

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II

Кафедра біології та хімії

Реєстраційний № _____

Кваліфікаційна робота

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ
ЧАСТИНИ М. БЕРЕГОВО**

ШІМОН АНДРЕА ЛАСЛІВНА

Студентка IV-го курсу

Освітня програма 014 Середня освіта (Біологія)

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Тема затверджена Вченою радою ЗУІ

Протокол 2 / 28 вересня 2020 року

Науковий керівник:

Гаднадь Іштван Іштванович
доктор філософії, доцент
кафедри біології та хімії

Завідувач кафедрою:

Когут Ержебет Імрїївна
доктор філософії, доцент
кафедри біології та хімії

Робота захищена на оцінку _____, «___» _____ 202_ року

Протокол № _____ / 202_

Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II

Кафедра біології та хімії

Кваліфікаційна робота

**ДОСЛІДЖЕННЯ ШУМОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ЦЕНТРАЛЬНОЇ
ЧАСТИНИ М. БЕРЕГОВО**

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Виконала: студентка IV-го курсу

Шімон Андреа Ласлівна

спеціальність біологія, заочна

Освітня програма 014 Середня освіта (Біологія)

Науковий керівник: **Гаднадь Іштван Іштванович**

доктор філософії, доцент

кафедри біології та хімії

Рецензент: **Вінце Тімео Тіборівна**

доктор філософії, доцент

кафедри географії та туризму

Берегово

2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1. Поняття шуму та шумового забруднення	9
1.2. Джерела шумового забруднення.....	9
1.3. Поширення звуку (шуму)	11
1.3.1. Фактори, що впливають на поширення на відкритому місцевості	11
1.4. Сприяння та чуття звуку (шуму).....	12
1.5. Екологічні наслідки шумового забруднення	13
1.5.1. Вплив шуму на рослини	13
1.5.2. Вплив шуму на тварини.....	13
1.6. Фізіологічний вплив шумового забруднення на організм людини	14
1.6.1. Особливості слуху людини	14
1.6.2. Зниженням слуху внаслідок шуму	17
1.6.3. Вплив шуму на мовоення і на сон	18
1.6.4. Вплив шуму на психічне здоров'я	19
1.7. Захист від шумового забруднення.....	20
1.7.1. Роль рослин у захисті від шуму	21
II. МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ	22
2.1. Опис досліджуваної території.....	22
2.2. Методи та одиниці вимірювання рівня шуму.....	22
2.3. Використовувані прилади та вимірювальний прилад	23
2.4. Граничні показники рівня шуму	24
2.5. Процес вимірювання рівня шуму	28
2.6. Представлення використаних статистичних методів	30
III. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	32
3.1. Характеристика шумового забруднення в місті.....	32
3.2. Зв'язок між рівнем шуму та дорожнім рухом	52
3.3. Зміна щоденного рівня шуму	57

ВИСНОВОК.....	59
РЕЗЮМЕ	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61
СПИСОК РИСУНКІВ.....	63
СПИСОК ТАБЛИЦЬ	65
ДОДАТКИ.....	67
ПОДЯКА	
ДЕКЛАРАЦІЯ	

II. Rákóczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola

Biológia és Kémia Tanszék

**A ZAJSZENNYEZÉS VIZSGÁLATA BEREGSZÁSZ VÁROS
BELTERÜLETÉN**

Szakdolgozat

Képzési szint: alapképzés

Készítette: Simon Andrea

IV. évfolyamos hallgató

Képzési program: 014 Középfokú oktatás (Biológia)

Témavezető: Dr. Hadnagy István

PhD, a Biológia és Kémia Tanszék

docense

Recenzens: Dr. Vince Tímea

PhD, a Földrajz és Turizmus Tanszék

docense

TARTALOMJEGYZÉK

BEVEZETÉS	8
I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
1.1. A zaj és a zajszennyezés fogalma.....	9
1.2. A zajszennyezés forrásai	9
1.3. A hang (zaj) terjedése.....	11
1.3.1. A szabadtéri terjedést befolyásoló tényezők	11
1.4. A zaj érzékelése	12
1.5. A zajszennyezés ökológiai hatásai	13
1.5.1. A zaj hatása a növényekre	13
1.5.2. A zaj hatása az állatokra	13
1.6. A zajszennyezés fiziológiai hatása az emberi szervezetre	14
1.6.1. Az emberi hallás sajátosságai.....	14
1.6.2. A zaj okozta halláskárosodás	17
1.6.3. A zaj hatása a beszédre, alvásra	18
1.6.4. A zaj hatása a mentális egészségre.....	19
1.7. A zajszennyezés elleni védekezés	20
1.7.1. A növények szerepe a zajvédelemben.....	21
II. ANYAG ÉS MÓDSZER	22
2.1. A vizsgált terület bemutatása.....	22
2.2. A zajszint mérése, mértékegysége, határértékei	22
2.3. A felhasznált eszközök és a mérőműszer	23
2.4. A zajszint határértékei	24
2.5. A zajszintmérés folyamata	28
2.6. Az alkalmazott statisztikai eljárások bemutatása	30
III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS	32
3.1. A zajszennyezés jellemzői a város területén	32
3.2. A zajszint és a közúti forgalom összefüggése	52
3.3. A napi zajszint változása	57

ÖSSZEFOGLALÁS	59
UKRÁN NYELVŰ ÖSSZEFOGLALÁS.....	60
IRODALOMJEGYZÉK	61
ÁBRÁK JEGYZÉKE.....	63
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE	65
MELLÉKLET.....	67
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	
NYILATKOZAT	

BEVEZETÉS

Napjainkban az emberiség különböző környezeti terheléseknek van kitéve. Ezek nagy része mesterségesen előidézett, mint például a zajterhelés is, amely mindig is jelentős környezeti problémát jelentett az ember számára. A zaj, az emberi szervezet számára kellemetlen hangok összességét jelenti, amely a mai élet minden területén jelen van. Az iparosodás óta életünk állandó kísérőjévé vált. A közlekedés fejlődésével a településeken élők zajterhelése folyamatosan emelkedett. A városokon áthaladó és környezetünkben elhaladó, egyre nagyobb gépjárműforgalom, a települések területén vagy azok környezetében letelepült ipari létesítmények a zajt az egyik legtipikusabb városi szennyezési formává tették (KERÉNYI, 1995). Az építkezések zaja is jelentős mértékben hat az emberekre. Az ember egyéb tevékenységei, mindennapi élete, háztartása, szórakozásai sem mentesek a zajkeltéstől (BARÓTFI, 2000). Zajt bocsátanak ki a szellőzőberendezések, irodai és háztartási gépek, éttermek, kávéházak, diszkók, sportrendezvények alatt, játszótereken. Tehát életünk minden területére hatással van, nem kerülhetjük el – zavarja a kommunikációt, alvásunkat, nincs jó hatással egészségünkre, teljesítményünkre, viselkedésünkre. A többi környezeti problémával összehasonlítva a környezeti zaj szabályozását késleltette, hogy nem voltak tisztában annak egészségre gyakorolt hatásaival (NÉMETH, 2009).

A környezet fokozódó zajterhelése és a károk megelőzése, mérséklése és teljes elhárítása miatt egyre aktuálisabb egyes területek zajszintjének monitorozása. A zajszint mérésekből megállapítható, hogy a különböző zajhatások hol és milyen mértékben érvényesülnek a környezetben. Annak a tér- és időbeli változását pedig úgynevezett zajtérképek segítségével lehet ábrázolni.

A zaj befolyásolja a lakosság életvitelét, komfortérzetét, egészségügyi állapotát. Ezért érdemes nagy hangsúlyt fordítani ezen témára. Nem csak az emberre van kihatással, hanem az élővilágra is. A zajnak nem kell ahhoz hatéértéket meghaladnia, hogy zavaróként jelenjen meg.

A szakdolgozat alapvető célkitűzése a zajszennyezés vizsgálata Beregszász városában. A különböző zajforrások közül a legnagyobb területre kiterjedő és a legtöbb embert érintő zajforrás, a közúti közlekedés, amelyre a munkánk során a legnagyobb figyelmet kívánjuk fordítani. Ugyanakkor kitérünk a zaj élővilágra gyakorolt hatásaira. A napi zajszint nyomon követését is célul tűztük ki, szeretnénk elkészíteni Beregszász zajtérképét.

I. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1. A zaj és a zajszennyezés fogalma

A zaj olyan nemkívánatos hangok összessége, melyek zavaró vagy kellemetlen érzetet keltenek, illetve káros hatásúak (SMETANA, 1975). Egy másik megfogalmazás szerint a zaj, amelyet érzékelünk kellemetlen illetőleg nem kívánatos hangélményként definiálható (MOSER-PÁLMAI, 1999). A hang abban az esetben alakul zajjá, amennyiben kedvezőtlen hatása van az egyes élettani funkciókra, zavarja vagy idegesíti az észlelőt valamilyen tevékenységben, az idegrendszeren keresztül terheli a szervezetet, károsítja az ember hallószervét, illetve egészségét (HATTA, 2000). Ebből fakadóan a zaj minden olyan hangjel, melynek érzékelése kényszer számunkra (TÓTH, 1986).

Azokat a hanghullámokat érzékeljük zajként, melyek megterhelik a szervezetet, kellemetlenül, zavaróan hatnak, emellett károsak az egészségre is. A zaj hatásai a hallás objektív csökkenésében, továbbá a terhelő érzésben mutathatók ki. Ezek a következő tényezőktől függenek: a hangnyomástól, a frekvenciától, a hatás időtartamától, valamint a zajhullám időbeni lefutásától (SZOMRÁKI, 2007). A zajártalom kivételes típusnak számít a környezeti ártalmak között. Nem rendelkezik anyagi természettel, meglehetősen kis energia, amely információkat hordoz az ember számára. A környezeti alrendszerek alapján a bioszféra-szennyezők közé sorolható (KERÉNYI, 1995).

A fizikai meghatározás szerint a zaj – különböző frekvenciájú és intenzitású hangok véletlenszerű keveréke. Attól függően, hogy milyen intenzitású, spektrumú és időtartamú – okozhat átmeneti vagy maradandó károsodásokat a szervezet működésében. Ezen hatások a hallószervben, a központi és a vegetatív idegrendszerben érzékelhetők. A hallás csökkenésének mértéke, üteme és formája számos tényezőtől függ. Felmérték a zajforrások élettani hatásait, majd rögzítették a megengedhető zajterhelés határait. Ezek alapján mérhetővé és dokumentálhatóvá váltak az ilyen típusú problémák. A zaj károsító hatására befolyással van a hangmagasság, az erősség, az időtartam, az időbeli megoszlás és az ember neme, illetve életkora (CSÉPE, 2012).

1.2. A zajszennyezés forrásai

A zajok felosztása eredetük szerint: természetes és antropogén eredetű. Az antropogén eredetű zajokat a szakirodalom környezeti zajként említi (FODOR, 2001). Ennek forrásait az alábbi csoportosításban PÓTA (2006) tekinthetjük meg:

1. Közlekedési eredetű zajok:

- *Közúti zaj*, mely a legnagyobb területre kiterjedő és csaknem mindenkit érint (SZÁSZ–TŐKEI, 1997), a zajkibocsátásra hatással van a forgalom nagysága és összetétele, az útburkolat fajtája és minősége, valamint a gépjárművek állapota (FODOR, 2001). A zaj szintjét befolyásolhatja a járművek sebessége, az úttól mért távolsága, a forgalom nagysága, az útburkolat minősége, gépjárművek típusainak aránya és a növényzet is. A közúti közlekedés során a motor hangja illetve a gépjármű talajjal és levegővel való érintkezése esetén keletkezik zaj. A hangnyomásszint megbecsülhető a forgalom mértékétől, a járművek sebességétől, a tehergépjárművek arányából, valamint az útfelület minőségétől. A zajterhelés mértéke függ a domborzati viszonyoktól, a kereszteződésektől és a közlekedési lámpáktól (ZENTAI – SCHÁD, 2001).
- *Repülési zaj*, a környezeti zajvédelem legsúlyosabb problémája (PÓTA, 2006), mindenekelőtt a repülőterek közelében élő lakosokat érinti, ugyanakkor a repülők zaja nagyobb területre is kiterjedhet. A technika fejlődésének köszönhetően a repülők zajkibocsátása jelentősen csökkent, ellenben a fel- és leszállás során keletkező zaj még mindig nagyfokú környezetterhelést eredményez. A repülőterek közelében okozott zaj mértéke függ a repülőgépek számából, típusából, útvonalukból, a felszállások és leszállások arányától, valamint a légköri viszonyoktól (ZENTAI – SCHÁD, 2001).
- *Vasúti zaj*, kevés embert érint, kis területre kiterjedő, periodikus és rövid lefolyású. A megengedettnél magasabb zajterhelés akkor következik be, amikor a lakóterületek mellett elhaladó teherszállító szerelvények, főként éjszaka hangjelzést adnak ki (BITE, 1997). A zajterhelést fokozhatja a pályaudvaron álló szerelvények motorjának hangja, illetve a hangosbeszélő és tolatási műveletek. A terhelés mértékét a domborzati viszonyok nagyban befolyásolják (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

2. Üzemi zajok

Az építkezések és az ezekkel kapcsolatos tevékenységek során használt gépek rendszerint nem megfelelően hangszigeteltek. Ez zavaró hatást kelthet (ZENTAI – SCHÁD, 2001). Az építkezési és ipari zaj, amely rendre a zajos emberi tevékenységek közé tartozott (PÓTA, 2006), legfontosabb forrásának az erőgépek tekinthetők.

3. Intézményi és szabadidős zajforrások

A lakóövezetben élő emberek tevékenységeinek zaja, rendszeres panaszok forrása lehet. A zajok forrásai lehetnek: háztartási gépek, zenehallgatás és társas összejövetelek, szabadtéri koncertek, rendezvények, tűzijátékok, valamint éjszakai szórakozóhelyek (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

1.3. A hang (zaj) terjedése

A hang szilárd részecskék, folyadékok vagy gázok mechanikai rezgése, amely rendszerint a levegő nyomáshullámai formájában terjed. Az emisszió a hang kibocsátása. A transzmisszió a hang terjedése. Az imisszió a kibocsátott hang környezetben való érzékelése. A hanglökés (hangimpulzus) rövid ideig tartó, 10 másodpercnél rövidebb ideig tartó hang. A rövid idejű hang 10 másodperc és 1 perc közötti hang. A tartós hang az egy percnél hosszabb ideig tartó hang (NÉMETH, 2009).

1.3.1. A szabadtéri terjedést befolyásoló tényezők

Az egyik ilyen tényező a levegő csillapítása. A zaj levegőben való terjedése során veszteségek keletkezhetnek. A magas hangok jobban csillapodnak, míg a mélyek kevésbé. Ebből adódóan a levegő csillapítása nagyban függ a frekvenciától. Ezenkívül a csillapítás függ még a levegő hőmérsékletétől és relatív páratartalmától is. A növényzet is hatással van a zaj terjedésére, ugyanis amennyiben a hang növényzeten halad át, többletcsillapítás következik be a szóródás és hangelnyelés következtében. A többletcsillapítás függ a frekvenciától, a növényzet fajtájától és sűrűségétől és a növényzeten keresztül vezetett hangút hosszúságától. Tényleges zajcsökkentés csak aljnövényzettel rendelkező sűrű erdő esetén érhető el, ha a növényzeten valóban áthaladó hangút legalább 30-50 m. Fontos megemlíteni, hogy a növényzet nem nyújt védelmet a magasan fekvő zajforrások ellen, hatása a föld felszínétől számítva 3-4 m magasságig érzékelhető (BARÓTFI, 2000).

A hang terjedésére ugyancsak befolyással lehetnek a meteorológiai tényezők. A szél és hőmérsékleti gradiens nagysága hatással van a zajterjedési viszonyokra. A szél befolyásolhatja a hangterjedési sebességét: széliránnyal megegyező irányban a hangterjedés nagyobb, míg ellentétes irány esetén kisebb sebességű. Ennek okán a szélesebesség és a hangterjedési sebessége vektoriálisan összegződik. A szélesebesség a magasság növekedésével növekszik, tehát a növényzet és a beépítés csökkenti annak mértékét. Emiatt a hanghullámok a szélirányban történő terjedésnél a föld felé, ellenkező irányú terjedésnél a földtől felfelé hajlanak el. A szél hatása különösen nagy távolságokban okozhat nagy hangnyomásszint-ingadozásokat. A zajterjedésre a hőmérséklet is hatással van. Abban az esetben, amikor a hullámfront bizonyos részeinek terjedési sebessége különbözik a hullámfront többi részének sebességétől, a hullámfront iránya megváltozik (BARÓTFI, 2000).

A **talaj** közelében bekövetkező különböző hatások többletcsillapítást okozhatnak. A földhatás komplex jelenség, amelyet a föld hangvisszaverő és hangelnyelő tulajdonsága

együttesen idéz elő, és amelyet jelentős mértékben befolyásolnak a földközeli meteorológiai viszonyok. A föld elnyelése a zajforrás és az észlelő magasságától és távolságától is függ. A kemény felületek (beton, aszfalt) hangelnyelése nagyon csekély, a füves terület, kötött talaj elnyelése már jelentős (BARÓTFI, 2000).

1.4. A zaj érzékelése

Az érzékelő számára a hallható hang hanghullámok formájában terjed, melyet a hangforrás által keltett rezgés hoz létre a levegőben nyomásingadozást okozva. A fülön keresztül jut be a szervezetbe ez a kicsi energia (HATTA, 2000). Ez a fizikai hangjelenség hangérzetet kelt a hallószervben, melynek jellemzői a hangosság, hangmagasság és hangsín. Ezek nemcsak fizikai, hanem élettani fogalmak (MOSER, 1999). A nyomásváltozásnak két ismert mutatója (BERNDT, 2007):

- a változás nagysága (hangerősség),
- a változás gyakorisága (a hang frekvenciája)

A hangenergia, és az általa szállított információk felfogásával ellentétben ezek felfogását az emberi agy végzi. Ebből kifolyólag káros hatásai a felfogó és feldolgozó központ túlterhelődése. Ebben az esetben idegi folyamatokról beszélhetünk, ami lényegében különbözteti meg a zajártalmat a különböző környezeti ártalmaktól (HATTA, 2000).

A zajterhelés értékelését rendszerint annak hatásai teszik lehetővé. Más szennyezésekhez képest a zaj veszélytelenebbnek tűnik, ennek ellenére ugyanolyan súlyos, vagy akár még súlyosabb megbetegedéseket okozhat. A zaj emberi szervezetre gyakorolt hatásának következményeit a neurovegetatív diszfónia fogalmába sorolják (SMETANA, 1975).

A zaj emberre gyakorolt hatásai (BERNDT, 2007) az alábbiakban olvashatjuk:

- a zaj által okozott halláskárosodás,
- a beszédkommunikáció zavarása,
- a pihenés és az alvás zavarása,
- a pszichofiziológiai és a mentális egészségre és teljesítményre gyakorolt hatások,
- a közösség viselkedésére gyakorolt hatások,
- az okozott kellemetlenségek,
- az akaratlagos tevékenységek akadályozása.

1.5. A zajszennyezés ökológiai hatásai

1.5.1. A zaj hatása a növényekre

Egy 2012-ben megjelent négyéves kutatás (FRANCIS ET AL., 2012) alapján rájöttek arra, hogy a zajterhelés közvetve kihatással van a növényvilágra is, hiszen a zaj kihatással van a növények szaporodása szempontjából mérvadó állatok viselkedésére. Ebből fakadóan az állatok viselkedésével változik a növénypopuláció is. Nem minden esetben mutat csökkenő tendenciát a zaj hatása a növénypopuláció változására. Példának okáért a feketetorkú kolibrik, amelyek ötször gyakrabban látogatják a zajos helyeket, valószínűleg azért, mivel a fészkeiket veszélyeztető bozótszajkó kerüli azt. A pollenátvitel ennek megfelelően növekedett, és a magtermések száma is emelkedett.

1.5.2. A zaj hatása az állatokra

A zaj is egyfajta szennyező forrás, a vegyszerek és a hulladékok mellett. Egyre több kutatás bizonyítja, hogy az emberek által keltett zajok befolyásolják az állatok, többek között a madarak viselkedését. Ennek ellenére az emberi zaj nemcsak az állatokra van kihatással, de a közösségre is.

A magasabb rendű növények nem képesek helyváltoztatásra, szaporodásukban és elterjedésükben kulcsfontosságú szerepet töltenek be az állatok. Számos növényt rovarok és más állatok porzanak (*zoogamia*) be, ráadásul az állatok a magok elfogyasztásával azok terjesztésében (*zoochoria*) is részt vehetnek. Ezek alapján logikus azt feltételeznünk, hogy egy olyan tényező, mint a zaj képes megváltoztatni a megporzásban vagy magterjesztésben résztvevő állatok viselkedését, ennek következtében a növényekre is hatással van (DULEBA, 2012).

Clinton Francis és kutatócsoportja korábbi vizsgálataiban kimutatta, hogy néhány állatfaj egyedszáma a zajos helyek közelében megnő, míg más fajoké csökken (DULEBA, 2012).

Mindamellet, hogy a zaj hatásait az emberek körében is nehéz mérni vagy bizonyítani, komplex vizsgálatok révén több állatfaj esetében is sikerült feltárni a zaj által okozott károsodásokat (BARÓTFI, 2000).

A zaj hatásának mértéke az állatokra nézve függ az egyed rendszertani kategóriájától. Az állatoknál a különféle hangok érzékelése kulcsfontosságú a túlélésük szempontjából. Fölöttébb érzékenyek a hangokra és kifinomultabb a hallásuk az embernél, így nagyobb mértékben reagálnak a zajokra. A zaj az állatok körében is okozhat halláskárosodást, ugyanakkor a közvetett hatásának tudható be a viselkedés, szaporodás illetve táplálkozás befolyásolása (BARÓTFI, 2000).

Meglévő ismereteink a zaj fiziológiai hatásairól laboratóriumi állatkísérleteken alapul. A zaj első érzékelhető hatása a cochleában (a belsőfülben, a csigában) jelentkezik. A belső és külső hallósejtek kiégnek és meghajlanak. További zaj hatás esetén a magas frekvenciás átvitelért felelős sejtek hiánya tapasztalható (DOMOKOS- HORVÁTH, 2009).

A laboratóriumi kísérletek során kisemlősökön (fehér egér, patkány) 100 és 130 dB közötti értékeknél észleltek halláskárosodást. Ugyancsak kisemlősök esetében a hosszútávú zaj hatására a következőket tapasztalták: vérnyomás növekedés, zavar keletkezése a szaporodásban, alacsonyabb számban és kisebb testtömegű egyedeket hoztak világra.

A zaj hatásai a haszonállatokra nézve a következők: viselkedés megváltozása (pl. menekülési zavar), magas vérnyomás, megváltoznak a vér összetevői, tejhozam csökkenése a tejelő marháknál. A többi állatcsoporthoz hasonlóan a haszonállatokat is a hirtelen bekövetkező, nem állandó zajok zavarják legfőképpen.

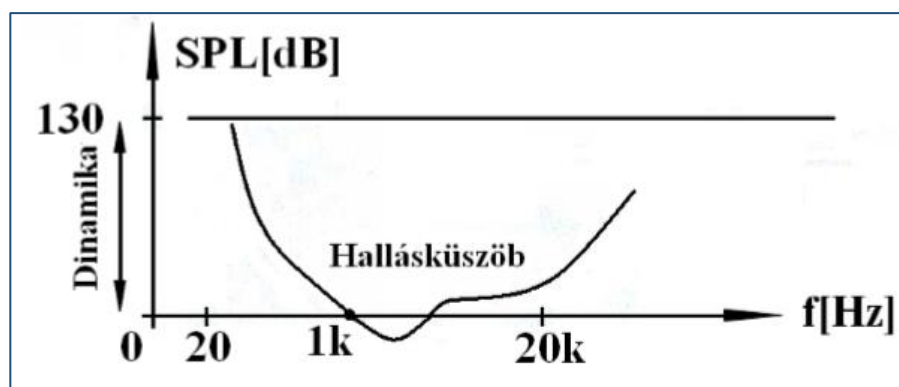
A vadon élő állatok esetében az egyik legnyilvánvalóbb zaj okozta hatás, a menekülési reakció előidézése. Minden faj másféleképpen reagál a zajhatásokra. Némelyek képesek hozzászokni a zajhoz, például a városlakó állatok. Ezzel szemben más fajoknál egy hirtelen bekövetkező hanghatás is elég ahhoz, hogy sikertelen legyen egy szaporodási ciklus. Ez különösképpen a madarakra jellemző. Például egy galamb hallása sokkal érzékenyebb az emberénél (a 10 Hz-alatti tartományban 50 dB-el érzékenyebb).

A többi gerinces (hüllők, kétélűek, halak) és gerinctelen faj esetében is van káros hatása a zajnak. Ezek hasonlóak az említett fajokhoz. Esetükben is tapasztalható halláskárosodás, táplálkozási és szaporodási rendellenesség, pánik reakció, kannibalizmus és akár 50%-os élethossz csökkenés tapasztalható hang hatására (BARÓTFI, 2000).

1.6. A zajszennyezés fiziológiai hatása az emberi szervezetre

1.6.1. Az emberi hallás sajátosságai

Az emberi hallás egyik jellemzője, hogy csak egy bizonyos frekvenciatartományon belül elhelyezkedő hanghullámokat képes érzékelni. Emiatt a különböző frekvenciájú hangokat más-más hangnyomásszint felett érzékeljük. Ennek értelmében minden egyes frekvenciához egy hallásküszöb érték tartozik. A hallásküszöb nem más, mint az a legkisebb hangnyomásszint, amelyen az adott hang hangérzetet kelt. Az emberi fül hallásküszöbje (1. ábra) a beszéd frekvenciatartományában a legalacsonyabb, majd innen a magasabb és mélyebb hangok felé haladva folyamatosan növekszik.



1. ábra. Az emberi hallásküszöb (JEDLIK, N.É.)

Az emberek hallástartománya nagymértékben függ az egyéntől és annak korától, és általában 20 Hz-től 20 kHz-ig terjed. Az idősebbeknél a hallástartomány határa lecsökken. Az emberi szervezet képes a hallástartományba nem beleeső hangokat, a 20 Hz alatti hangok észlelésére is, viszont ezt nem a fül segítségével történik, hanem a csontvázsal. Ezt nevezzük csonthallásnak. A hallás másik fontos tényezője a fájdalomküszöb. Ez az adott frekvenciájú hangnak azt a hangnyomásszintjét, mely már fájdalmat okoz az emberi szervezet számára, emellett a dobhártya beszakadásával is járhat. Ez az érték 130 dB hangnyomás környékén van. A fájdalomküszöb dB-ben megadott értéke, gyakorlatilag az emberi fül dinamikájával egyenlő, ami 130 dB (WERSÉNYI, 2009).

A WHO által elfogadott meghatározás alapján, a hang zavaró hatása - az emberi szervezet morfológiai és fiziológiai változása, amely a teljesítmény romlásában és a csökkenő stressz-tűrő képességben, illetve más környezeti jelenségek kompenzálásának képességében és annak romlásában mutatkozik meg. Ez azt takarja, hogy a hang zavaró és nem csak hallásunkra van kihatással, de a szervezetben lejátszódó folyamatokat is károsan befolyásolja. Ebből kifolyólag kevésbé leszünk képesek elviselni a további környezeti hatásokat és ellenállni azoknak (DOMOKOS – HORVÁTH, 2009).

Ez a meghatározás magában foglal minden olyan fizikai, pszichológiai vagy szociális működésben bekövetkező átmeneti vagy hosszú távú változást, mely kedvezőtlenül hat az emberre vagy az emberi szervezetre (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

A zaj további ártalmas hatásait külön alpontokban tárgyaljuk. Ezek a hatások:

- zaj okozta halláskárosodás;
- a beszédértés romlása;
- az alvás és pihenés zavarása;
- a pszichofizikai és a mentális teljesítmény romlása;

- a szociális magatartásunkra való hatás.

A zaj egészségre gyakorolt hatása szerint lehet: pillanatnyi zavaró hatás illetve maradandó károsodásként is megjelenhet. Akármilyen hosszantartó zajhatásról is beszélünk, annak hatása a szervezetben összegyűlik, összeadódik és hatása ezután jelentkezik (HATTA, 2000). Az 1. táblázatban található különböző zajszinttartományok és az általuk kiváltott hatásokról esik szó.

1. táblázat

A zajterhelés hatásaihoz kapcsolható zajszintek (HATTA, 2000)

Zajszint	Kiváltott hatások
kb. 20-30 dB-től	az alvás megzavarása
kb. 25- 40 dB-től	pszichés terhelés, zavarás: koncentráció-képesség csökkenés, fáradtságérzés (megszokható, nincs károsodás)
kb. 40- 50 dB-től	a beszédérthetőség romlása
kb. 60- 65 dB-től	a vegetatív idegrendszerre gyakorolt hatások [65-75 dB: vérnyomás nő, anyagcsere fokozódás, stb. (nem szokható, még nincs károsodás)]
75 dB felett	fejfájás, álmatlanság, fülzúgás, átmeneti hallásküszöb emelkedés
kb. 85 dB-től	halláskárosodás rendszeres impulzus nyomán
120- 130 dB-t elérő erős hangok	egyszeri behatásra is visszafordíthatatlanul bekövetkező halláskárosodás

A zaj észrevétlenül hat, éppen ezért egészségkárosító hatása közvetlenül nem mutatható ki. Olykor nem vesszük észre vagy másnak tulajdonítják a zaj károsító hatásait. Egészségügyi kutatások bizonyítják, hogy több országban is a 65 dB(A) feletti zajt tekintik a szívinfarktus egyik rizikófaktorának. A zaj zavaró hatását esetenként a viselkedés változásán lehet lemérni. Az ember tudatosan vagy öntudatlanul védekezik az őt terhelő zaj ellen, mégpedig a szokások megváltoztatásával. Amennyiben a zaj megzavarja, illetve korlátozza az embert egy bizonyos tevékenység végzésében, akkor más helyen, más időpontban végzi majd el vagy felhagy vele. Az átlagosnál nagyobb zaj kárt okoz a zajérzékeny intézmények rendeltetésszerű működésében: az iskolákban csökken az oktatás hatékonysága, a kórházakban elhúzódhat a gyógyulási idő a zaj hatására. Ezen kívül a kulturális és művelődési intézmények sem működnek megfelelően zajos környezetben. A zajos környezet hatásai: csökkent teljesítőképesség, lelassult tevékenység, figyelmetlenség, romló koncentráció, mindez csökkenti a munkaintenzitást és növeli a

balesetveszélyt. Megfigyelések alapján a zajos környezet agresszívebb viselkedést, az emberi kapcsolatok romlását és csökkent segítségnyújtási készséget von maga után. A szomszédsági zajok megnehezítik az emberek egymás mellett élését, és ez egyéb társadalmi és egészségügyi problémákhoz vezethet (BENCICS, 2004).

1.6.2. A zaj okozta halláskárosodás

A halláskárosultakat számtalan hátrány éri. A csökkent hallás ugyanis befolyással van a beszédértésükre is. Halláscsökkenésről a hallásküszöb megemelkedésekor beszélhetünk. A halláskárosodás kiváltói között szerepel a munkahelyi-, illetve a környezeti zaj. Ugyanakkor lényeges megemlítenünk, hogy betegségek is idézhetnek elő halláskárosodást (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

A zajszennyezés többnyire legismertebb hatása a halláscsökkenés. Összességében a világon 120 millió ember szenved halláskárosodásban. Európában pedig a halláskárosodást tartják az egyik leggyakoribb foglalkozási betegségnek. A halláskárosodás folyamán először a magas hangok (4000-6000 Hz) némulnak el, majd az alsóbb frekvenciatartományok (2000-4000 Hz), végül a beszédhangok megértésében is zavart keletkezik. Már kismértékű, a 2000-4000 Hz frekvenciatartományban 10 dB-es halláscsökkenés is zavart okoz a beszédértésben, de ha eléri a 30 dB-t, jelentős hátrányt szenved a károsult (SZOMRÁKI, 2007).

A halláskárosodás mértéke függ az embert érő zaj hangnyomásszintjétől, a kitettség idejétől és az egyén szerkezeti adottságaitól. Maradandó halláskárosodás akkor lép fel, amennyiben a belső fülben található hallósejtek elpusztulnak. Az egyénre nézve a halláskárosodás legjelentősebb következménye a beszédértés képességének sérülése vagy hiánya. Már kis mértékű halláscsökkenés esetén zavar keletkezik a beszédértésben (ZENTAI – SCHÁD, 2001). A hosszantartó hangos zaj magas vérnyomást és fáradtságot eredményez. Kísérletekkel bizonyították, hogy ha a születendő gyermeket erős zaj éri, az hatással lehet majd a hallására, továbbá a későbbiekben az alacsonyabb hangfrekvenciáknál is nagyobb esélye lesz a károsodásra (SZOMRÁKI, 2007).

A zaj nem csupán kellemetlen érzetet kelt az emberi szervezetben, de eltérő élettani változásokat is előidézhet. Ez megnyilvánulhat hallásszervi, vegetatív idegrendszeri vagy pszichikai károsodásban. Az elváltozás mértékét és típusát nagy mértékben befolyásolja a zaj frekvenciája, hangnyomásszintje, időtartama, valamint az egyén neme és kora. A hallás ideiglenesen és maradandóan károsodhat attól függően, hogy milyen mértékű a zajszint és annak behatolási ideje. Ideiglenes károsodás akkor lép fel, ha a hallás természetes védekező mechanizmusa esetén létrejövő hallásküszöb eltolódik. Ilyenkor a hallás néhány óra elteltével

visszanyeri eredeti állapotát. Ha ez a hallásküszöb eltolódás többször lép fel vagy túlzottan nagyszintű zaj éri a fület maradandó halláskárosodás lép fel (JEDLIK, n.é.).

Az 1.táblázatban található zajszinteket az emberi szervezetre gyakorolt hatásai alapján öt kategóriába soroljuk (WERSÉNYI, 2009), amelyek a következők (2. táblázat).

2. táblázat

A különböző mértékű zajszintek hatásai (WERSÉNYI, 2009)

Zajszint		Kiváltott hatások
0. szint	0 – 30 dB (A)	Az ilyen alacsony szintű hangokat általában nem érzékeljük, mivel ez csak a hétköznapi életben ritkán előforduló csendes környezetben lehetséges. Zavart esetleg az impulzusszerű hangok okoznak.
1. szint	30 – 65 dB (A)	Beszélgetés és alvás szempontjából zavaró lehet, viszont még nem okoz halláskárosodást.
2. szint	65 -90 dB (A)	Szív és érrendszeri problémák jelentkezhetnek. A hallásszervek számára az utolsó 10 dB-es tartomány lehet veszélyes, amely hosszabb ideig tartó behatás esetén hallásküszöb emelkedés formájában nyilvánulhat meg.
3. szint	90-120 dB (A)	Az előző szint problémáin kívül, hosszabb behatás esetén maradandó halláskárosodás is felléphet a Corti-szervben történő visszafordíthatatlan elváltozások bekövetkezése miatt.
4. szint	>120 dB (A)	A tartomány már olyan hangnyomásszintű hangokat tartalmaz, amely megközelíti vagy eléri az emberek fájdalomküszöbét. Ezért, itt a védekezési reflexeken kívül, amivel a hallásunkat próbáljuk védeni, mozgás és egyensúlyzavar is megfigyelhető. A maradandó halláskárosodás rövid időn belül bekövetkezhet.

1.6.3. A zaj hatása a beszédre, alvásra

A zaj hatása a beszédre elég sokrétű és különbözőképpen terhelheti meg az embert. Okozhat koncentrációs problémát, ingerlékenységet, bizonytalanságot, félreértést, fáradtságot vagy akár csökkent munkaképességet. Az idősek és a gyerekek, valamint a csökkent hallásúak még érzékenyebbek ezekre a hatásokra. Minél erősebb a zavaró zaj frekvenciatartománya, annál jobban zavarja a beszédérthetőséget. A különböző környezeti zajok megnehezíthetik a fontos és szükséges hangok, jelzések észlelését is (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

A környezeti zaj kiváltképp az alvást zavarja. Elsősorban nehéz elalvást, gyakori ébredéseket, vérnyomás- és pulzusemelkedést eredményez. Legrosszabb hatása az alvási periódus

első felében van. Másodlagos hatásai később jelentkeznek. Ezek a fáradtság, kimerültség, rossz körézet, teljesítőképesség csökkenése. A zavarás hatása nagymértékben függ a zaj tulajdonságaitól, időtartamától, az impulzus jellegétől, illetve magától az egyéntől is. Hiszen a nők és az idősek érzékenyebbek a zajra, az impulzusszerű zajok pedig zavaróbbak és jobban befolyásolják az alvást (SZOMRÁKI, 2007). Különböző vizsgálatok szerint a jó alváshoz szükséges, hogy a zajszint folyamatosan ne haladja meg a 30 dB értékét. Abban az esetben, ha a zaj nem folyamatos, a maximális érték ne haladja meg a 45 dB szintet (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

1.6.4. A zaj hatása a mentális egészségre

A zaj káros hatása nemcsak hallásunkra terjed ki, hanem befolyásolja idegrendszerünket is, melynek következtében pszichés károsodás is felléphet. Ezen kívül a következő formákban is megnyilvánulhat: ingerlékenység, munkaképesség csökkenése, illetőleg alvászavar. Hosszan tartó pszichés zavarok esetén, szív és érrendszeri valamint emésztési zavarok is kialakulhatnak (JEDLIK, n.é.).

Eddig nem mutattak ki közvetlen összefüggést a környezeti zaj és a mentális betegségek között, viszont feltételezik, hogy a zaj felgyorsítja, jobban mondva felerősíti a látens mentális rendellenességek kifejlődését. A környezeti zajok negatív hatásának tünetei a következők lehetnek: nyugtalanság, stressz, hangulatváltozás, ingerlékenység. A vizsgálatok azt jelzik, hogy a mentális rendellenességek inkább a zajérzékenységgel függnek össze (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

A zaj továbbá negatív hatást gyakorol az olvasásra, figyelemre, probléma megoldó képességre, valamint a tanulásra is. Ebből kifolyólag közvetlenül is befolyásolja a teljesítményt. Megfigyelték, hogy a repülőterek közelében tanulók az átlagosnál gyengébben teljesítenek némely feladatokat, valamint kevésbé kitartók és kevésbé motiváltak hasonló korú társaiknál. Ezek a hatások az erős zajnak kitett munkavállalók és gyerekek esetén jelentkeznek (SZOMRÁKI, 2007).

Több tanulmány is bizonyítja (STANSFELD ET AL., 2000), hogy a depresszió és az idegeskedés összefüggésbe hozható a magas zajszinttel. Ebből fakadóan a zaj negatív hatása a mentális egészségügyi tünetekben is megmutatkozik. Arra is fény derült, hogy akik tartósan zajszennyezett környezetben élnek nagyobb esélyük van az idegrendszer károsodására és az infarktusra. Ezenkívül megfigyelhetők még bizonyos testi és lelki folyamatokban lévő hatások, mint például vérnyomás megemelkedése, anyagcsere fokozódás, légzésszám emelkedés, feszültség, alvászavar, fokozódó stresszhatás, halláskárosodás, szív- és érrendszeri betegségek, a munkahelyi teljesítmény kedvezőtlen befolyásolása stb. (BAROS, 2012).

1.7. A zajszennyezés elleni védekezés

A zaj elleni védekezés kétirányú: műszaki és egészségügyi (SMETANA, 1975). A zaj csökkentése aktív (elsődleges) és passzív (másodlagos) módon történhet. Az aktív módszerekhez tartozik a zaj keletkezési helyén történő beavatkozások mégpedig oly módon, hogy az adott zajforrás működési módjának megváltoztatásával mérsékeljük a keletkező zajt (NAGY, 1992). Az aktív csökkentés legfőbb módja a csendesebb gépek, járművek továbbá technológiák alkalmazása (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

AUGUSZTINOVICZ ET AL. (1980) és EC (2002) szerint, megannyi lehetőség közül kiemelkedő a forgalom csökkentése-korlátozása, a zajemisszió korlátozása, alacsony zajú útburkolat alkalmazása, az utak karbantartása. A passzív zajcsökkentés módszere során a már létrejött zaj terjedésének megakadályozása a cél, valamint hogy a zajforrásból minél kevesebb érje a környéken tartózkodó embereket (NAGY, 1992). Ezenkívül ide tartozik még az elkerülő utak építése, zajvédő növényzások telepítése és a hangszigetelés (EC, 2002).

A zaj elleni védekezés másik módja a hang terjedése közben történő csillapítás. Ezt legtöbbször úgy valósul meg, hogy a zajforrás és a zajterhelési pont közé akadályt helyeznek. Abban az esetben, ha a hangforrás jól körülhatárolható, akkor valamilyen burkolat használata szükséges. A zajos szerkezet beburkolása a leghatásosabb módszere a zaj csökkentésének. A burkolatot nagy hangelnyelő képességű elemekből készítik és ezzel veszik körbe a zajos szerkezetet. Az apró hézagok és nyílások a burkolaton ronthatják a kívánt hatást, ezért törekedjünk a hibátlan burkolásra. A hatékonyságot csökkentheti még a burkolat és a zajforrás merev kapcsolata. A módszer előnye, hogy a zajforráshoz közel érvényesül a zajcsökkentő hatás. A beburkolás akkor lesz a leghatásosabb, ha a burkolat anyaga, a fal többretegű, vékony külső és nagy zajelnyelő belső elemekből áll (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

Nem minden zajforrás esetében alkalmazható a zajcsillapító burkolat. A nehezen körülhatárolható, nagy kiterjedésű hangforrások ellen növényzavot vagy zajárnyékoló falat alkalmaznak. Zajárnyékoló objektumok lehetnek zajvédő falak, dombok, növények, valamint ezek kombinációi. A zajvédő fal mindenekelőtt a közlekedési zajok csökkentésére alkalmazható és főképp a közúti és a vasúti zaj csökkentésére lehet hatékony. A fal anyagától és felépítésétől függően 5-13 dB zajcsökkenés érhető el segítségével. A falak a zajok egy részét visszaverik, elnyelik, illetve átengedik. Minél közelebb helyezük a falat a zajforráshoz, annál jobb lesz a zajcsökkentő hatásuk. Magasságuk általában 2,5-4 m között változhat. A falak anyaga fölöttébb változatos: fa, beton, plexi, téglá, speciális többretegű hangelnyelő anyag vagy ezek kombinációi (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

A zaj csökkentésére alkalmazhatóak műszaki megoldások - melyeket a zaj forrásánál, annak terjedése közben -, illetve adminisztratív eszközök, melyek főként a szabályozást helyezik előtérbe, példának okáért csendes övezetek kijelölése, zajgátló védőterület (PÓTA, 2006).

A zaj csökkentésére alkalmazhatóak még mesterséges dombok, földhányások is. Ezek megfelelő kialakításával figyelemre méltó zajcsökkenés érhető el. A hatékonyságot a növényzet telepítésével még inkább megnövelhetjük. A dombok hátránya, hogy csak a földközelen érhető el zajcsökkentő hatás (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

1.7.1. A növények szerepe a zajvédelemben

A növényvel borított területeknek számtalan pozitív hatása ismert. Gazdasági és esztétikai szerepük mellett környezetvédelmi hatásuk sem elhanyagolható. Kedvezően befolyásolják a helyi klímát, növelik a levegő páratartalmát, csökkentik a szélsőségeket és a felmelegedést, segítik a belterület átszellőzését. Mindemelett a növények hozzájárulnak a beépített területek por-, és a légszennyezés, illetve zaj elleni védelemhez is (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

Műszeres vizsgálatok bizonyítják, hogy a háromszintes növényfal (pázsit, cserjék, fák) nagyobb védelmet biztosít a zajtól, mint a téglafal. Ezt azzal magyarázható, hogy a levelek közti réteg maga is szigetel és a levelek rugalmas ellenállása hangtompító. Emellett pihentető hatású zajcsökkentő tényező a levelek zizegése. A növényfal zajvédő képessége, függ annak szélességétől. A szélességet pedig általában a zajterheléshez igazítják. A védősávok nem szűrik ki teljesen a zajt, csupán a megengedett határérték elé szorítják azt (FÓRIÁN – HAGYMÁSSY, n.é.).

A szilárd felületekhez hasonlóan, a növények felületein is visszaverődik, elnyelődik, illetve áthalad a hang egy része. A levelek közötti szigetelő rétegnek köszönhetően, a növények is képesek bizonyos mértékű zajárnyékolásra. Lényeges a lombzat zajelfedő tulajdonsága is. A növények leveleit a szél állandóan mozgatja. Ennek hatására egy egyenletes zajszint keletkezik, melynek nyugtató hatása van az ember idegrendszerére. Az elfedés ebből kifolyólag azért kedvező, mivel az ártalmas, rendszertelen zajok egy részét elrejtí a nyugtató, természetes zajjal. A növények lombtalan állapotban is képesek megakadályozni a zaj terjedését, viszont kisebb mértékben (ZENTAI – SCHÁD, 2001).

II. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A vizsgált terület bemutatása

A zajszintek mérését Beregszász városában végeztük, amely Kárpátalja délnyugati részén terül el, az ukrán–magyar határtól (Asztélytól) 6 km-re. A város tengerszint feletti magassága 115 m. Beregszász a hegyvidék és a Nagy Alföld határán fekszik. A várostól délnyugatra lapos, feltöltött síkság terül el, amelyet főleg folyami hordalék alkot, és csak helyenként szakítanak meg kisebb dombok. Északkelet és délkelet felől vulkanikus eredetű hegylánc övezi, amely legmagasabb pontja a Nagy-hegy (362 m). A hegylánc kellő védelmet nyújt az északi hideg szelek behatolásától, délnyugat felől, a Közép-dunai Alföldről ide áramlanak a meleg és nedves légtömegek. Az uralkodó szélirány északnyugati. Évi középhőmérséklete 10,2°C, az átlagos évi csapadékmennyiség 670 mm (VINCE – SZABÓ, 2009).

A várost a Borzsát és a Latorcát összekötő Vérke-csatorna szeli ketté. A 2017-es statisztikai adatok alapján 23 926 fő a lakossága (Державна служба статистики України, 2017). A települést érinti a Bátyú–Királyháza–Taracköz–Aknaszlatina-vasútvonal. A városon keresztül halad több autóbusz útvonal. Főutcái: B. Hmelnickij-, Munkácsi-, Muzsalyi-, Puskin út, valamint a Macsola- és Sevcsenkó utcák, amelyek felől meg lehet közelíteni a várost.

2.2. A zajszint mérése, mértékegysége, határértékei

A zajt, mint környezeti elemet hagyományosan két módon vizsgálhatjuk. Ennek egyik módja az úgynevezett objektív, azaz műszeres mérések. Emellett jelentős szerepet töltenek be a szubjektív, vagyis a lakossági vélemények feltérképezésére irányuló kvalitatív módszerek is. Az utóbbi esetében javarészt kérdőíves felmérést alkalmaznak (DÍAZ-PEDRERO, 2002).

A műszeres méréseknek az a hiányossága, hogy a szubjektív, tehát az érzékelőhöz köthető tulajdonságokat nem veszi figyelembe. Ebből fakadóan ezek az érzékelési eljárások nem teszik lehetővé a zaj emberre gyakorolt hatását, illetve az esteleges pszichofizikai változások mértékének felmérését sem. A műszeres mérések nem veszik figyelembe a zajnak kitett egyénben kiváltott hatásokat sem, így ezek felmérésére a legalkalmasabbak a lakossági kérdőíves felmérések, de ezek eredményeit is körültekintéssel kell kezelni (SCHULTZ, 1972).

A mérendő zaj szintjét mérőrendszer segítségével határozzák meg, amelyet a következő műszeregységek alkotnak: mikrofon, hangnyomásszint-mérő, jelrögzítő, kijelző. Korábban ezek

mindegyike tárgyi valójában is külön műszer volt, manapság azonban digitális, a szükséges számításokat is elvégző, az adatokat is tároló korszerű műszerekkel dolgozhatnak a szakemberek.

A környezeti zajok és a hangszint mérésére hangerősségmérő eszközöket alkalmaznak. Ezen eszközök gyakori megnevezése a hangnyomás mérő vagy más néven zajmérő/zajszintmérő (2. ábra). Ezek az eszközök mikrofon segítségével érzékelik a hangokat, melyet a készülék értékel ki. Ezt követően olvashatjuk le a zajszintmérő kijelzőjéről a mérés eredményét. A zajszintmérő készülékek között vannak olyanok, melyek képesek meghatározni az energia-ekvivalens tartós zajszintet (L_{eq}) és más egyéb akusztikai paramétereket is. Hordozható eszközök (2. ábra), így ennek köszönhetően könnyen és egyszerűen határozható meg segítségével a munkakörnyezetek, lakó- és pihenőövezetek, szórakozónegyedek zajszintterhelése. Egyes hangerősségmérő műszerek állványra is rögzíthetők (1. melléklet) állandó jellegű zajterhelési megfigyelés céljából.



2. ábra. Zajszintmérő műszer

A zaj mértékegysége, a decibel (dB) logaritmus mennyiség. 1 dB zajszint változást észre sem veszünk, 2-3 dB füllel már jól érzékelhető, 6 dB-nyi növekedés viszont már négyszeres, 10 dB tízszeres hangenergia emelkedést jelent, ugyanakkor mintegy 10 dB növekedés akár kétszeres hangosságérzetet okoz (PÓTA, 2006).

2.3. A felhasznált eszközök és a mérőműszer

A szakdolgozat során zajmérést végeztünk. A zaj szintjét Flus ET-965 zajszint mérőrendszer segítségével határoztuk meg. Ez egy többfunkciós mérőberendezés, amely több eszköz funkcióját ötvözi, beleértve a zajszintmérő, a fényerősség mérő, a páratartalom/hőmérséklet

szenzor és a szélességmérő funkcióit. A 3. táblázat tartalmazza a Flus ET-965 műszaki adatainak leírását. Az eszközt a következő műszeregységek alkotják: mikrofon, hangnyomásszint-mérő, jelrögzítő, kijelző.

3. táblázat

A Flus ET-965 többfunkciós mérőberendezés műszaki adatai

Paraméter	Érték
Pontosság	± 2.0 dB
Felbontás	0.1 dB
Frekvencia válasz	31.5 Hz ~ 8 kHz
Mérési tartomány	Auto: 35 dB~130 dB
Frekvencia	dBA



3. ábra. Az alkalmazott Flus ET-965 többfunkciós mérőberendezés

2.4. A zajszint határértékei

Nagyon lényeges a határértékek, vagyis azon felső limitek megállapítása, amelyeket akár kibocsátási oldalon (például eszközök, gépek; emissziós, forrásoldali megközelítés) vagy védendő létesítményekben (például lakóházakban; immissziós, terhelésoldali megközelítés) be kell(ene) tartani. Ezek közül a legfelső határértékek az egészségügyi limitekhez igazítottak, hiszen nappal

65 dB, éjszaka 55 dB a legfelső megengedett határ, de lakóövezetekben általában csak 45 dB nappal, illetve 35 dB éjjel ez az érték (8/2002. KöM-EüM, illetve 93/2007. KVVM rendelet).

A zaj határértéki pontjait az 1995. évi törvény alapján fogjuk összehasonlítani a mérések eredményeivel (1995. évi LIII. törvény 89. §-ának (3) bekezdésében és 110. §-a (8) bekezdése). Az üzemi telephelytől, berendezéstől, technológiától, valamint kulturális, szórakoztató, vendéglátó, sport-, reklámcélú, közösségi, továbbá minden hangosítást igénylő rendezvénytől és egyéb helyhez kötött külső zajforrástól (a továbbiakban együtt: üzemi létesítmény) származó zaj terhelési határértékeit a zajtól védendő területeken a 4. táblázat tartalmazza. A közlekedéstől származó zaj terhelési határértékeit a zajtól védendő területeken az 5. táblázat tartalmazza. Az építőipari kivitelezési tevékenységtől származó zaj terhelési határértékeit a zajtól védendő területeken pedig a 6. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

Üzemi létesítményektől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken
(8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról)

S.sz.	Zajtól védendő terület	Határérték megítélési szintje (dB)	
		nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra
1.	Üdülőterület, gyógyhely, egészségügyi terület, védett természeti terület kijelölt része	45	35
2.	Lakóterület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű)	50	40
3.	Lakóterület (nagyvárosias beépítésű), vegyes terület	55	45
4.	Gazdasági terület és különleges terület	60	50

A közlekedéstől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken

(8/2002.(III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet)

Sor- szám	Zajtól védendő terület	Határérték megítélési szintje (dB)							
		üdülő-, lakóépületek és közintézmények közötti forgalomtól elzárt területeken, pihenésre kijelölt közterületeken		kiszolgáló út, átmenő forgalom nélküli út mentén		gyűjtőút, összekötőút, bekötőút, egyéb közút, vasúti mellékvonal és pályaudvara, repülőtér, illetve helikopterállom ás, -leszállóhely mentén		autópálya; autóút; I. rendű főút; II. rendű főút; autóbuszpályau dvar; vasúti fővonal és pályaudvara; repülőtér, illetve helikopterállom ás, -leszállóhely mentén	
		nappa 16-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappa 16-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappa 16-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappa 16-22 óra	éjjel 22-6 óra
1.	Üdülőtérüle t, gyógyhely, egészségüg yi terület, védett természeti terület kijelölt része	45	35	50	40	55	45	60	50
2.	Lakóterület (kisvárosias , kertvárosias , falusias, telepszerű beépítésű)	50	40	55	45	60	50	65	55
3.	Lakóterület (nagyvárosi as beépítésű), vegyes terület	55	45	60	50	65	55	65	55
4.	Gazdasági terület és különleges terület	60	50	65	55	65	55	65	55

Építőipari kivitelezési tevékenységtől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken (8/2002.(III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet)

S.sz.	Zajtól védendő terület	Határérték megítélési szintje (dB)					
		ha az építési munka időtartama					
		1 hónap vagy kevesebb		1 hónap felett 1 évig		1 évnél több	
		nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra	nappal 6-22 óra	éjjel 22-6 óra
1.	Üdülőterület, gyógyhely, egészségügyi terület, védett természeti terület kijelölt része	60	45	55	40	50	35
2.	Lakóterület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű)	65	50	60	45	55	40
3.	Lakóterület (nagyvárosias beépítésű), vegyes terület	70	55	65	50	60	45
4.	Gazdasági terület és különleges terület	70	55	70	55	65	50

Az általunk felhasznált határérték rendszerben található zajszinteket öt kategóriába soroltuk. Az öt kategória külön tartalmazza az éjjeli és a nappali értékeket. Külön csoportosítottuk az általános egészségügyi határértékeket, továbbá a védendő (lakó) övezetekben mért zajszinteket. Az általános egészségügyi határérték éjjeli viszonyításában kockázatos az 55-85 dB közötti, alacsony a 25 dB alatti és kritikus a 115 dB feletti zajszint. Az ezen értékek közé eső tartományokat a közepes és a káros kategóriába soroltuk. Nappal ez az érték a következőképp változik: kockázatos a 65-95 dB, alacsony a 35 dB alatti és kritikus a 125 dB feletti zajszint. A közepes kategóriába tartozik a 35-65 dB, káros pedig a 95-125 dB szintű zaj.

Védendő (lakó) övezetben és nappali időszakban kockázatosnak tekinthető a 45-től 75 dB-ig terjedő zaj, alacsonynak a 15 dB alatti és kritikus a 105 dB feletti zajszint. Az értékek kategóriába való rendezését a 7. táblázat tartalmazza.

A vizsgálat során alkalmazott határértékrendszer a zajszint kategorizálására

Zajszint kategória	Alacsony	Közepes	Kockázatos	Káros	Kritikus
Általános egészségügyi határérték					
éjjel	<25	25-55	55-85	85-115	115<
nappal	<35	35-65	65-95	95-125	125<
Védendő (lakó) övezetre elfogadott határérték					
éjjel	<5	5-35	35-65	65-95	95<
nappal	<15	15-45	45-75	75-105	105<

2.5. A zajszintmérés folyamata

A mérőberendezés beállítása, a mérés helyének megválasztása, a mérési idő, a környezet akusztikai körülményei nagymértékben befolyásolják a vizsgálandó zaj megítélését. Annak ellenére, hogy a hang mechanikai jelenség, kis amplitúdójú és időben szaporán változó jellege miatt hagyományos, teljesen mechanikai elvű műszerrel megfelelő pontossággal nem lehet megmérni (DOMOKOS – HORVÁTH, 2009).

Ahhoz, hogy a mért értékek tükrözzék a valóságot, egy adott mérési pontban, a méréseket egy adott útvonalon két részben rögzítettük. Az adatokat a helyszíni mérések során rögzítettük (2. melléklet). A műszer kihelyezését követően 2 percig mértük a zajszintet. A mérések a területi elhelyezkedés szempontjából időben jól összehangolható logikai sorrendet követtek. A mérések során a környezeti közlekedési zajmérések és a hozzájuk tartozó forgalomszámlálási adatok feldolgozását is elvégeztük.

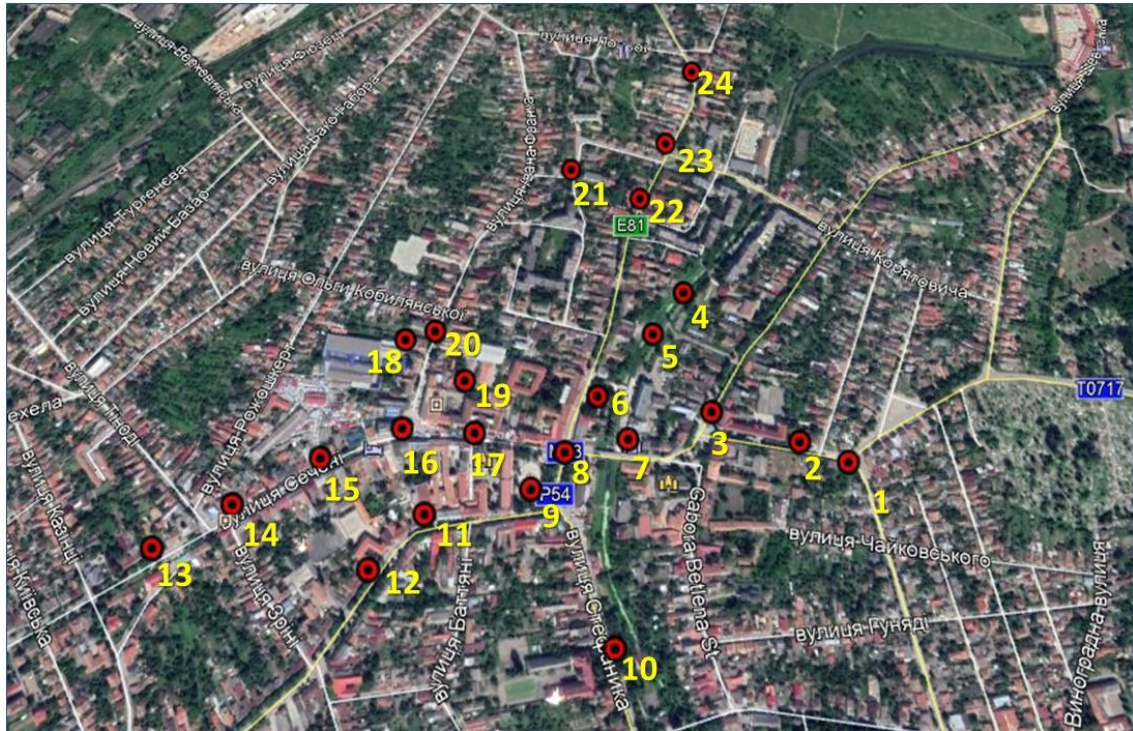
A járművek ún. elhaladási lármája is befolyásolja a zajszint nagyságának mértékét. Ezt elsősorban a motor fordulatszáma és az ezzel arányos menetsebesség határozza meg. Az egyes gépjárműtípusok közt nagy a különbség (65-80 dB), azzal kiegészítve, hogy a jármű életkora és a vezető vezetési stílusa lényeges eltérést okozhat (PÓTA, 2006).

A mérőpontok földrajzi koordinátáit táblázatba foglaltuk, valamint azokat megneveztük.

A mérési helyek adatai

A mérőpont száma	GPS koordináta		A mérőpont megnevezése
1.	N 48°12'21.06''	E 22°39'4.68''	Muzsalyi út
2.	N 48°12'22.31''	E 22°39'0.66''	Esze Tamás út, Buszmegálló
3.	N 48°12'23.51''	E 22°38'54.34''	Esze Tamás út, Beregszászi 5. számú Középiskola mellett
4.	N 48°12'30.38''	E 22°38'52.85''	Vérke part 1
5.	N 48°12'27.54''	E 22°38'49.92''	Vérke part 2
6.	N 48°12'25.05''	E 22°38'45.94''	Budapest park
7.	N 48°12'22.22''	E 22°38'48.07''	Rákóczi Ferenc tér, Arany páva étterem mellett
8.	N 48°12'21.71''	E 22°38'43.53''	Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése
9.	N 48°12'19.86''	E 22°38'41.12''	Hősök tere
10.	N 48°12'12.62''	E 22°38'47.00''	Sztefanika utca, Beregszászi Ukrán Gimnázium előtt
11.	N 48°12'18.50''	E 22°38'34.63''	B. Hmelnickij út, Beregszászi Polgármesteri hivatal előtt
12.	N 48°12'16.00''	E 22°38'30.15''	B. Hmelnickij út, 4. számú Kossuth Lajos Középiskola mellett
13.	N 48°12'16.53''	E 22°38'13.69''	Széchenyi út, 18. számú Óvoda előtt
14.	N 48°12'19.30''	E 22°38'20.71''	Széchenyi út és Zrínyi út kereszteződése
15.	N 48°12'21.59''	E 22°38'25.97''	Széchenyi út, Beregszászi nagypiac bejárata
16.	N 48°12'23.08''	E 22°38'31.33''	Széchenyi út, Garányi József emléktábla mellett
17.	N 48°12'23.22''	E 22°38'35.87''	Kossuth tér, II. RFKMF előtt
18.	N 48°12'27.63''	E 22°38'30.12''	Ivan Frankó út, Imidzs bevásárlóközpont udvara
19.	N 48°12'25.35''	E 22°38'35.72''	Kölcsey Kollégium udvara
20.	N 48°12'28.06''	E 22°38'33.49''	Ivan Frankó út, Parkoló
21.	N 48°12'37.94''	E 22°38'43.75''	Timoscuk M. út, Lakóterület
22.	N 48°12'35.56''	E 22°38'49.10''	Munkácsi út, Kodály Zoltán Művészeti Iskola
23.	N 48°12'39.65''	E 22°38'51.62''	Munkácsi út, körforgalom
24.	N 48°12'44.51''	E 22°38'54.16''	Munkácsi út és Akácfa utca kereszteződése

A mérőpontok térbeli elhelyezkedését Beregszász központi részén a 4. ábra mutatja.



4. ábra. A mérőpontok elhelyezkedése Beregszász központi, beépített területén

2.6. Az alkalmazott statisztikai eljárások bemutatása

A vizsgálat során megpróbáltunk összefüggést keresni a mért zajszint és más paraméterek között. Az összefüggés kimutatására az ún. Pearson-féle lineáris korrelációs együtthatót alkalmaztuk. Az együtthatót r -rel jelöljük, és a mérések közötti lineáris kapcsolat szorosságát méri. Attól függően, hogy a két változó között milyen szoros összefüggés van az r értéke mindig -1 és 1 között alakul. Az összefüggés vizuális megjelenítésére pontdiagrammot készítettünk, majd ezeken feltüntettük az ún. regressziós egyenest. Ha a pontok nem fekszenek az egyenes mentén, akkor azt mondjuk, hogy nincs korreláció közöttük ($r=0$), vagy gyenge korreláció van közöttük (r közel van 0-hoz.). Ha a pontok egy egyenes mentén fekszenek, akkor r közel van +1-hez vagy -1-hez, ekkor azt mondjuk, hogy a két változó között szoros vagy magas korreláció van (OBÁDOVICS, 2016).

A korrelációs együttható (r) értékelése (OBÁDOVICS, 2016)

A korrelációs együttható (r) értéke		A két változó közötti kapcsolat jellemzője
0	0	nincs lineáris kapcsolat
0 – 0,2	-0,2 – 0	gyenge, majdnem hanyagolható kapcsolat
0,2 – 0,4	-0,4 – -0,2	biztos, de gyenge kapcsolat
0,4 – 0,7	-0,7 – -0,4	közepes korreláció, jelentős kapcsolat
0,7 – 0,9	-0,9 – -0,7	magas korreláció, markáns kapcsolat
0,9 - 1	-1 – -0,9	nagyon magas korreláció, erős függő kapcsolat

Ha két változó kapcsolatának vizsgálatakor magas korrelációt kapunk, megpróbálhatjuk az összefüggést egy ideális egyenessel jellemezni - egy olyan egyenessel, amely a legjobban reprezentálja a lineáris kapcsolatot – ez a regressziós egyenes.

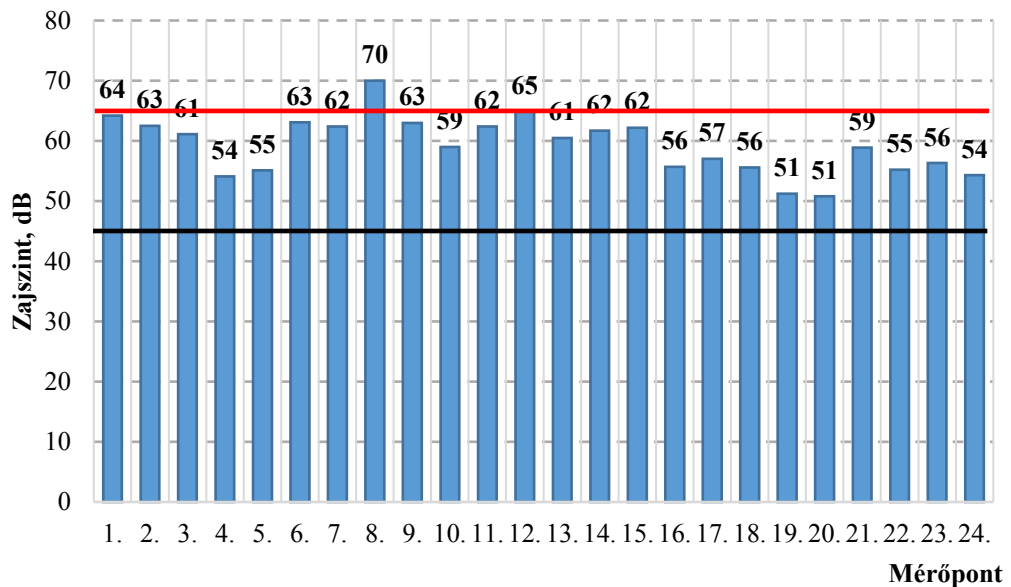
A korrelációs együttható négyzetét determinációs együtthatónak nevezzük. Általában 100-zal megszorozzuk, hogy % jelentése legyen. Jelentése az, hogy az egyik változó összvarianciájának hány százaléka magyarázható a regresszióval (a minél magasabb az értéke, annál szorosabb a két változó között a lineáris kapcsolat). A determinációs együttható segítségével a különböző korrelációs együtthatók összehasonlíthatók (OBÁDOVICS, 2016).

III. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

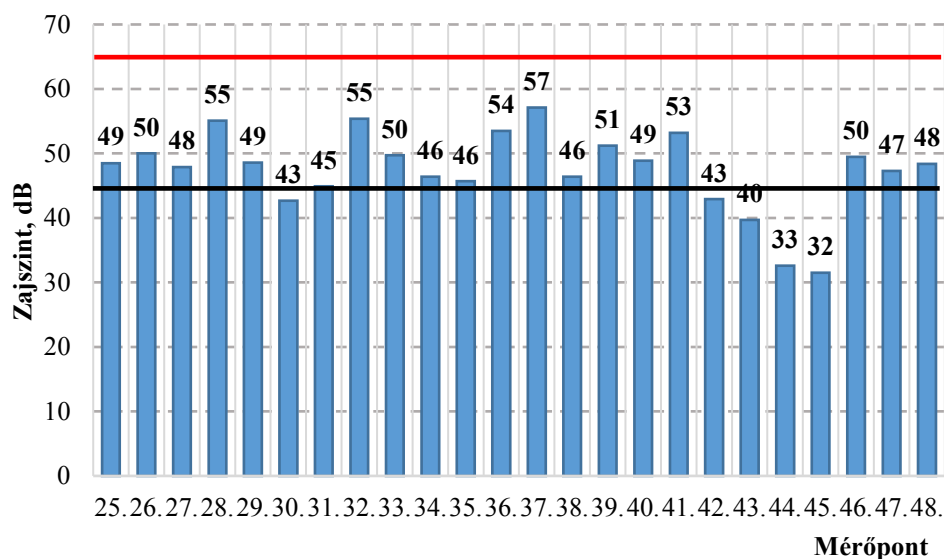
3.1. A zajszennyezés jellemzői a város területén

A kijelölt mérőpontokban elvégeztük a zajszint mérését. A mért értékek összehasonlíthatósága miatt ugyanazon a napon, meghatározott útvonalon kétszer jártuk be a pontokat. A két mérés értékeit átlagoltuk.

Változó zajok esetén a mérési idő 10 percet ölel fel (MÁRKUS, 2007). Esetünkben azért tartottuk a 2 perces mérést a legoptimálisabbnak, mivel sok mérőpontot (48) jelöltünk ki, melyet a terep bejárásával, valamint a 10 perc mérési idővel nem végeztünk volna el egy nap alatt. Továbbá megerősítést nyertünk a szakirodalomból (NÉMETH, 2009) is, amely szerint a tartós hang az egy percnél hosszabb ideig tartó hang. A műszerünk tehát, a mérőpontonként 2 percig tartó mérés során rögzítette a zajszint minimum és maximum értékét. Ezek átlagát vettük az adott mérőpont zajszint értékének. A mérés során megszámloltuk az adott pontban áthaladó gépjárműveket is. Az méréseket havi rendszerességgel szeretnénk volna elvégezni, azonban ez nem valósult meg. A mérés sorozatokat déltől kezdtük el.



(A)



(B)

5. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.09.14.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A két mérésorozat zajszintjeit összehasonlítva az abszolút minimum érték (21,8 dB) a 20-as pontban volt. Ez a Vérke-csatorna partján helyezkedett el, a forgalmas úttól alacsonyabb térszínen. Az abszolút maximum érték (80,4 dB) a 8-as pontban (Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése), Beregszász egyik legforgalmasabb útszakaszán került rögzítésre. Az átlagos értékeket tekintve a 4-es pontban (Vérke part 1) volt rögzítve a legalacsonyabb (31,5 dB), az említett 8-as pontban (Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése) pedig a legmagasabb (70 dB) zajszint. Azért mutat ilyen kiemelkedő eltérést, mivel a közlekedés és az ott található gyalogosátkelő is kihatással van a zaj növekedett szintjére. A szeptemberi mérésorozat statisztikai mutatóit a 10-11. táblázatban foglaltuk össze.

10. táblázat

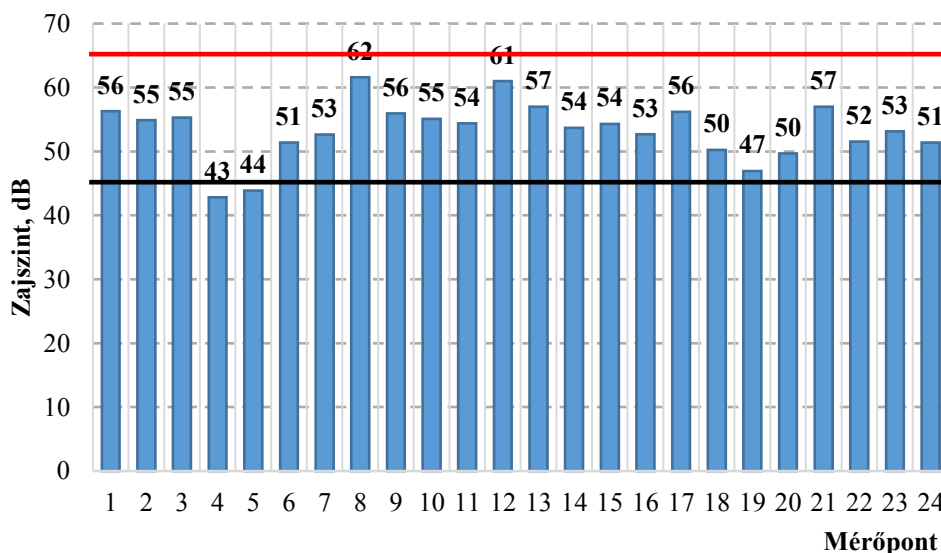
Az első mérésorozat (szeptember) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	45,6	72,79	59,2	10,4
minimum	32	68,4	50,8	1
maximum	59,5	80,4	70	33
szórás	7,18	3,47	4,72	11,1

A második mérésorozat (szeptember) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	34,1	60,6	47,4	8,9
minimum	21,8	38,9	31,5	1
maximum	43,2	76,4	57,1	29
szórás	5,29	8,9	6,29	9,46

Az 6. ábrán látható, hogy a mért értékek kettő kivételével mind meghaladták a lakóövezetben megengedett 45 dB-nek megfelelő nappali értéket (fekete sáv). Ezen pontokat tartalmazza a 12. táblázat. Volt köztük minimálisan és kimagaslóan meghaladó érték is. A szeptemberben rögzített két mérésorozat átlaga alapján a két legzajosabb pont a 8-as (Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése), illetve a 12-es pontokban (B. Hmelnickij út, 4. számú Kossuth Lajos Középiskola mellett) adódott. Ennek oka a nagyobb közúti forgalom, illetve az emelkedett gépjárműszám. A két legalacsonyabb zajszintet a Vérke partján, 4-5-ös pontokban tapasztaltuk. Ezen mérőpontok távol esnek a forgalmas útszakaszoktól, illetve gazdag a növényzet is, melynek jelentős szerepe van a zajvédelemben.

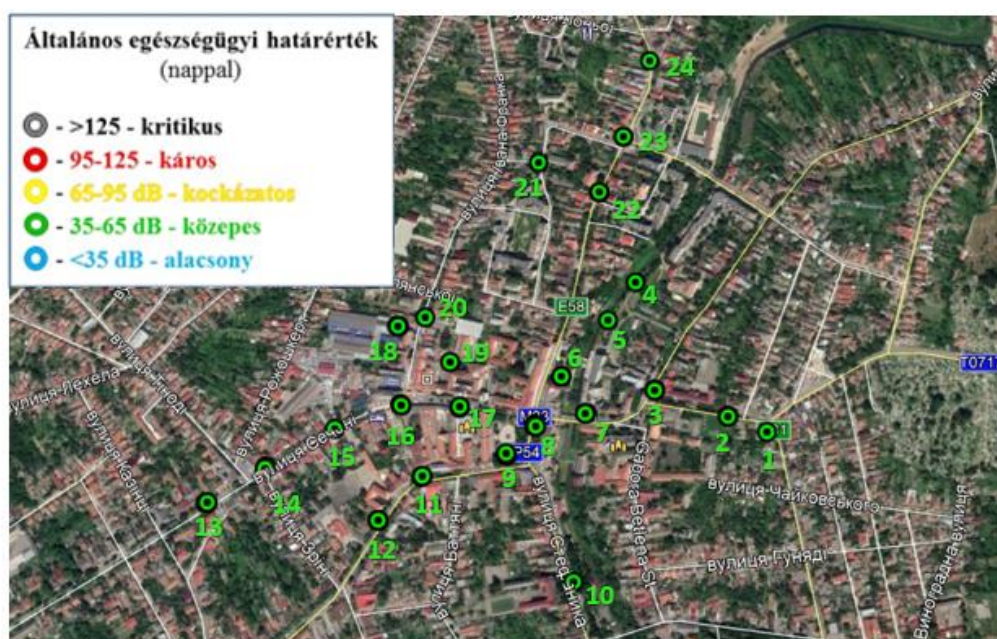


6. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.09.14.) összesítése (fekete sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); piros sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.09.14. összesített)

A mérőpontok száma	A mérőpont megnevezése	A mérőpont zajszintje, dB	A meghaladás értéke dB
1.	Muzsalyi út	56,3	+11,3
2.	Esze Tamás út, Buszmegálló	54,9	+9,9
3.	Esze Tamás út, Beregszászi 5. számú Középiskola mellett	55,3	+10,3
6.	Budapest park	51,4	+6,4
7.	Rákóczi Ferenc tér, Arany páva étterem mellett	52,7	+7,7
8.	Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése	61,6	+16,6
9.	Hősök tere	56	+11
10.	Sztefanika utca, Beregszászi Ukrán Gimnázium előtt	55,1	+10,1
11.	B. Hmelnickij út, Beregszászi Polgármesteri hivatal előtt	54,4	+9,4
12.	B. Hmelnickij út, 4. számú Kossuth Lajos Középiskola mellett	61	+16
13.	Széchenyi út, 18. számú Óvoda előtt	57	+12
14.	Széchenyi út és Zrínyi út kereszteződése	53,7	+8,7
15.	Széchenyi út, Beregszászi nagypiac bejárata	54,3	+9,3
16.	Széchenyi út, Garányi József emléktábla mellett	52,7	+7,7
17.	Kossuth tér, II. RFKMF előtt	56,2	+11,2
18.	Ivan Frankó út, Imidzs bevásárlóközpont udvara	50,3	+5,3
19.	Kölcsey Kollégium udvara	47	+2
20.	Ivan Frankó út, Parkoló	49,7	+4,7
21.	Timoscuk M. út, Lakóterület	57	+12
22.	Munkácsi út, Kodály Zoltán Művészeti Iskola	51,6	+6,6
23.	Munkácsi út, körforgalom	53,2	+8,2
24.	Munkácsi út és Akácfa utca kereszteződése	51,4	+6,4

Térképen tüntettük fel a mérési pontokban mért zajszinteket (dB), a 7. táblázatban megadott kategóriákba sorolva őket. A közlekedés által érintett területek környezeti zajhelyzetét egyértelműen a forgalom eloszlása és sűrűsége határozza meg. A közlekedéssel érintett, vagy forgalmasabb utakhoz közeli lakóterületek alapzaj terhelése több esetben is meghaladja a területre érvényes zajterhelési határértékeket. A zajterhelés térbeli eloszlása során figyelembe vettük mind az általános egészségügyi (7. ábra) és a védendő (lakó) övezetre elfogadott (8. ábra) határértékeket is. Az általános egészségügyi határértéket tekintve az összes mérőpontban tapasztalt zajszint a közepes (35-65 dB) kategóriába esett. A védendő lakóövezetben elfogadott határértékek alapján 8,3%-a a közepes, míg 91,7%-a kockázatos kategóriába sorolható.

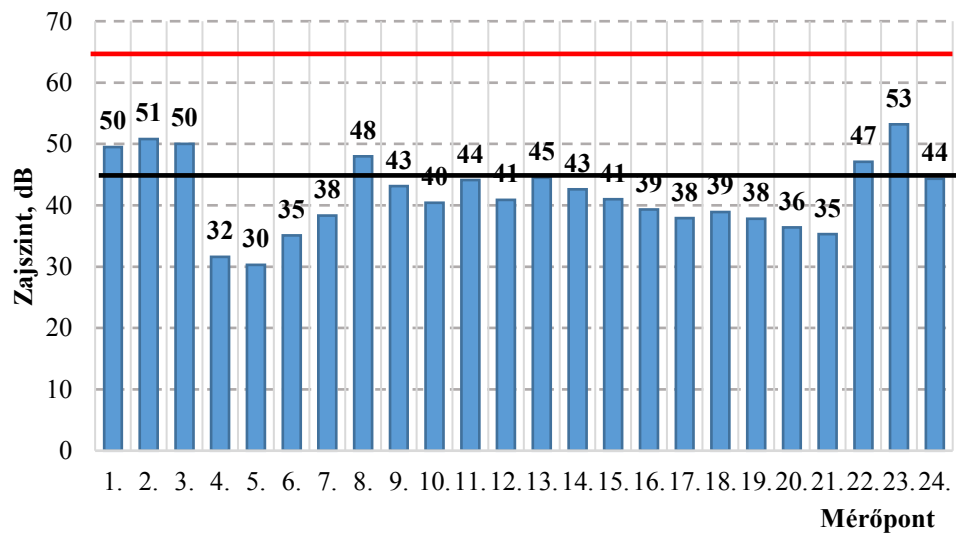


7. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.09.14. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján

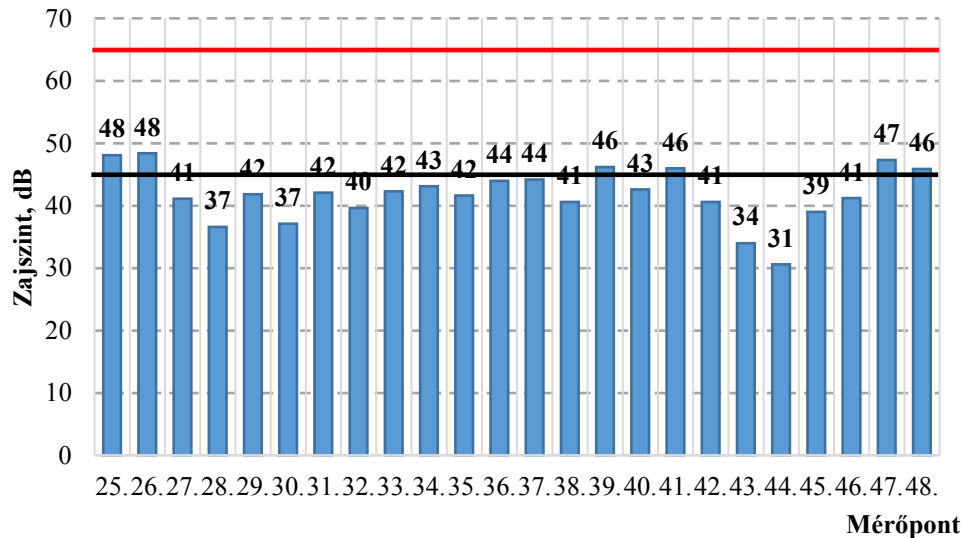


8. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.09.14. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján

Az alábbiakban az októberi mérésorozat eredményeit mutatjuk be (9., 10., 11. és 12. ábra, 13., 14. és 15. táblázat).



(A)



(B)

9. ábra. Az első (A) és második (B) mérőszorozat (2020.10.22.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

Az októberi mérőszorozat zajszintjeit összehasonlítva az abszolút maximum érték (69,2 dB) a 23-as pontban (Munkácsi út, körforgalom), Beregszász forgalmas útszakaszán került rögzítésre. Az abszolút minimum érték (20,6 dB) a 21-es pontban (Timoscsuk M. út, Lakóterület) került rögzítésre. Az átlagos értékeket tekintve a 4-es pontban (Vérke part 1) volt rögzítve a legalacsonyabb (30,25 dB), a legnagyobb zajszint (53,2 dB) pedig említett 23-as pontban (Munkácsi út, körforgalom). Ez az út a városból kivezető utak egyike, szintén elég forgalmas, melyet az eredmények is jól mutatnak. A mérőszorozat statisztikai mutatóit a 13-14. táblázatban foglaltuk össze.

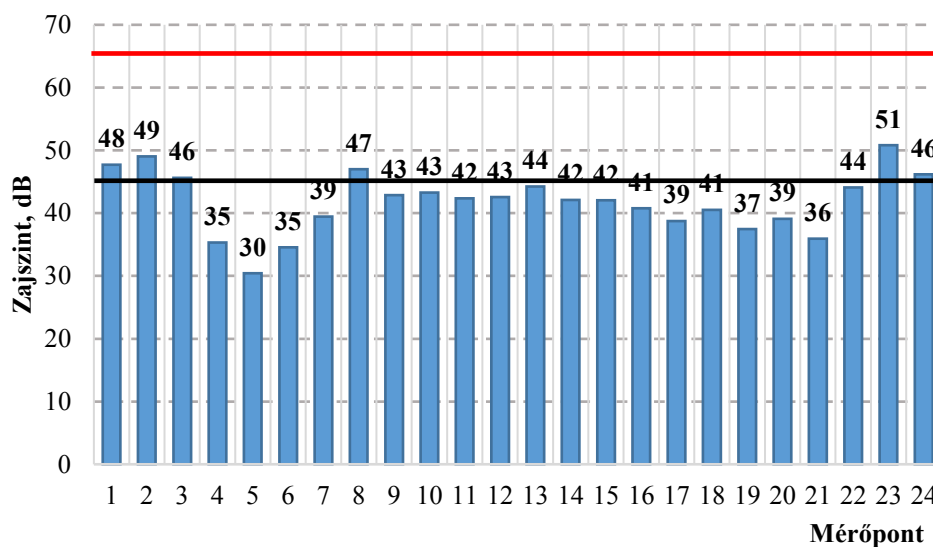
13. táblázat

Az első mérőszorozat eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	30,9	52,4	41,7	12,9
minimum	20,6	37,6	30,25	2
maximum	39,7	69,2	53,2	39
szórás	5,24	8,33	6,05	13,63

A második mérésorozat eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	30,9	52,7	41,8	11,3
minimum	21,7	37,6	30,6	1
maximum	37,9	60,9	48,4	43
szórás	4,35	5,89	4,34	12,73



10. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.10.22.) összesítése (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

Az 10. ábra szemlélteti, hogy a mért értékek közül 6 pontban rögzített zajsztint haladta meg a lakóövezetben megengedett 45 dB-nek megfelelő nappali értéket (fekete sáv). A 15. táblázat tartalmazza ezen pontokat. Az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket nem haladta meg egyik mérés sem.

A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.10.22. összesített)

A mérőpontok száma	A mérőpont megnevezése	A mérőpont zajszintje, dB	A meghaladás értéke dB
1.	Muzsalyi út	47,7	+2,7
2.	Esze Tamás út, Buszmegálló	49,1	+4,1
3.	Esze Tamás út, Beregszászi 5. számú Középiskola mellett	45,6	+0,6
8.	Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése	47	+2
23.	Munkácsi út, körforgalom	50,8	+5,8
24.	Munkácsi út és Akácfa utca kereszteződése	46,2	+1,2

Az októberi mérések zajszintjeit (dB) térképen tüntettük fel a 7. táblázatban megadott kategóriákba sorolva őket (11. ábra). A zajterhelés térbeli eloszlása során figyelembe vettük mind az általános egészségügyi (11. ábra) és a védendő (lakó) övezetre elfogadott (12. ábra) határértékeket is. Az általános egészségügyi határértéket tekintve 8,3%-a az alacsony, míg 91,7%-a közepes kategóriába sorolható. A védendő lakóövezetben elfogadott határértékek alapján 75%-a közepes (15-45 dB), míg 25%-a kockázatos (45-75 dB) kategóriába esett.

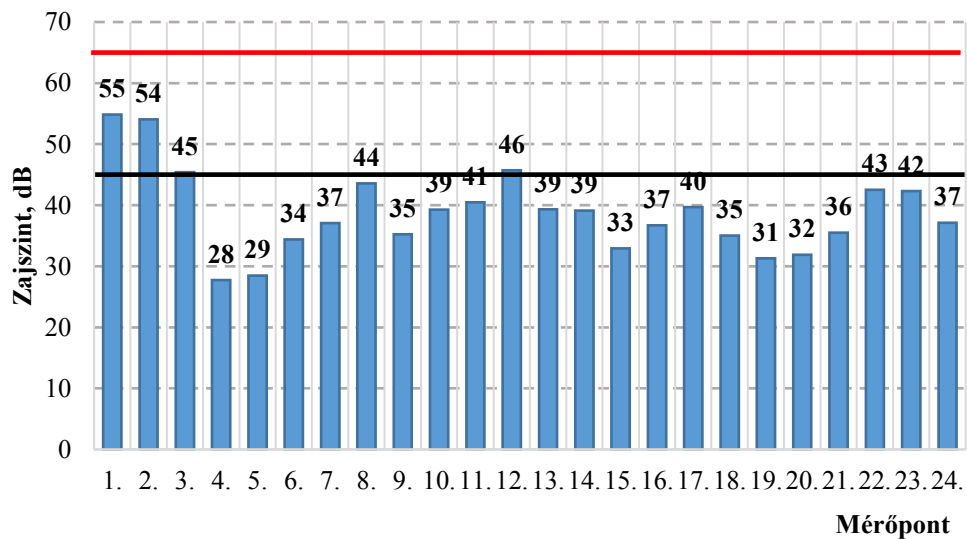


11. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.10.22. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján

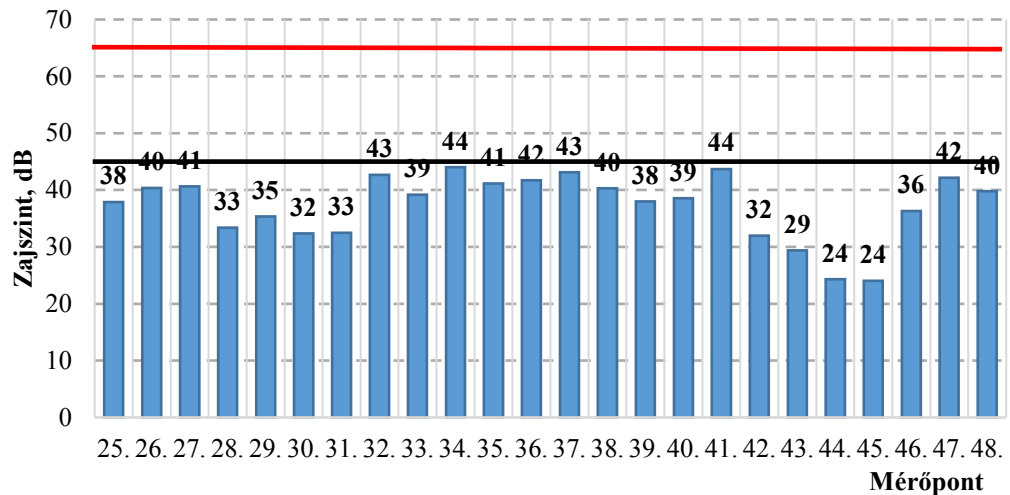


12. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.10.22. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján

Az alábbiakban a decemberi mérésorozat eredményeit mutatjuk be (13., 14., 15. és 16. ábra, 16., 17. és 18. táblázat).



(A)



(B)

13. ábra. Az első (A) és második (B) mérőszorozat (2020.12.22.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A decemberi mérőszorozat zajszintjeinek összehasonlításából az abszolút minimum érték (17,9 dB) a 21-es pontban (Timoscsuk M. út, Lakóterület) volt tapasztalható. Az abszolút maximum érték (68,1 dB) a 2-es pontban (Esze Tamás út, Buszmegálló) került rögzítésre. Az átlagos értékeket tekintve a 4-es pontban (Vérke part 1) volt rögzítve a legalacsonyabb (28 dB), a legnagyobb zajszint (55 dB) pedig 1-es pontban (Muzsalyi úton). Ez az út a városból kivezető utak egyike, szintén elég forgalmas, melyet az eredmények is jól mutatnak. A mérőszorozat statisztikai mutatóit a 16-17. táblázatban foglaltuk össze.

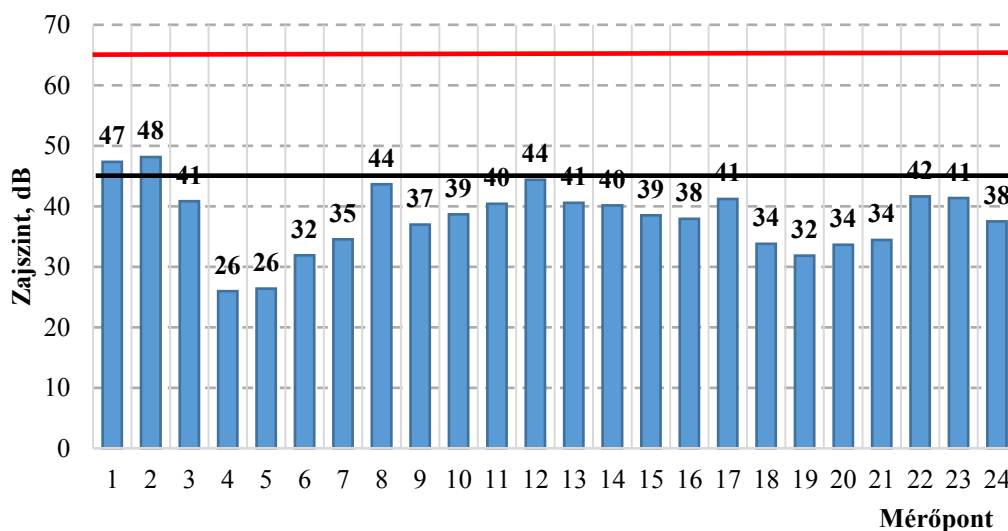
16. táblázat

Az első mérőszorozat (december) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	29,4	48	39	14,7
minimum	20,9	33,6	28	2
maximum	45,7	68,1	55	42
szórás	6,3	8,49	6,81	15

A második mérésorozat (december) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	28	46,3	37	10,6
minimum	17,9	28,5	24	1
maximum	36	57	44	32
szórás	5,07	7,93	5,71	11,44



14. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.12.22.) összesítése (fekete sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); piros sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték)

A 14. ábra szemlélteti, hogy a mért értékek közül mindössze két pont haladta meg a lakóövezetben megengedett 45 dB-nek megfelelő nappali értéket (fekete sáv). A 18. táblázat tartalmazza ezen pontokat. Az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket pedig egyik pontban mért zajsint sem lépte túl.

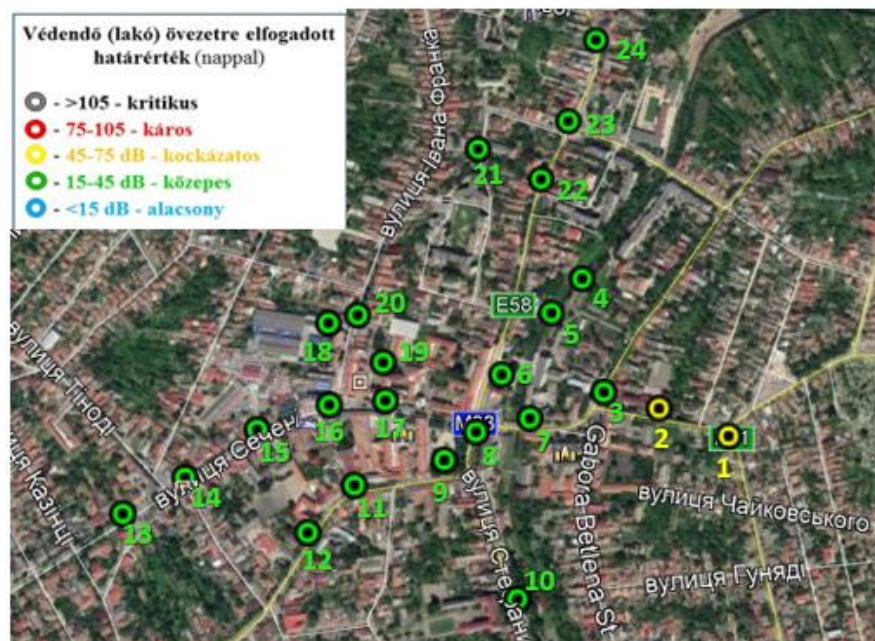
A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.12.22. összesített)

A mérőpontok száma	A mérőpont megnevezése	A mérőpont zajszintje, dB	A meghaladás értéke dB
1.	Muzsalyi út	47,4	+2,4
2.	Esze Tamás út, Buszmegálló	48,2	+3,2

Térképen tüntettük fel a mérési pontokban mért zajszinteket (dB), a 7. táblázatban megadott kategóriákba sorolva őket. A zajterhelés térbeli eloszlása során figyelembe vettük mind az általános egészségügyi (15. ábra) és a védendő (lakó) övezetre elfogadott (16. ábra) határértékeket is. Az általános egészségügyi határértéket tekintve 33,3%-a az alacsony, míg 66,7%-a közepes kategóriába sorolható. A védendő lakóövezetben elfogadott határértékek alapján 91,7%-a a közepes (15-45 dB), míg 8,3%-a kockázatos (45-75 dB) kategóriába esett.

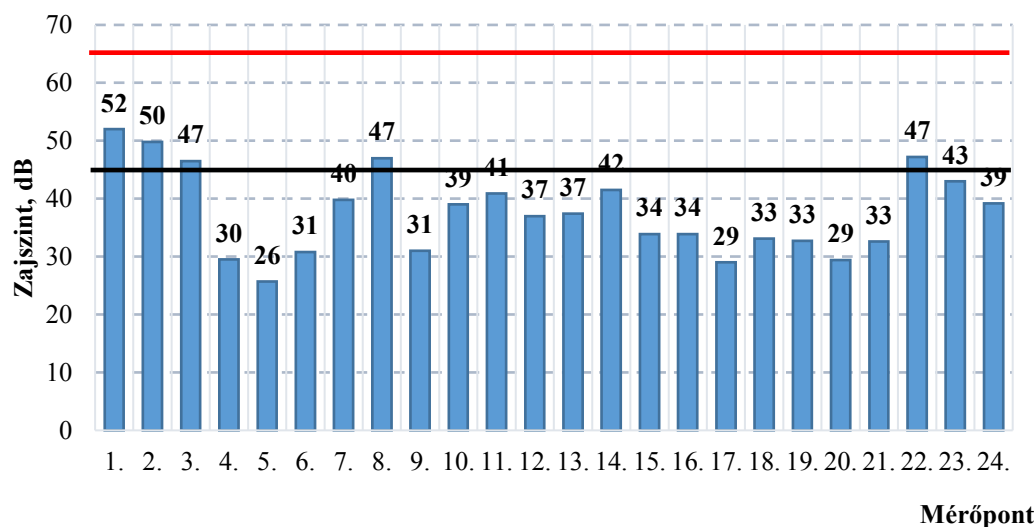


15. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.12.22. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján

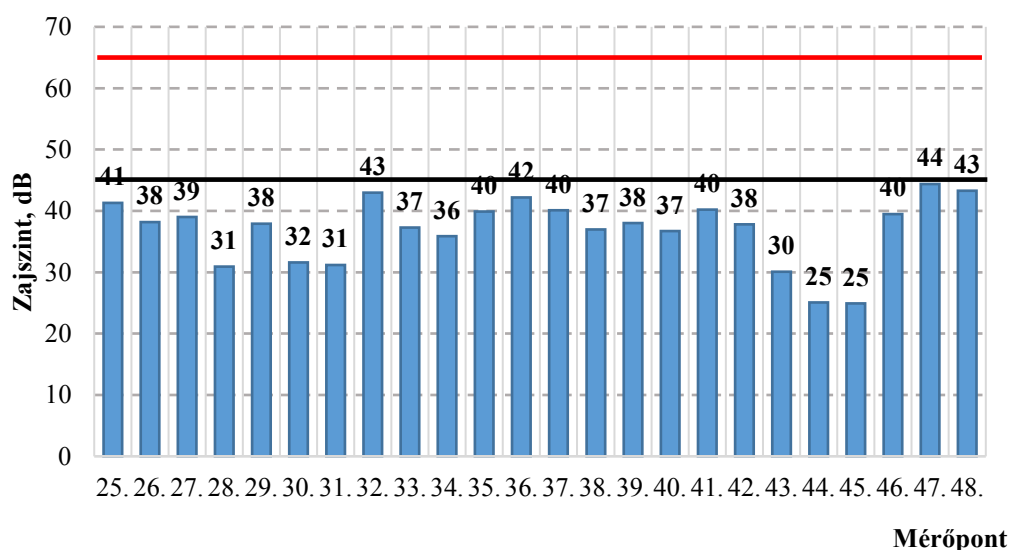


16. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.12.22. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján

Az alábbiakban a februári mérésorozat eredményeit mutatjuk be (17., 18., 19. és 20. ábra, 19., 20. és 21. táblázat).



(A)



(B)

17. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.02.23.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajsztint, dB-ben (**fekete** sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros** sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A februári két mérésorozat zajsztintjeit összehasonlítva az abszolút minimum érték (16,3 dB) a 21-es pontban volt (Timoscsuk M. út, Lakóterület). Az abszolút maximum érték (65,4 dB) a 1-es pontban (Muzsalyi úton), Beregszász egyik forgalmasabb útszakaszán került rögzítésre. Az átlagos értékeket tekintve a 4-es pontban (Vérke part 1) volt rögzítve a legalacsonyabb (24,9 dB), az említett 1-es pontban (Muzsalyi úton) pedig a legmagasabb (52 dB) zajsztint. A mérésorozat statisztikai mutatóit a 19-20. táblázatban foglaltuk össze.

19. táblázat

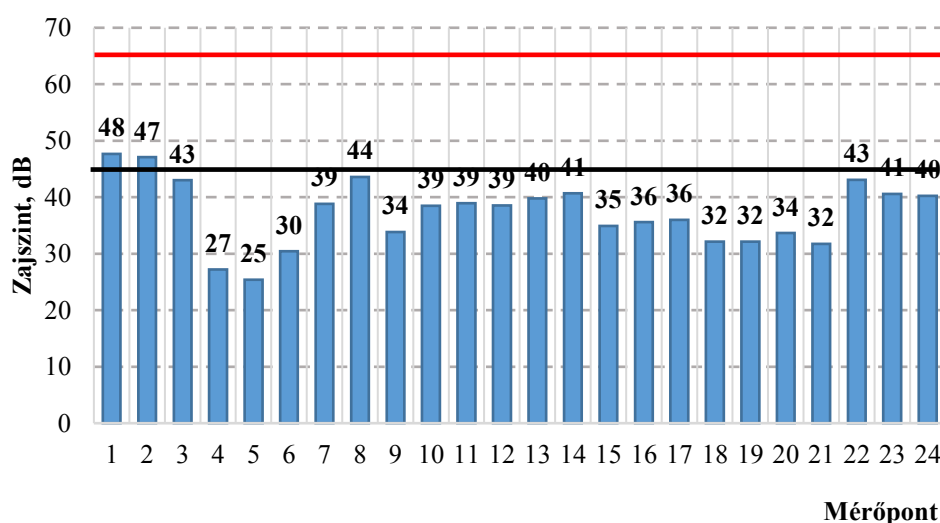
Az első mérésorozat (február) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	26,3	48,9	37,6	11,7
minimum	18	32,2	25,7	3
maximum	39,2	65,4	52	31
szórás	6,33	9,67	7,27	10,2

20. táblázat

A második mérésorozat (február) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	26,8	47	36,9	10,5
minimum	16,3	30,6	24,9	1
maximum	33,7	57,6	44,4	31
szórás	5,15	7,2	5,33	10,7



18. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.02.23.) összesítése (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett 45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

Az 18. ábra szemlélteti, hogy a mért értékek közül mindössze két pont haladta meg a lakóövezetben megengedett 45 dB-nek megfelelő nappali értéket (fekete sáv). A 21. táblázat tartalmazza ezen pontokat. A decemberi összesített mérésorozat eredményei szerint ugyanezen pontok lépték túl a megengedett 45 dB határértéket. Az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket pedig egyik pontban mért zajszint sem lépte túl.

A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2021.02.23. összesített)

A mérőpontok száma	A mérőpont megnevezése	A mérőpont zajszintje, dB	A meghaladás értéke dB
1.	Muzsalyi út	47,7	+2,7
2.	Esze Tamás út, Buszmegálló	47,1	+2,1

A februárban mért összesített zajszinteket (dB) térképen tüntettük fel a 7. táblázatban megadott kategóriákba sorolva őket. A zajterhelés térbeli eloszlása során figyelembe vettük mind az általános egészségügyi (19. ábra) és a védendő (lakó) övezetre elfogadott (20. ábra) határértékeket is. A védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határértékek közül két pontban mért zajszint tartozik a kockázatos kategóriába. Ezek alapján az általános egészségügyi határértéket tekintve 33,3%-a az alacsony, míg 66,7%-a közepes kategóriába sorolható. A védendő lakóövezetben elfogadott határértékek alapján 91,7%-a a közepes (15-45 dB), míg 8,3%-a kockázatos (45-75 dB) kategóriába esett.

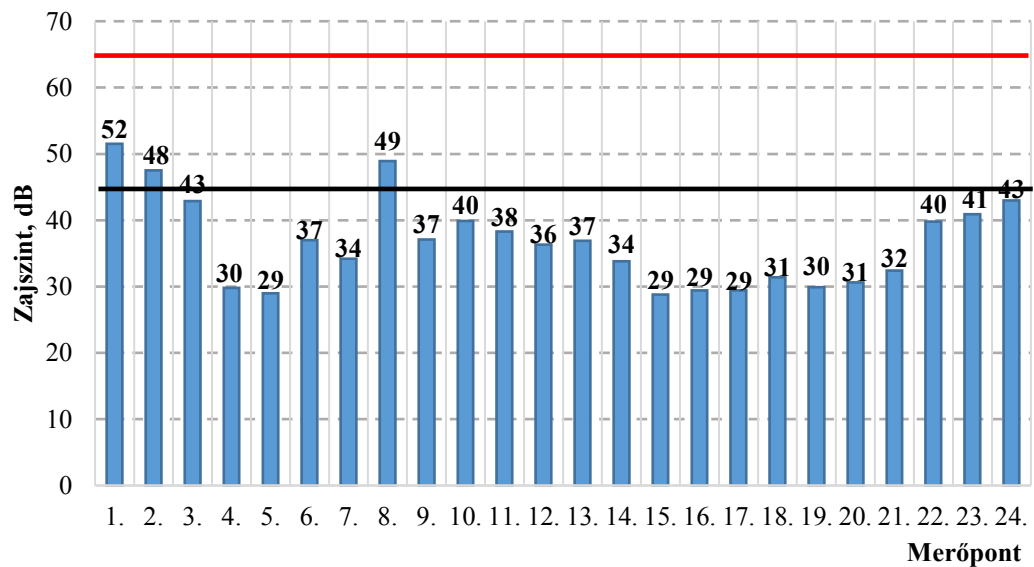


19. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.02.23. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján

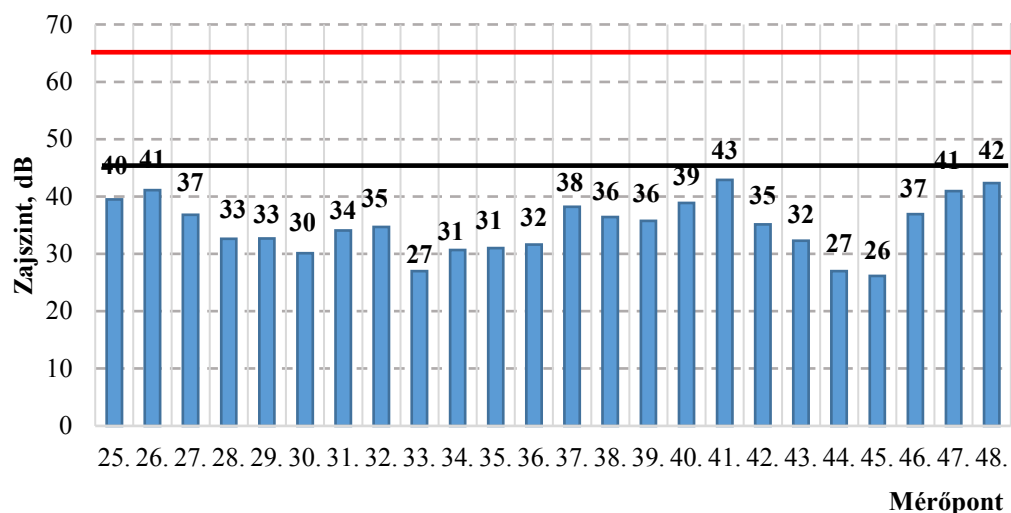


20. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.02.23. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján

Az alábbiakban az áprilisi mérésorozat eredményeit mutatjuk be (21., 22., 23. és 24. ábra, 22., 23. és 24. táblázat).



(A)



(B)
21. ábra. Az első (A) és második (B) mérőszorozat (2021.04.23.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben (**fekete sáv** – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros sáv** – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

Az áprilisban rögzített mérőszorozat zajszintjeit összehasonlítva az abszolút minimum érték (16,9 dB) a 13-mas pontban adódott (Széchenyi út, 18. számú Óvoda előtt). Az abszolút maximum érték (63,1 dB) a 1-es pontban (Muzsalyi úton), Beregszász egyik forgalmasabb útszakaszán került rögzítésre. Az átlagos értékeket tekintve a 4-es pontban (Vérke part 1) volt rögzítve a legalacsonyabb (26 dB), az említett 1-es pontban (Muzsalyi úton) pedig a legmagasabb (51,5 dB) zajszint. A mérőszorozat statisztikai mutatóit a 22-23. táblázatban foglaltuk össze.

22. táblázat

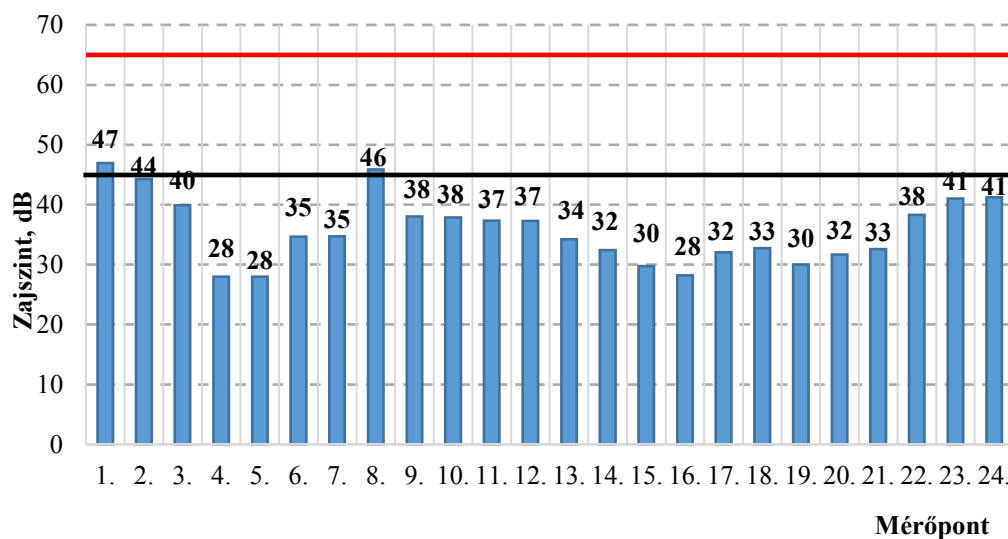
Az első mérőszorozat (április) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	27,7	45,5	36,6	10,6
minimum	17,1	31,2	28,8	1
maximum	39,9	63,1	51,5	34
szórás	6,38	8,06	6,67	10,98

23. táblázat

A második mérőszorozat (április) eredményeinek egyes statisztikai mutatói

Statisztikai mutató	legkisebb értékek, dB	legnagyobb értékek, dB	átlagos értékek, dB	járműforgalom, darab
átlag	23,6	46	35	9,5
minimum	16,9	32,6	26	2
maximum	31,9	56,3	43	32
szórás	3,64	7,23	4,84	10,3



22. ábra. Az első (A) és második (B) mérőszorozat (2021.04.23.) összesítése (**fekete** sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros** sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

Az 22. ábra szemlélteti, hogy a mért értékek közül mindössze két pont haladta meg a lakóövezetben megengedett 45 dB-nek megfelelő nappali értéket (fekete sáv). A 24. táblázat tartalmazza ezen pontokat. Az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket pedig egyik pontban mért zajszint sem lépte túl.

24. táblázat

A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2021.02.23. összesített)

A mérőpontok száma	A mérőpont megnevezése	A mérőpont zajszintje, dB	A meghaladás értéke dB
1.	Muzsalyi út	47	+2
8.	Munkácsi út (M24-es) és az M23-as út kereszteződése	45,9	+0,9

Az áprilisi összesített méréseket térképen tüntettük fel a 7. táblázatban megadott kategóriákba sorolva őket. A zajterhelés térbeli eloszlása során figyelembe vettük mind az általános egészségügyi (23. ábra) és a védendő (lakó) övezetre elfogadott (24. ábra) határértékeket is. Az általános egészségügyi határértéket tekintve 54,2%-a az alacsony, míg 45,8%-a közepes

kategóriába sorolható. A védendő lakóövezetben elfogadott határértékek alapján 91,7%-a a közepes (15-45 dB), míg 8,3%-a kockázatos (45-75 dB) kategóriába esett.



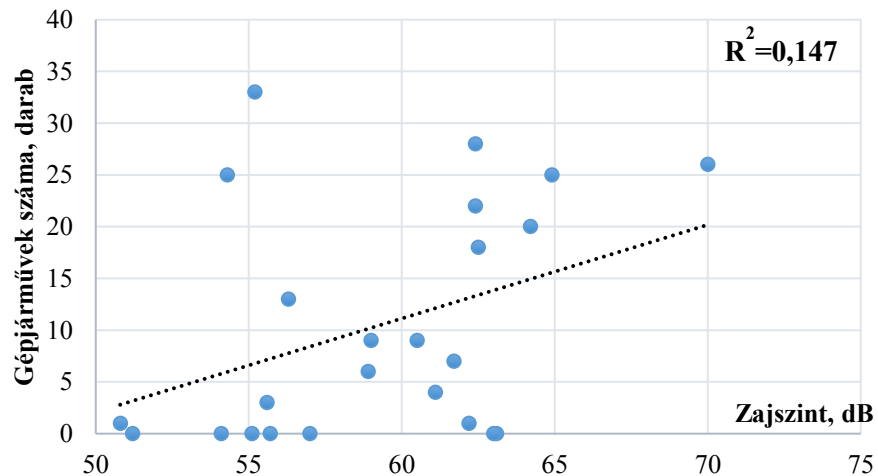
23. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.04.23. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján



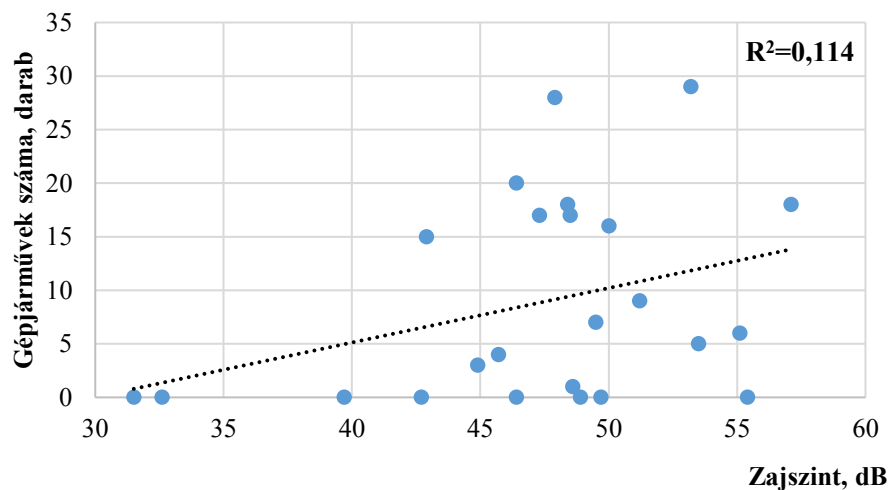
24. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.04.23. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján

3.2. A zajszint és a közúti forgalom összefüggése

Összefüggést kerestünk a zajszint és a közúti forgalom között. A szeptemberi első mérésorozat értékei esetében (25. ábra (A)) a korrelációs együttható értéke $r=0,38$ -nek, a második során (25. ábra (B)) pedig $r=0,33$ -nek bizonyult. A 9. táblázat szerint mind az első, mind pedig a második mérésorozat esetében biztos, de gyenge kapcsolatról beszélhetünk. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) befolyással van a zajszint mértékére. A determinációs együttható értéke első sorozatnál $R^2=0,147$, a másodikonál $R^2=0,114$ volt. Tehát a zajszint összvarianciájának kb. 14%-a, illetve 11 %-a a forgalommal való lineáris kapcsolatával magyarázható, a maradék 86%, illetve 89% pedig más tényező, pl. meteorológiai tényezők intenzitása befolyásolja.



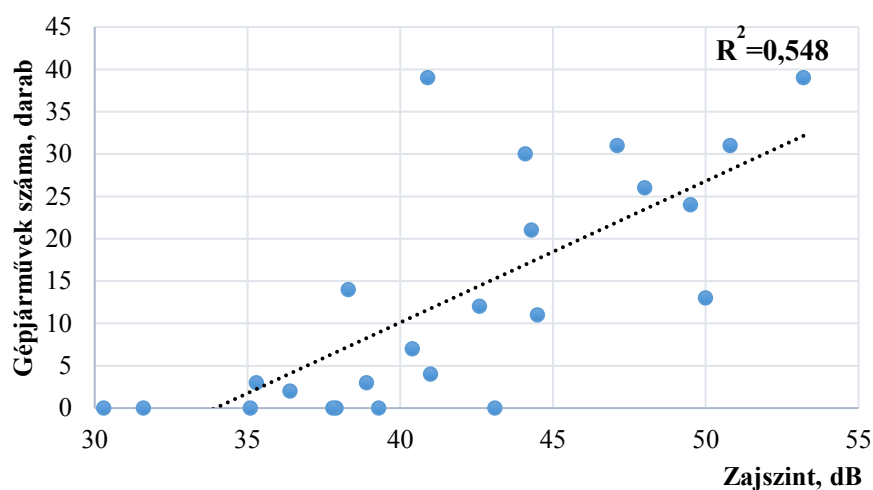
(A)



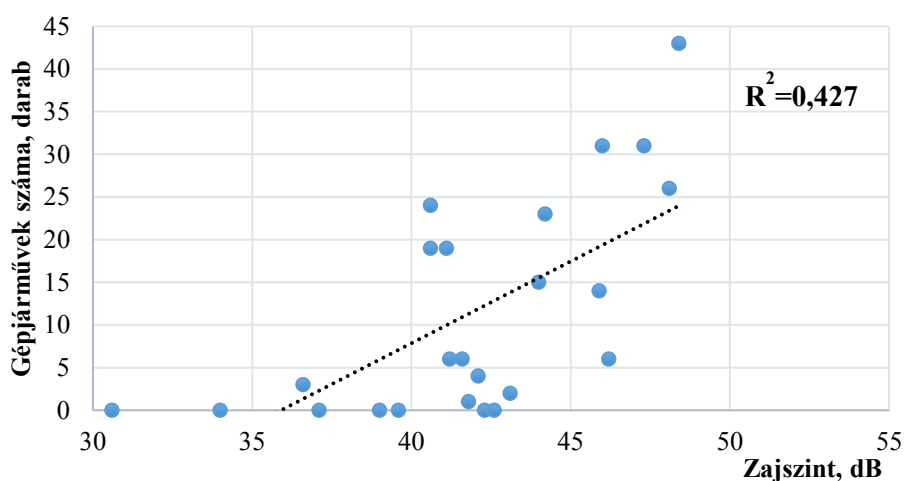
(B)

25. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.09.14.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés

Az októberi méréseink a következő eloszlást mutatták: első mérésorozat értékei esetében (26. ábra (A)) a korrelációs együttható értéke $r=0,74$ -nek, a második során (26. ábra (B)) pedig $r=0,65$ -nek bizonyult. A 9. táblázat szerint az első esetben ez magas korrelációra, markáns kapcsolatra, a másodiknál közepes korrelációra, jelentős kapcsolatra utal. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) nagymértékben befolyásolja a zajszint mértékét. A determinációs együttható értéke első sorozatnál $R^2=0,548$, a másodiknál $R^2=0,427$ volt. Tehát a zajszint összvariáciájának kb. 54%-a, illetve 42,7 %-a a forgalommal való lineáris kapcsolatával magyarázható, a maradék 46%, illetve 57,3% pedig más tényező, pl. meteorológiai tényezők intenzitása befolyásolja.



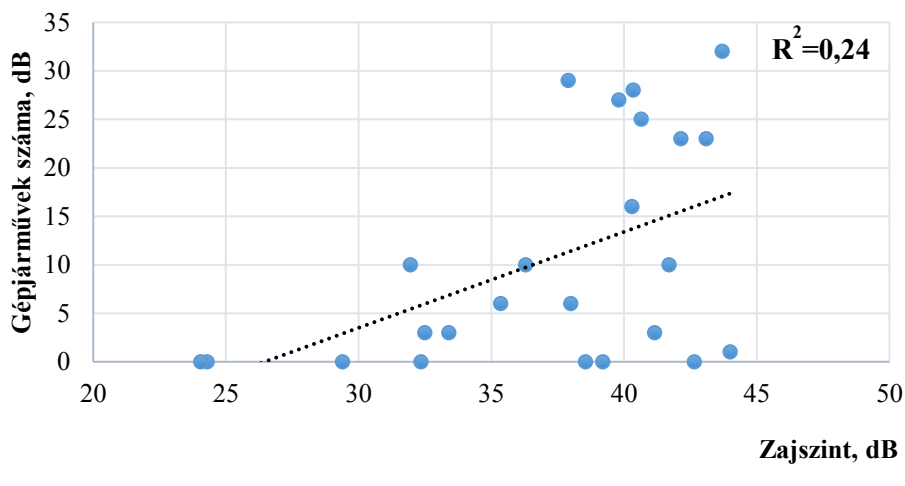
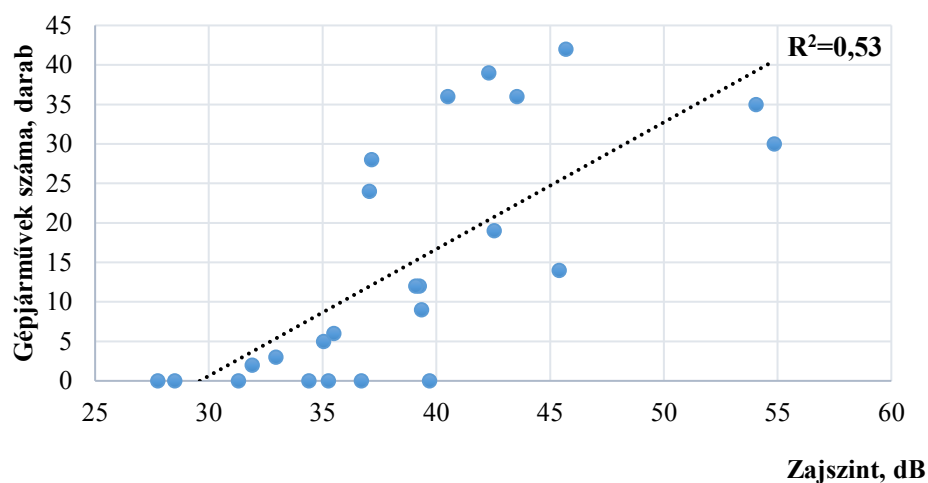
(A)



(B)

26. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.10.22.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés

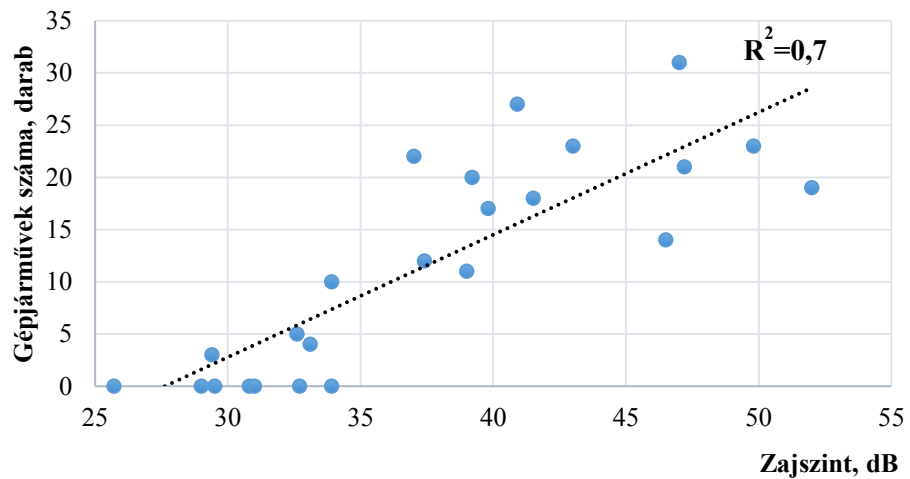
A decemberben rögzített értékek alapján: az első mérésorozat értékei esetében (27. ábra (A)) a korrelációs együttható értéke $r=0,727$ -nek, a második során (27. ábra (B)) pedig $r=0,494$ -nek bizonyult. A 9. táblázat szerint az első esetben ez magas korrelációra, markáns kapcsolatra, a másodiknál közepes korrelációra, jelentős kapcsolatra utal. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) nagymértékben befolyásolja a zajszint mértékét. A determinációs együttható értéke első sorozatnál $R^2=0,53$, a másodiknál $R^2=0,24$ volt. Tehát a zajszint összvarianciájának kb. 53%-a, illetve 24%-a a forgalommal való lineáris kapcsolatával magyarázható, a maradék 47%, illetve 76% pedig más tényező, pl. meteorológiai tényezők intenzitása befolyásolja.



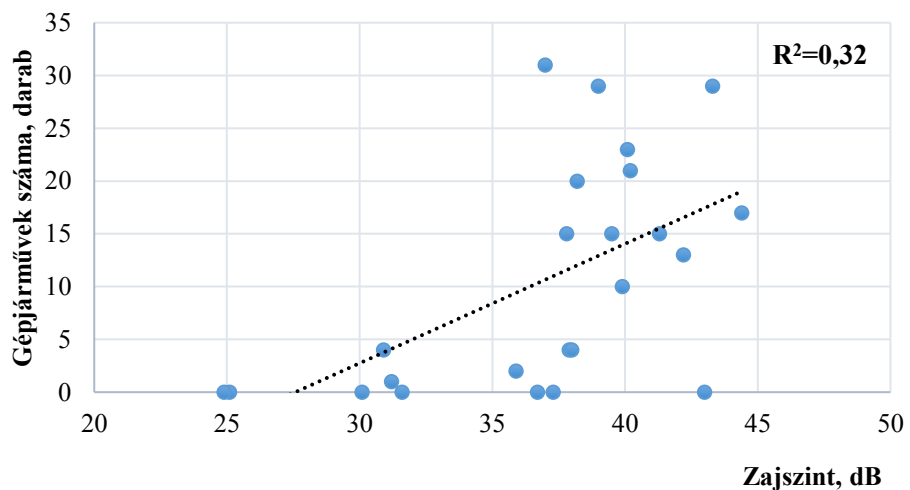
27. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.12.22.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés

A februári első mérésorozat értékei esetében (28. ábra (A)) a korrelációs együttható értéke $r=0,836$ -nek, a második során (28. ábra (B)) pedig $r=0,564$ -nek bizonyult. A 9. táblázat szerint az első esetben ez magas korrelációra, markáns kapcsolatra, a másodiknál közepes korrelációra,

jelentős kapcsolatra utal. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) nagymértékben befolyásolja a zajszint mértékét. A determinációs együttható értéke első sorozatnál $R^2=0,7$, a másodiknál $R^2=0,32$ volt. Tehát a zajszint összvarianciájának kb. 70%-a, illetve 32%-a a forgalommal való lineáris kapcsolatával magyarázható, a maradék 30%, illetve 68% pedig más tényező, pl. meteorológiai tényezők intenzitása befolyásolja.



(A)



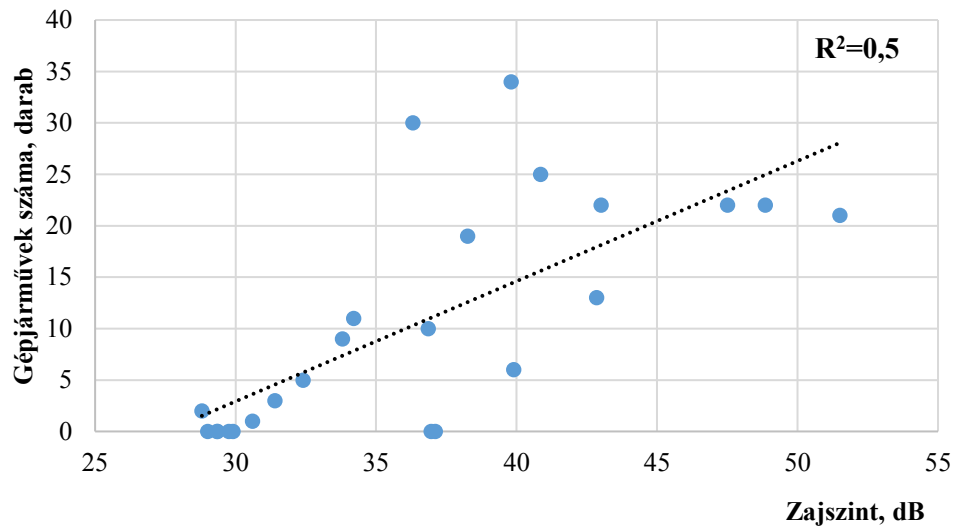
(B)

28. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.02.23.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés

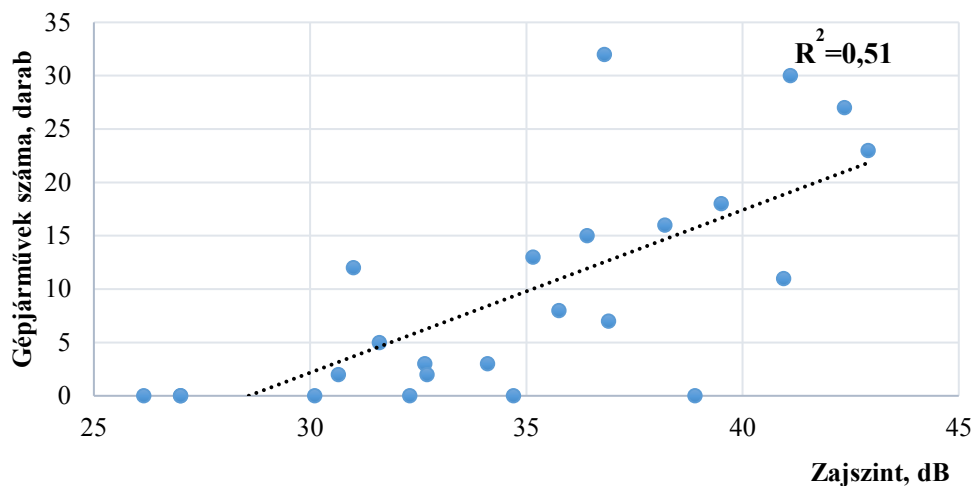
Az áprilisi méréseink a következő eloszlást mutatták: első mérésorozat értékei esetében (29. ábra (A)) a korrelációs együttható értéke $r=0,71$ -nek, a második során (29. ábra (B)) pedig $r=0,716$ -nek bizonyult. A 9. táblázat szerint mind az első, mind pedig a második mérésorozat

esetében magas korrelációra, markáns kapcsolatra utal. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) nagymértékben befolyásolja a zajszint mértékét.

A determinációs együttható értéke első sorozatnál $R^2 = 0,5$, a másodiknál $R^2 = 0,51$ volt. Tehát a zajszint öszvarianciájának kb. 50%-a, illetve 51%-a a forgalommal való lineáris kapcsolatával magyarázható, a maradék 50 %, illetve 49% pedig más tényező, pl. meteorológiai tényezők intenzitása befolyásolja.



(A)

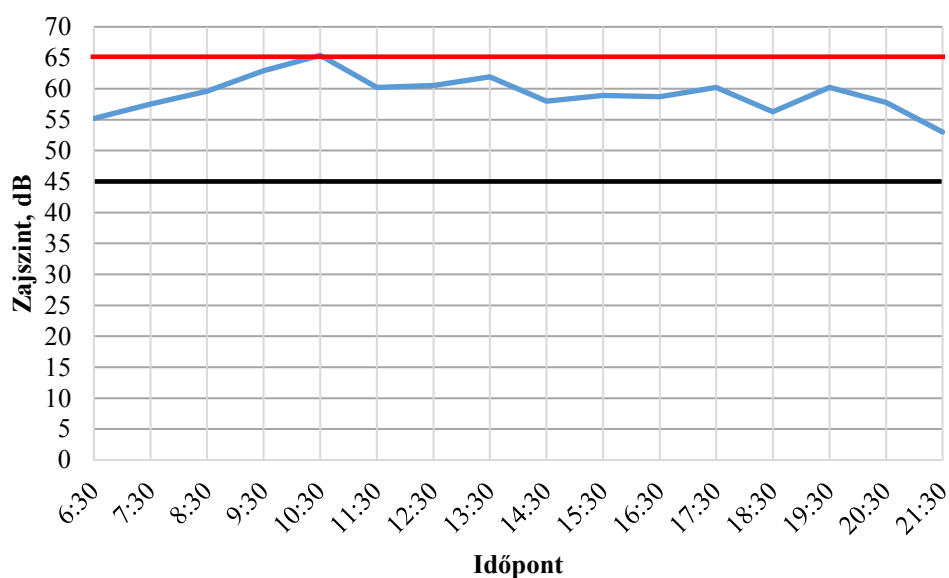


(B)

29. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.04.23.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés

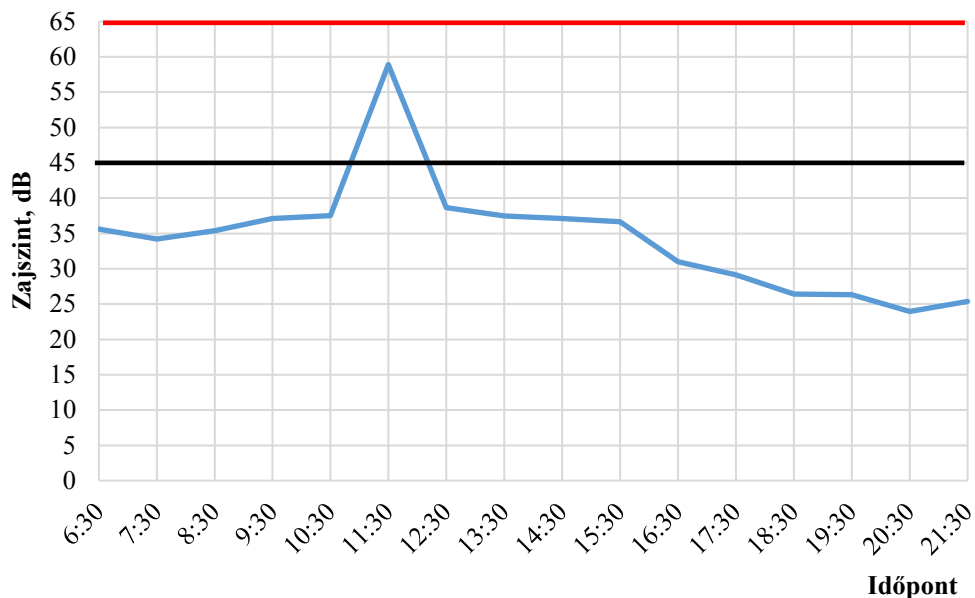
3.3. A napi zajszint változása

Három alkalommal vizsgáltuk meg a zajszint napi menetét, annak váltakozását Beregszász egy adott pontján, a főiskola épülete előtt úgy, hogy a zajszint értékét óránként rögzítettük. Az első óránkénti mérésorozatot 2020.december 21-én végeztük el. Az egész nap során mért zajszintek minden órában mért mérésénél meghaladták a lakóövezetben megengedett (45 dB) határértéket. A 6:30-tól 10:30-ig fokozatosan nőtt a zajszint értéke. 10:30-kor rögzítettük az addigi legmagasabb értéket (65,4 dB). Ezt az érték 0,4 dB meghaladja az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket. A nap további részében a zajszint fokozatos növekedése, majd csökkenése, azaz ingadozása volt tapasztalható. A minimum zajszint 21:30-kor volt rögzítve (53 dB).



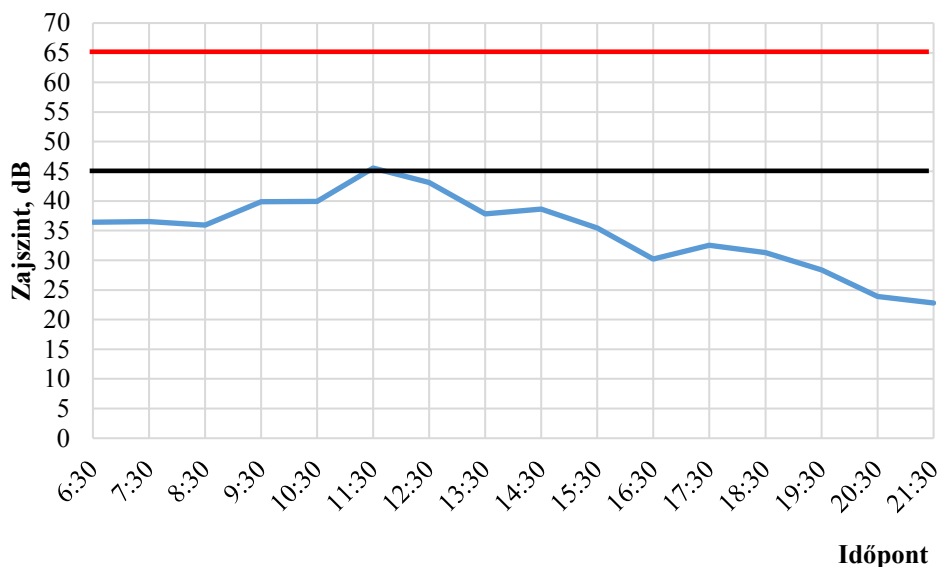
30. ábra. A napi zajszint váltakozása (2020.12.21.) (fekete sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); piros sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A második mérésorozat 2021. február 25-én került rögzítésre. A reggeli órákban a zajszint értéke nem mutatott különösebb kilengést, csupán minimális növekedést. A 11:30-kor mért zajszint jóval a lakóövezetben megengedett (45 dB) határértéken túl esett. Ennek oka a déli harangszó. A délutáni órákban fokozatos zajszint csökkenést észleltünk. A mért értékek egyike sem haladta meg az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket.



31. ábra. A napi zajszint váltakozása (2021.02.25.) (**fekete** sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros** sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

A 2021. április 23-án végeztük el a harmadik mérésorozatot. Ezen mérésorozat alkalmával egyik mérés sem haladta meg az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határértéket. A lakóövezetben megengedett (45 dB) határértéket csak a 11:30-kor rögzített zajszint ütötte meg 0,6 dB-lel. A délelőtti órákban folyamatos zajszint növekedés, a délutáni valamint esti órákban folyamatos csökkenés volt tapasztalható.



32. ábra. A napi zajszint váltakozása (2021.04.28.) (**fekete** sáv – a lakóövezetben megengedett (45 dB); **piros** sáv – az általános egészségügyi szempontból megengedett (65 dB) határérték

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban a nagyobb városok zajszennyezettségével számos kutató többféle megközelítésben is foglalkozik. Ugyanakkor olyan kisebb városok, mint Beregszász zajszennyezettségéről kevés információval rendelkezünk. Munkánkban célul tűztük ki, hogy felmérjük a területen lévő zajszennyezettséget, valamint elkészítsük Beregszász zajtérképét.

A zajforrások közül azokkal foglalkoztunk, melyek a legtöbb embert érintik, azaz közúti közlekedéssel. Terepi vizsgálatok révén Flus ET-965 típusú zajszintmérő eszköz segítségével mértük meg a zajszintet a város sűrűn beépített, központ részének több pontján. Az eredmények értékelése során egy 5 fokozatú határértékrendszert alkalmaztunk. Ezen belül további két csoportot különítettünk el: az általános egészségügyi határértéket és a védett (lakó) övezetre elfogadott zajszint határértéket.

Az eredmények azt mutatták, hogy a zajszennyezés, mint a környezetterhelés ilyen formája, Beregszászban is jelen van. A havonta megismételt mérések során azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az őszi hónapokban jelentősen nagyobb zajszint volt a város beépített területein. Ennek az lehet az oka, hogy a karanténkorlátozások miatt csökkent a forgalom mértéke, illetve elmaradtak a tömegrendezvények, a különböző fesztiválok. A mérések továbbá azt bizonyították, hogy helytől függően erősen változó a zajterhelés a városban.

A zajszint és a közúti forgalom lineáris korrelációs vizsgálata azt bizonyította, hogy a két változó között megbízható kapcsolat áll fenn. Tehát a közúti közlekedés (forgalom) nagymértékben befolyásolja a zajszint mértékét.

A zajszint napi váltakozásából (a méréseket óránként ismételve) az derült ki, hogy a legnagyobb zaj a délelőtti órákban, míg a legkisebb a kora reggeli, valamint a késő esti órákban adódott.

РЕЗІЮМЕ

Сьогодні багато дослідників займаються шумовим забрудненням великих міст із різними підходами. Тим не менш, ми маємо мало інформації про шумове забруднення малих міст, таких як Берегово.

У нашій роботі ми мали на меті оцінити шумове забруднення в цій місцевості та підготувати карту шумового забруднення міста. У ході нашої роботи ми проводили вторинне дослідження, вивчали літературу з даної теми. За допомогою польових досліджень ми вимірювали рівень шуму в декількох точках у густо забудованій центральній частині міста за допомогою вимірювального приладу Flus ET-965. Проведено дві серії вимірювань. Для оцінювання результатів була використана 5-бальна межа. У межах цього ми виділили ще дві групи: загальне граничне значення для здоров'я та граничне значення рівня шуму, прийняте для охоронюваної (житлової) зони.

Результати показали, що шумове забруднення, як така форма впливу на навколишнє середовище, також присутнє в місті Берегово. Під час щомісячних повторних вимірювань можна зробити висновок, що в осінніх місяцях у забудованих районах міста був значно вищий рівень шуму. Це може бути пов'язано зі зменшенням трафіку через карантинні обмеження, або відсутністю масових заходів та різноманітних фестивалів. Вимірювання також показали, що шумове навантаження в місті сильно варіюється залежно від місцезнаходження.

Лінійне кореляційне дослідження між рівня шуму та між дорожнього руху показало, що між двома змінними існує надійний взаємозв'язок. Отже дорожній рух сильно впливає на рівень шуму.

Щоденне коливання рівня шуму (повторюючи вимірювання щогодини) показало, що найвищий рівень шуму був у ранкові години, а найнижчий рано вранці та пізно ввечері.

IRODALOMJEGYZÉK

1. AUGUSZTINOVICZ, F.–VERÉB, L.–VARGA, T. (1980): A városi közlekedés környezetet terhelő zajhatásának elemzése, ellenőrzése, csökkentési lehetőségei. Közúti Közlekedési Tudományos Kutató Intézet, Budapest, 30 p.
2. BAROS Z. (2012): A városi zaj környezeti és társadalmi hatásainak vizsgálata Debrecen városában. Debreceni Egyetem, Debrecen
3. BARÓTFI, I. (2000): Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest
4. BENCICS, A. (2004): Zaj- és rezgés elleni védelem. Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém
5. BERNT, M. (2007): Részletes háttér-információ a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004. Korm. Rendelet végrehajtásához-Budapest, 12 p.
6. BITE, P-NÉ et all (1997): A kötöttpályás közlekedés zajhatás értékelésének elvi módszere – Közlekedéstudományi Intézet, Budapest, 16 p.
7. CSÉPE, V. (2012): Az agy és a hangok
8. DOMOKOS, E. – HORVÁTH, B. (2009): Zaj- és rezgésvédelem, Veszprém
9. DULEBA, M. (2012): A zaj közvetetten a növényekre is hat. In: Proceedings of the Royal Society
10. FODOR, I. (2001): Környezetvédelem és regionalitás Magyarországon. Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs, pp. 224-235.
11. FÓRIÁN, S. – HAGYMÁSSY Z. (n.é.): Zöldfelületek szerepe az urbanizált környezetben. Debreceni Egyetem Agrár és Műszaki Tudományok Centruma, Debrecen
12. Francis, C.D. et all (2012): Noise pollution alters ecological services: enhanced pollution and disrupted seed dispersal. In: Proceedings of the Royal Society Biological Sciences, London. <http://rspb.royalsocietypublishing.org/content/early/2012/03/15/rspb.2012.0230.full.pdf+html>. In: Nagy, S.- Hornyacsek, J. :Környezetvédelmi kockázatok és a lakosságvédelem összefüggései
13. HATTA, L. (2000): A környezeti zaj hatása az emberre. OMIKK Környezetvédelmi füzetek, 27 p.
14. JEDLIK Á. (n.é.): Környezeti és munkahelyi zajvizsgálatok szabványos mérése és kiértékelése. Széchenyi István Egyetem
15. KERÉNYI, A. (1995): Általános környezetvédelem: Globális gondok, lehetséges megoldások. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 397 p.
16. MÁRKUS P. (2007): Módszertani útmutató a zaj és rezgésttechnikai mérési gyakorlatokhoz. OMKT Kft., Budapest
17. MOSER, M.- PÁLMAI, GY. (1999): A környezetvédelem alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 245-301.

18. NAGY, A. (1992): Zaj- és rezgésvédelem II. (Zajvédelem) – Széchenyi István Főiskola Közlekedésgépészeti Intézet, Győr, Kézirat, 81 p.
19. NÉMETH V. (2009): Zajvédelem. Környezeti Tanácsadó Irodák Hálózata, Budapest, 35 p.
20. OBÁDOVICS, GY. (2016): Valószínűségszámítás és matematikai statisztika. Scolar Kiadó, Budapest
21. PÓTA, GY-NÉ (2006): Zaj-, csend- környezetismeret
22. PÓTA, GY-NÉ (2006): Zajosak vagyunk. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 24p.
23. SCHULTZ, T. H. (1972): Community Noise Ratings. Applied Science Publishers Ltd., London, 90 p.
24. SMETANA, C. (1975): Zaj- és rezgésmérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 222 p.
25. STANSFELD, S. et al. (2000): A Review of -Environmental Noise and Mental Health- Noise and Health.
26. SZÁSZ, G. –TŐKE, L. (szerk.:1997): Meteorológia mezőgazdákknak, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, pp. 697-703.
27. SZOMRÁKI, P. (2007): Fényszennyezés-zajszennyezés. Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Budapest.
28. ТИМОШИНА, М. Б. (2017): Державна служба статистики України, Київ (letöltés ideje: 2019.05.07.)
29. TÓTH, L-NÉ (szerk., 1986): Zajvédelem: Zajelhárítás az ipari és mezőgazdasági üzemekben. Munkavédelmi Szakkönyvek. Népszava Lap- és Könyvkiadó, Budapest, 318 p.
30. VINCE T.- SZABÓ GY. (2009): Beregszász légszennyezettségének jellemzése a falevelekre rakódott por vizsgálata alapján. Debreceni Egyetem, Debrecen.
31. WERSÉNYI, GY. (2009): Zajártalom vizsgálatok a közlekedésben és mobil zenekészülékek alkalmazásában. Akusztika, 7-8., 1-11 p.
32. WERSÉNYI, GY.(2012): Műszaki akusztika (letöltés ideje:2018.10.13.)
33. ZENTAI, K. –SCHÁD, P. (2001): A zajterhelés mint környezetszennyezés és a növényzet szerepe a zaj csökkentésében. Független Ökológiai Központ, Budapest.

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. ábra. Az emberi hallásküszöb (JEDLIK, N.É.)	15
2. ábra. Zajszintmérő műszer	23
3. ábra. Az alkalmazott Flus ET-965 többfunkciós mérőberendezés	24
4. ábra. A mérőpontok elhelyezkedése Beregszász központi, beépített területén	30
5. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.09.14.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben	33
6. ábra. . Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.09.14.) összesítése	34
7. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.09.14. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján	36
8. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.09.14. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	37
9. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.10.22.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben	38
10. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.10.22.) összesítése	39
11. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.10.22. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján	40
12. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.10.22. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	41
13. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.12.22.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben	42
14. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2020.12.22.) összesítése	43
15. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.12.22. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján	44
16. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2020.12.22. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	44
17. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2021.02.23.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben	45
18. ábra. Az első (A) és második (B) méréssorozat (2021.02.23.) összesítése	46
19. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.02.23. összesített) Beregszász központi részén, az általános egészségügyi nappali határérték alapján	47
20. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.02.23. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	48

21. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.04.23.) alkalmával a mérési pontokban tapasztalható zajszint, dB-ben	49
22. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.04.23.) összesítése	50
23. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.04.23. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	51
24. ábra. A zajszint átlagos mértéke (2021.04.23. összesített) Beregszász központi részén, a védendő (lakó) övezetre elfogadott nappali határérték alapján	51
25. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.09.14.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés	52
26. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.10.22.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés	53
27. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2020.12.22.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés	54
28. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.02.23.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés	55
29. ábra. Az első (A) és második (B) mérésorozat (2021.04.23.) zajszintjei és a közúti forgalom (gépjárművek száma) közötti összefüggés	56
30. ábra. A napi zajszint váltakozása (2020.12.21.)	57
31. ábra. A napi zajszint váltakozása (2021.02.25.)	58
32. ábra. A napi zajszint váltakozása (2021.04.28.)	58

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat. A zajterhelés hatásaihoz kapcsolható zajszintek	16
2. táblázat. A különböző mértékű zajszintek hatásai	18
3. táblázat. A Flus ET-965 többfunkciós mérőberendezés műszaki adatai.....	24
4. táblázat. Üzemi létesítményektől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken	25
5. táblázat. Építőipari kivitelezési tevékenységtől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken.....	26
6. táblázat. A közlekedéstől származó zaj terhelési határértékei zajtól védendő területeken	27
7. táblázat. A vizsgálat során alkalmazott határértékrendszer a zajszint kategorizálására	28
8. táblázat. A mérési helyek adatai.....	29
9. táblázat. A korrelációs együttható (r) értékelése.....	31
10. táblázat. Az első méréssorozat (szeptember) eredményeinek egyes statisztikai mutatói.....	33
11. táblázat. A második méréssorozat (szeptember) eredményeinek egyes statisztikai mutatói.....	34
12. táblázat. A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.09.14. összesített)	35
13. táblázat. Az első méréssorozat eredményeinek egyes statisztikai mutatói	38
14. táblázat. A második méréssorozat eredményeinek egyes statisztikai mutatói.....	39
15. táblázat. A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.10.22. összesített)	40
16. táblázat. Az első méréssorozat (december) eredményeinek egyes statisztikai mutatói .	42
17. táblázat. A második méréssorozat (december) eredményeinek egyes statisztikai mutatói	43
18. táblázat. A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2020.12.22. összesített)	43
19. táblázat. Az első méréssorozat (február) eredményeinek egyes statisztikai mutatói	46
20. táblázat. A második méréssorozat (február) eredményeinek egyes statisztikai mutatói.....	46

21. táblázat. A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2021.02.23. összesített)	47
22. táblázat. Az első mérésorozat (április) eredményeinek egyes statisztikai mutatói	49
23. táblázat. A második mérésorozat (április) eredményeinek egyes statisztikai mutatói ..	49
24. táblázat. A lakóövezetben megengedett határértéket (45 dB) meghaladó zajszinttel rendelkező pontok (2021.02.23. összesített)	50

MELLÉKLET



1. melléklet: A terepen felállított mérőeszköz



2. melléklet: A mérés folyamata



A mérés folyamata

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni mindazok munkáját, akik segítséget nyújtottak a dolgozat elkészítésében.

Elsősorban szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Hadnagy Istvánnak, aki teljes mértékben segítette munkámat, mind szakirodalom összegyűjtésében, mind az adatok feldolgozásában és kiértékelésében. Szakmailag és emberileg is támogatott hasznos tanácsaival, türelmével, segítségével, melyek nélkül ez a szakdolgozat nem készült volna el.

Továbbá szeretném megköszönni a Biológia és Kémia Tanszék munkatársainak, hogy tanácsaikkal, munkájukkal hozzájárultak a munkámhoz.

Завідувачу кафедри

Когут Ержебет Імріївні

від здобувача вищої освіти

Шімон Андреа Ласлівна

студентки IV-го курсу, біологія

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про академічну доброчесність в Закарпатському угорському інституті імені Ф. Ракоці II» від «30» серпня 2019 року, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску роботи до захисту і застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений(а).

Про використання Системи виявлення текстових збігів/ідентичності/ схожості в роботах здобувачів вищої освіти повідомлений(а) та надаю свою згоду на обробку та збереження моєї роботи в Базі даних Інституту. Також надаю ЗУІ право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в Системі виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які завантажувалися/завантажуються для перевірки Системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості та користувачами, які мають доступ до цієї Системи, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки Інституту надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

__19 травня 2021 р.__

Дата

Підпис

Dr. Kohut Erzsébet

tanszékvezetőnek

Simon Andrea

IV. évfolyamos, biológia szakos hallgatótól

NYILATKOZAT

A II. Rákoczi Ferenc Kárpátaljai Magyar Főiskola 2019. augusztus 30-án kelt tudományetikai szabályzatának pontjaival, amelyek szerint plágium felfedezése esetén a diplomamunka nincs védéshez engedve, megismerkedtem.

Tájékoztatást kaptam a plágiumszűrő rendszer használatáról, hozzájárulok a munkám ellenőrzéséhez és tárolásához az intézményi adatbázisban. Felhatalmazom az intézményt, hogy a munkámat ellenőrzés után felhasználhassák a plágiumszűrő program működésénél a további munkák ellenőrzésének folyamatában.

A munkát ellenőrzés céljából elektronikusan és nyomtatott formában is benyújtottam az intézménynek. Munkám elektronikus változata azonos a nyomtatott példánnyal.

____2021. május 19.____

Dátum

Aláírás

Ім'я користувача:
Моца Андрій Андрійович

ID перевірки:
1007786154

Дата перевірки:
09.05.2021 10:09:27 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
09.05.2021 11:40:51 EEST

ID користувача:
100006701

Назва документа: BSc_Biol_Simon_Andrea

Кількість сторінок: 71 Кількість слів: 13869 Кількість символів: 115995 Розмір файлу: 2.77 MB ID файлу: 1007885128

16.3% Схожість

Найбільша схожість: 4.66% з Інтернет-джерелом (https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/130448/BarosZ_d).

16.3% Джерела з Інтернету

550

Сторінка 73

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

3.7% Цитат

Цитати

18

Сторінка 74

Не знайдено жодних посилань

0.01% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

0.01% Вилучення з Інтернету

3

Сторінка 75

Немає вилучених бібліотечних джерел