



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

MEZŐTÚR BELVÁROSI RÉSZÉRE STRATÉGIAI ZAJTÉRKÉP ÉS ZAJCSÖKKENTÉSI INTÉZKEDÉSI TERV KÉSZÍTÉSE

Vas Nóra
/I9S5YF/

Diplomaterv 1.
/BMEGEÁTMKD1/

Benyújtva az
Áramlástan Tanszéken
2011 decemberében

a

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Környezetmérnök mesterszak/Környezettechnológia szakirány
képzésben

Master of Science (MSc)
fokozat megszerzésére

Témavezető:
Dr. Koscsó Gábor, c. egyetemi docens

Konzulensek:
Nagy László, egyetemi tanársegéd

Áramlástan Tanszék
Gépészmérnöki Kar
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

NYILATKOZAT

Név: Vas Nóra
Neptun kód: I9S5YF
Egyetem: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Kar: Gépészmérnöki Kar
Tanszék: Áramlástan Tanszék
Mesterszak / Szakirány: Környezetmérnök mesterszak (MSc képzés)
Környezettechnológia szakirány
Diplomaterv 1. feladat címe: Mezőtúr belvárosi részére stratégiai zajtérkép és zajcsökkentési intézkedési terv készítése
Beadás éve: 2011 / 2012 - I.

Alulírott, Vas Nóra (I9S5YF), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy a bírálatra és a védésre benyújtott Diplomaterv 1. feladat kizárólag saját munkám eredménye, konzulensem útmutatásai alapján meg nem engedett segítség nélkül magam készítettem.

A Diplomaterv 1. feladat kidolgozásakor csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem, és a szerzői jogi szabályoknak megfelelően kezeltem (a szükséges lábjegyzet / végjegyzet hivatkozásokat, valamint az ábrák hivatkozását megfelelően helyeztem el).

Egyúttal elfogadom, hogy a Diplomaterv 1. feladatban szereplő tudományos eredményeket a konzulensem Tanszéke felhasználhatja további kutatási vagy oktatási célokra.

Budapest, 2011. december 12.

(aláírás)

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Diplomatervem elkészítéséhez nyújtott segítséget ezúton is szeretném megköszönni konzulenseimnek, Dr. Koscsó Gábor és Nagy László tanár uraknak.

KIVONAT

A zaj, napjaink egyik jellemző szennyezése. Mindennapi életünket jelentősen befolyásolja. Nehezebben koncentrálnunk, rosszabbul alszunk tőle. Egy bizonyos szint felett pedig maradandó károsodást okozhat.

Mezőtúr város Jász-Nagykun-Szolnok megyében található, a 46-os út nyomvonalán. Dolgozatomban előzetes becslés alapján a belvároson átmenő 46-os főút hatását vizsgáltam. SoundPlan 7.1-es programmal dolgoztam a zajtérképek elkészítése során. A helyszín megrajzolása, és az adatok betáplálása után külön-külön futtatásokat végeztem a nappali, éjjeli és az átlagos napi terhelés kirajzoltatására, illetve párhuzamosan készítettem egy futtatás sorozatot is zajvédőfal elhelyezése mellett.

ABSTRACT

The noise is one of the specific pollution nowadays. It affects our everyday life significantly. As a result of it concentration is more difficult and we can sleep worse. Exceeding a certain level it can cause permanent damage.

Mezőtúr town is situated in Jasz-Nagykun-Szolnok County along the road 46. In my dissertation I have checked the impact of the main road 46 through the downtown on the basis of preliminary estimates. I used SoundPlan 7.1 software in my work and prepared the noise maps. After the site drawing and data entries I carried out runs for day and night to draw the average daily load and I made a run series in parallel with placing a noise protection wall.

TARTALOMJEGYZÉK

NYILATKOZAT	i
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	ii
KIVONAT / ABSTRACT	iii
TARTALOMJEGYZÉK	iv
JELÖLÉSJEGYZÉK	v
1 BEVEZETÉS	7
2 A ZAJ SZAKIRODALMÁNAK ÁTTEKINTÉSE	3
2.1 Hangtani alapok	3
2.2 A zaj	4
2.3 A zaj élettani hatásai	5
2.4 Jogszabályi hatter	6
2.5 Hangterjedés	8
2.5.1 Terjedés szabadtérben	8
2.5.2 Terjedés zárt térben	9
2.6 Közlekedési zaj	9
2.7 Zajvédelem	9
2.8 A zaj mérése	10
2.9 Zajtérkép	12
3 MEZŐTÚR BEMUTATÁSA	14
4 ELŐZETES VIZSGÁLATOK	16
5 EREDMÉNYEK	17
ÖSSZEFOGLALÁS	20
IRODALOMJEGYZÉK	21

JELÖLÉSJEGYZÉK

a	szemcsék átlagos távolsága [m]
B	mágneses indukció [$m^2 \cdot kg \cdot A^{-1} \cdot s^{-1}$]
c	koronaelektrod főlosztásköz [m]
c_f	felhajtóerő tényező [-]
c_2	szekunder koncentráció [$kg \cdot m^{-3}$]
Cu	Cunningham-tényező [-]
D_t	turbulens diffúziós tényező [$m^2 \cdot s^{-1}$]
f_{el}	villamos térerősség vektor [$N \cdot kg^{-1}$]
F_p	porszemcsére ható erő [N]
j_{konv}	konv. (por)áramsűrűség [$kg \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$]
k	turbulens kinetikus energia [$m^2 \cdot s^{-2}$]
K	tényező [$m^5 \cdot s^{-2}$]
M	tömegarány [-]
p	nyomás [$N \cdot m^{-2}$]
$Q_{p,t}$	porszemcse telítési töltés [C]
r_w	koronaelektrod sugár [m]
r_{12}	részecskék közötti távolság [m]
T_0	időkonstans [s]
$T.I.$	turbulencia intenzitás [-]
U_0	koronafeszültség [V]
v_{el}	villamos (ion)szél sebesség [$m \cdot s^{-1}$]
V	térfogat [m^3]
w_s	süllyedési sebesség [$m \cdot s^{-1}$]
x	x főáramlási irányú koordináta [m]
y	y keresztirányú koordináta [m]
z	z irányú koordináta [m]

GÖRÖG BETŰS JELÖLÉSEK

α_p	térfogati arány [-]
δ	mérőtérfogat főméretei [m]
δ_ω	nyíróréteg méret [m]
ϵ_0	vákuum dielekt. áll. [$m \cdot kg \cdot A^{-2} \cdot s^{-2}$]
ϵ	turbulens disszipáció [$m^2 \cdot s^{-3}$]
μ	dinamikai viszkozitás [$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$]
Θ	lézernyalábok szöge [<i>radián</i>]
ρ_C	töltéssűrűség [$C \cdot m^{-3}$]
ρ_i	ion töltéssűrűség [$C \cdot m^{-3}$]
ρ_p	por sűrűség [$kg \cdot m^{-3}$]

ρ_p	por töltéssűrűség [$C \cdot m^{-3}$]
ρ_s	felületi töltéssűrűség [$C \cdot m^{-3}$]
τ_g	gázáramlás jellemző időléptéke [s]
τ_p	szemcse jell. időlépték (relax. idő) [s]
ω_g	gáz forg. szögsebesség [$rad \cdot s^{-1}$]
ω_p	szemcse forg. szögsebesség [$rad \cdot s^{-1}$]
ψ	tehetetlenségi paraméter [-]
Ψ_p	por áramfüggvény [$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$]

ALSÓ / FELSŐ INDEXEK

e	elektron
f	fluid, közeg
g	gáz
i	ion
k	k-ik változó
KE	koronaelektrod
n	n -ik változó
p	porszemcse, részecske
rel	relatív
s	süllyedési
t	turbulens
th	elméleti
x	x koordináta irányú komponens
y	y koordináta irányú komponens
z	z koordináta irányú komponens
0.1	10%-hoz tartozó érték
0.9	90%-hoz tartozó érték

DIMENZIÓNÉLKÜLI MENNYISÉGEK

Cu	CUNNINGHAM-tényező
Fr_{el}	villamos FROUDE-szám
N_{EHD}	elektrohidrodinamikusszám
Re	REYNOLDS-szám
Re_p	részecske REYNOLDS-szám
St_p	részecske STOKES-szám
Sc	SCHMIDT-szám
ψ	tehetetlenségi paraméter

ÁBRAJEGYZÉK

1.1 ábra: Földünk zajszennyezése	2
2.1 ábra: A normális hallásterület	3
2.2 ábra: A Phon-görbék	5
2.3 ábra: Zajvédő fal	10
2.4 ábra: A szűlyozósűrők jelleggörbéi	11
3.1. ábra Mezőtúr elhelyezkedése	14
3.2. ábra Mezőtúr város látképe	15
4.1. ábra Előzetes vizsgálat pontos helyszíne	16
5.1. ábra Nappali eredmények zajvédőfal nélkül	17
5.2. ábra Nappali eredmények zajvédőfallal	17
5.3. ábra Éjjeli eredmények zajvédőfal nélkül	18
5.4. ábra Éjjeli eredmények zajvédőfal elhelyezésével	18
5.5. ábra Átlagolt eredmény zajvédőfal nélkül	19
5.6. ábra Átlagolt eredmény zajvédőfal elhelyezésével	19

TÁBLÁZATJEGYZÉK

2.1 táblázat: Üzemi létesítményektől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken	6
4.1 táblázat: Felhasznált adatok	16

2 A ZAJ SZAKIRODALMÁNAK ÁTTEKINTÉSE

2.1 Hangtani alapok

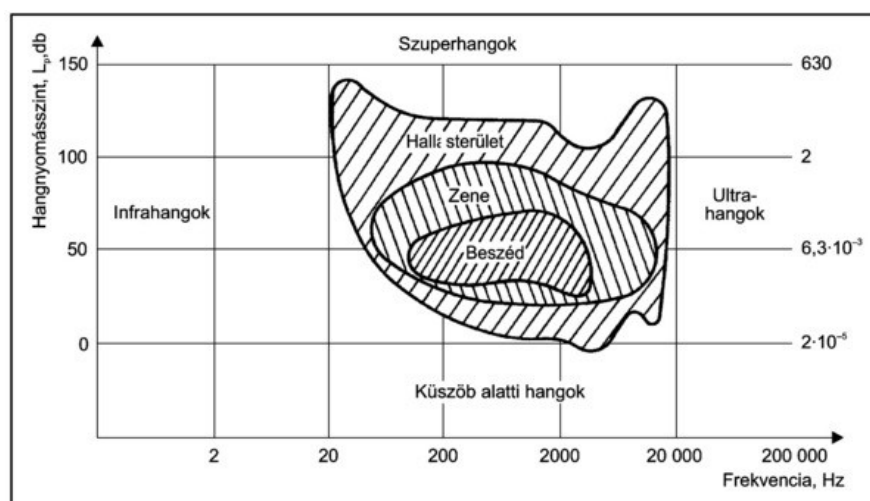
A hang valamilyen közegben létrejövő rezgés. Megkülönböztetünk a vivőközeg szerint: léghangot (gáz a vivőközeg, leggyakrabban levegő), folyadékhangot (vivőközeg valamilyen folyadék, leginkább víz) illetve testhangot (valamilyen szilárd test a vivőközeg). Hangtérnek nevezzük a tér azon részét, amelyben a hanghullámok terjednek. A hangtér két mennyiséggel írható le a hely és idő függvényében. Ezek a gyakorlatban rendszerint a hangnyomás, és a részecskesebesség. A részecskesebesség a vivőközeg elemi részecskéinek váltakozó (rezgés-sebessége), amellyel azok nyugalmi helyzetük körül rezegnek. A hullámterjedés a szomszédos részecskék egymásnak átadott energiája. E két mennyiség közül a hangnyomás a hangtér mérhető adata. Mértékegysége a decibel [4]

A hangszint nyomás:

$$L_w = 10 \lg P/P_0 \text{ [dB]} \quad (2.1)$$

ahol, L_w – szintérték
 P – hangteljesítmény
 P_0 – referencia érték

A hangokat csoportosíthatjuk frekvencia és intenzitás szerint is. E csoportosítási mód szerint megkülönböztetünk infrahangokat ($f < 16$ Hz), hallható hangokat ($16 \text{ Hz} < f < 16$ kHz, intenzitásuk 1 pW m^{-2} [1 W m^{-2}]) és az ultrahangokat ($f > 16$ kHz). Statisztikus adatfelméréssel állapították meg a hallható hangok tartományát. Hangnyomás szint szerint fontos határ a hallásküszöb (kb. $1,4 \times 10^{-5}$ Pa), e szint alá eső hangok az úgynevezett küszöb alatti hangok. A felső határgörbe pedig a fájdalom küszöb, e fölé eső hangokat szuperhangoknak nevezzük. [5] E területeket szemlélteti a 2. ábra.



2.1 ábra: A normális hallásterület [6]

2.2 A zaj

A zaj, minden olyan hanghatás, minden olyan nemkívánatos vagy túl hangos hangjelenség, amely az egyén életfunkcióit, munkáját, munkájának és pihenésének egyensúlyát zavarja, azaz különböző erősségű (intenzitású) és frekvenciájú hangok zavaró keveréke. A zaj zavaróhatásának megítélése szubjektív, így azt a zajszintet tekintik már zavarónak, amit az emberek 85-90%-a annak ítél. (Moser-Pálmai: A környezetvédelem alapjai, 2006)

A zaj jellemzői, csoportosítása:

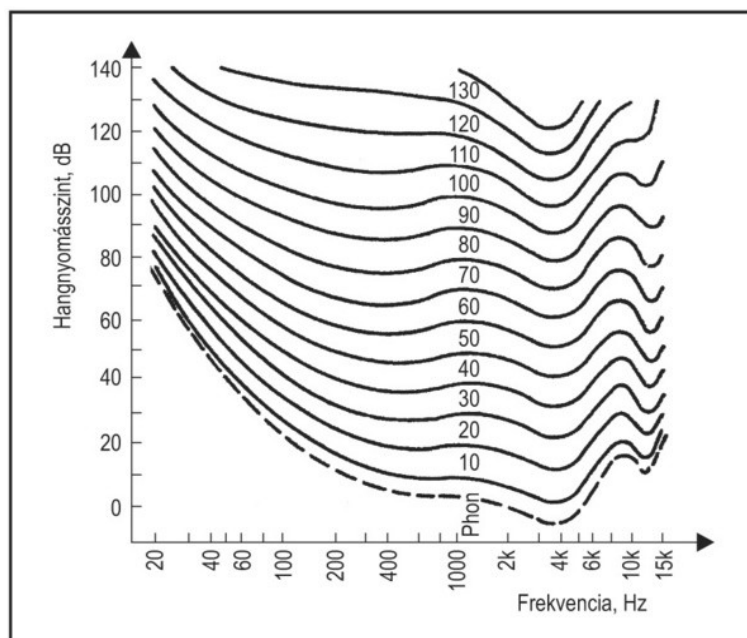
- lefutása szerint:
 - o folytonos: időbeli megszakítások nélkül
 - periodikus: periódusosan ismétlődik
 - o szakaszos (időszakos): időbeli megszakítások jellemzik, időszakonként fellépő zaj
 - o egyszeri: egyetlen alkalommal jelentkezik
- szintje szerint:
 - o állandó (állandó szintű): elhanyagolhatóan kis ingadozást mutat (gyakorlatban maximum 5 dB)
 - nem állandó (változó szintű): nem elhanyagolható ingadozást mutat
 - ingadozó (fluktuáló): folyamatosan változik a szint
 - o szaggatott (intermittáló): ennek a szintje hirtelen esik vissza alapszintre, majd attól eltérő értéket vesz fel legalább 1 s időtartamra; vagy két különböző, de ismétlődően azonos szintű állapot között változik.
- időtartama szerint:
 - o impulzusos: 1 s-nál rövidebb időtartamú hangenergia-csomagok sorozatából álló zaj,
 - egyedi hangenergia-csomagok: 0,2 s-nál hosszabbak az egyes hangenergia-csomagok közötti szünetek
 - kváziimpulzusos: 0,2 s-nál rövidebbek a szünetek a közel azonos hangenergia-csomagok között
 - o tartós: $1 \leq t \leq 60$ s
 - o hosszú idejű: $t > 60$ s
- színeképe (spektruma) (részhangjainak frekvencia szerinti megoszlása) szerint:
 - o tonális (vonalas): egy vagy több, tisztán megkülönböztethető frekvenciájú hangból (ún. diszkrét hangból) álló zaj
 - szinuszos (tisztahang): egyetlen szinuszos jellegű hang (adott frekvencián)
 - nem szinuszos: alapprofundencia és felharmonikusai
 - o keskeny sávú: keskeny frekvenciatartományban folytonos színeképet mutató zaj
 - o széles sávú: széles frekvenciatartományban folytonos színeképet mutató zaj
 - o vegyes: részben tonális, részben folytonos színeképet mutató zaj. [7]

Egy adott zajt általában több jellemző megadásával mutatunk be.

2.3 A zaj élettani hatásai

Változatos a zaj élettani hatása. Egyrészt függ a zaj frekvenciájától és erősségétől, illetve a terhelés időtartamától. Rövid időtartamú ámde erős (140 dB felett) hanghatás szerkezeti károsodást okozhat, azaz hallássérülés történhet. Ez a hallássérülés. Ettől eltér a hallásromlás. Ami hosszabb időtartamú hanghatások különböző mértékben (ki)fáradó sejttevékenységhez, így kóros állapotokhoz vezethetnek. A hallásküszöb emelkedése a hallószerv (ki)fáradását jelzi, ez az eltolódás egy bizonyos pihenési idő után vagy normalizálódik, ekkor időszakos hallásküszöb-eltolódásról beszélünk, vagy ebből ez eltolódásból valamennyi megmarad. Ez esetben maradandó hallásküszöb-eltolódással állunk szemben. További fontos hatás pl. emelkedik a légzésszám, szűkülnek az erek, nő a vérnyomás, de a vér mégsem jut el szükséges mennyiségben a perifériás testrészekhez. Ez a jelenség a vérpangás, ami oxigénhiánnyal is járhat, így fokozva a fáradtságot. A látásra is hatással van az erős zaj, ugyanis a pupillaműködést befolyásolja, így romlik a mindenkori tárgytávolsághoz való alkalmazkodás, illetve a színfelismerést is gátolja. Igen változóak a zaj pszichés következményei, ezt az adott zaj jellemzőin kívül befolyásolja az egyén egyedi érzékenysége is ill. a forráshoz való viszonya.

Frekvenciafüggő a fül hangnyomásszint érzékelése. Nem túl erős hangok esetén a magas hang erősebb érzetet kelt, mint egy mély hang ugyanolyan hangnyomásszinten. Kiterjedt vizsgálatokkal állapították meg az egyenlő hangosságú szintek görbéit. A 3. ábra szemlélteti a közismertebb nevükön, phon-görbéket. [8]



2.2. ábra: Phon-görbék [6]

Az infrahangok hatása: hányinger, émelygés, egyensúlyzavarok, kóros középfül-elváltozások, szív-, tüdő-, gyomor-, májrejtéseket okozhat

Az ultrahangok hatása: elektro-, biokémiai, fizikai hatásokat okozhatnak, akár közvetlenül a bőrfelszínen, vagy károsíthatják a szövetek sejtjeit, pl. középfülben vagy a szemben [7]

Vizsgálatok szerint sokkal érzékenyebbek vagyunk a zajra 35 – 40 év között, ezen belül a férfiak érzékenyebbek a nőknél, illetve a szellemi munkát végzők nehezebben viselik a zajt, a fizikai munkát végzőknél. [8]

2.4. Jogszabályi háttér

Az egyenértékű A-hangnyomásszint szerint rögzítik a mindenkori megengedett zajszintet hazánkban.

A hazai szabályozás kezdete 1983 évéhez kötődik egy Minisztertanács rendelet formájában. 248/2007. (X.29.) Kormány rendelet lépett hatályba 2008 január első napján. Ez a rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egy szabályairól szól. A rendelet hatálya azokra a tevékenységekre, létesítményekre terjed ki, amelyek környezeti zajt, illetve rezgést okoznak vagy okozhatnak. Nem terjed ki a rendelet hatálya: közterületi tevékenységekre; munkahelyi zaj és rezgés által okozott foglalkoztatási veszélyre; a magánszemélyek háztartási igényeit kielégítő tevékenységre; közlekedési járműveken belüli zajra és rezgésre; az egészségügyi mentési tevékenységre, a tűzoltási feladatokra, a műszaki mentésre és a bűnüldözési tevékenység által keltett zajra és rezgésre és vallási tevékenység végzésére.

A kibocsátási vagy a terhelési határértékek túllépését a zaj- és rezgésterhelési határértékekről szóló külön jogszabályban (27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM együttes rendelet) meghatározottak szerint kell jelentősnek minősíteni. Ugyanez az együttes rendelet vonatkozik az üzemi létesítményekből származó zajra. Az 1. táblázat foglalja össze az üzemi létesítményekben folytatott tevékenységből származó megengedett zajszint határértékeit.

2.1. táblázat

Üzemi létesítményektől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken (27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM)

Területi besorolás	Határérték (LTH) a LAM megítélési szintre [dB]	
	Nappal 6.00 – 22.00	Éjjel 22.00 – 6.00
Üdülőtérület, különleges területek közül az egészségügyi területek	45	35
Lakótérület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű), különleges területek közül az oktatási létesítmények területe, a temetők, a zöldterület	50	40
Lakótérület (nagyvárosias beépítésű), a vegyes terület	55	45
Gazdasági terület	60	50

Hangosítást igénylő alkalmi rendezvényből származó zajterhelésre a környezetvédelmi hatóság meghatározott időtartamra túllépést engedélyezhet, ez a túllépés maximum 10 dB lehet. [5]

A környezeti zajforrás hatásterületét meg kell határozni a következő esetekben:

- Előzetes vizsgálati eljárásban
- Környezeti hatásvizsgálati eljárásban
- Egységes környezethasználati engedélyezési eljárásban
- Környezetvédelmi felülvizsgálati eljárásban
- Az előbbieken felsorolt eljárásokat követő létesítési, használatbavételi, illetve forgalomba helyezési eljárásokban
- Ha a környezetvédelmi hatóság előírja
-

A környezeti zajforrás hatásterületének meghatározása az előbbi felsorolástól eltérő esetben: a környezeti zajforrást magába foglaló telekingatlan és annak határától számított 100 méteres távolságon belüli terület. A környezetvédelmi hatóság abban az esetben írja elő a hatásterület mérését, illetve számítás szerinti meghatározását, ha a rendelkezésre álló adatok alapján valószínűsíthető, hogy a zajforrás hatásterülete nagyobb, mint a 100 méteres távolság.

Létesítéssel kapcsolatos zaj és rezgés elleni védelmi követelmények a következők: a környezetbe zajt vagy rezgést kibocsátó létesítményeket úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy a védendő területen, épületben és helyiségekben a zaj- vagy rezgés terhelés feleljen meg a zaj- és rezgésterhelési követelményeknek.

Üzemi vagy szabadidős zajforrásra vonatkozóan a következőknek kell érvényesülniük: környezeti zajt előidéző üzemi vagy szabadidős zajforrásra vonatkozóan a tevékenység megkezdése előtt a környezeti zaj- és rezgésforrás üzemeltetője köteles a környezetvédelmi hatóságtól környezeti zajkibocsátási határérték megállapítását kérni, és a határérték betartásának feltételeit megteremteni.

Zajkibocsátás változása esetén a zajforrás üzemeltetője köteles bejelenteni a környezetvédelmi hatóságnak, ha az üzemi és szabadidős zajforrások területén bekövetkezett változás van, amely a határérték mértékét és teljesülését befolyásolja. [5]

Ha a környezetvédelmi hatóság azt állapítja meg, hogy a szabadidős vagy üzemi zajforrás által okozott zaj a kibocsátási határértéket túllépi, akkor a zajforrás üzemeltetőjét intézkedési terv benyújtására kötelezi. 25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet határozza meg az intézkedési terv tartalmi, formai követelményeit. Az intézkedési terv 3 fő tartalmi eleme: a zaj csökkentésére tervezett intézkedések; azok várható eredményei; az intézkedések végrehajtásának tervezett időpontja.

Az uniós csatlakozás egyik teljesen új követelménye az úgynevezett stratégiai zajtérkép. Ez a 2002/49/EC irányelvben fogalmazódik meg, előírta, hogy 2007. június 30-ig olyan felmérések elkészítését, amelyek alapján meg lehet adni, a helyes intézkedések irányát. Ezek a felmérések nem alapulhatnak egy évnél régebbi adatokon. Minden olyan helyen el kell végezni a felmérést, ahol:

- minden olyan agglomerációban, ahol 250000-nél több ember él
- minden olyan útvonalra, ahol 6 millió járműnél több halad el évente
- minden olyan vasútvonalra, ahol 60000 szerelvéynél több halad el évente
- valamennyi repülőtérré.

A mérési pontokat az MSZ 18150-1:1998. és az MSZ 13-111:1985. számú szabványok alapján kell meghatározni.

Stratégiai zajtérképek (kire nézve kötelező, elkészítésének módját, lépéseit) valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályait a 25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet tartalmazza. Kimondja a zajtérkép kritériumait, az elkészítésének részletes menetét, a szükséges alapadatok körét is meghatározza a rendelet.

2.5 Hangterjedés

A hangtér és a hangforrásokra jellemző hangteljesítményre döntően a következők vannak hatással:

- a hangforrás alakja
- a hangforrást körülvevő tér jellege (szabadtér, zárt tér)
- a hangforrás térben elfoglalt helyzete
- a hangforrás az össz-hangteljesítményének mekkora hányadát sugározza a hangtér különböző részeibe
- a terjedés útjában lévő hangakadály

Az előbb felsoroltakon kívül már kevésbé befolyásol a tér állapota (szél sebessége, iránya, páratartalom, hőmérséklet), hacsak nem nagyon hosszú a terjedési út. [6]

2.5.1 Terjedés szabad térben

Akusztikailag azt a teret tekintjük szabad térnek, amelyben a hullámterjedést nem zavarja, azaz a hanghullám a forrásból a tér minden irányában törés, elhajlás és visszaverőség nélkül tud terjedni. A valóságban ilyen tér nem létezik, de sok felmerülő problémát lehet megoldani a szabad tér feltételezésével.

- pontszerű hangforrások (idealizált sugárzók)
- vonalszerű sugárzók
- felületi sugárzók

A terjedést befolyásoló tényezők a szabadtérben:

Egyáltalán nem ideális a levegő, ahol a hanghullámok terjednek, így a valóságban a számított (távolságtörvény alapján) hangnyomásszint-csökkenésnél nagyobb teljesül. Veszteségek keletkeznek a zaj terjedésekor. A levegő csillapító hatása függ a frekvenciától. (magas hangok jobban, a mélyek kevésbé csillapodnak). Ezenkívül csökkentő tényező még a levegő hőmérséklete és a relatív nedvességtartalom is.

Többletszillapítás következik be, a hang növényzeten halad keresztül. Ez a többletszillapítás is függ a frekvenciától, illetve növényzet fajtájától, sűrűségétől és a hangúttól. Csak 3-4 méterrel a földfelszín feletti területig érezhető a növényzet hatása.

Fontos tényező a hangvisszaverődés. Ha a mérési pont vagy a zajforrás közelében nagyobb hangvisszaverő felszín található, akkor tükörszajforrással számolunk. A hangnyomásszint a visszaverő felület közelében 3 dB-lel nő.

A már említett szél és hőmérséklet hatása is befolyásolja a hangterjedést. Vektorálisan összeadódik a szélesebb és a hang terjedési sebessége, ezért azonos irányban felerősíti, ellentétesben csökkenti a zajhatást.

A talaj is jelentősen csökkentheti a zajhatást megfelelő körülmények mellett. Komplex rendszer a földfelszín, mind hangvisszaverő, mind hangelnyelő funkciója

jelentős. A kemény felszíneknek (aszfalt, beton) nagyon alacsony a hangelnyelése, ellenben a füves, kötött területeké már jelentős is lehet. Sűrű fűvel, vagy más jelentősebb aljnövényzettel borított felszín nagyobb elnyelést biztosít, mint a nem kötött talajok (pl homok), a csillapítás mértéke elérheti a 20 dB/100 m-es értéket is. [6]

2.5.2 Terjedés zárt térben

Pontos matematikai leírás nem adható a nagy, szabálytalan alakú helységek esetére. Ezen esetekre statisztikai teremhang törvényszerűségeit használják ki, ami alatt olyan matematikailag egyszerűbb formában írhatóak fel, amivel megbízhatóan leírható az akusztikai tér. [6]

2.6 Közlekedési zaj

A közlekedés a környezetében – főútvonalak, vasúti fővonalak mentén – esetenként akár 80 dB-t is elérő, illetve megközelítő egyenértékű A-hangnyomásszinteket okozhat. Jelentőségét az is emeli, hogy a közlekedési zaj a lakosság igen nagy hányadára kiterjedő terhelést okoz.

Az utakon különböző típusú és zajkibocsátású járművek különböző üzemállapotban, változó sebességgel haladnak, az okozott zajt a fentiekén kívül a környezeti viszonyok (pl. beépítettség, az útburkolat fajtája és állapota stb.) is befolyásolják. Közlekedési zaj esetén ezért az utat vagy vasútvonalat tekintjük egyetlen egységes vonalszerű zajforrásnak. Az út- vagy vasútvonal zajkibocsátását az úttól meghatározott távolságban, akadálytalan terjedés feltételezése mellett meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszinttel jellemezhetjük. A vonatkoztatási távolság (a vonatkozó számítási szabványelőírások szerinti referenciapont) utak esetén 7,5 m, vasutak esetén 25 m. Közlekedési zaj megítélési ideje (az egyenértékű A-hangnyomásszint, LAeq vonatkoztatási ideje) az előírások szerint nappal 16 óra, éjszakai időszakban 8 óra.

A közúti és vasúti közlekedés által okozott zaj a forgalmi adatok, valamint a terepviszonyok, az építmények és az út (vasút) egymáshoz viszonyított elhelyezésének ismeretében számítható. [6]

2.7. Zajvédelem

A környezeti zajterhelést mindig emberi tevékenység következménye. A zaj elleni küzdelem során három fő védendő területet különítünk el:

- Ember, emberi környezet, lakóterületek
- Természetvédelmi területek, állatvilág, költőhelyek
- Természetes környezet, állattartó telepek (Bera József előadása)

Általános modell főbb lépései zajcsökkentés intézkedésre:

- Cél(ok) meghatározása
- Helyzetfelismerés (anyaggyűjtés és elemzés; elvi megoldási lehetőségek keresése)
- Megoldási vázlatok kidolgozása (részletes kidolgozása a megtartott elvi lehetőségeknek)
- Döntés (döntés előkészítés, majd egy változat melletti döntés)
- Bevezetés (hatósági engedélyeztetés, ha szükséges; kivitelezés; használatba vétel)

- Ellenőrzés (Az új állapot meghatározására zajvizsgálat, ha szükséges) [7]
A zajscsökkentés, mint eljárás már a tervezési szakaszban is megjelenik, de gyakran alkalmazzák már meglévő épületek, berendezések esetén is. A következőkben a leggyakrabban használt módszereket, lehetőségeket tekintem át röviden:

- **Zajforrás elhelyezése:** ez az opció főleg tervezésnél jelenik meg. Célszerű az azonos zajkibocsátású forrásokat egymás közelébe elhelyezni, kedvezőbben hathat a mikrokörnyezetre, mint külön-külön elhelyezve. Kedvező elválasztani a legzajosabb technológiai részeket a kevésbé zajosaktól ill. a zajszegény és a zajos technológiákat is külön kezelni.
- **Távolságvédelem:** a távolságtörvény, azaz fordítottan arányos a szintérték a távolság növekedésével.
- **Hangelnyelés:** olyan felület, amit úgy terveznek meg, hogy a ráeső hanghullámokat át tudja alakítani, annak érdekében, hogy kiléptessék/elvezessék az adott hangtérből és/vagy más formájú energiává alakítsák át, ezzel is csökkentve a zárt tér átlagos hangnyomásszintjét és/vagy az utózungési időt. E célra az úgynevezett akusztikai anyagok felelnek meg a legjobban, ezek általában lyukacsos szerkezetűek. A hangelnyelési tényezőjük (frekvenciafüggő) 0,25 fölött van. Leggyakoribb megoldások: függönyök, szőnyegek, berendezési tárgyak felülete, sík- és térbeli elnyelők, rezonátorok.
- **Hanggátlás:** valamely szerkezeten keresztüli áthaladáskor hangvisszaverődés és hangelnyelés során bekövetkező hangenergia csökkenés. Ezek megvalósulás alapján a következők lehetnek: tokok, burkolatok; hangtompítók; zajvédelmi falak, zajárnyékolók. Az 4. ábra egy zajvédelmi falat ábrázol



2.3. ábra: Zajvédő fal [10]

- **Hézagkialakítás:** Jelentős zajszint csökkenést lehet elérni, ha a különböző szerkezetek, ill. egy adott szerkezet elemeinek csatlakozásánál lévő folytonossági hiányokkal. [7]

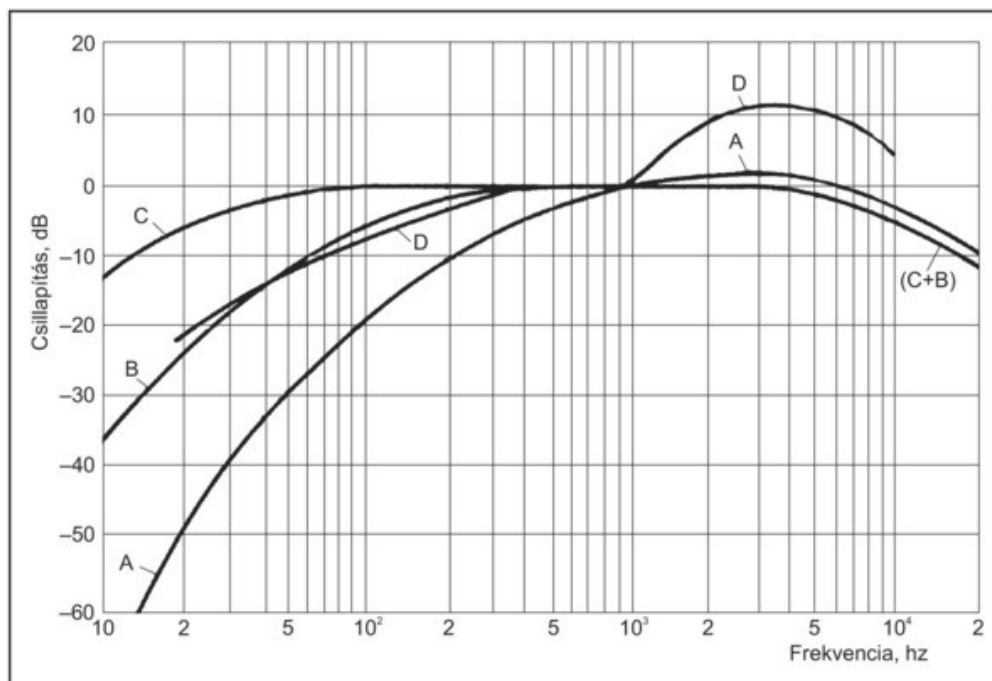
2.8. A zaj mérése

Zajemisszió (zaj kibocsátás) meghatározásakor egy egyértelműen megadott zajforrás (pl. valamilyen berendezés, gép) kisugárzott légvezetés hangját mérik, általában hangnyomásszinteket, adott működési és telepítési feltételek mellett. Majd ezekből az értékekből határozzák meg a szükséges korrekciókkal és számításokkal kibocsátási jellemzőként a hangteljesítmény szintet. Ez a közvetlen módszer. Másik fő mérési forma az

összehasonlító módszer. Ez esetben meghatározzák a tényleges zajforrás által létrehozott hangnyomásszintek átlagértékét, majd ugyanezt meghatározzák egy összehasonlító forrás esetében is. Amennyiben a két mérési sorozat vizsgálati körülményei azonosak voltak, akkor az átlagos hangnyomásszintek közötti különbség azonos a hangteljesítményszintek különbségével.

Az L_{pXY} súlyozott hangnyomás szint a zajmérő X frekvencia-jelleggörbéjű súlyozószűrőjével, illetve Y időállandójával meghatározott hangnyomásszint. A-, C-, vagy Z-súlyozás lehet az X betűvel jelölt frekvencia-jelleggörbéjének megnevezése.

Az A-súlyozás a 40 phon hangosság szintet követi. A C-súlyozás a 100 phonosat. A Z-súlyozás (zéró-súlyozás) változatlanul hagyja a hangszínképet, azaz zéró csillapítással engedi be az „összes” frekvenciájú összetevőt a mérőcsatornába. Ez esetben lehetséges mérni akár 160 dB-es szintértéket, fájdalomérzet nélkül. Az AU-súlyozás a hallható összetevő kimutatására vonatkozik a 10-14 kHz tartományra vonatkozik. Régebben használatban volt még B-, illetve D-súlyozás, repülési zaj jellemzésére használták. A súlyozásokra vonatkozó jelleggörbéket az 5. ábra mutatja be.



2.4. ábra A súlyozószűrők jelleggörbéi [6]

A súlyozás megszületésének elve az volt, hogy a mért hangnyomásszint egyezzen meg a szubjektív hangosság szinttel, azonban a méréstechnika mai állása szerint a különböző frekvenciájú hangok kutatások által feltárt halláskárosító képességét leíró görbe – az ún. Szlavín-görbe – jól egyezik az A-súlyozás frekvenciamenetével, így ez indokolja a további használatát.

Megfelelő műszerkínálat áll rendelkezésre a zajmérésekhez bőséges a választék. Ezek közül mindig a feladat függvényében kell választani. A megbízható mérések érdekében a mérőműszereket kalibrálni kell, mind az érzékelőt, mind pedig az elektronikus részekre vonatkozóan.

Az A-hangnyomásszint:

$$L_{pA} = 10 \lg (p_A/p_0)^2 \text{ (dB)} \quad (2.8)$$

Az Y-nal jelölt időállandó, mint integrációs idő lehet:

- gyors (fast – F) jelkövetés esetén (125 ms)
- lassú (slow – S) jelkövetésű (1000 ms)
- impulzusos (impulse – I) jelkövetés esetén felfutás 35 ms, míg a visszaállás kb. 3 ms
- csúcserték (peak – P) követése esetén a lecsengési időállandó 1500 ms
- adattárolás/értéktartás (hold – H) a műszer tárolja az eltelt időtartam alatt kijelzett legnagyobb értéket, a felfutás 20 mikrosekundum a visszaállás kb. 300 min.

2.9 Zajtérkép

Zajtérkép készítését, illetve a zajtérképezéssel kapcsolatos rendelkezéseket a 280/2004. (X.20.) Kormány rendelet, és a 25/2004. (XII.20) KvVM rendelet szabályozza.

A szabályozás kiterjed a szükséges adatokra, a zajtérkép formai és tartalmi követelményeire, a kötelezettek körére, hatályára, határidőkre.

A stratégiai zajtérkép két fő összetevőből készül el, az egyik a jellemző zajterhelést ábrázoló zajtérkép, a másik fő alkotója pedig az ún. konfliktus térkép. A konfliktus térkép a zajterhelés és a stratégiai küszöbértékek összehasonlításával készült stratégiai zajtérkép.

Zajtérkép formai követelményei:

- A zajtérképet legfeljebb 100 méteres, derékszögű raszterháló alkalmazásával kell készíteni. A raszterháló helyzetét rögzíteni kell az EOVS koordináta-rendszerben.
- A számítási eredményeket raszterpontként digitálisan kell tárolni. A raszterpontokban számított eredményekből az 5 dB-es lépcsők szerinti zajszintgörbék bázispontjait interpolációval kell meghatározni. Az azonos zajszintű bázispontokat összekötő zajszintgörbék felrajzolásához olyan harmadfokú görbét eredményező interpoláló eljárást kell alkalmazni, amely biztosítja, hogy a görbe egyes szakaszai töréspont nélkül illeszkedjenek egymáshoz.
- Az alkalmazott szinttartományokat a térképen fel kell tüntetni. [13]

A zajtérkép készítéshez szükséges forgalomszámlásai adatokkal kapcsolatban a 25/2004-es KvVM rendelet ad felvilágosítást.

A rendelet megkülönböztet három járműkategóriát:

- I. kategória: személy- és kisteher-gépkocsi
- II. Kategória: szóló autóbusz, könnyű tehergépkocsi, motorkerékpár és segédmotoros kerékpár
- III. Kategória: csuklós autóbusz, tehergépkocsi szerelvény

Az egyes útszakaszokhoz tartozó vonatkoztatási egyenértékű A-hangnyomásszintet a vonatkoztatási távolságban [a g-edik órán belül, az s-edik számítási útszakaszhoz tartozó, j-edik út- és t-edik időszakasz esetén az $L_{Aeq(7,5)g,s,t,j}$ mennyiséget az útszakaszra megállapított (Q és v) forgalmi adatokból kell meghatározni a következő formula segítségével:

$$L_{Aeq}(7,5)_{g,s,t,j} = 10 \cdot \lg \left[\sum_{i=1}^3 10^{0,1L_{Aeq}(7,5)_{g,s,t,j,i}} + \sum_v^n 10^{0,1L_{Aeq}(7,5)_{g,s,t,j,v}} \right] \quad (2.5)$$

Ha a zajszámító programban kiinduló adatként a 25 m-es egyenértékű A-hangnyomásszintet alkalmazzák, akkor azt az $L_{Aeq}(7,5)_{g,s,t,j}$ mennyiségből a következő összefüggéssel kell számítani:

$$L_{Aeq}(25)_{g,s,t,j} = L_{Aeq}(7,5)_{g,s,t,j} + 10 \lg \left(\frac{7,5}{25} \right) \quad (2.6)$$

Az indexek elhagyhatóak az alábbi esetekben:

- a nappali/éjszakai/napközbeni/esti megítélési idők minden órájában azonos forgalom nagysággal számolunk ($u=1$)
- egyetlen számítási útszakasszal kell számolni ($r=1$)
- az aktuális, s-edik számítási útszakaszon az aktuális, g-edik órán belül a forgalom időfüggésével nem számolunk ($f=1$)
- az aktuális, s-edik számítási útszakaszon az aktuális, g-edik órán belül a forgalmi jellemzők, az útburkolat, az emelkedési viszonyok, a vágány típusa, a kötőpályás forgalom, a terjedést befolyásoló tényezők (például végig van/nincs zajárnyékoló fal stb.) a teljes számítási útszakaszon egyaránt állandóak ($n=1$)

A 280/2004. (X. 20.) Kormányrendelet alapján a napi zajjellemző meghatározása az alábbi képlet alapján történik:

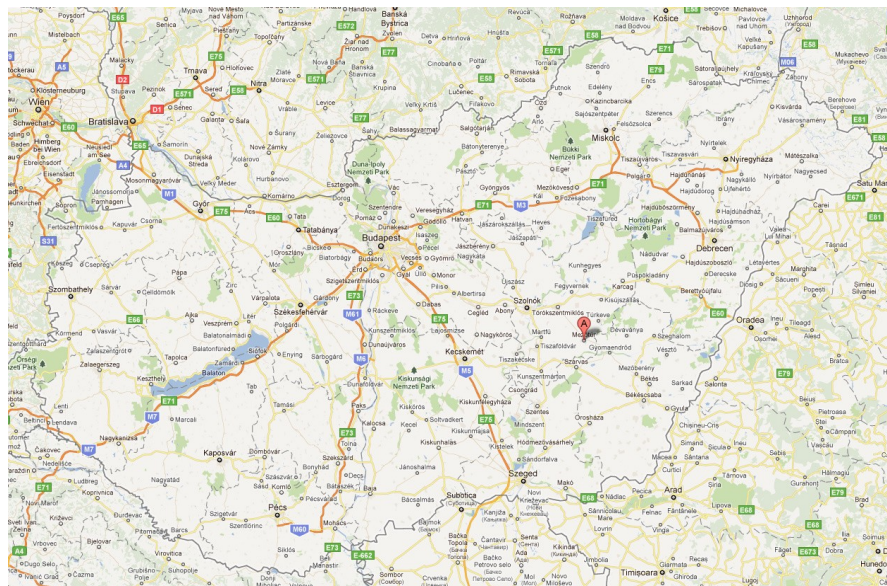
$$L_{den} = 10 * \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{napköz}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{este}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{éjjel}+10}{10}} \right) \quad (2.9)$$

ahol:

- az $L_{napköz}$ az MSZ ISO 1992-2 szerinti, az egy év összes napközbeni (6⁰⁰ és 18⁰⁰ óra közötti) időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint;
- az L_{este} az MSZ ISO 1992-2 szerinti, az egy év összes napközbeni (18⁰⁰ és 22⁰⁰ óra közötti) időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint;
- az $L_{éjjel}$ az MSZ ISO 1992-2 szerinti, az egy év összes napközbeni (22⁰⁰ és 06⁰⁰ óra közötti) időszakaira meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint;

3 MEZŐTÚR BEMUTATÁSA

Szülővárosom a Tiszántúlon helyezkedik el, Jász-Nagykun-Szolnok megye déli részén. A város helyzetét szemlélteti a 6. ábra.



3.1. ábra Mezőtúr elhelyezkedése [11]

Ősi mezőváros, ahol már a középkorban virágzó kereskedelem és kézművesipar alakult ki. Az itt élő csizmadiák, tímárok, fazekasok és szücsök emelték művészi fokra a népi kismesterséget. A városnak gazdag kulturális és természeti értékei vannak.

Nevét valószínűleg a város kettészelő Túr folyóról kapta, ugyanis a Berettyó folyó az Árpád-korban a Túr nevet viselte. Első írásos emlék az 1205-1235 közötti időből származik. Nagy Lajos királytól kapott városi rangot 1378-ban. A város fejlődését a középkorban- a Sárrét mocsarát kikerülő- kereskedelmi út befolyásolta. Mezőtúr ősi mezőváros, a megye megalakulásakor ez volt a legnagyobb város, ahol virágzó kereskedelem és kézművesipar alakult ki. A túri vásárok már a XV. Században híresek voltak. Fontos kereskedelmi útvonal vezetett át Erdély felé Mezőtúron át. A török hódoltság idején török katonák védték a vásárt, túri tőzsérek irányították a marhakereskedelmet. A török kiűzése és a Rákóczi-féle szabadságharc idején nagyon súlyos időszakot éltek át a túriak. A lakosság kétszer kényszerült a város elhagyására 1692-től 1699-ig tartott az úgynevezett "első futás", 1705-1710-ig a "második futás." A lakosság védett helyekre húzódott, de ekkor is szervezett közösségi életet élt, és mezővárosi jogait is sikerült átmentenie. Nagy Lajostól és Mátyástól kapott privilégiumait a későbbiekben jól kamatoztatták. A város ismét fejlődésnek indult, ipara kereskedelme fellendült. A fejlődés meghatározó eleme a mezőgazdaság volt. Óriási határában (70 ezer katasztrális hold) nagy jelentőségű szarvasmarha- és juhtenyésztés folyt. Ez az 1800-as évek második felében visszafejlődött az ármentesítések következtében. A folyószabályozással kiépült hatalmas gátrendszer, melynek létrejöttével viszont majdnem megkészsereződött a földművelésre alkalmas terület. Mindezzel együtt megszűnt a várost övező mocsárvilág.

A mai városkép a 18. században kezdett kialakulni. A város arculata az elmúlt évtizedekben sokat változott. [12] A város látképe látható a 3.2. számú ábrán.

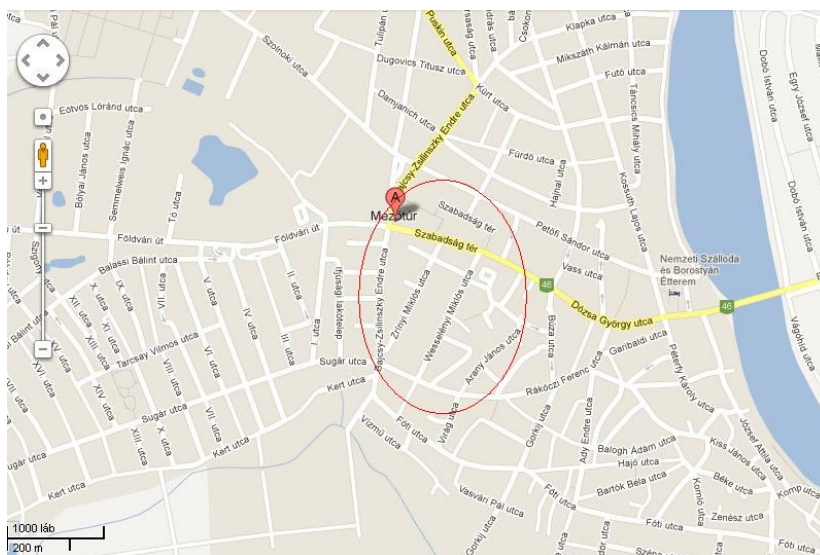


3.2. ábra Mezőtúr város látképe

4 ELŐZETES VIZSGÁLATOK

A Diplomamunka I. tantárgy keretein belül egy előzetes vizsgálatot végeztem Mezőtúr város belvárosi részének egy fontos részén SoundPlan 7.1 program segítségével.

A vizsgált területet szemlélteti az 4.1. ábra. Ezen a részen a 46-os főút egy lakótelep mellett halad, ahol játszótér is található.



4.1. ábra Előzetes vizsgálat pontos helyszíne

Előzetes vizsgálat során a 46-os főút hatását vizsgáltam becült adatok alapján, egyfajta előrejelzésként a későbbi diplomadolgozatom számára.

A felhasznált adatokat az 4.1. táblázat szemlélteti.

4.1. táblázat: Felhasznált adatok

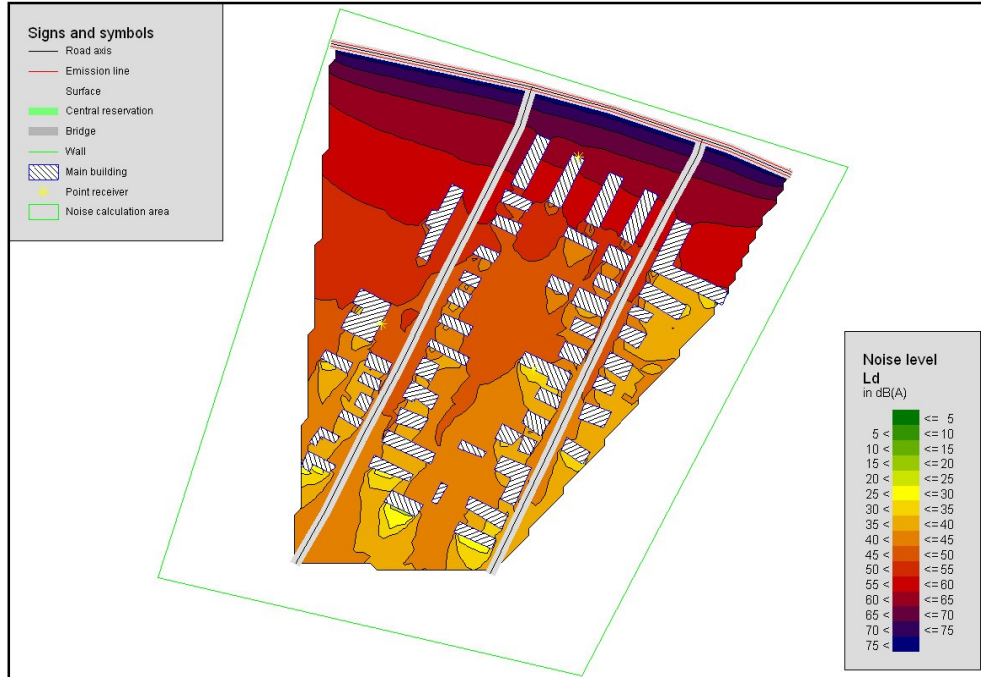
Dózsa György út	Nappal	Éjjel
A hangnyomásszint	67 dB	50 dB

Első lépésként a kiválasztott terület műholdképét betöltöttem a SoundPlan programba, a méretarányok beállítása után következett az épületek berajzolása és tulajdonságainak beállítása (magasság, emeletek száma). Az épületek mellett az utakat is ábrázoltam és megadtam a szükséges adatokat (A-hangnyomásszint). Ezután még elhelyeztem a megfigyelési pontokat, majd lefutattam a szimulációt. Összevetésként készítettem egy olyan szituációt is, hogy zajvédőfalat helyeztem el a 46-os úttal párhuzamosan a lakótelep elé. A futtatások eredményét az 5. fejezetben részletezem.

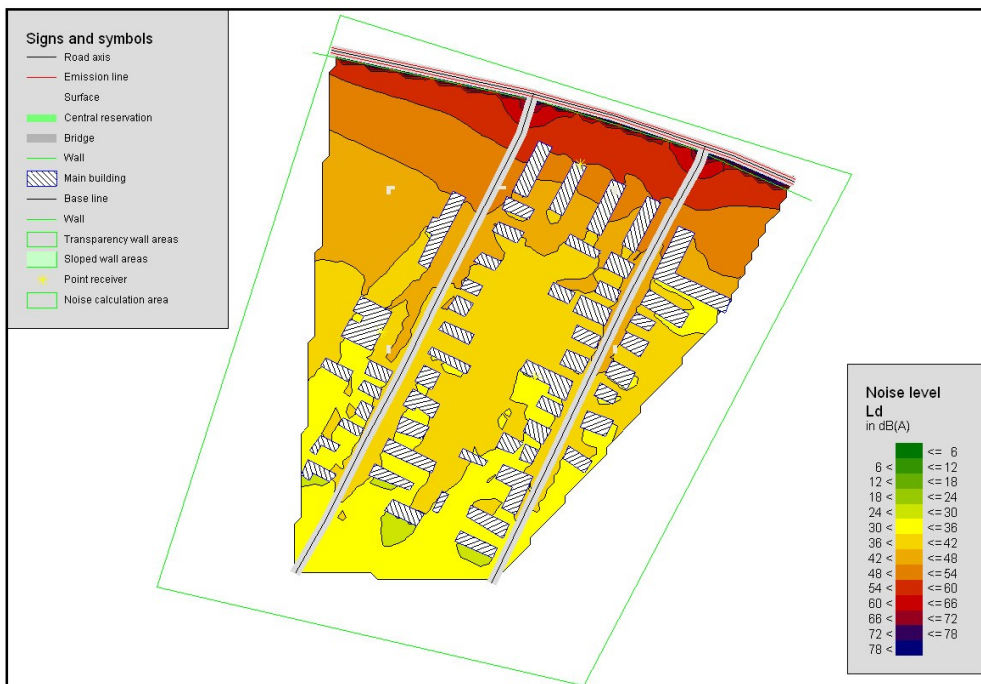
5 EREDMÉNYEK

Külön-külön futtatásokat végeztem éjjeli és a nappali viszonyok megítélésére, illetve készítettem egy átlagos napi zajterhelést szemléltető futtatást is, illetve készítettem párhuzamosan egy olyan futtatás sorozatot is, ahol zajvédőfallal vizsgáltam a 46-os főút hatását a lakótelepre.

A nappali vizsgálatok eredményét szemlélteti az 5.1. és 5.2. ábra szemlélteti.



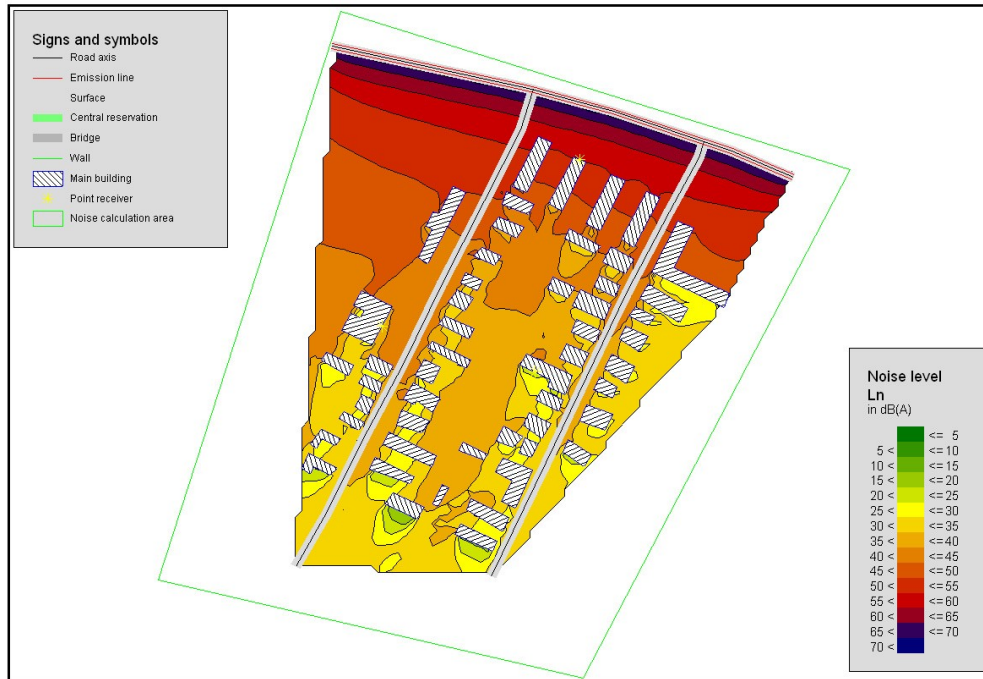
5.1. ábra Nappali eredmények zajvédőfal nélkül



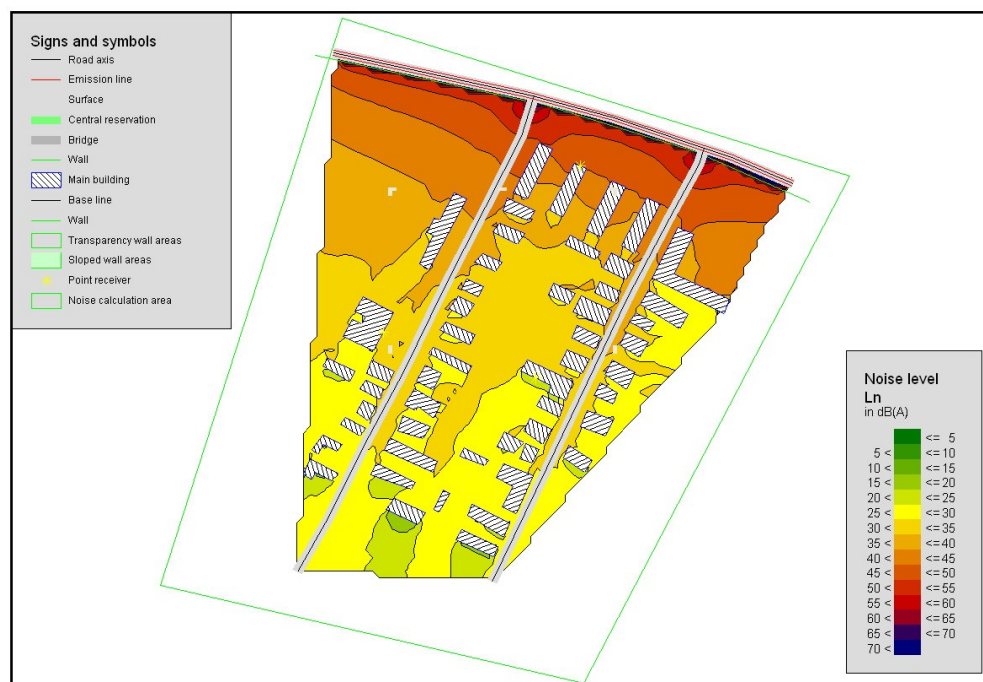
5.2. ábra Nappali eredmények zajvédőfallal

Jól látszik a különbség a két szituáció között. A 46-os út hatása jól látszik mind a két esetben, de zajvédőfal elhelyezése után már észlelhető a kedvező hatás, hogy a főúthoz legközelebb eső lakótelepi lakások is nagyságrendileg kisebb zajhatású zónába kerültek.

Az éjjeli futtatásokból készített térképek láthatóak az 5.3. és 5.4. ábrán. Éjjeli eleve kisebb forgalom mellett még jobban érvényesül a zajvédőfal pozitív hatása. Érdekes megfigyelni, hogy zajvédőfal nélkül éjjel körülbelül csak egy kategóriával kisebb zajterhelés éri a környéket, mint zajvédőfallal nappal.

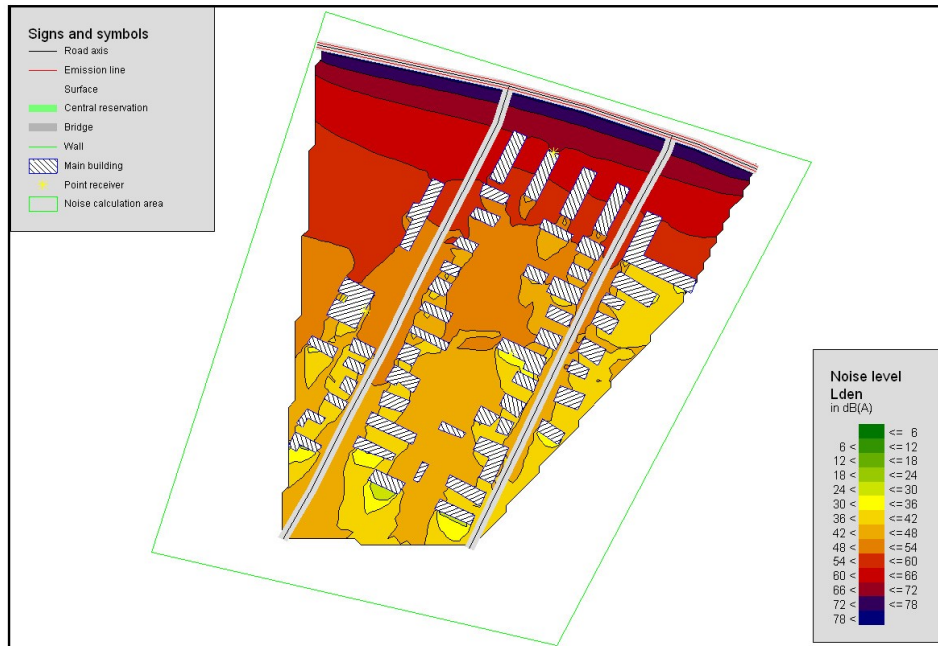


5.3. ábra Éjjeli eredmények zajvédőfal nélkül

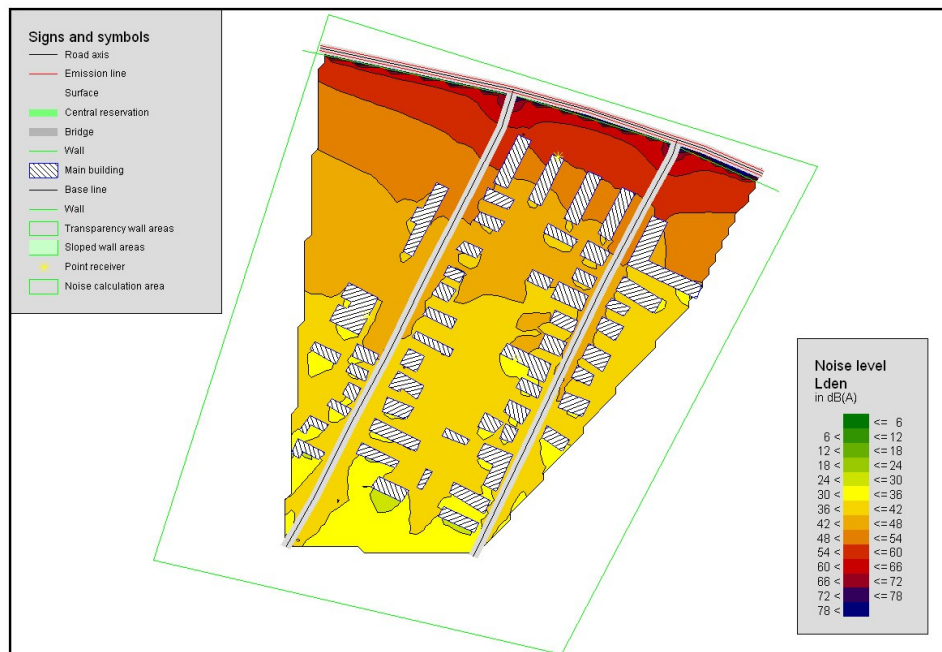


5.4. ábra Éjjeli eredmények zajvédőfal elhelyezésével

A külön-külön szemléltetett nappali és éjjeli viszonyokból készített napi átlagos terhelést szemlélteti az 5.5. és 5.6 ábra.



5.5. ábra Átlagolt eredmény zajvédőfal nélkül



5.6. ábra Átlagolt eredmény zajvédőfal elhelyezésével

Szembevetendő a különbség a két szituáció között. Az előzetes, becslésen alapuló vizsálatok rámutattak arra, hogy van jelentősége tovább vizsgálni Mezőtúr belvárosi részét, és zajcsökkentési lehetőségeket keresni a főút mellett élők számára.

ÖSSZEFOGLALÁS

A zaj, napjaink egyik jellemző szennyezése. Mindennapi életünket jelentősen befolyásolja. Nehezebben koncentrálnak, rosszabbul alszunk tőle. Egy bizonyos szint felett pedig maradandó károsodást okozhat. A szakirodalm feldolgozásokor tanulmányoztam a zajnak a környezetre gyakorolt hatását, mérési lehetőségeit, és a zajhatás csökkentésének módszereit. Áttekintettem a hazai érvényben lévő jogszabályokat, szabványokat és a zajtérkép készítésére vonatkozó szabályozást.

Mezőtúr város Jász-Nagykun-Szolnok megyében található, a 46-os út nyomvonalán. Dolgozatomban előzetes becslés alapján a belvároson átmenő 46-os főút hatását vizsgáltam. SoundPlan 7.1-es programmal dolgoztam a zajtérképek elkészítése során. A helyszín megrajzolása, és az adatok betáplálása után külön-külön futtatásokat végeztem a nappali, éjjeli és az átlagos napi terhelés kirajzoltatására, illetve párhuzamosan készítettem egy futtatás sorozatot is zajvédőfal elhelyezése mellett.

A kapott eredmények jól szemléltetik a zajvédőfal pozitív hatását, nagyságrendekkel kisebb terhelés éri a főút mellett lévő lakótelepet. Az eredmények jól mutatják, hogy érdemes tovább vizsgálni az adott területet, illetve kibővíteni a vizsgált belvárosi részt és további, immáron konkrét méréseken alapuló szimulációkat folytatni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] NÉMETH NIKOLETTA, Zaj- fény- és vizuális szennyezés c. előadása, http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/ktk/segedanyagok/VI/NN_Kornygazdta_08ea.ppt.
- [2] KERÉNYI ATTILA (2003) Európa természet- és környezetvédelme, *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p 454.*
- [3] <http://vancouver.ca/CTYCLERK/CCLERK/970513/CITYNOISEREPORT/> (2011. 12. 10)
- [4] DR. BÉRES ANDRÁS (2000) Környezetvédelem technikai kérdései I. *Tessedik Sámuel Főiskola Mezőgazdasági Főiskolai Kar, Mezőtúr, pp 13*
- [5] DR. KOVÁTS ATTILA, (2004) Zaj és rezgés elleni védelem, *Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, pp 25-35.*
- [6] BARÓTFI ISTVÁN (2000) Környezettechnika, *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp 803-845.*
- [7] WALZ GÉZA (2008) Zaj- és rezgésvédelem, *Complex, Budapest, pp 3-40.*
- [8] DR. FÓRIÁN SZABÓ PÉTER (1991) Zaj és rezgés elleni védelem, *Egyetem Mérnöktovábbképző Intézek, Budapest*
- [9] MOSER MIKLÓS, PÁLMAI GYÖRGY (2006) A környezetvédelem alapjai, *Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, p 419, p 491*
- [10] HTTP://QEWSTCATHARINES.COM/PRESSED_ASHLAR.JPG (2009. 10. 04)
- [11] <http://maps.google.hu/> (2011. 12. 10.)
- [12] BODOKI FODOR ZOLTÁN, BODOKI FODOR ZSIGMOND (1978) Mezőtúr város története, Bene András és Seres Attila, 1978.
- [13] http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0400025.KVV (2011. 12.14.)
- [14] http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0400280.KOR (2011. 12.14.)