



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki Kar

Út és Vasútépítési Tanszék

**A közúti közlekedésből  
származó zaj miatti zavaró érzet meghatározása**

PhD értekezés tézislevele

Hunyadi Dóra

okleveles építőmérnök

BMA-DESS Lyon III.

Tudományos vezető:

Dr. habil Fi István

MTA doktor

Budapest, 2014.

## Tartalomjegyzék

1. Bevezető . . . . .	3
2. A dolgozat célkitűzése és a téma aktualitása . . . . .	3
3. Pszichoakusztikai alapfogalmak . . . . .	4
4. A kutatás módszertana . . . . .	6
4.1. A mérési eredmények . . . . .	8
5. Új tudományos eredményeim . . . . .	8
5.1. 1. tézis . . . . .	8
5.2. 2. tézis . . . . .	9
5.3. 3. tézis . . . . .	10
5.4. 4. tézis . . . . .	12
6. Az új tudományos eredmények jövőbeni alkalmazhatósága . . . . .	14

## 1. Bevezető

A mobilitás növekedésével, a gépjármű-ellátottság és használat elterjedésével a közúti forgalom növekedése figyelhető meg. Magyarországon az elmúlt fél évszázad alatt a gépjárműállomány elérte a 3 millió darabszámot, amely nap mint nap a magyar közúthálózatot használja és ezzel együttesen a környezetet terheli (Fenyős, 2001a,b, 2002a). Az egy főre jutó személygépjármű ellátottság 1995-2010 között hozzávetőlegesen megduplázódott (Eurostat, 2011), ez azonban még mindig messze elmarad az Európai Unió átlagától. A gépjárműállomány drasztikus megnövekedése, az urbanizáció elterjedése, a XXI. század közlekedési szokásai vezettek mára oda, hogy a nagyvárosok zajterhelése sok esetben megközelíti az elviselhetetlen mértéket (Fenyős, 2002c). Az európai lakosság közel 60%-a városi környezetben él, ebből adódóan érthető, hogy a városi közlekedési zaj mértéke és megítélése fokozódó hangsúlyt kap (Fenyős, 2002b).

## 2. A dolgozat célkitűzése és a téma aktualitása

A zaj fogalma mindenki számára ismeretes. Sokszor hallani, hogy zajos az utca, a szomszéd fűnyírója, a gyerekek is hangoskodnak. Valószínűleg kevesebben tudják, hogy a zaj fogalma szubjektív megítélésen alapul, amit a zajforráson túl számos más tényező is befolyásol. A zaj olyan hang, amely nem kívánatosnak, zavarónak vagy kellemetlennek minősül. Az egyénnek a zajhatásra adott választ nevezzük zavarásnak, vagy más szóval zavaró érzetnek. Zajos környezetben az egyének idegesebbé válnak, csökken a koncentrációs képességük. A tartósan magas zajhatásnak kitett emberek körében gyakoribb a szív- és érrendszeri megbetegedések száma, fáradékonyabbak, olykor átmeneti vagy maradandó halláskárosodást is szenvedhetnek.

Közúti közlekedési zaj mérésével, az aktív- és passzív zajcsökkentési lehetőségekkel sokan és sokféleképpen foglalkoznak (Fenyős, 2003; Hunyadi, 2009). A közúti közlekedési zaj zavaró érzetének, avagy az emberre gyakorolt hatásának kutatásával lényegesen kevesebb szakember foglalkozik. A szakirodalom kutatása során tapasztaltam, hogy a közlekedési zaj embere gyakorolt hatásának vizsgálata számos megoldandó kérdést rejt magában (Fenyős, 2004). A pszichikusztika, mint tudományterület alapjai Schultz (1978), Kryter (1982), Fidell és Barber (1991) és Miedema és Oudshoorn (2001) neveihez köthető. A közúti

közlekedési zaj megítélésének problematikája a zaj emberre gyakorolt hatásának meghatározása. Ennek hiányában a zajpanaszok tényszerű megítélése nehézkes, a komfortjavító beavatkozások térbeli meghatározása problematikus.

Megállapítottam, hogy a közúti közlekedési zaj zavaró érzete lényegében három elemből tevődik össze, amelyek egy rendszert alkotnak: a kibocsátott zaj mértéke (=objektív zavaró érzet), a szubjektív érzet és a vizuális érzet. A doktori kutatás célkitűzése a felállított rendszer elemeinek számítási módszerrel történő meghatározása, valamint a rendszeren belül az elemek súlyának definiálása. Céloom egy olyan módszer kidolgozása volt, amellyel lehetőség nyílik egy adott városi útszakaszon a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet meghatározására és minőségi értékelésére, a közúti közlekedési zaj érzetével kapcsolatos összefüggések feltárására. A dolgozat célkitűzése között szerepelt a közúti közlekedés minőségi értékelésére szolgáló szolgáltatási szint alapú közúti közlekedési zaj zavaró érzetének meghatározása a feltárt összefüggések alkalmazásával.

### **3. Pszichoakusztikai alapfogalmak**

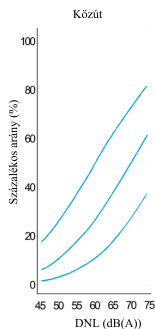
A közlekedés zajának pszichoakusztikájával Schultz foglalkozott először. A Schultz-féle görbe lakossági kikérdezéseken alapuló vizsgálsorozat eredménye volt, amely során Schultz (1978) meghatározta a „nagyon zavaró” (%HA) fogalmat. A „nagyon zavaró” kategóriába azokat a válaszadókat sorolta, akik a lakossági kikérdezéses vizsgálatok eredményeiből képzett zavaró érzeti skála legfelső 27-29 %-ába estek. Megállapította továbbá, hogy 45 dB alatt nem beszélhetünk zavarásról. Kryter (1982) javaslata volt, Schultz-cal ellentétben, hogy ne csak kizárólag a „nagyon zavaró” kategóriát vegyék számításba, hanem az összes többi kategóriát is. Ennek értelmében a 0 és 100 % közötti skálázott zavaró érzet tartományát öt egyenlő részre osztotta fel. Kryter (1982), Schultz (1978) és Grandjean (1973) is arra a megállapításra jutottak, hogy a repülési zaj minden zajforrást összevetve a legzavaróbb. Kryter javaslata alapján a repülési zajt önállóan, a többi közlekedési zajtól elkülönítve kell tekinteni (Kryter, 1982). Fidell és Barber (1991) a Schultz-féle görbét alapul véve további mérési eredményeket dolgozott fel, amelyek alapján megalkottak egy új zavaró érzet-zajsint görbét (Fidell és Barber, 1991). Ezt követően Finegold et al. (1994) továbbfinomította Schultz (1978), valamint Fidell és Barber (1991) eredményeit

és egy logaritmikus összefüggésre jutottak (1. ábra), amely szerintük jobban érzékelteti a zavaró érzet és a zajszint közötti kapcsolatot (Finegold et al., 1994).



1. ábra. A közlekedési zaj zavaró érzetének közelítése Schultz (1978), Fidell és Barber (1991), Finegold et al. (1994) által kidolgozott görbékkel (Kempen et al., 2005) (A feliratok a szerző fordításai.)

Miedema és Oudshoorn (2001) szétválasztotta a közlekedési módokat és a zavaró érzetet és azokat a 2. ábrán látható módon definiálta. Az ábrán a görbék rendre a %HA<sup>1</sup> (alsó görbe), %A<sup>2</sup> (középső görbe), és %LA<sup>3</sup> (felső görbe) értékekhez tartoznak.



2. ábra. Miedema és Oudshoorn (2001) görbéi a közúti közlekedési zaj zavaró érzetére vonatkozóan (A feliratok a szerző fordításai.)

<sup>1</sup>%HA= "highly annoyed"

<sup>2</sup>%A= „annoyed”

<sup>3</sup>%LA= „little annoyed”

#### 4. A kutatás módszertana

A közúti közlekedési zaj zavaró érzetének meghatározásához három méréstípus együttes alkalmazása szükséges:

- közúti közlekedési zajszintmérés,
- közúti keresztmetszeti forgalomszámlálás,
- a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzetre vonatkozó lakossági kikérdezéses felmérés.

Az előzőekben felsorolt három méréstípus végrehajtásához meghatároztam Budapest közigazgatási határán belül a mérési helyszíneket. Fontosnak tartottam olyan útszakaszok kiválasztását, amelyeknél az útpályaburkolat megfelelő állapotú, hiszen a közúti közlekedésből eredő zaj miatti zavaró érzet meghatározása volt a céloim, nem pedig az útpálya károsodásából eredő zajterhelés vagy annak többletéből adódó zavaró érzet figyelembevétele. A mérési helyszíneket előre meghatározott területjellemzők alapján választottam ki:

1. beépítettség módja: kertvárosias, belvárosi jellegű, vegyes vagy laza beépítettség,
2. forgalom mértéke: 100 E<sub>j</sub>/nap-90000 E<sub>j</sub>/nap között,
3. zöldfelület: léte/nem léte,
4. változatos forgalom összetétel (nehéz tehergépjárművek aránya): 0-25 % között,
5. megfelelő állapotú útpályaburkolat,
6. a forgalmi sávok száma: 1-6 db.

A közúti forgalom lefolyását videokamera segítségével rögzítettem. A forgalomszámlálást a zajszintméréshez igazítottan 10 másodperces időközökre osztottam fel. A zajszintmérő készülék is ennek megfelelően 10 másodperces időintervallumokra osztottan szolgáltatta és tárolta az adatokat. A 10 másodperces mérési időközt annak érdekében választottam, hogy a rendkívüli zajesemények izolálhatók legyenek, úgymint egy megkülönböztető jelzést használó jármű, egy nehéz tehergépjármű elhaladása vagy egy gépjármű riasztóberendezésének megszólalása. Minden olyan zajeseményt kizártam a mérési sorozatból, amely a lakosságnak a közúti közlekedési zaj miatti zavaró hatásának megítélésében szerepet játszik, de a mindennapi közúti forgalomnak nem képezi

szerves részét (Hunyadi, 2005). A forgalomfelvétel kiértékelése utólagosan egy forgalomszámlálást segítő program alkalmazásával készült el (Hunyadi, 2014c).

A mérési helyszínekhez kétféle kérdőívet készítettem. Az első kérdőív típus azokra a kikérdezettekre vonatkozott, akiknek lakhelye az adott helyszín közelében volt. A második kérdőív típus azokra a kikérdezettekre vonatkozott, akiknek munkahelye az adott helyszín közelében volt. Erre a megkülönböztetésre azért volt szükség, mert a szakirodalom áttekintése és a saját mérési tapasztalataim is azt támasztották alá, hogy az egyéneknek más-más elvárásaik vannak a munkahely és az otthon közegétől (Muntág, 2008). A kérdőívben található kérdések a munkahely és az otthon függvényében változtak (Hunyadi, 2006). Az „A” típusú kérdéscsoport az egyénekre vonatkozott (egyén-specifikus tényezők), úgy mint a megkérdezett neme, kora, iskolai végzettsége, szociális körülménye, egyes környezetszennyező elemekkel szembeni tolerancia határa. A „B1” típusú kérdéscsoport az egyén lakóhelyére vonatkozott, a „B2” típusú kérdések az egyén munkahelyére vonatkoztak, úgy mint a munkahelyen töltött órák száma, illetve a környék egyéni megítélése a zajosság szempontjából (Hunyadi, 2007).

Az „A” és „B” típusú kérdéscsoportra adott válaszok alapján egyén-párokat határoztam meg. Egyén-pároknak azt a két megkérdezettet tekintettem, akinek egyik tagja a helyszín közelében életvitelszerűen él, a másikkal a helyszín közelében van a munkahelye. Azt feltételeztem, hogy ha sikerül egyén-párokat felállítanom, akkor úgy tekinthetem mintha egy azon személy értékelt volna a nap teljes 24 órájára vonatkozó zavaró érzetet. Feltételeztem, hogy minden megkérdezett jó egészségi állapottal rendelkezik. A nagyszámú kitöltött kérdőívek sokaságából állítottam össze minden helyszínre 40 db kérdőív-párt. Az egyén-párok felállítása kizárólag a kérdőívre adott válaszok alapján történt. A lakossági kikérdezéses felmérések során használt sokféle értékelési skála vezetett oda, hogy 1993-ban az ICBEN<sup>4</sup> egyik munkacsoportja kidolgozott egy egységes értékelési rendszert, amely pontosan definiálja a kérdőíves lakossági kikérdezéses felmérés menetét (Fields, 2001).

A dolgozatomban használt %*HA*, vagyis a nagyon megzavartak százalékos aránya kizárólag a legrosszabb (5/5) kategóriába tartozókat veszi számításba.

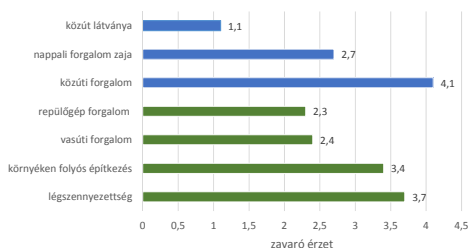
---

<sup>4</sup>ICBEN = International Commission on the Biological Effects of Noise (magyarul: Zaj biológiai hatásait vizsgáló nemzetközi bizottság)

A magyar köztudatban megszokott értékelési rendszer is az ötpontos értékelési skálát alkalmazza, ezért a megkérdezettek nagy biztonsággal nevezték meg a saját megítélésükhöz tartozó zavaró érzet mértékét.

#### 4.1. A mérési eredmények

A mérési eredményeket a vonatkozó szabványok, előírások, műszaki ajánlások felhasználásával dolgoztam fel. A 3. ábra ismerteti a lakossági kikérdezéses felmérés egyik kérdésére adott válaszok összesített eredménye látható, miszerint „Ön mennyire tartja zavarónak az egyes környezet szennyező elemeket?”. Látható, hogy a megkérdezettek a közúti közlekedési zajt ítélték a felsoroltak közül a legzavaróbbnak. Az egyének egy ötosztású értékelési skála segítségével határozták meg a zavaró érzetük mértékét.



3. ábra. Környezeti elemek zavaró hatása a lakossági kikérdezéses felmérés alapján (kék szín=közúti közlekedés zavaró érzetére vonatkozó adatok, zöld szín=egyéb adatok)

A kutatás további mérési eredményeit és azok feldolgozását a doktori disszertáció részletesen ismerteti.

### 5. Új tudományos eredményeim

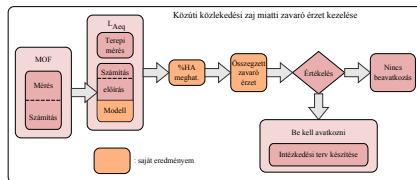
A disszertációmban ismertetett új tudományos eredményeket az alábbi tézisekben foglalom össze.

#### 5.1. 1. tézis

A közúti közlekedési zaj zavaró érzetének meghatározása érdekében meghatároztam azokat a lépéseket, amelyek a számításhoz szükségesek (4. ábra). Ehhez megterveztem és végrehajtottam Budapest belterületén a közúti közlekedési zaj-



ra vonatkozó zaj miatti zavaró érzet meghatározásához szükséges összehangolt mérésterv sorozatot az eddigiekben még nem alkalmazott módon.



4. ábra. A közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet számítási eljárás folyamatábrája

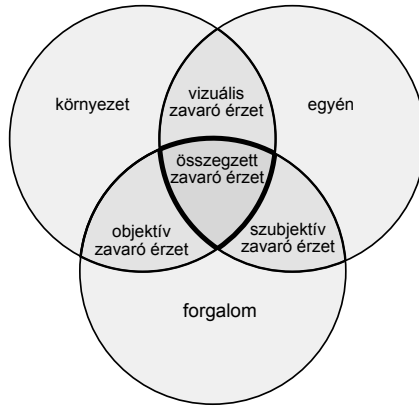
- Az előre meghatározott szempontok alapján, melyek 1) a beépítettség módja, 2) a közúti forgalom mértéke, 3) a zöldfelület léte, 4) a közúti keresztmetszeti forgalom mértéke, 5) az útpályaburkolat minősége, 6) a közúti forgalmi sávok száma alapján és figyelembe vételével kiválasztottam Budapest közigazgatási határán belül 15 db vizsgálati helyszínt.
- Összeállítottam a helyszínre adaptált lakossági kikérdezéses kérdőívet mind az otthonokra, mind a munkahelyekre vonatkozóan.
- Megterveztem az összehangolt zajszint mérést és forgalomfelvételt. A mérésenkénti kétórás mérési időintervallumot 10 másodperces zajszint mérési intervallumokra osztva dolgoztam fel.
- Videókamera segítségével rögzítettem a forgalom lefolyását, melyet a későbbiekben egy forgalomszámlálást segítő program használatával kiértékeltem.

A tézishez tartozó publikáció: Hunyadi (2006), Hunyadi (2014c)

## 5.2. 2. tézis

A szakirodalom kutatás során megállapítottam a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet kapcsolatrendszerét, a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet értelmezhetőségét, illetve a szakirodalom feldolgozásából adódó nagyszámú mérési pontokra görbét illesztettem.

- Megállapítottam a környezet, az egyén és a forgalom által együttesen alkotott specifikus tényezők kapcsolatrendszerét (5. ábra). Ehhez definiáltam a a



5. ábra. A közlekedési zajból eredő összegzett zavaró érzet sematikus ábrája

szubjektív-, az objektív- és a vizuális zavaró érzet fogalmakat.

- A szubjektív zavaró érzet: a forgalom szubjektív zavarásának az egyén általi megítélése. A vizuális zavaró érzet: az egyén válasza a forgalom képi megjelenésére. Az objektív zavaró érzet: a forgalom és a környezete között fennálló viszony.
- A közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzettel definiáltam az egyénnek a közúti közlekedési zajra adott választát. A zavaró érzet mérőszámát 0 % és 100 % közötti skálán értelmeztem.
- A zavaró érzet százalékban kifejezett  $\%HA$  mértékére a

$$\%HA = 50 + \frac{100}{\pi} \arctan[A(x-B)] [\%] \quad (1)$$

regressziós függvényt határoztam meg, ahol  $x$  a vizsgálandó zajszint mértéke  $\text{dB(A)}$ -ban kifejezve. Szakirodalomból vett mérési adatok felhasználásával  $A=0,0944 \frac{1}{\text{dB(A)}}$  és  $B=75,6 \text{ dB(A)}$  értékeket határoztam meg. A függvény monoton növekvő jellege igazodik a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzethez, a mérési adatokhoz számított javított korrelációs tényező  $r^2=0,9312$ .

A tézishez tartozó publikáció: Hunyadi (2013b)

### 5.3. 3. tézis

A szakirodalmi adatokra és a saját mérési adataimra fektetett görbe képe közötti különbségesség alátámasztja egy új eljárás kidolgozásának szükségességét.

Ezen különbözőség alátámasztja, hogy a zavaró érzet alapelemei lokálisan specifikus tényezők.

- A szakirodalom kutatás és a terepi mérések eredményeinek feldolgozásával meghatároztam a közúti közlekedési zaj miatti összegzett zavaró érzet számításához egy eljárást.
- A mérési sorozataim alapján megállapítottam, hogy a zavaró érzet mértéke függ a forgalom nagyságától. Ennek értelmében a zavaró érzet vizsgálatát több forgalom nagyság tartományba javasolom osztani; a 3000 Ej/nap alatti, a 3000 Ej/nap és 40000 Ej/nap, illetve a 40000 Ej/nap feletti tartományokra, amelyeket rendre a közúti közlekedési zaj zavartatásához tartozó “szórvány”, “közepes” és “sűrű” forgalom fogalmaként javaslok alkalmazni.

- Az eljárásban a zajszintet előrebecslő modellre az

$$L_{Aeq} = 9,48 \log Q + 41,5 [dB] \quad (2)$$

összefüggés használatát javasolom, ahol  $Q$  a mértékadó óra járműforgalom [Ej/h],  $r^2 = 0,5516$ .

- A %HA zavaró érzet meghatározáshoz adott

$$\%HA = 50 + \frac{100}{\pi} \arctan[A(x-B)] [\%] \quad (3)$$

képletben a saját zajszint mérési pontjaim alapján  $A = 0,0985 \frac{1}{dB(A)}$  és  $B = 77,8$  dB(A) értékeket határoztam meg,  $r^2 = 0,4055$ . Az összefüggésben  $x$  a vizsgálandó zajszint mértéke dBA(A)-ban kifejezve.

- A közúti közlekedési zaj összegzett zavaró érzetének számítására a

$$\bar{\Psi}_{összegzett} = \Psi_{szubj} \cdot z_{szubj} + \Psi_{viz} \cdot z_{viz} + \Psi_{obj} \cdot z_{obj}, \quad (4)$$

összefüggést határoztam meg, ahol  $\bar{\Psi}_{összegzett}$  az összegzett zavaró érzet várható értéke,  $\Psi_{szubj}$  a szubjektív zavaró érzet,  $z_{szubj}$  a szubjektív zavaró érzet súlyozó tényezője,  $\Psi_{viz}$  a vizuális zavaró érzet,  $z_{viz}$  a vizuális zavaró érzet súlyozó tényezője,  $\Psi_{obj}$  az objektív zavaró érzet és  $z_{obj}$  az objektív zavaró érzet súlyozó tényezője. Ezen tényezőkre az alábbi összefüggéseket határoztam meg:

- $\Psi_{szubj} = \frac{\%HA}{100} \cdot \frac{\%HA_{LAeq,max}}{\%HA_{LAeq,min}}$ , ahol %HA a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet értéke, a %HA<sub>LAeq,min</sub> a 45 dB értékhez tartozó szubjektív zavaró érzet és a %HA<sub>LAeq,max</sub> a 85 dB értékhez tartozó zavaró érzet,  $z_{szubj} = 0,44$ .
- $\Psi_{obj} = 0,5574 \log Q + 2,4$ , ahol  $Q$  a mértékadó óraforgalom (MOF) értéke

[Ej/h],  $z_{obj} = 0,38$ .

$\Psi_{viz}$	Forgalom [Ej/nap]
1	0-3000
2	3001-8500
3	8501-29000
4	29001-86000
5	86000-

1. táblázat. A  $\Psi_{viz}$  érték meghatározása,  $z_{viz} = 0,18$

- Értékelési rendszer:

$\bar{\Psi}_{összegzett}$	értékelés	
	verbális	numerikus
0	nincs	0
1	egyáltalán nem	1
2	kissé	2
3	közepesen	3
4	nagyon	4
5	rettenetesen	5
5+	élhetetlen	5+

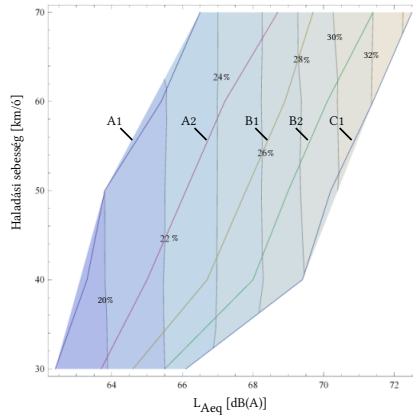
2. táblázat. A közúti közlekedési zaj miatti összegzett zavaró érzethez tartozó értékelési skála

A tézishez tartozó publikáció: Hunyadi (2014d), Hunyadi (2013a), Hunyadi (2014b)

#### 5.4. 4. tézis

Kidolgoztam egy értékelési rendszert annak érdekében, hogy a közúton használatos szolgáltatási szint alapján a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet meghatározható legyen. A kutatásom során elvégzett mérésekre alapozva meghatároztam a városi közutak zajszintre vonatkozó szolgáltatási szintjeinek alszintjeit, amelyeket rendre A1, A2, B1, B2, C1 jelöléssel láttam el. A számításaim eredményeként szolgáló 3. táblázat segítségével, a haladási sebesség, a szolgáltatási szint, a keresztmetszeti forgalom függvényében meghatároztam

a közúti zaj miatti zavaró érzetet. A közúti közlekedési zajszintre vonatkozó szolgáltatási szint, mint a közúti infrastruktúra által megengedett szolgáltatási szinthez tartozó forgalom zajszintjéből eredő zavaró érzetet definiáltam. A 3. táblázat értékeit a 6. ábrán tettem szemléletessé.



6. ábra. A közúti közlekedési zajra vonatkozó szolgáltatás szint meghatározása egyforgalmi sávok belterületi közút esetében

LOS	30 km/h		40 km/h		50 km/h		60 km/h		70 km/h	
	$\Psi_{\bar{o}}$	%HA	$\Psi_{\bar{o}}$	%HA	$\Psi_{\bar{o}}$	%HA	$\Psi_{\bar{o}}$	%HA	$\Psi_{\bar{o}}$	%HA
A1	2,1	16,9	2,2	18,3	2,2	18,8	2,2	19,5	2,3	20,4
A2	2,2	19,5	2,3	21,3	2,4	22,1	2,4	23,0	2,5	24,1
B1	2,3	20,4	2,4	22,1	2,4	23,1	2,5	24,7	2,5	25,4
B2	2,3	21,5	2,4	23,1	2,5	24,7	2,5	25,8	2,6	27,1
C1	2,4	23,4	2,5	25,3	2,6	27,1	2,6	28,4	2,7	29,0

3. táblázat. A közúti közlekedési zajszintre vonatkozó szolgáltatási szint, egyirányú egy forgalmi sáv keresztmetszet esetében ( $\bar{\Psi}_{\bar{o}} = \bar{\Psi}_{összegzett}$ )

A tézishoz tartozó publikáció: Hunyadi (2014a)

## 6. Az új tudományos eredmények jövőbeni alkalmazhatósága

A közúti közlekedési zaj miatti összegzett zavaró érzet meghatározása a zajvédelemmel foglalkozó szakembereknek nyújt segítséget. A kidolgozott módszer segítségével lehetőség nyílik a városi közúti forgalom által keltett zajhatások emberre gyakorolt érzetének meghatározására és értékelésére. A lakossági zajpanaszok egyértelmű és pártatlan meghatározása, kezelése válik az új módszer segítségével lehetővé.

A dolgozat jövőbeni célja, hogy a feltárt összefüggések segítségével lehetővé váljon a közúti közlekedési zaj zavaró érzete alapján a tervezési irányelvek korrigálása, az esetlegesen alkalmazandó forgalomtechnikai eszközök tárházának megválasztása, valamint a jövőben a vonatkozó differenciált externális költségek meghatározása. A már megszokott környezetszennyező elemek, mint externális költségek beépítése a közlekedési infrastruktúra teljes élettartam költség elemzésébe elgondolás alapján szeretném meghatározni a közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet költségeit.

A kapcsolati vizsgálataim célja, hogy egy városi szerkezethez tartozó közúti forgalomban történő bármilyen beavatkozás miként befolyásolja az egyénnek a közúti zajra adott válaszát. Ilyen kérdés például, hogy érdemes-e kitiltani teljes mértékben egy adott területről a nehéz teher gépjármű forgalmat annak érdekében, hogy a lakosság zajjal szembeni zavarása csökkenjen? Esetleg a lakosság komfortérzetét növelő egyéb forgalomtechnikai intézkedéseket vagy városi térberendezési eszközöket érdemes alkalmazni? Hova érdemes modern zajárnyékoló létesítményt telepíteni (Hunyadi, 2013c)?

## Irodalomjegyzék

- Eurostat, szerk. (2011). *Europe in figures, Eurostat yearbook 2011*. DOI: [doi: 10.2785/12017](https://doi.org/10.2785/12017).
- Fidell, S. és D. S. Barber (1991). “Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise”. *J. Acoust. Soc. Am.* 89 (1), old. 221–233.
- Fields, J. (2001). “Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and recommendation”. *Journal of Sound and vibration* 242(4), old. 641–679.
- Finegold, L., C. Harris, és H. von Gierke (1994). “Community annoyance and sleep disturbance: updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people”. *Noise Control Engineering Journal* 42(1), old. 25–30.
- Grandjean, E. (1973). “A survey of aircraft noise in Switzerland”. International congress on noise as a public health problem. Dubrovnik, old. 645–659.
- Kempen, van, Staatsen, és Kamp (2005). *Selection and evaluation of exposure-effect-relationships for health impact assessment in the field of noise and health*. Jelentés RIVM report 630400001/2005.
- Kryter, K. D. (1982). “Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise”. *J. Acoust Soc. Am.* 72(4), old. 1222–1242.
- Miedema, H. és C. Oudshoorn (2001). “Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals”. *Environmental Health Perspectives* 109(4), old. 409–416.
- Muntág, A. (2008). “A megtört csend”.
- Schultz, T. J. (1978). “Synthesis of social surveys on noise annoyance”. *J. Acoust Soc. Am.* 64(2), old. 377–405.

## Disszertációhoz kapcsolódó saját publikációk

### Folyóirat cikk

- Fenyős, D. (2002c). “Environmental Impacts of Pollutants’ Emission in Urban Transport”. *Periodica Politechnica* 46(1), old. 95–101.
- Hunyadi, D. (2007). “Zajmérés a budapesti Hungária körút mentén”. *Városi Közlekedés* 4, old. 236–239.
- (2009). “Zajárnyékoló falak századunkban”. *Mélyépítő Tükörkép Magazin* 2, old. 44–45.
  - (2013b). “A közúti közlekedési zaj szubjektív zavartatásának értelmezése”. *Magyar Építőipar* (1), old. 32–35.
  - (2013c). “Alternatív energiatermelés lehetőségei a kül- és belterületi közlekedési infrastruktúra energia igényeinek ellátására”. *Magyar Építőipar* (1), old. 7–12.
  - (2014a). “A közlekedési zaj miatti szolgáltatási szint meghatározása és értelmezése”. *Magyar Építőipar (megjelenés alatt)*.
  - (2014b). “A közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet meghatározásának javasolt menete”. *Magyar Építőipar (megjelenés alatt)*.
  - (2014c). “Az összehangolt mérésterv elkészítése a közúti közlekedési zaj zavaró hatásának meghatározása céljából”. *Magyar Építőipar (megjelenés alatt)*.
  - (2014d). “Calculation model for road traffic noise annoyance rate in urban areas”. *Pollack Periodica* 9(1), old. 41–48.

### Konferencia cikk

- Fenyős, D. (2001a). “A fővárosi járműpark környezeti hatásai”. *Ipari Nyílt Nap, BME*.
- (2001b). “A városi közlekedés emisszió hatása a környezetre”. Szerk. M. 2001.
  - (2002a). “A közlekedési zaj módosulása a gépjárműpark változásának figyelembevételével”. *Ipari Nyílt Nap, BME*.
  - (2002b). “A magyarországi és az európai uniós környezetvédelmi helyzet ismertetése”. *ÉPKO 2002*, old. 60–62.



- (2003). “A közlekedési zaj és a lehetséges csökkentési módok”. *ÉPKO 2003*, old. 51–54.
  - (2004). “A state-of-the-art of subjective response to traffic noise annoyance”. *Inter-noise 2004*.
- Hunyadi, D. (2005). “A közúti közlekedésből keletkező zaj zavartatásának vizsgálata”. *Ipari Nyílt Nap*.
- (2006). “A zavartatás meghatározásához szükséges kérdőív összeállítása”. *Doktori kutatások a BME Építőmérnöki Karán*.

### **Előadás**

- Hunyadi, D. (2013a). “A közúti közlekedési zaj miatti zavaró érzet meghatározása”. *Zajvédelmi szeminárium*. OPAKFI.