartozó terc-sávós rezgés gyorsulás spektrumok. Piros vonal: Bikáspark felé haladó szerelvények, zöld vonal: Újbuda felé tartó szerelvények

2. táblázat: Környezeti rezgésterhelési mérések eredményei a [redacted] sz. ház lakásában

Időpont	mm/s <sup>2</sup>	Vágány
14:54:02	3,4	
14:56:39	3,4	
14:57:58	8,2	bal vágányon
15:00:09	5,2	
15:03:39	3,5	
15:04:59	4,3	bal vágányon
15:07:09	11,2	(egyéb rezgésforrás?)
15:08:28	4,2	bal vágányon
15:10:39	2,2	jobb vágányon
15:11:58	6	bal vágányon
15:14:09	4	jobb vágányon
15:15:30	4,3	bal vágányon
15:17:39	4,1	jobb vágányon
15:18:59	5,5	
15:22:25	6,2	bal vágányon
15:24:40	4,2	jobb vágányon
15:25:57	4,8	bal vágányon
15:28:07	4,7	jobb vágányon
15:29:38	3,8	bal vágányon
15:31:38	3,4	jobb vágányon
15:32:55	7,9	bal vágányon
15:35:08	7,5	jobb vágányon
15:36:26	3,8	bal vágányon
15:39:59	5,6	bal vágányon
15:43:27	4,2	bal vágányon
15:45:08	4,4	
15:46:56	5,4	bal vágányon
átlag	5,3	bal vágányon
átlag	4,3	jobb vágányon
átlag	5,0	összes elhaladás

Megjegyzés: a 15:07:09-kor rögzített elhaladás rezgésképe metróelhaladásra utal, de fent a szobában alig lehetett hozzá tartozó elhaladási zajt is mérni. Lehetséges tehát, hogy ebben a fél percben még más rezgésforrás is működött (pl. a lift.)

### 3.2. ██████████ utcai mérési helyszín

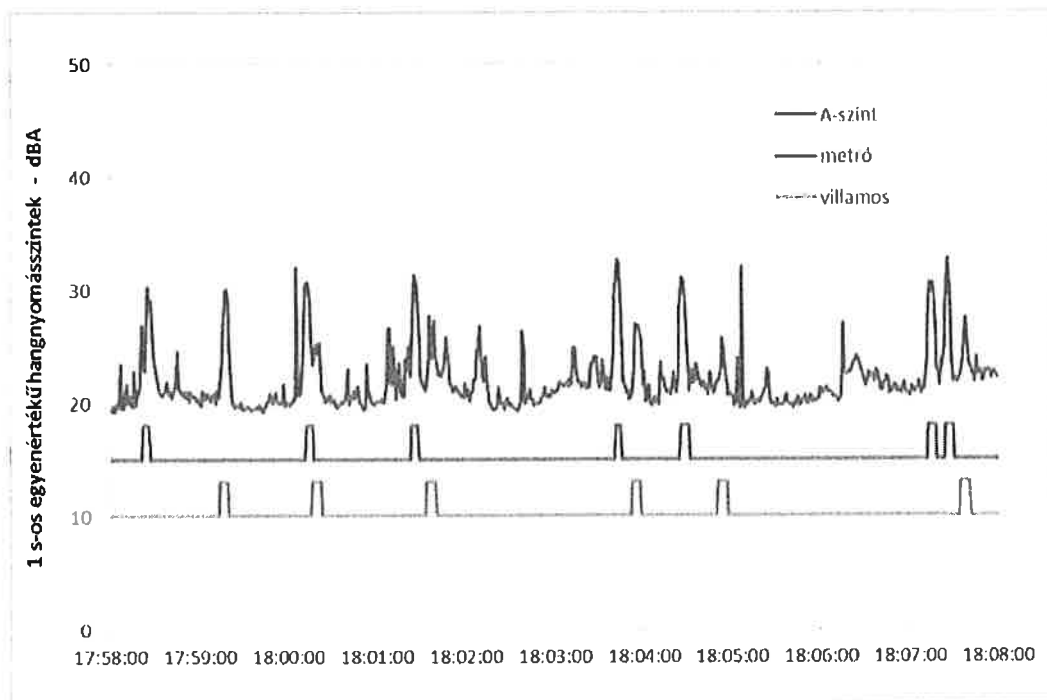
#### 3.2.1. Zajmérési eredmények

A zajmérések eredményeit az 5. ábrán bemutatott, a mérés egy tipikus, 10 perces szakaszára kirajzolt zajszint időfüggvény és a 3. táblázat tartalmazza. Az időfüggvényen különböző színű markerjelekkel a metróelhaladások, valamint a Fehérvári úti villamosok elhaladásának idejét is bejelöltük, a táblázatban pedig az egyes metróelhaladásokhoz tartozó zajcsúcsokat foglaltuk össze. (Ezen a helyszínen is minden szerelvény elhaladását legalább egyszer mértük, de nincs minden elhaladáshoz pályaszámra és haladási irányra vonatkozó információnk.)

Amint az időfüggvényből látható, a villamosok elhaladása a metrószerelvényekkel összemérhető nagyságú hangnyomásszint csúcsokat eredményez. Az azonosított irányú metrószerelvény-elhaladásokhoz tartozó zajcsúcsok átlagában viszonylag csekély, de egyértelmű eltérést találtunk: a jobb vágányon haladó szerelvények maximális zaja kb. 1 dBA-val nagyobb szintű. Ez némileg meglepő, mivel csak a bal vágány fut közvetlenül az épület alatt, a 3.2.3. szakaszban ismertetett megállapítások szerint azonban magyarázható.

#### 3.2.2. Rezgésmérési eredmények

A 6. ábra a maximális A-szintekhez tartozó rezgésyorsulás tercspektrumokat mutatja be. Ezen az ábrán két-két metrószerelvény-elhaladás eredményezte csúcs spektrumnán kívül két villamos-elhaladás spektrumát is feltüntettük. A különböző vágányokon haladó metrószerelvények terc-sávós rezgésspektrumai között itt nem mutatható ki az előző helyszínhez hasonló egyértelmű eltérés, és nagyjából a villamos-elhaladások is hasonló spektrumokkal jellemezhetők: a domináns csúcs 50 Hz-en található, és 160-250 Hz-es tartományban még egy lokális maximum figyelhető meg.



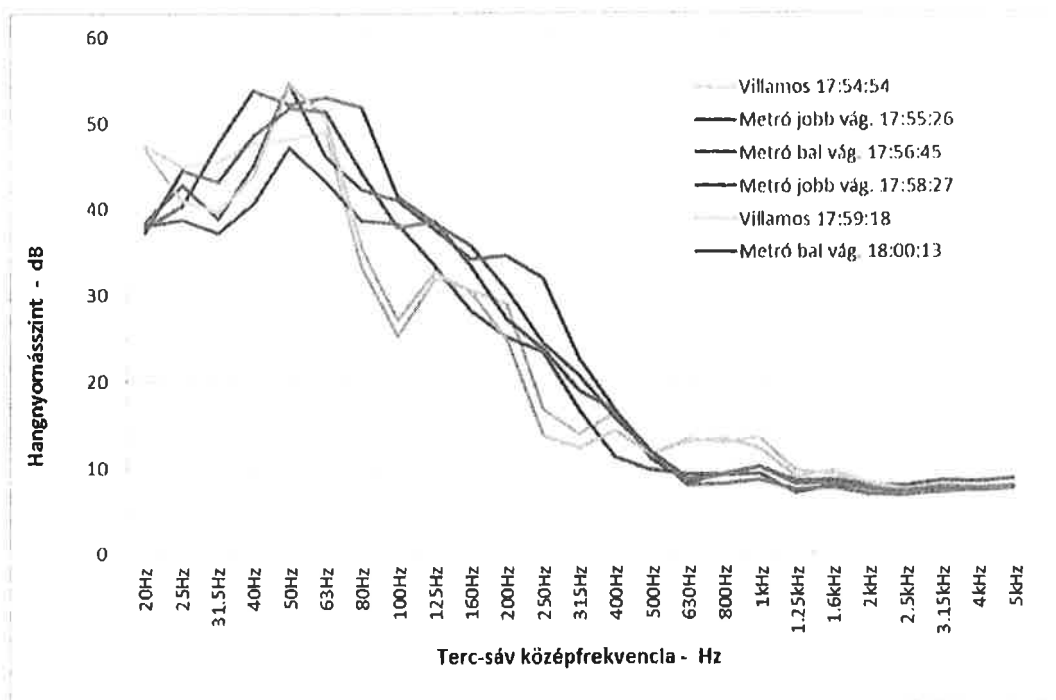
5. ábra: A ██████████ utcai mérőhelyen mért hangnyomásszint időfüggvénye (kék vonal), valamint a metrószerelvények és a ██████████ villamosok elhaladásának idejét jelző markerek

3. táblázat: A [redacted] sz. házban mért metró elhaladások maximális zajsztintjei, dBA

Pályaszám	Haladási irány	LAFmax	LAeq
		31,1	30,3
		32,7	31,3
		32,2	30,9
		35,7	34,1
		33,8	32,1
		30,6	29,5
		33,7	32,6
		35,8	34,5
		32,2	31,2
		32,5	31,1
552-555	bal vágányon	32,0	30,4
568-571	jobb vágányon	37,0	32,7
540-543	bal vágányon	34,4	32,5
520-523	jobb vágányon	34,8	33,2
564-567	bal vágányon	31,7	30,2
560-563	jobb vágányon	32,9	30,7
528-531	bal vágányon	32,5	31,2
540-543	jobb vágányon	33,7	32,2
576-579	bal vágányon	32,0	30,8
564-567	jobb vágányon	32,7	30,6
548-551	bal vágányon	33,9	32,7
<b>átlag, mindkét vágányon</b>		<b>33,2</b>	<b>31,7</b>
szórás, mindkét vágányon		1,6	1,3
<b>átlag, bal vágányon</b>		<b>32,7</b>	<b>31,3</b>
<b>átlag, jobb vágányon</b>		<b>34,2</b>	<b>31,9</b>
<b>maximum</b>		<b>37,0</b>	<b>34,5</b>

### 3.2.3. Környezeti rezgésterhelési mérés eredményei

A környezeti rezgésterhelési mérések eredményeit a 4. táblázatban foglaltuk össze. (Megjegyezzük, hogy amikor a [redacted] közlekedő villamosok a kereszteződésben zöld lámpánál nagyobb sebességgel haladnak át, akkor hasonló nagyságrendű rezgések mérhetők a szobában, mint a metróelhaladásoknál. A 2. táblázatban ezért csak olyan metróelhaladásokat tüntettünk fel, amikor ezzel egyidőben nem volt villamos-elhaladás is.) A két vágányon mért elhaladások mm/s<sup>2</sup> egységben mért súlyozott rezgésyorsulása itt szignifikáns eltérést mutat: a jobb vágányon haladó szerelvények környezeti rezgésterhelése több mint kétszer nagyobb. Ennek oka a rezgésjelben levő néhány Hz-es komponensek erősebb jelenléte, ami a sínpályában levő valamilyen imperfekcióra utal (pl. egyenetlen sínillesztés, meg nem húzott tőcsavar, stb.). Célszerűnek tartjuk ezért a helyszín kivizsgálását.



6. ábra: A [redacted] sz. ház földszinti padlóján mért, a maximális A-szinthez tartozó terc-sávos rezgésgyorsulás spektrumok. Piros vonal: Bikáspark felé haladó szerelvények, zöld vonal: Újbuda felé tartó szerelvények, sárga vonal: A [redacted] elhaladó villamosok

4. táblázat: Környezeti rezgésterhelési mérések eredményei a [redacted] sz. ház lakásában

Időpont	mm/s <sup>2</sup>	Vágány
17:36:42	7,5	
17:37:25	3,3	
17:39:43	6,3	
17:40:25	2,5	
17:42:44	5,7	
17:46:26	3,7	
17:52:25	2,5	bal vágányon
17:53:12	6,5	jobb vágányon
17:55:25	3,5	bal vágányon
17:56:44	7,1	jobb vágányon
17:58:23	2,3	bal vágányon
18:01:26	3,4	bal vágányon
18:03:42	7,4	jobb vágányon
18:07:14	7,2	jobb vágányon
18:10:04	3,2	
18:10:45	7,4	
átlag	2,9	bal vágányon
átlag	7,1	jobb vágányon
átlag	5,0	összes

## 4. ÉRTÉKELÉS ÉS ÖSSZEFOGLALÁS

### 4.1. Immissziós követelmények

Az immissziós követelmények teljesülése az [1] feltétfüzet 6.4.2. fejezete szerint az alábbi mérések eredményei alapján ellenőrizhető:

- Egy metrószerelvény elhaladása alkalmával keletkező elhaladási zaj "F" időállandóval mért maximális A-hangnyomásszintje a védendő helyiség belsőjében nem haladhatja meg a 42 dBA értéket;
- egy metrószerelvény elhaladása alkalmával keletkező súlyozott rezgés gyorsulás "F" időállandóval mért maximális értéke nem haladhatja meg a  $18 \text{ mm/s}^2$  értéket.
- 

### 4.2. A követelmények és a mért adatok összevetése

Az immissziós zajszintek vizsgálata alapján kijelenthető, hogy a két panaszos lakásban mért zajszintek kisebbek a megengedettnél. A [REDACTED] utcai mérés során a bal vágányon haladó szerelvények átlagos zajszintje 6 dB-lel, a jobb vágányon haladók 16 dB-lel marad el a határértéktől, egy esetben azonban a bal vágány egyik szerelvénye megközelítette a határértéket.

Megjegyezzük továbbá, hogy a mérésen jelen volt lakók véleménye szerint a mérés bő egy órás időtartama alatt tapasztalt zajszintek kisebbek voltak a szokásosnál, ill. a más emeleten megfigyelt szinteknél.

A [REDACTED] utcai lakásban mért zajszintek átlagosan 8-9 dBA-val, a legnagyobb zajszint pedig 5 dBA-val volt kisebb a határértéknél.

A súlyozott rezgés gyorsulások értéke mindkét lakásban és minden egyes elhaladásnál jelentősen elmaradt a feltétfüzetben előírt  $18 \text{ mm/s}^2$  értékű maximumtól. Mindkét helyszínen több olyan metróelhaladást is mértünk azonban, amely meghaladja a 27/2008.(XII.3.) KvVM-EüM együttes rendelet 5. sz. mellékletében a lakószobákban éjszakára megadott  $A_0=6 \text{ mm/s}^2$  un. rezgésvizsgálati küszöbértéket. Ez azt jelenti, hogy egyes metróelhaladások a lakásokban nem csak hallhatók, hanem a földém rezgése enyhén érezhető is.

### 4.3. Általános megállapítások

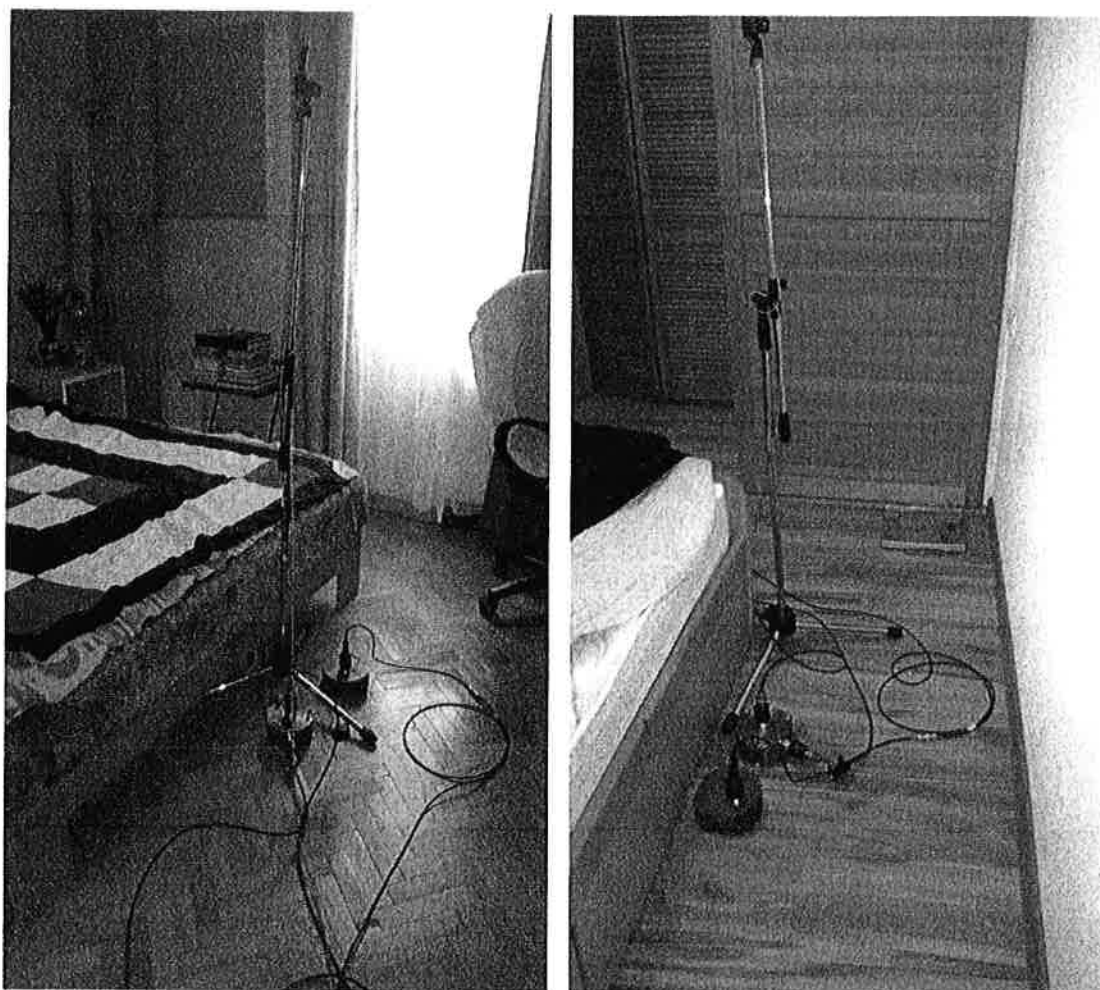
A 27/2008.(XII.3.) KvVM-EüM együttes rendeletben a közlekedési létesítményekre megadott zaj- és rezgésterhelési határértékek nagyobbak, mint az emberi szervezet átlagos érzékelési küszöbszintje. Ennek következtében azok a zajok és rezgések, amelyek csak kevéssel maradnak el e határértékektől, hallhatók, illetve enyhén érezhetőek. A két vizsgált helyszínen minden egyes metróelhaladás valóban hallható, és a [REDACTED] utcában a jobb vágányon közlekedő szerelvények rezgése – miután a  $6 \text{ mm/s}^2$ -nél nagyobb rezgés gyorsulás értékek az érzékelési küszöb határán vannak – igen enyhén érezhető is. A panaszosok által kifogásolt környezeti hatások tehát valóban észlelhetők, de belül vannak a vonatkozó előírások megszabta korlátokon.

## 5. HIVATKOZÁSOK

1. Anon.: Műszaki követelmények a Budapesti 4. sz. metróvonal I. szakaszán építendő felépítményrendszerekre.  
BKV Rt. DBR Metró Projekt Igazgatóság, Budapest, 2007. március.  
6. fejezet: Zaj- és rezgésvédelem
2. Ellenőrző zaj- és rezgésmérések a 4-es metró okozta panaszok vizsgálatára.  
BME Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék szakértői véleménye,  
Budapest, 2013. december 30.
3. A budapesti 4-es metró pályaszerkezeteinek megfelelőségi vizsgálata. Vizsgálati módszerek és a vizsgálat eredményei. 2., bővített változat.  
A BME Híradástechnikai Tanszék vizsgálati jelentése, Budapest, 2010. július 2.
4. MSz 18163-2:1998  
Rezgésmérés. Az emberre ható környezeti rezgések vizsgálata építményekben
5. Műszaki követelmények a DBR metróvonal I. szakaszán építendő felépítményrendszerekre. Zaj- és rezgésvédelmi követelmények meghatározása.  
BME Híradástechnikai Tanszék zárójelentése, Budapest, 2007. április 7.

## 6. FÜGGELÉK

### 6.1. Fényképek



*F1. ábra: Érzékelők elhelyezése a vizsgált lakásokban*



## 6.2. A felhasznált zajmérő hitelesítési bizonyítványa

  
**Magyar Kereskedelmi Engedélyezési  
Hivatal**  
**Metrológiai Hatóság**  
1124 BUDAPEST, NEMETVÖLGYI UTI 37-39.  
1535 Budapest, Pf. 919.  
Telefon: 458-5800, Telefax: 458-5893  
e-mail: mkeh@mkeh.hu

Ügyiratszám: MKEH-MII/04827-001/2013/AKU  
Hivatkozási szám: -  
Ügyintéző: Törökné Farkas Zsuzsa  
1/1 oldal

### HITELESÍTÉSI BIZONYÍTVÁNY

Az 1991. évi XLV. törvény 7. és 10. §-a alapján, a 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. számú mellékletének 18. pontjára figyelemmel, az alábbi kötelező hitelesítésű használati mérőeszköz hitelesítését elvégeztem, és a 2004. évi CXL. törvény 72. § (4) bekezdése alapján a hitelesítési bizonyítványt kiadom.

**A hitelesítés tárgya:** Integráló zajsztintmérő  
gyártó: B&K  
típus: 2250  
gyártási szám: 2479639  
**Hitelesítésre bemutatta:** MÓDUS-FZ Kft.  
2000 Szentendre, Pomázi út 32.

**A hitelesítés helye és ideje:** MAGYAR KERESKEDELMI ENGEDÉLYEZÉSI HIVATAL  
Metrológiai Hatóság Mechanikai Mérések Osztály  
Budapest, 2013.10.28.

**A hitelesítés módja:** A hitelesítés a HE 26-2000 jelű hitelesítési előírás szerint, a vonatkozó hitelesítési engedély alapján, az előírt pontossági tartaléknak megfelelően kiválasztott használati etalonokkal történt. A mérések eredményei országos etalonra visszavezethetők.

**Értékelés:** A mérőeszköz az előírt hitelesítési követelményeknek *megfelelt*.

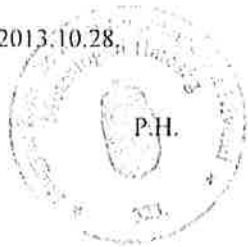
**Bélyegzés:** A hitelesítés tényét a mérőeszközön elhelyezett M 567269 sorszámú öntapadó matrica, törvényes tanúsító jel tanúsítja.


**Érvényesség:** A mérőeszköz rendeltetésszerű használata (az előírásoknak megfelelő gondos tárolása és szállítása), valamint a tanúsító jel sértetlensége esetén 2 év, azaz a mérőeszköz 2015.10.29-ig használható hiteles mérésre.

A hatáskörömet és illetékességemet a 320/2010. (XII. 27.) Korm. rendelet 11. § (2) bekezdése és 2. melléklete állapítja meg.

Az ügyfél a hitelesítésnek a 78/1997. (XII. 30.) IKIM rendelet szerinti igazgatási szolgáltatási díját az ott előírt módon előre befizette és viseli.

Budapest, 2013.10.28.



  
Törökné Farkas Zsuzsa  
metrológus