



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar  
Geoinformatikai/Mérnöki/  
Természettudományi és Szoftvertchnológiai Intézet

**SZAKDOLGOZAT/  
DIPLOMAMUNKA**

**Zajszennyezés és zajérzet összehasonlítása térinformatikai módszerekkel**

**OE-AMK**

**2023**

Hallgató neve: Ambrus Norbert

Hallgató törzskönyvi száma: T000501/FI12904/A-G



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem  
Alba Regia Műszaki Kar  
Geoinformatikai Intézet

### SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Ambrus Norbert

Szakdolgozat száma: SZD2301271031046325

Törzskönyvi száma: T000501/F112904/A-G

Neptun kódja:

Szak: földmérő és földrendező mérnök

Specializáció: Geoinformatika specializáció

A dolgozat címe: Zajszennyezés és zajérzet összehasonlítása térinformatikai módszerekkel

A dolgozat címe angolul: Comparing noise pollution and noise perception using GIS methods

A feladat részletezése:

1. Szakirodalmi kutatás a témában,
2. Adatgyűjtés online webes felületen.
3. Terepi zajmérés.
4. A mérési eredmények és a webes felmérés feldolgozása térinformatikai szoftverekben.
5. Adatelemzés, konklúzió

Intézményi konzulens neve: Pődör Andrea Dr.

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 02. 10.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Székesfehérvár, 2023. 10. 24.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2023. 12. 15.

belső konzulens

külső konzulens



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Alba Regia Műszaki Kar  
Geoinformatikai/Mérnöki/  
Természettudományi és Szoftvertechnológiai Intézet

#### HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat/diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozat/diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: 2024.05.15. BP

hallgató aláírása



## Tartalom

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1, Bevezetés .....                                         | 1  |
| 2.A vizsgálandó fogalmak és jelenségek. ....               | 3  |
| 2.2 A hangnyomás-amplitúdó, hangintenzitás, decibel.....   | 5  |
| 2.3 A zaj élettani hatásai .....                           | 6  |
| 2.3.1 Halláskárosodás.....                                 | 7  |
| 2.3.2 Zavart alvás .....                                   | 8  |
| 2.3.3 Fiziológias reakciók.....                            | 8  |
| 2.3.4 Depresszió és teljesítőképesség.....                 | 9  |
| 2.3.5 Változások a viselkedésben.....                      | 9  |
| 2.4 Az Európai Unióban működő szabályozások.....           | 10 |
| 2.5 Stratégiai Zajtérkép .....                             | 12 |
| 4. A mintavételezési terület bemutatása .....              | 14 |
| 4.1 A városszerkezet bemutatása .....                      | 14 |
| 4.2 A város közlekedési hálózata .....                     | 15 |
| 5.A felmérő alkalmazás és a kérdőív honlap bemutatása..... | 17 |
| 5.1 A honlap bemutatása és annak működése .....            | 17 |
| 5.3 A kiexportálható adatok.....                           | 18 |
| 6.A kérdőív elemzése .....                                 | 20 |
| 6.1 Statisztika .....                                      | 20 |
| 6.2 A térinformatikai szoftver bemutatása .....            | 22 |
| 6.3 A geojson adatok feldolgozása.....                     | 23 |
| 6.4 Mérési pontok meghatározása .....                      | 30 |
| 6.5 Mérési eszközök bemutatása.....                        | 32 |
| 6.5.1 Testo 816-1.....                                     | 32 |
| 6.5.2 A Xiaomi Redmi Note 11 .....                         | 34 |
| 6.5.3 Noise Capture.....                                   | 35 |
| 7.A mérés és annak eredményei.....                         | 36 |
| 7.1 A mérés megvalósítása .....                            | 36 |
| 7.2 Az Eredmények és annak feldolgozása .....              | 37 |
| 8.Összefoglaló gondolatok magyar nyelven .....             | 43 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 9.Summary in english .....   | 45 |
| 10.Ábrajegyzék.....          | 47 |
| 11.Hivatkozási jegyzék ..... | 48 |

## 1, Bevezetés

A szakdolgozatom központi témája a Gyál településén tapasztalható zajszennyezés és a lakosság zajérzetének alapos vizsgálata. A kutatás során saját zajméréseim eredményeit vetem össze egy önálló kérdőíves felmérés eredményeivel. A zajméréseket egy okostelefonra telepíthető zajszintmérő alkalmazás, valamint egy speciális, professzionális zajmérő eszköz segítségével végzem el. Az érdeklődésem a környezetvédelem iránt, valamint a szakmai kíváncsiságom vezérelt mindvégig a kutatás során.

A vizsgálat elsődleges célja az volt, hogy részletesen bemutassam Gyál település zajszennyezési helyzetét, különös tekintettel a zajszennyezés legfőbb forrásaira és ezek lakosságra gyakorolt hatásaira. Emellett célom volt, hogy felhívjam a figyelmet a zajszennyezés hosszú távú egészségügyi következményeire és arra, hogy milyen intézkedések szükségesek a zajterhelés csökkentése érdekében. A kutatásom eredményei hozzájárulhatnak ahhoz, hogy a helyi önkormányzat hatékonyabb zajvédelmi stratégiákat dolgozhasson ki a település lakói számára.

A dolgozat első részében részletesen foglalkozom a hangokkal és zajokkal kapcsolatos alapvető ismeretekkel, valamint a zajvédelmi szabályozással. A második fejezetben bemutatom a mintaterületet, majd következik az önálló kérdőíves kutatásom háttere és a kérdőíves honlap működése. Részletesen ismertetem az adatok térinformatikai feldolgozásának folyamatát, beleértve a kérdőív statisztikai és térképi elemzését. A befejező részben részletesen tárgyalom a zajméréshez használt eszközöket és az ellenőrző terepi zajmérés menetét, beleértve a mérési helyek kiválasztásának szempontjait is.

A környezeti zaj egyre inkább meghatározó szennyező tényezővé válik környezetünkben. Az Európai Környezetvédelmi Iroda egy 2006 decemberében tartott konferencián José Palma előadásában a környezeti zajt a második legsúlyosabb környezeti problémaként említette Európában. Azonban nem újdonság ez a probléma, hanem egy olyan kihívás, amellyel az emberiség mindig is szembesült. Az ókori

Rómában már szabályok voltak érvényben a zajjal kapcsolatban, amit a kövezett utakon dübörgő vasalt kerekű szekerek okoztak. Középkori Európában tiltották az éjszakai lovas szekerek és a lovas közlekedés használatát, hogy biztosítsák a lakosok nyugodt alvását. A múltbeli zajproblémák azonban nem hasonlíthatók össze a modern társadalom zajával.

Ma városainkat és vidéki területeinket rendszeresen átszelik a gépkocsik. Éjjel-nappal autóznak a városokban és az országutakon a hangos dízelüzemű teherautók, amelyeknek motorzaja és kipufogózaja nem megfelelően tompított. Repülők és vonatok is hozzájárulnak a zajterheléshez. Az ipari létesítményekben működő gépek magas zajszintet generálnak, a szórakozóhelyek és kiránduló járművek pedig zavarják a kikapcsolódást.

A környezeti zaj szabályozása más szennyező anyagokhoz viszonyítva kihívásokkal jár. A zaj emberre gyakorolt hatása és a zajintenzitás közötti kapcsolat nem volt kellően ismert, és hiányoztak a meghatározott kritériumok. Bár sokan úgy vélik, hogy a zajszennyezés elsősorban a fejlett országok "luxus" problémája, nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a fejlődő országokban az emberek gyakran még nagyobb zajterhelésnek vannak kitéve a rossz várostervezés és a gyenge épületszigetelés következtében. Az egészségre gyakorolt hosszú távú hatások, mint például a halláskárosodás, az alvászavarok és a szív- és érrendszeri betegségek, hasonlóak a fejlett országokban tapasztaltakhoz.

Éppen ezért rendkívül fontosak és elengedhetetlenek a zajveszély csökkentésére és szabályozására irányuló gyakorlati intézkedések, beleértve a megfelelő várostervezést, a hangszigetelési normák javítását, valamint a lakosság tudatosságának növelését a zajszennyezés káros hatásaival kapcsolatban.

Az Európai Unióban bevezettek egy döntést a zajprobléma kezelésére, amely előírja az ún. "stratégiai zajtérképek" és az ezekre épülő "intézkedési tervek" elkészítését. Ahhoz azonban, hogy hatékonyan felhasználhassuk a zajtérképek által hordozott



információkat, szükség van bizonyos fogalmak és kérdések tisztázására és magyarázatára.

## 2.A vizsgálandó fogalmak és jelenségek.

### 2.1 A hang és a zaj

Az emberiség mindig szoros kapcsolatban állt a hanggal és zajjal. Az emberi élet fontos részei a beszéd és zene. Ugyanakkor a zaj kellemetlensége mindig jelen volt a közösségekben. A görög és római filozófusok, költők rendszeresen fejezték ki vágyukat a csend iránt, amit az alkotáshoz nélkülözhetetlennek éreztek. [1]

A körülöttünk lévő világ zajszintje folyamatosan emelkedik. Az ipari fejlődés nagyban igényli a magasabb energiafogyasztású és nagyobb teljesítményű gépeket, de ezek általában zajosabbak is. A közlekedési eszközök számának rohamos növekedése miatt több jármű közlekedik nagyobb sebességgel, hozzájárulva a külső zajterheléshez. Otthonainkban és háztartásainkban is egyre több zajkeltő gép működik melyek az idő és fáradtság megtakarítása érdekében vannak jelen. [1]

A modern urbanizáció jelentős mértékben megnövelte a lakosság zajterhelését: a városokban megnövekedett forgalom, valamint a többszintes lakóépületekben a szomszédok által keltett fokozott zaj mindennapos kihívásokká váltak. A magas lakóépületekben és irodaházakban a liftek és szellőzőberendezések további zajforrásokat jelentenek. [1]

Az emberek különböző véleményeket fogalmazznak meg a zajról. Egyesek úgy gondolják, hogy a zaj a civilizáció szükséges velejárója, amivel nem lehet és nem is érdemes küzdeni. Mások viszont úgy érzik, hogy a zaj megnehezíti az életüket, és ezért

nem csupán a zajszint csökkentésére van szükség, hanem a zajforrásokat is ki kell küszöbölni a környezetükből. [1]

Evidens, hogy szükségszerű foglalkoznunk a zaj jelenségével, mert ez jelentős eleme a környezetünknek és életünknek. Emellett meghatározhatók olyan zajszintek, amelyek mellett a tipikus zajérzékenyséű, egészséges személyek zavartalanul élhetnek, és tisztában vagyunk azokkal a műszaki és jogi eszközökkel, amelyekkel a környezetünkben lévő zajforrások hatását kívánatos szintre mérsékelhetjük. Ennek eléréséhez azonban először meg kell ismernünk a hang természetét. [1]

A környezetfizikában a hangot olyan mechanikai hullámként értelmezzük, amely rugalmas közegeken keresztül terjed, eljutva az emberi hallószervekhez, ahol az agyban hangérzést vált ki. Ebben az összefüggésben a mechanikai rezgés azt jelenti, hogy egy bizonyos közeg (leggyakrabban levegő, de lehet víz vagy széndioxid is) részecskéi mozgásba kerülnek. Más szóval, az anyag sűrűsége helyenként és időnként változik. A levegőben bekövetkező sűrűségváltozás nyomásváltozással is együtt jár, és ez váltja ki dobhártyánk rezonanciáját, mely a hallóidegeken keresztül az agyban hangérzetet kelt. [1]

A hangérzet terén jelentős az egyéni variabilitás, ami azt jelenti, hogy a hanggal összefüggő jelenségek eltérő érzeteket kelthetnek különböző emberekben. Ez az egész témakör szempontjából kiemelten bizonytalan területet jelöl: az előrelépés érdekében elengedhetetlen a hang és a zaj erősségének objektív vizsgálata, azaz mérésének elvégzése. [1]

Manapság a zaj és annak mérése számos területen fontos szerepet játszik, a közlekedés zajszökkentésétől (például autók és repülőgépek bel- és külső zajának minimalizálása)

az építészetén (lakóházak és irodák zajterhelése) át az energetikáig és az elektrotechnikáig (erőművek, transzformátorházak és kisebb elektronikai eszközök zajai). Szinte minden jelentős létesítmény építésekor figyelembe vesznek akusztikai szempontokat, és a sugárzástanban (dozimetriában) alkalmazott ALARA-elv (As Low As Reasonably Achievable = a lehetőségekhez mérten legalacsonyabb szintre csökkentés) a zajszennyezés kezelésében is egyre inkább alapvető jelentőségűvé válik. Ez indokolja, hogy látókörünkben kiemelt helyet kapjanak az egyszerű elméleti és gyakorlati hangtani ismeretek. [1]

Ennek a laboratóriumi gyakorlatnak a célja az, hogy felidézzük a hangtannal kapcsolatos legalapvetőbb fizikai ismereteket, és ezután néhány mérés elvégzésével betekintést nyerjünk a hang paramétereinek meghatározásának nehéz feladatába. Az elvégzendő mérési gyakorlatokat úgy állítottuk össze, hogy megismerkedjünk egy kézi mérőberendezés kezelésével, kövessük a könnyen elvégezhető mérési lehetőségek határait, majd néhány érdekes kérdés felvetésével és megválaszolásával betekintést nyerjünk az akusztika egyáltalán nem könnyű területére. [1]

## **2.2 A hangnyomás-amplitúdó, hangintenzitás, decibel**

A hang erőssége a közegben jelentkező nyomásingadozásoktól függ, melyeket a nyomáshullámok amplitúdójaként, azaz a hang nyomás-amplitúdójaként ismerünk. A hang intenzitása a nyomás négyzetével arányos, ennek okait később tárgyaljuk. Az emberi fül által érzékelhető legkisebb hangnyomás a hallásküszöb, míg a felső határ a fájdalomküszöb, ami már fájdalmat okozó hangnyomás. A hallásküszöb és a fájdalomküszöb közötti hangerősség-tartomány 12 nagyságrendet ölel fel, ami azt jelenti, hogy a leghalkabb, még éppen hallható hanghoz képest a leghangosabb, még éppen elviselhető hang 12-szer, azaz 10 billiószor erősebb. A hangintenzitás vizsgálatánál hasznos a nagyságrendek figyelése, mivel a biológusok szerint a fizikai

hang erőssége és az általa keltett érzet közötti kapcsolat exponenciális: ha egy adott hang tízszer erősebb, akkor az egységnyivel hangosabbnak érződik, a százszor erősebb kettő egységnyivel, az ezerszer erősebb pedig három egységnyivel hangosabbnak. Ennek formalizálására vezették be a decibel mértékegységet (dB), melyet Alexander Graham Bell-ről neveztek el, és amely követi az érzékelésünk skáláját. [1]

A decibel definíciója a következőképpen szól:

$$d = 10 * \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

ahol  $I_0$  a hallásküszöbnek megfelelő hangintenzitás, ami 1 kHz frekvenciánál  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>, és ennek megfelelő hangnyomása 20 µPa. Tehát a hallásküszöb, ahol a hangintenzitás éppen érzékelhető, 0 dB-nek felel meg. Egy ezerszer nagyobb intenzitású hang 30 dB, míg egy egymilliószor nagyobb intenzitású hang 60 dB értéket eredményez. Ez a mértékegység lehetővé teszi a hangok intenzitásának összehasonlítását egy olyan skálán, amely az emberi fül érzékenységét figyelembe véve logaritmikusan növekszik. [1]

### 2.3 A zaj élettani hatásai

A zaj egyedülálló típusú környezeti ártalom, mivel nem a hagyományos értelemben vett szennyező anyagok (például káros kémiai anyagok) jutnak be a szervezetbe, hanem az érzékelő szervünk, a hallás és az idegrendszeri feldolgozás túlterhelése jelenti a fő veszélyt. Ezáltal a zaj által kiváltott hatások különösen veszélyesek lehetnek, mivel közvetlenül az idegi folyamatokra hatnak, amely a zajhatást különbözteti meg minden más típusú környezetszennyezéstől. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által meghatározott kritériumok alapján a zaj által okozott káros hatásokat az alábbi hét fő kategóriába sorolhatjuk:

1. Halláskárosodás, ami tartós vagy ideiglenes hallásvesztéssel járhat.
2. A beszéd érthetőségének csökkenése, ami kommunikációs nehézségeket okoz.
3. Alvászavarok, amelyek az alvás minőségének romlásához vezetnek.

4. Fiziológiai reakciók, mint például a magas vérnyomás és egyéb stresszreakciók.
5. A depresszió és egyéb mentális betegségek kialakulásának növekedett kockázata, amelyek súlyosbíthatják a stressz által okozott problémákat.
6. A munkavégzés hatékonyságának csökkenése, ami csökkentheti az egyének produktivitását.
7. A viselkedési módok változása, például dühkitörések és agresszió, amelyek társas kapcsolatokra is kihatással lehetnek.[2]

### **2.3.1 Halláskárosodás**

A zaj halláskárosító hatása a legkönnyebben és legközvetlenebbül kimutatható hatásai közé tartozik. Azonban a maradandó zajhatás egy olyan jelenség, amelynek következtében, akár 40 óra pihenési idő után is, a hallásküszöb nem tér vissza az eredeti szintjére. Ez azt jelenti, hogy hosszabb idő alatt bekövetkező, tartós változások jelennek meg a hallásképességben, amelyek hosszú távú mérésekkel is kimutathatók. Ezek a változások tartós halláskárosodáshoz vezethetnek, ami különösen aggasztó, mivel a zajnak való kitettség gyakran elkerülhetetlen a modern élet számos területén.

A maradandó zajhatás különösen fontos azok számára, akik rendszeresen ki vannak téve magas zajszinteknek, például ipari vagy zajos munkakörnyezetben dolgoznak. Az ilyen munkahelyeken dolgozók számára az időszakos pihenés és védelem kiemelten fontos, hogy minimalizálják a halláskárosodás kockázatát. [2]

Ellentétben a maradandó hatással, az ideiglenes hallásveszteség esetében a hallás regenerálódhat a megfelelő pihenés és regenerációs időszakokon keresztül, a regeneráció mértéke pedig a pihenési idő hosszával összefüggésben állhat.2, A beszédérthetőség csökkenése [2]

A hallás csökkenése jelentősen megnehezíti a verbális kommunikációt és a környezetben való tájékozódást. Az összetett üzeneteket hordozó emberi beszéd érthetőségéhez legalább 15 dB különbség szükséges a zajszint és a beszéd szintje között, és a beszéd intenzitásszintjének legalább 50 dB-nek kell lennie. Ezek a

kritériumok kulcsfontosságúak annak érdekében, hogy az egyén hatékonyan részt vehessen a kommunikációban és képes legyen megfelelően reagálni a környezetből érkező hangokra. Az említett szabályok különösen hangsúlyosak a zajos környezetekben vagy olyan helyzetekben, ahol a hallás zavarható, és kiemelik a hallás védelmének és kezelésének fontosságát. A megfelelő hallásképesség fenntartása érdekében elengedhetetlen a zajterhelés minimalizálása és a hallásvédelmi intézkedések alkalmazása, különösen a munkahelyeken és más zajos környezetekben. Ez segíthet megelőzni a halláskárosodást és biztosítani, hogy az egyének képesek legyenek hatékonyan kommunikálni és biztonságosan tájékozódni a környezetükben. [2]

### **2.3.2 Zavart alvás**

Az alvás zavartságát már 30 dB-es zajszinttől kezdve lehet észlelni. A 35 dB-es zajszint már elhúzódó elalvási időhöz és felszínes alváshoz vezethet. Az ébresztő hatások következtében a pihenés és az alvás elveszíti regeneráló tulajdonságát, és a zajterhelés ideges reakciókat válthat ki. Ez hosszú távon egészségkárosodáshoz vezethet, mivel a folyamatos zajstressz negatívan befolyásolja a testi és lelki jólétet. Az állandó zajnak való kitettség krónikus stresszt, alvászavarokat, valamint kardiovaszkuláris problémákat okozhat, amelyek mind hozzájárulnak az általános egészségi állapot romlásához.

Ezek a szabályok kiemelik a zajszint és az alvás közötti szoros kapcsolatot, és hangsúlyozzák az optimális alvási környezet fenntartásának fontosságát az egyéni jólét és egészség érdekében. [2]

### **2.3.3 Fiziológias reakciók**

A zaj további egészségkárosító hatása a 60 dB vagy annál magasabb zajszinten jelentkezik. A zaj fiziológiai reakciókat kiváltó hatásának igazolása nehezebb feladat, mivel a vegetatív problémák általában több tényező együttes hatásának eredményeként jelennek meg. A zaj önmagában is jelentős stresszfaktor lehet, de gyakran más környezeti és életmódbeli hatásokkal együtt fejti ki káros hatását, ami megnehezíti a zaj

és a fiziológiai reakciók közötti közvetlen kapcsolat bizonyítását. Az ilyen összetett hatások felderítése és értékelése részletes és átfogó kutatásokat igényel. Ezek a megállapítások hangsúlyozzák a magas zajszintek hosszú távú egészségügyi kockázatait és a zajmentes vagy alacsony zajszintű környezet előnyeit az egyéni jólét és egészség szempontjából. A megfelelő zajvédelem és a csendes környezet fenntartása hozzájárulhat az optimális fiziológiai és mentális állapot eléréséhez. [2]

### **2.3.4 Depresszió és teljesítőképesség**

Tartós zajnak kitett környezetben az ember teljesítő- és koncentrálóképessége csökken. A folyamatos idegrendszeri túlterhelés miatt az egyén fáradtabb és kevésbé képes kreatív módon reagálni. A növekvő stressz további problémákat is okozhat, például depresszív állapotot, vagy kisgyermekeknél motivációcsökkenést és tanulási nehézségeket okozhat. Ezek a megállapítások aláhúzzák, hogy a zajmentes vagy alacsony zajszintű környezetnek jelentős szerepe van az egyén mentális és érzelmi jólétében, valamint a mindennapi funkciók hatékony végrehajtásában. A zajmentes területek fenntartása hozzájárulhat az optimális munkafeltételek megteremtéséhez és az életminőség javításához. [2]

### **2.3.5 Változások a viselkedésben**

Az 50-55 dB-es zajszint napközben még nem változtat szignifikánsan az emberek viselkedésén, nem váltja ki dühöt. Ha azonban ez a szint az esti órákban 10-15 dB-el alacsonyabb, tehát eléri a 40-45 dB-es szintet, akkor még nem zavarja az embereket. Ugyanakkor kimutatható, hogy az 80 dB-es zajszintnek kitett emberek viselkedése már jelentősen változik, és megfigyelhető, hogy agresszívebbek és kevésbé segítőkészek lesznek. Ezek az eredmények hangsúlyozzák a zajszint és az emberi viselkedés közötti kapcsolatot, és kiemelik a zajszint optimalizálásának fontosságát a pozitív és harmonikus közösségi kapcsolatok fenntartása érdekében. [2]

## **2.4 Az Európai Unióban működő szabályozások**

Az Európai Unió illetékes bizottsága is felismerte a környezeti zaj kezelésére vonatkozó politikai intézkedések hiányosságait, amikor 1996. novemberében közzétette a közösségi zajpolitikáról szóló úgynevezett „Zöld Könyv”-et. Ebben a dokumentumban áttekintették a korábban megvalósított intézkedéseket és azok hatásait. Az áttekintés során megállapították, hogy a korábbi szabályozási elv, mely szerint a környezeti zaj kezelése helyi kérdés, amit minden tagállam saját hatáskörében kezel, hozzájárult Európa fokozott zajterheléséhez, így a zaj problémája egyre súlyosabbá vált az Unióban. [3]

Az önkritikus helyzetértékelést követően a dokumentum ismertette azokat a lényeges lépéseket, amelyekkel a felgyülemlett problémákat kezelni lehet. Ezek részeként egy olyan keretszabályozás kidolgozására került sor, amely specifikus, kötelező előírásokat állapít meg a környezeti zaj kezelésére. E szabályozás részeként a 2002/49/EK irányelvet 2002. június 25-én fogadták el, melynek hivatalos kihirdetése 2002. július 18-án történt meg. [3]

Az új szabályozás kulcsfontosságú eleme, hogy az első lépésben úgynevezett stratégiai zajtérképek elkészítését írja elő a tagállamok számára. Ezek a térképek a következő területekre vonatkoznak:

- nagyvárosi agglomerációk
- jelentős forgalmú közutak
- jelentős forgalmú vasútvonalak
- jelentős forgalmú repülőterek.

A térképek célja, hogy ábrázolják a meglévő zajterhelés valós problémáit és konfliktusait, beleértve a zajszennyezés mértékének túllépését, a zajjal érintett lakosság és a zajra érzékeny intézmények, mint iskolák és kórházak helyzetét.



Tehát a probléma kezelésére és megoldására az úgynevezett „intézkedési tervet” kell készíteni, amely a létező kritikus helyzetek lehetséges megoldásaira és kezelésére összpontosít. [3]

Az Európai Unió tagállamaira vonatkozó irányelv előírja, hogy az adott szabályokat integrálják nemzeti jogrendjükbe, továbbá kötelező a megállapított kritériumok alapján stratégiai zajtérképek és intézkedési tervek készítése, amelyeket egy adott határidőn belül be kell nyújtaniuk a Bizottságnak. Az irányelv a célokat is meghatározza, amelyeket a végrehajtással kívánnak elérni. Fontos ezeket kiemelni, mert a végrehajtás sikeres lefolytatása elsősorban ezek figyelembevételével lehetséges. [3]

Így a Bizottság által meghatározott célkitűzések a következőképpen fogalmazhatók meg:

- Szükséges egy megbízható és összehasonlítható adatbázis létrehozása európai szinten, amely kifejezetten a környezeti zajterhelés mértékére koncentrál;
- Az irányelvet alapul kell venni a jelentősebb zajforrásokból származó zaj kezelésére vonatkozó meglévő közösségi intézkedések továbbfejlesztéséhez és új, rövid, közép- és hosszú távú stratégiák kidolgozásához;
- A környezeti zajszintekre vonatkozó adatok gyűjtése és összehasonlítása meghatározott, összehasonlítható kritériumok szerint történjen, és az információk széles körben elérhetőek legyenek a közvélemény számára.

Összefoglalva, bár Európa-szerte, így Magyarországon is a korábban alkalmazott módszerek nem bizonyultak hatékonnak egy átfogó, eredményes zajkezelési stratégia kialakításában, az új szabályozástól már jogosan várható el a hatékonyság. [3]

## 2.5 Stratégiai zajtérkép

A „zajtérképezés” terminus olyan módszert jelöl, amely egy meglévő vagy előre becsült zajállapotot mutat be az alábbi adatokkal:

- a „stratégiai küszöbértékek” meghaladásának eseteit jelzi (ezek nem határértékek, és nem szolgálnak hagyományos hatósági eljárások alapjaként),
- az adott terület zajhatásának kitett lakosságának számát,
- valamint azoknak a lakóhelyek számát, amelyek bizonyos zajmutató értékeknek vannak kitelve az adott agglomerációban vagy területen. [3]

Ez a megközelítés közösségi szintre emeli a környezeti zaj elleni védelmet, amely minden szereplőtől szemléletváltást igényel. Ha a szabályozás közösségi jellegű, akkor a keretszabályozásban vagy irányelvben megfogalmazott előírásokat egységesen kell alkalmazni Európa-szerte. A módszertan nem lehet „magyar” sajátosságokra korlátozva, hanem a rendelkezésre álló szabadsági fokokkal kell megfontoltan gazdálkodni. [3]

Az irányelv, teljesség igénye nélkül, a következő kereteket rögzíti:

- Meghatározza azokat a zajforrásokat, amelyeket figyelembe kell venni,
- Rögzíti a terhelési szintek kiszámításakor figyelembe veendő terepszint feletti magasságot (4 méter),
- Meghatározza a használandó indikátorokat, és további részleteket tartalmaz. [3]

Az irányelv és a magyar szabályozás is

- Az irányelv csak a jelentősebb zajforrásokat veszi figyelembe, ami összhangban van a jogszabályban korábban megfogalmazott célokkal.

- Az előállított adatállomány nagyobb területekre vonatkozik, és térségi problémákat kezel; bár az adatok kiegészíthetők, részletes akusztikai tervezésre ebben a formában nem alkalmasak. [3]

### 3.1.1 A stratégiai zajtérképek – általános jellemzői

1. Zajforrás-csoportok, amelyekre a zajtérképek elkészültek

- A jogszabályi előírásoknak eleget téve, a zajtérképek a következő forráscsoportok figyelembevételével készülnek:
- - közúti közlekedés által okozott zajterhelés,
- - vasúti közlekedés által okozott zajterhelés,
- - repülésből származó zajterhelés,
- - ipari létesítmények által okozott zajterhelés. [3]

2. A zajtérképek elkészítéséhez használt zajjellemzők:

- Az L den, azaz a napi zajszint,
- Az L éjjel, azaz az éjszakai zajszint.

Az L den értéke decibelben (dB) mérhető, és a meghatározásához a következő képletet kell alkalmazni:

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

- L napköz: Az MSZ ISO 1996-2 szabvány szerint meghatározott átlagos A-hangnyomásszint, amely az egy év során minden napközbeni időszakra (6:00 és 18:00 óra között) vonatkozik.
- L este: Az MSZ ISO 1996-2 szabvány szerinti hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint, amely az egy év során minden esti időszakra (18:00 és 22:00 óra között) érvényes.
- L éjjel: Az MSZ ISO 1996-2 szabvány alapján az egy év alatt minden éjszakai időszakra (22:00 és 6:00 óra között) meghatározott hosszú idejű átlagos A-hangnyomásszint. [3]

#### 4. A mintavételezési terület bemutatása

##### 4.1 A városszerkezet bemutatása

Gyál, amely egy dinamikusan fejlődő településként ismert Magyarországon, Pest megyében Budapest délkeleti részén helyezkedik el. A város kiváló elhelyezkedése, köszönhetően az M5-ös és M0-ás autópályák közelségének, valamint a fővároshoz való jó közlekedési összeköttetésnek, jelentősen hozzájárult Gyál gazdasági és infrastrukturális fejlődéséhez.



1. ábra  
Gyál város látképe [4]

Földrajzilag a település főként sík területen terül el. Gyál szomszédos településekkel, mint például Vecsés és Üllő, szoros kapcsolatban áll, ami lehetővé teszi számukra, hogy együttműködve alakítsák ki a térség gazdaságát és szolgáltatásait, beleértve az ipari, kereskedelmi, és lakossági szektorokat. A város városrendezési szerkezete sokféle: lakóterületek, ipari zónák, kereskedelmi központok és egyéb szolgáltatási területek alkotják. A helyi ipari parkok és üzleti zónák különösen népszerűek a kisebb vállalkozások körében, aminek köszönhetően jelentős mértékben hozzájárulnak Gyál gazdasági fejlődéséhez. Ezek a területek számos iparágat foglalnak magukba, mint például a logisztika és a gyártás, ezáltal gazdagítva a város gazdasági tevékenységeit.

Gyál infrastruktúrája is jelentősen fejlett, magában foglalva az oktatási intézményeket, egészségügyi létesítményeket és sportkomplexumokat, amelyek mind hozzájárulnak a város lakóinak magasabb életminőségéhez. Ezek a létesítmények nemcsak a helyi közösség számára nyújtanak szolgáltatásokat, hanem hozzájárulnak a város vonzerejéhez is, mind a lakosság, mind a vállalkozások számára.

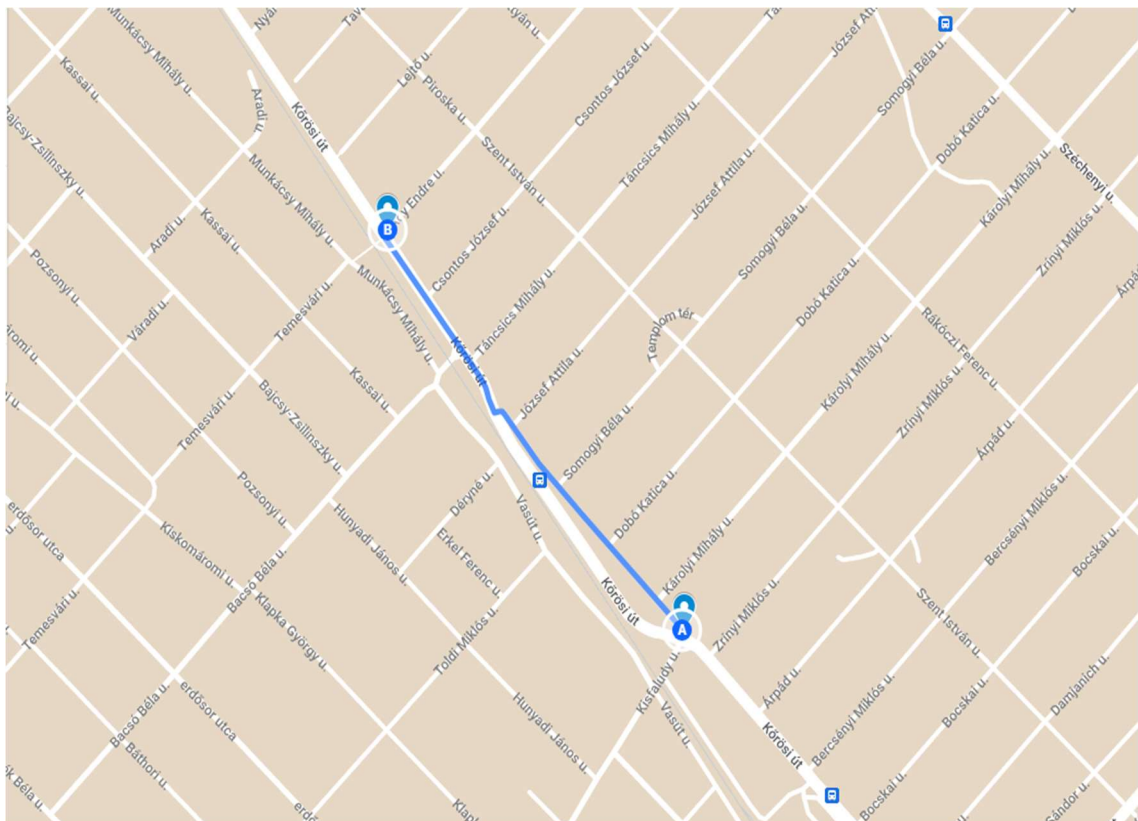
#### **4.2 A város közlekedési hálózata**

Gyál városa, mely a Budapest környéki agglomeráció részét képezi, fontos szerepet játszik a magyarországi közlekedési infrastruktúrában. A város közvetlen kapcsolatban áll az M5-ös és M0-ás autópályákkal, így biztosítva a gyors és hatékony közlekedést a főváros és a környező régiók felé. Ennek köszönhetően a város gazdasági tevékenysége és kereskedelmi forgalma is jelentősen profitál ebből a fejlett közlekedési infrastruktúrából.

A modern és jól karbantartott közlekedési hálózat mellett Gyál városa kínál a lakosoknak zökkenőmentes és biztonságos közlekedést a városi és regionális buszjáratok, valamint a vasúti kapcsolatok révén. Ezek a lehetőségek Gyált vonzó helyszínné teszik az ingázók és vállalkozások számára. Emellett a városban a gyalogos és kerékpáros útvonalak is hangsúlyt kapnak, elősegítve ezzel a fenntartható és

környezetbarát közlekedést, amely hozzájárul a város zöld és élhető jellegének fenntartásához.

Ugyanakkor, Gyál városának kerékpáros és gyalogos övezeteinek fejlesztése korlátozott mértékben, vagy egyáltalán nem valósult meg. Jelenleg hiányoznak a specifikusan a gyalogosok számára kialakított zónák, és a kerékpáros infrastruktúra is meglehetősen szűkös, csupán egy rövid biciklisávval rendelkezik.



2. ábra  
Gyál város kijelölt bicikli útvonala

Ez jelentős korlátozást jelent a kerékpáros és gyalogos közlekedés számára, és akadályozza a város közlekedési rendszerének fenntarthatóbbá és környezetbarátabbá

válását. A jelenlegi infrastruktúra hiányosságai miatt Gyálnak szüksége lenne további fejlesztésekre a gyalogosok és kerékpárosok biztonságának és kényelmének javítása, valamint az autómentesközlekedési módok ösztönzése érdekében. A városi tervezés ezen aspektusainak fejlesztése hozzájárulna Gyál élhetőségének és vonzerejének növeléséhez, valamint támogatná a fenntartható városi mobilitás elveit.

## 5.A felmérő alkalmazás és a kérdőív honlap bemutatása

### 5.1 A honlap bemutatása és annak működése

A kérdőíves honlapot melyet a szakdolgozatomhoz használtam egy korábbi egyetemes projektből kifolyólag már kifejezetten jól ismertem ezért nagyobb problémát nem jelentett annak bemutatása a kitöltőknek. Ezt a honlapot eredetileg egy korábbi ÓE AMK tanuló fejlesztette ki hasonló célokra, mint amit az én szakdolgozatom is vizsgál. A honlap egy letisztult felületet ad a felhasználóknak és egy kisebb útmutató elolvasása után szinte bárki neki tud állni annak kitöltésének. A bevihető adatok közé tartozik pl. irányítószám, kor, nem, közlekedési eszköz és ezen felül egyéb megjegyzést is hozzá lehet fűzni mely esetlegesen egyik korábbi kategóriába sem lett volna megfelelő. Ezekre az adatokra felül egy OpenStreetMap-es felületen sokszögeket lehet beilleszteni, amelyekkel a kérdéses területeket tudják megjelölni. A honlap mindenki számára elérhető az interneten viszont jelen pillanatban csak magyar nyelven használható.

A jelen kérdőív kitöltésével segíti az Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Kar Geoinformatikai Intézetében folyó a "Zajszennyezés mérése" című kutatás munkáját. Köszönjük, hogy segíti munkánkat!

#### Kérdőív kitöltése

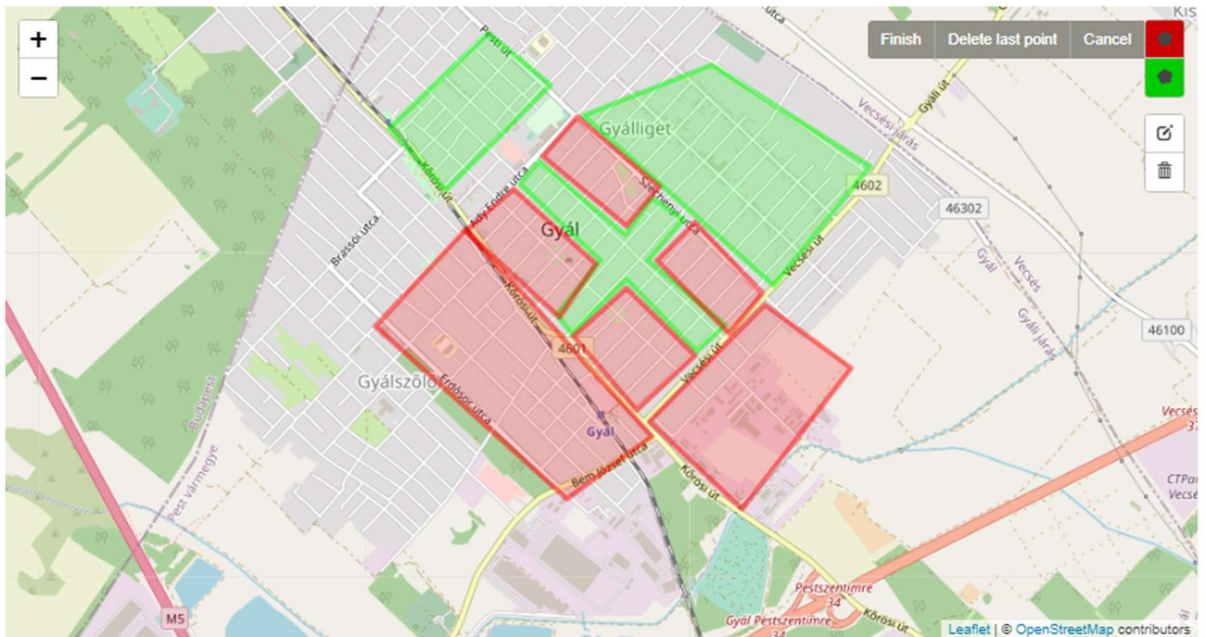
- Két fajta kérdés, Beviteli mezős és legördülő listás
- Üres beviteli mezőbe írja be választát a kérdésre
- Választós kérdés, rákattintva a válaszelehetőségre egy legördülő listát fog látni, melyek közül választhat

Irányítószám:   
 Életkor:   
 Neme:   
 Közlekedés:   
 Egyéb megjegyzés:

#### Térkép használata

- Mozgassa a térképet a vizsgálni kívánt településre.
- A piros ikonnal jelölje be az ön szerint Nagy zajos területeket területeket.
- A zöld ikonnal jelölje be az ön szerint Csendes területeket.
- Végül a "Kérdőív beküldése" gombra kattintva mentheti el a munkáját.





4. ábra

*Nyers feldolgozatlan adatokból létrejött ideiglenes térképTeszt poligon (Szemléltetés érdekében)*

### 5.3 A kiexportálható adatok

Az adatok, amiket a kérdőív adatbázisából ki lehet exportálni 9 féle kategóriába lehet sorolni.

Az elsődleges adatok közé sorolandó a Username vagy UserID mely a kitöltő sorszámát jelöli és amivel hozzálehet kötni az adott válaszokat egy bizonyos felhasználóhoz ez a feldolgozás szempontjából fontos.

A kiexportálás során megszerzett adatok között megjelenik a felhasználók által megosztott kor, nem és az, hogy mely közlekedési eszközt preferálják vagy használják a legtöbbet ezen kívül a kitöltőknek még lehetőségük volt arra is hogy egyéb megjegyzést is hozzátudjanak fűzni a kérdőívhez ezt a lehetőséget sajnos kevesen vették igénybe.



Ezen kívül még lementésre kerül a felhasználók által készített Poligonok melyekkel a „Hangos”, illetve „Csendes” területeket jelölték a Google Maps felületen.

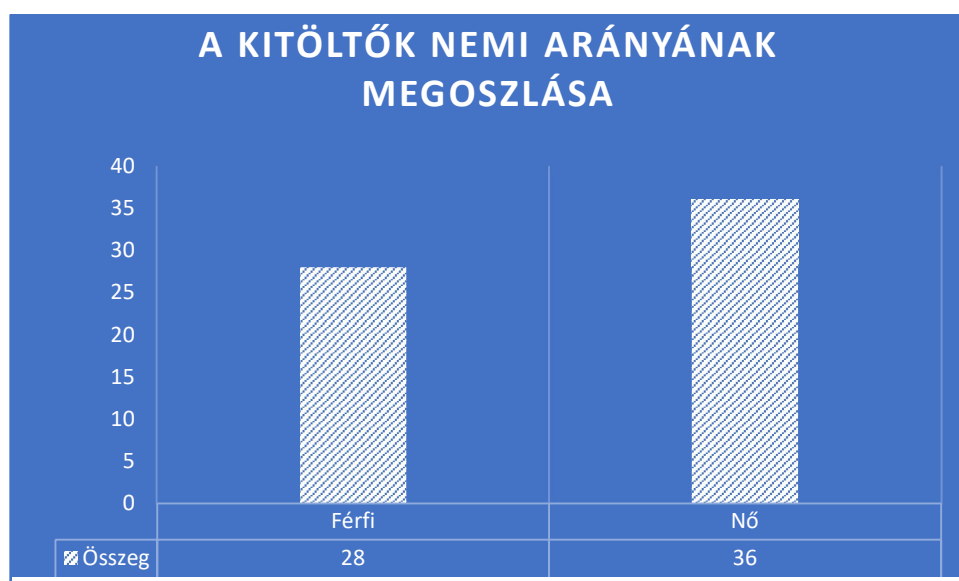
| user_Id | Kitöltés dátuma  | Ország | Irányítószám | Kor | Nem   | Közlekedési<br>Eszköz | Egyéb megjegyzés |
|---------|------------------|--------|--------------|-----|-------|-----------------------|------------------|
| 1       | 2023.08.08 20:06 | hu     | 2360         | 24  | Férfi | Kerékpár              |                  |
| 2       | 2023.08.09 20:46 | hu     | 2360         | 19  | Férfi | Kerékpár              |                  |
| 3       | 2023.08.13 10:17 | hu     | 2360         | 61  | Férfi | Gépjármű              |                  |
| 4       | 2023.08.16 10:03 | hu     | 2360         | 31  | Férfi | Gépjármű              |                  |
| 5       | 2023.08.25 8:58  | hu     | 2360         | 18  | Nő    | Tömegközlekedés       |                  |
| 6       | 2023.08.25 9:12  | hu     | 2360         | 48  | Férfi | Tömegközlekedés       |                  |
| 7       | 2023.08.25 9:33  | hu     | 2360         | 22  | Nő    | Tömegközlekedés       |                  |
| 8       | 2023.08.25 9:39  | hu     | 2360         | 22  | Nő    | Gyalog                |                  |
| 9       | 2023.08.25 9:51  | hu     | 2360         | 22  | Nő    | Gépjármű              |                  |
| 10      | 2023.08.25 12:28 | hu     | 2360         | 48  | Nő    | Gépjármű              |                  |

5. ábra  
Részlet a kiexportált adattáblából

## 6.A kérdőív elemzése

### 6.1 Statisztika

A kérdőívem résztvevőinek demográfiai adatai alapján megállapíthatjuk, hogy a 64 kitöltő személy kiegyensúlyozott nemek közötti megoszlást tükröz. Számszerűleg 28 Férfi és 36 Nő töltötte ki a kérdőívet. Kielemezve a kitöltők életkorát megállapítható, hogy az átlag 36 év környékére tehető. Ez a szám arra utal, hogy a kutatásba bevont



6. ábra

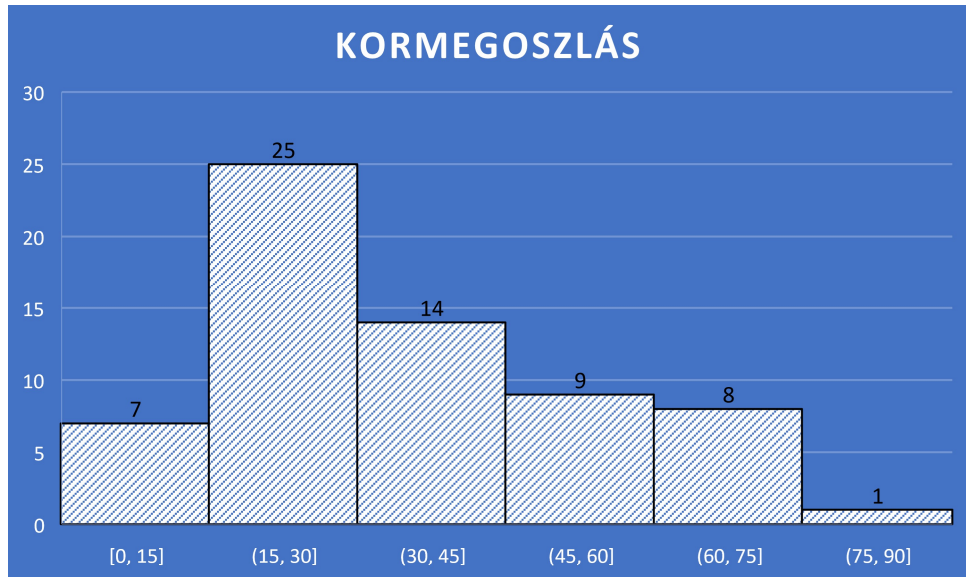
*A kitöltők nemi arányának megoszlása*

egyének különböző életszakaszokban vannak így nő az eredmények változatossága is. Kiemelném, hogy a legfiatalabb kitöltő egy 11 éves lány volt a legidősebb adatközlő pedig egy 82 éves hölgy volt.

Ezek alapján megállapíthatjuk, hogy a részvétel igen sokoldalú és sokrétű volt,

egyben a kérdőív témája több generációt is érdekelt. Az így kapott eredmények valószínűleg biztosabb és pontosabb képet adnak a vizsgált témáról. Összegezve a fentiek megállapíthatjuk, hogy a kitöltők széles skálája segíti számunkra, hogy átfogóan megértsük azokat az adatokat, tényezőket, amik a vizsgált jelenséget

befolyásolják, illetve általánosabb eredményeket is láthatóvá tesznek a különböző csoportokra nézve.



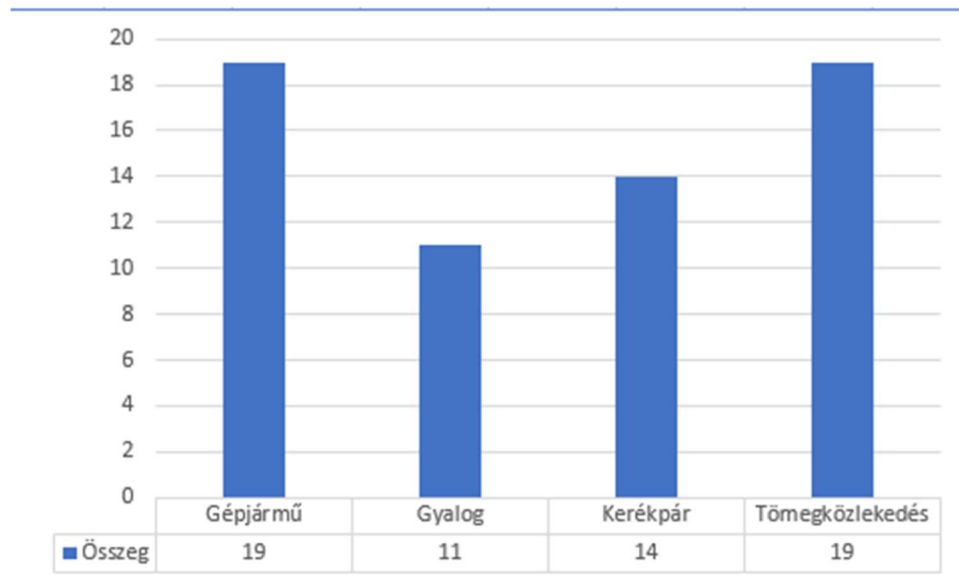
7. ábra  
A kitöltők kor alapú megoszlása

A kérdőív kitöltése révén mélyebb betekintést nyertem a válaszadók közlekedési szokásaiba. A válaszadók 30%-a, összesen 63 ember közül, a gépjármű használatát részesítette előnyben, vagyis ezt jelölte meg elsődleges közlekedési eszközként. Ez a csoport átlagéletkora 39.5 év körüli volt, többségük nőnemű.

A gyaloglást preferálók aránya 17.46% volt, ami 11 kitöltőt jelent. Ebben a csoportban az átlagéletkor 32.5 év volt. A kérdőív további kategóriái között szerepelt a kerékpár használata is, amelyet a válaszadók 22.22%-a, vagyis 14 ember választott, átlagéletkoruk 38 év körül mozgott. A tömegközlekedést választók aránya holtversenyben az első helyen végzett, 30%-os részesedéssel, az átlagéletkor itt 33 év volt.

Ez az adat azt mutatja, hogy a tömegközlekedés milyen népszerű Gyálon, ami a város tömegközlekedési infrastruktúrájának kiváló fejlettségére utal. A tömegközlekedési

lehetőségek széles skálája és sokszínűsége jelentősen hozzájárulnak a tömegközlekedés népszerűségéhez, mind a fiatalabb, mind az idősebb korosztály körében.



8. ábra  
Közlekedési eszközök megoszlása a kitöltők között

## 6.2 A térinformatikai szoftver bemutatása

Napjainkban a legelterjedtebb térinformatikai szoftvereknek a legismertebb alkalmazásai a QGIS és az ArcGIS. Az ArcGIS egy olyan térinformatikai program mely a hivatásos térképkészítőknek egyfajta alap program, főbb feladataikat ezen keresztül látják el.

Az ArcGIS mögött nagyon sok kiegészítő program áll, amik segítik a projekteket. Ilyen például az ArcMap ami az egyik legkönnyebben megtanulható és használható szoftver.

Ezen kívül még a legfontosabb kiegészítő alkalmazások közé tartozik az ArcCatalog, ArcScene és az ArcGlobe ezen alkalmazások mind a munkánk könnyebbségét segítik elő.

Az egyik leghasznosabb funkciója az ArcGIS-nek hogy képes hatalmas mennyiségű adatot kezelni az integrált Geodatabase révén.

A másik korábban említett szoftver a QGIS.

A QGIS egy olyan nyílt forráskódú, ingyenes program mely bárki számára elérhető. A program azok számára a legkelendőbb, akik érdekeltek a térinformatikában de mégsem professzionális szinten szeretnének abban tevékenykedni.

Egy mondatban talán úgy lehetne leírni a programot, hogy azok számára a legmegfelelőbb, akik a könnyed, egyszerű felhasználói felületet keresik, de eközben a hatékonyság is szempont számukra.

A QGIS képes kezelni többféle térképi adatot legyenek azok vektorosok vagy rácsosak.

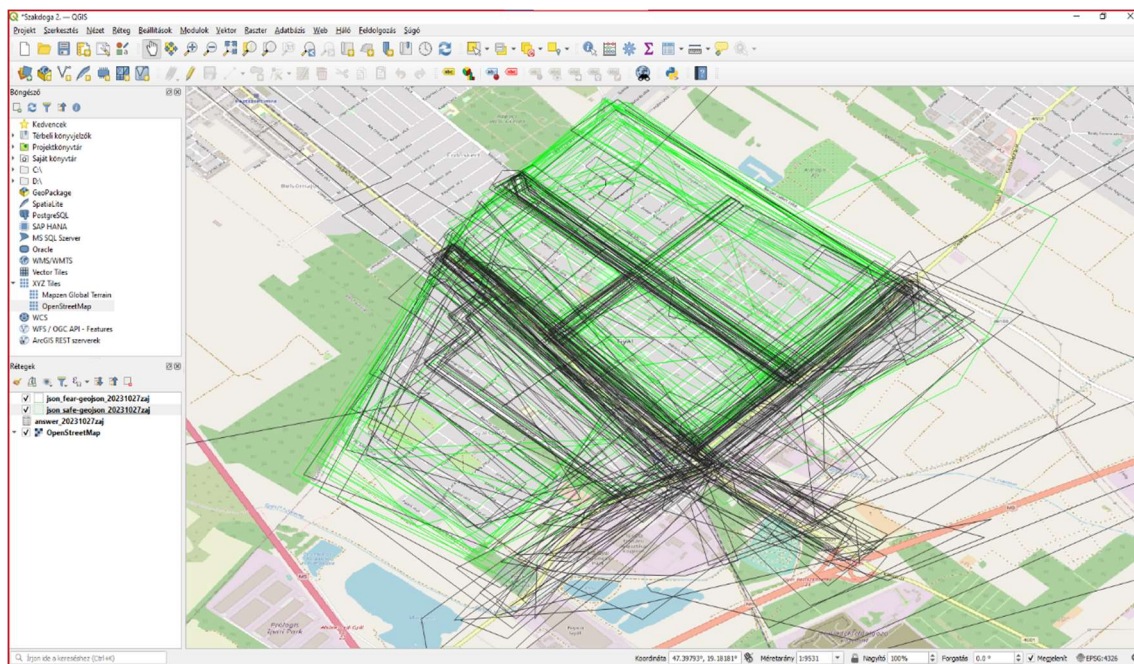
Az egyetemi tanulmányaim során kifejezetten sokat használtam az ArcGIS-t mind az egyetemi leadandók miatt mind pedig az egyéb projektek kapcsán. Azonban a feldolgozás napján végül a QGIS mellett döntöttem legfőképpen azért, mert ahogy az korábban említettem ez egy nyílt forráskódú, ingyenes program.

### **6.3 A geojson adatok feldolgozása**

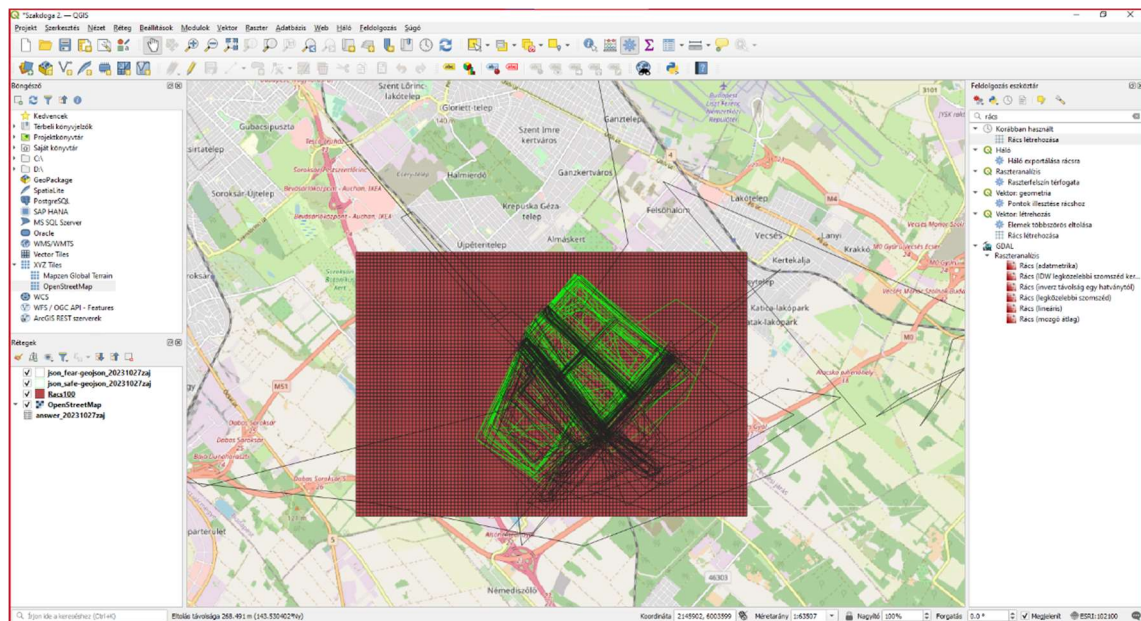
Az térképi adatok feldolgozásának első lépéseként a kérdőívből kiexportált GEOJSON fájlokat kezdtem el feldolgozni. Ezek azok a nyers térképi adatok melyeket az adatközlők „Rajzoltak” be a OpenStreetMap felületen.

Az egyik legfontosabb lépés melyet a tényleges feldolgozás előtt megtudunk csinálni az az, hogy egy Open Street Map-et beillesztünk/integrálunk a projektbe, hogy a nyers adatok kirajzolódását egyértelműsíteni tudjuk és hogy ezek értelmezhetőek legyenek.

Ez első ránézésre csak egy értelmezhetetlen adattömbnek tűnhet, de az igazság az, hogy már ennél a nyers képnél is igen szépen kirajzolódik Gyál zajérzetének helyzete. A fekete poligonok a „Hangos” míg a zöld poligonok a „Csendes” területeket jelzik.



9. ábra  
Nyers feldolgozatlan adatokból létrejött ideiglenes térkép



10. ábra  
Rácsháló létrehozásának eredménye

A feldolgozás következő lépéseként egy rácshálót hoztam létre. Ez a lépés azért fontos hiszen a feldolgozás során a „Zajos”, illetve „Csendes” területeket külön-külön kell kezelni. Ezért egy olyan felület létrehozása, amin a későbbiekben értékek alapján szelektálást tudunk létfontosságú.

Viszont ahhoz, hogy ezen a rácson belül a keresett értékeink értelmezhetőek legyenek, elsősorban egy leválogatást kellett megcsinálni.

A leválogatás első lépéseként a Fear\_geojson(„Zajos”) réteggel kezdtem. Itt az attribútum tábla megnyitása után egy új oszlopot szúrtam be, hogy minden „id.” -val rendelkező adathoz egy értéket tudjak párosítani. A „Zajos” területek leválogatásával kezdtem először. Ahogy az ábrán is látszik egy „darab” megnevezésű oszlopot szúrtam be a táblázatban melynek 1-es értéket adtam. Ez azért volt fontos, mert a spatial join funkcióval a rácsháló és a poligon rétegeket külön-külön összekapcsolom, és így a szoftver a leíró Darab alapján össze tudta adni az egymást fedő poligonok számát, így



volt olyan rács leíró Darab értéke alapján látható volt, hogy az átfedő poligonok száma 55 volt, de volt olyan is ahol ez a szám csak 1 volt.

Q json\_fear-geojson\_20231027zaj – Összes elem: 183, Leszűrt: 183, Kiválasztott: 0

abc id = abc

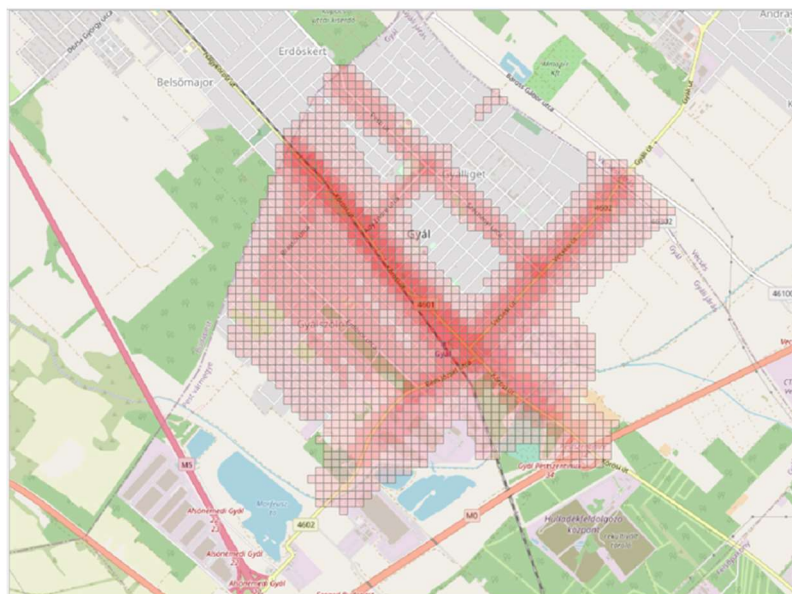
|    | id | type        | Darab |
|----|----|-------------|-------|
| 1  | 1  | fearPolygon | 1     |
| 2  | 2  | fearPolygon | 1     |
| 3  | 3  | fearPolygon | 1     |
| 4  | 3  | fearPolygon | 1     |
| 5  | 3  | fearPolygon | 1     |
| 6  | 3  | fearPolygon | 1     |
| 7  | 3  | fearPolygon | 1     |
| 8  | 6  | fearPolygon | 1     |
| 9  | 6  | fearPolygon | 1     |
| 10 | 6  | fearPolygon | 1     |
| 11 | 6  | fearPolygon | 1     |
| 12 | 7  | fearPolygon | 1     |
| 13 | 7  | fearPolygon | 1     |
| 14 | 7  | fearPolygon | 1     |
| 15 | 7  | fearPolygon | 1     |

11. ábra  
A Fear\_geojson táblázata

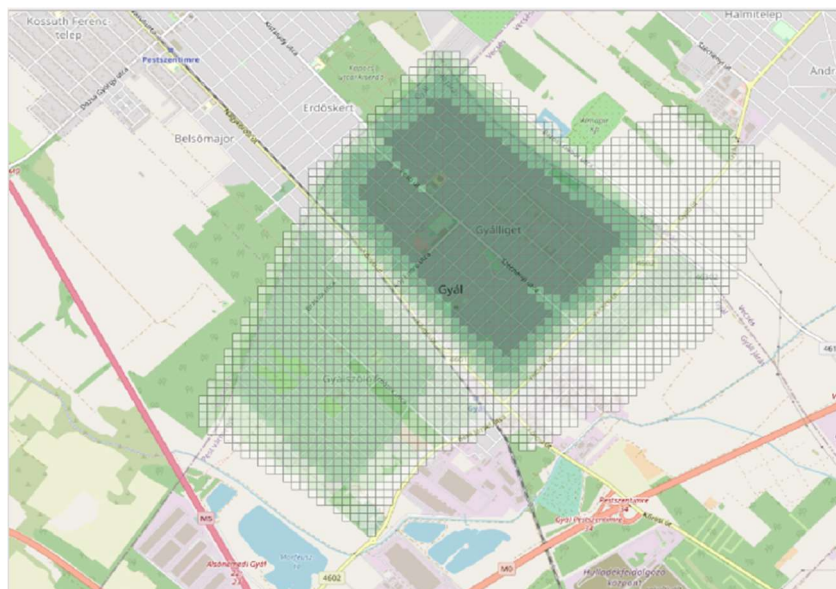
Az egyikben csak a „Zajos” a másikban pedig csak a „Csendes” értékek látszódnak. Ez a lépés azért volt fontos mert a későbbiekben ahhoz, hogy az attribútumokat hely alapján össze lehessen kapcsolni ezeknek az adatoknak egy értékkel kell, hogy rendelkezzenek. Az attribútumok összekapcsolása egy olyan algoritmus, amelynél egy bementi réteg alapján létrehoz egy új réteget, ami a bemeneti réteg további attribútumokkal kibővített változata. Itt a további attribútumok és azok értékei egy másik rétegből származnak. Az értékek kiválasztása térbeli feltételek alapján történik. Ez jelen esetben úgy tud teljesülni, hogy mind a „Zajos” mind pedig a „Csendes” rétegekhez 1, illetve 0-ás értéket kapcsolunk. Majd miután ez megtörtént a hely alapú



összekapcsolásnál megadjuk, hogy ezen értékek alapján a megadott rácson belül válogassa le ezeket külön-külön. Ennek a lépésnek az eredménye az, hogy 2 egymástól független zaj réteg jön létre



12. ábra  
Zajos területek a kitöltők szerint

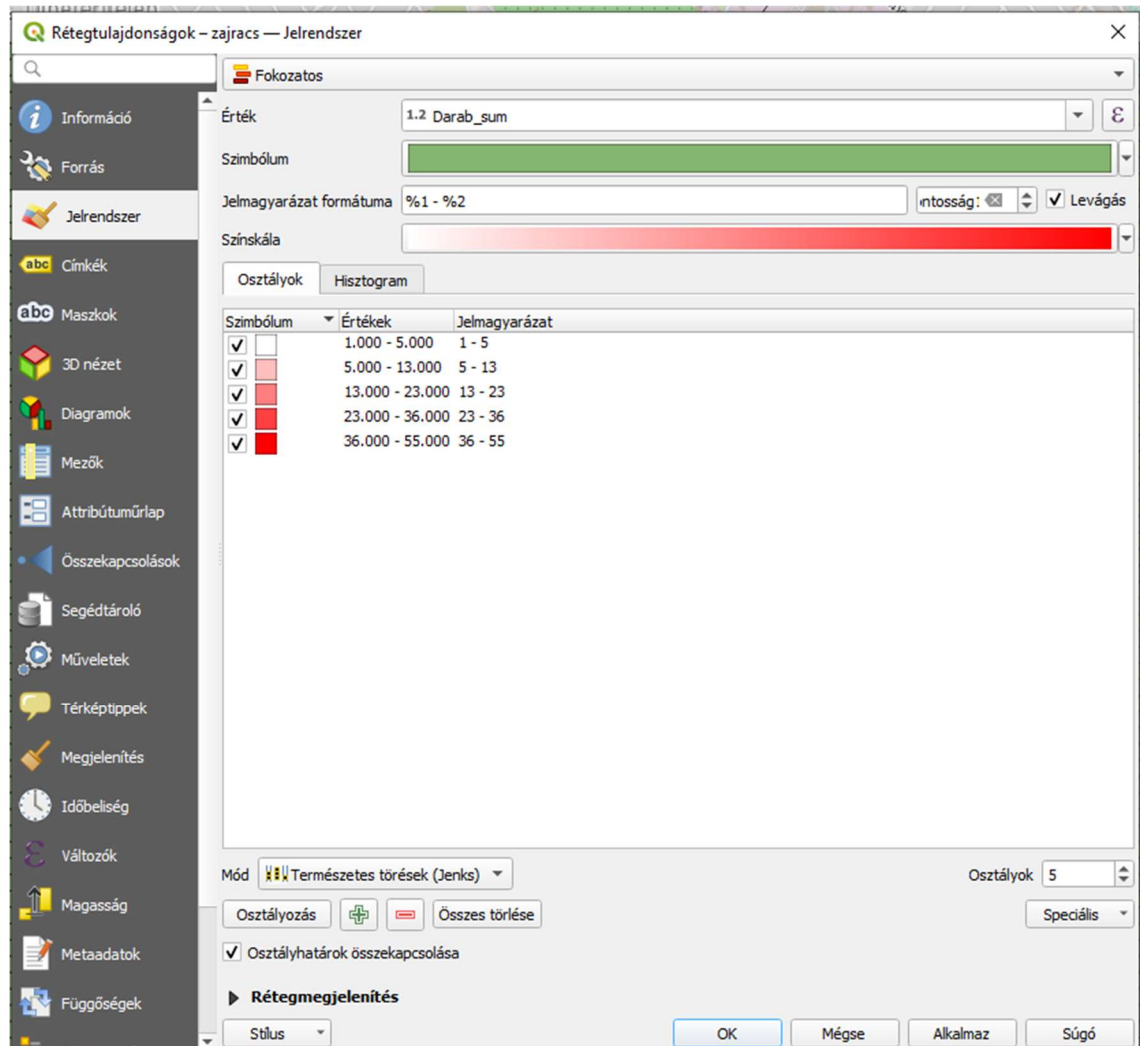


13. ábra  
Csendes területek a kitöltők szerint

Miután ezen új rétegek létrejönnek az átláthatóság érdekében ezek jelrendszeri tulajdonságait mindenképp formázni kell.

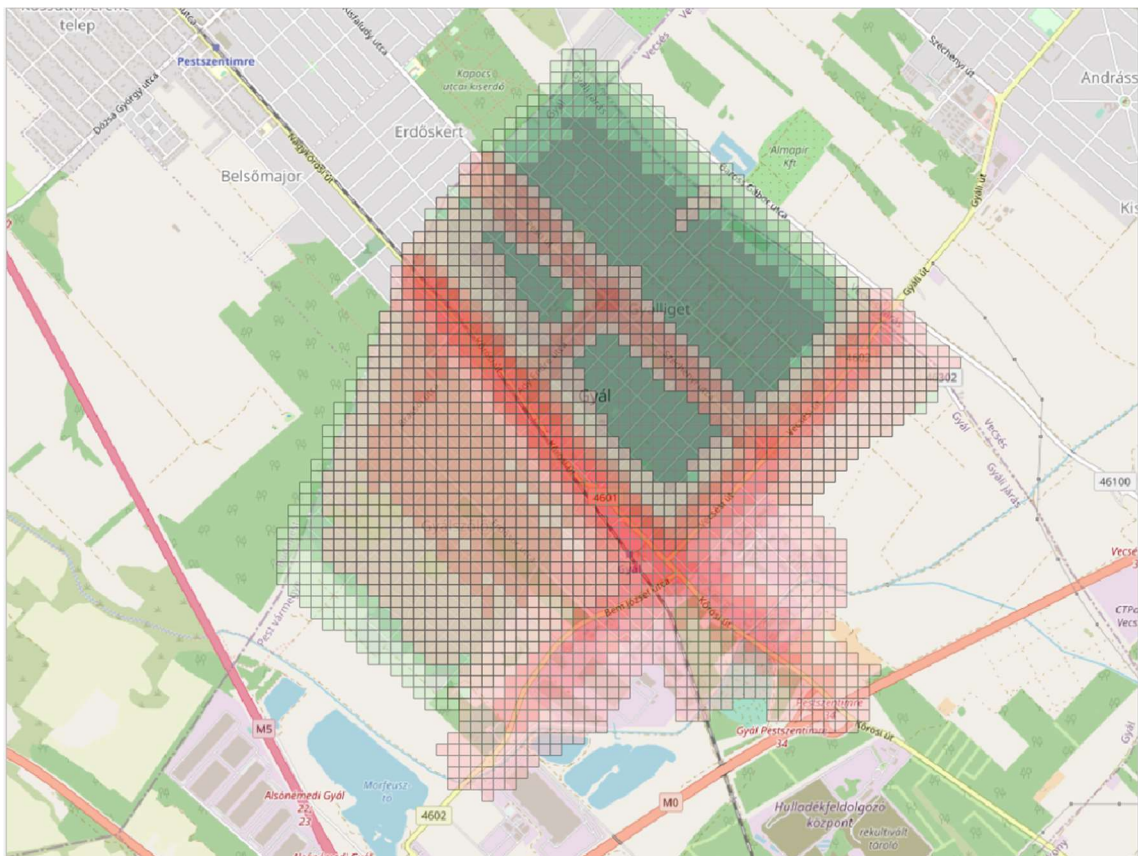
Ezt a rétegtulajdonságok menüponton belül a jelrendszer menüpontban lehet megtenni. Itt 5 osztályra bontottam az értékeket, hogy jobban értelmezhetőek és megjelenítés szempontjából informatívabbak legyenek az adatok.

Ezt a lépést mindkettő rétegnél fontos megtenni mivel ezeket a későbbiekben összefogjuk illeszteni.



14. ábra  
Jelrendszer beállítása

A végső lépés, amit még az első feldolgozási fázisban megkellett csinálnom az a két réteg egymáshoz illesztése. Ezzel a lépéssel kirajzolódik az a térkép melyet a mérési pontok meghatározásánál figyelembe kellett vennem.



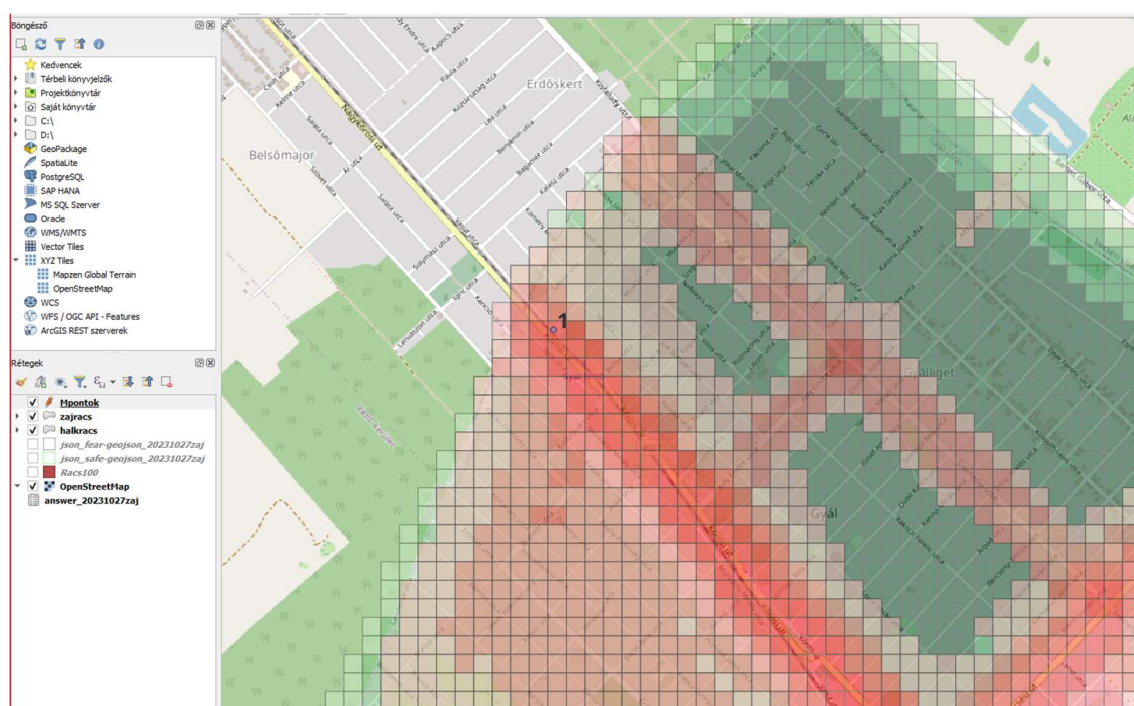
15. ábra  
Csendes és a zajos térkép egyesített verziója

Ahogy az a térképen is látszik nagyon szépen kirajzolódik egyes helyeken az, hogy a leghangosabbnak vélt területek nagy része a főutak mentén vannak vagy olyan területeket érintenek melyek valamiféle szolgáltatási vagy ipari egység mellett találhatóak.

A kertvárosi területek is nagyon szépen kirajzolódnak, ahol a forgalom a kisebb utcák miatt kevésbé olyan nagy mértékű. A legtöbb ilyen terület a város É-K részén található vagy ahogy a gyáliak mondják a város „Ezen részén”. A másik oldal az úgy nevezett „Vasúton túli” területnél nagyobbak az utcák és azok is jobb állapotúak ezért a forgalom nagyobb mennyiségben tud azon a területen keresztül folyni.

#### 6.4 Mérési pontok meghatározása

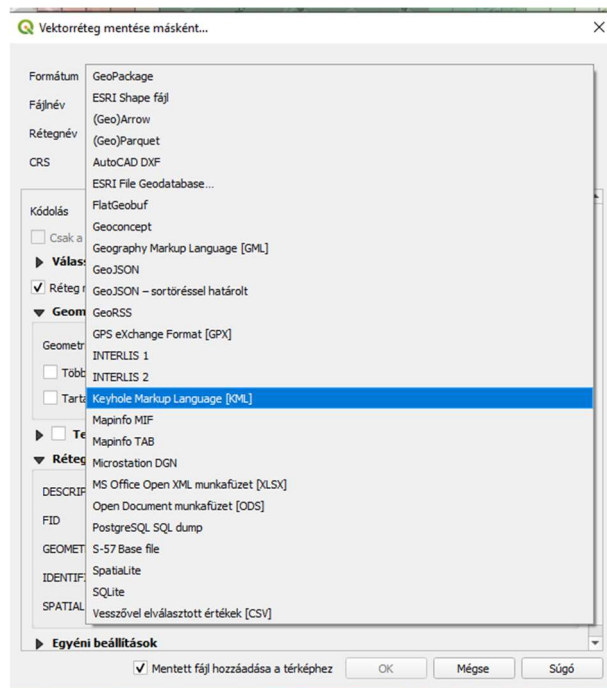
Az egységesített térkép elkészítése után szükségem volt mérési pontokra annak érdekében, hogy hatékonyan össze lehessen vetni az adatközlők által meghatározott területeket a tényleges mérés adatokkal. A mérési pontok elhelyezésénél törekedtem arra, hogy azokat város szerte minél egyenletesebben helyezzem el. Ezt a feladatot a QGIS „Pontelemek hozzáadása” elnevezésű funkciójával hajtottam végre, melynek eredményeképp összesen 48 pont került kijelölésre ez a szám a későbbiekben redukálódni fog miután a tényleges mérésnél arra a következtetésre jutottam 2 pont kapcsán, hogy feleslegesek.



16. ábra  
Mérési pontok elhelyezése az Open Street Mapon

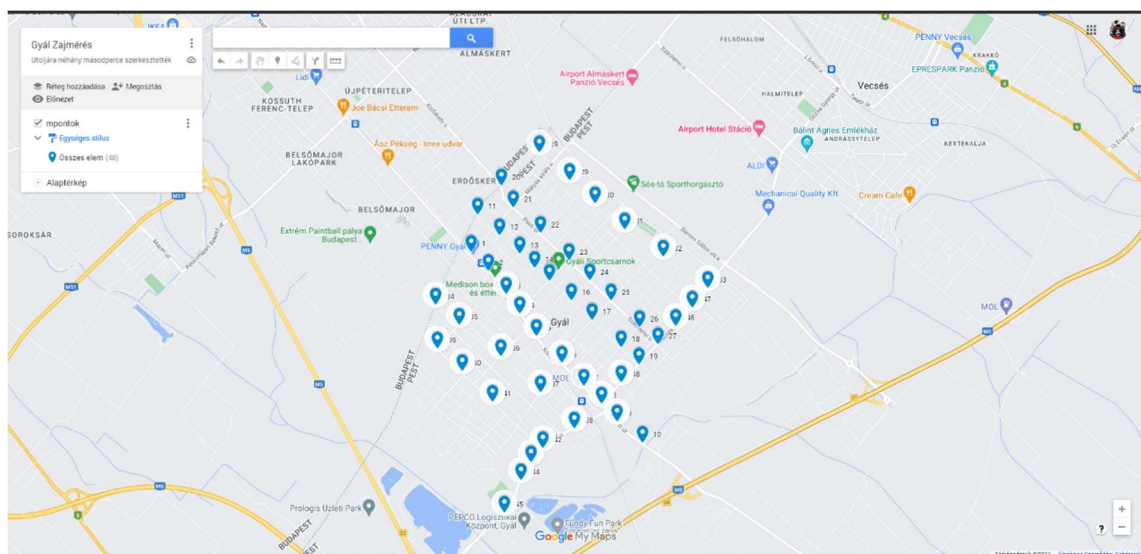


A mérési pontok meghatározása után elengedhetetlen volt azok koordinátáinak exportálása annak érdekében, hogy a terepen ezeket pontosan lokalizálni lehessen.



Ezt egy egyszerű de mégis hatékony módon az Exportálás funkcióval ejtettem meg melynek segítségével Keyhole Markup Language(KML) formátumban hozzájutottam a számomra szükséges adatokhoz. Az exportálás után a KML fájlt a Google Maps segítségével egy egyéni térkép létrehozásánál használtam fel. Ez lehetővé tette a pontok egyszerű és áttekinthető felhasználását.

18. ábra  
KML fájl exportálása



17. ábra  
Az egyéni térkép Google Mapsen

A Google Maps intuitív felülete révén könnyedén megtekinthettem a mérési pontok valós helyzetét, lehetővé téve a mérés szemléletesebb kialakítását. Ezáltal a létrehozott térkép számomra nem csak informatív, de vizuálisan is könnyebben értelmező volt ezzel segítve a területek közötti összehasonlítást és értelmezést.

## **6.5 Mérési eszközök bemutatása**

A mérést 2 féle eszközzel és 1 szoftverrel végeztem az egyik egy professzionális Testo 816-1-es Sound Level Meter a másik pedig egy mezei Androidos telefon melynek típusa Xiaomi redmi note 11 a felmérést végző applikáció neve pedig Noise Capture.

### **6.5.1 Testo 816-1**

A Testo 816-1 zajszintmérő ideális eszköz az ipari és gyártási környezetekben végzendő precíz decibelmérésekhez de akár ilyen kisebb projektekhez is használható, mint például az én szakdolgozatom. Kiemelkedően alkalmazható például az ipari gépek zajkibocsátásának ellenőrzéséhez, és hasznos eszköz lehet akár rendezvényeken vagy eseményeken is, ahol fontos lehet a zajszint meghatározására és ellenőrzésére.

A műszer egyértelmű és egyszerű kezelhetősége lehetővé teszi, hogy a felhasználó könnyedén beállítsa a kívánt mérési paramétereket, mint például az időbeni kiértékelést, frekvenciát, mérési tartományt, MAX/MIN rögzítés.

Az időbeni kiértékelést könnyedén állíthatjuk lassú (1 mérés/másodperc) vagy gyors (125 mérés/millisekundum) üzemmódra a SLOW/FAST gomb segítségével. A SLOW kiértékelést jellemzően lassan változó zajokhoz, mint a például folyamatos zúgó gépekhez ajánlják, míg a FAST üzemmódot a gyorsan változó zajoknál érdemesebb használni, mint például a közlekedési eszközökből származó zajok vagy mondjuk az építőipari gépekből származó zajok vizsgálatánál.

A frekvencia szintű kiértékeléséhez használhatjuk az A/C nyomógombot.

Az A frekvencia az emberi fül által érzékelhető zajok mérésére szolgál. Ha a vizsgálandó zaj alacsonyabb frekvenciájú abban az esetben a C frekvenciájú kiértékelést érdemesebb választanunk. A feladatom során én az A frekvencia kiértékelési módban végeztem a zajmérést.

A mérési tartományok gyors váltását a LEVEL gomb segítségével hajthatjuk végre. A műszer 30 és 130 dB közötti tartományban mér, és a LEVEL gombbal választhatunk különböző mérési tartományokat, például 30-80, 50-100 vagy 80-130 dB között. Az Auto Range funkció automatikusan beállítja a mérési tartományt a mért zajszint alapján.

A MAX/MIN gomb segítségével rögzíthetjük a műszer által mért legalacsonyabb és legmagasabb zajszinteket. Ezt a módot akkor érdemes használni, ha egy Medián értéket szeretnénk kapni. A mérés befejezése után a gomb újbóli megnyomásával először a legmagasabb értéket (MAX), majd ismételt gombnyomással a legalacsonyabb értéket (MIN) jeleníti meg az eszköz, ezek olyan értékek melyeket az eszköz az üzemmód bekapcsolása óta rögzített. [5]



19. ábra  
Testo 616-1 professzionális mérőműszer [6]

### 6.5.2 A Xiaomi Redmi Note 11



20. ábra  
Xiaomi Rednmi Note 11 [8]

A Xiaomi által kínált kiemelkedő zajszűrő technológia és magas érzékenységgű mikrofonok jelentősen hozzájárultak a mérési eredmények pontosságához. Ezek a mikrofonok nemcsak a zajszűrést biztosítják, hanem a finom hangrészletek érzékelésében is kiemelkednek, így még a legkisebb hangokat is képesek tisztán rögzíteni. Ez a telefon a modern hangfeldolgozási funkcióival, mint például a fejlett algoritmusok és a kiváló minőségű audio hardverek, ideális eszköz volt a mérésekhez. A Xiaomi ezen modelljének egy másik előnye a hosszú üzemidő és a gyors feldolgozási képesség, ami lehetővé teszi a folyamatos és megbízható adatrögzítést hosszabb időn keresztül. Továbbá, a telefon kiváló csatlakoztathatósága, mint például a gyors Wi-Fi és a Bluetooth kapcsolat, segítséget nyújtott az adatok könnyű és gyors átvitelében. Ezek a tulajdonságok mind hozzájárultak ahhoz, hogy ez a készülék kiválóan alkalmas legyen a precíz hangmérések elvégzésére, és így a Xiaomi ezen modellje egy megbízható és hatékony eszköz lett a mérések során.[8]



### 6.5.3 Noise Capture

A Noise Capture egy ingyenesen letölthető alkalmazás, ami a Play áruházból érhető el. Ez az alkalmazás a telefon belső mikrofonját használja a környező zajszint mérésére. A mikrofon alakú gomb megnyomásával indíthatjuk el a mérést ezután pedig egy négyzet alakú gomb jelenik meg a képernyő alján, illetve egy Pause gomb. A Pause gomb egyértelműen a mérés ideiglenes megállítását tudja eredményezni míg a képernyő bal alján található négyzetes gomb a későbbi mérés leállításához használhatjuk miután egy méréssel végeztünk. A mérés leállítása után egy Description menüpont jelenik meg számunkra mellyel egy leírást adhatunk meg az adott pontnak. De az alkalmazás professzionális kiépítettsége miatt arra is van lehetőségünk, hogy a mérési környezetet leírjuk például megadható, hogy a teszt milyen Weather Condition-ben lett létrehozva (pl. Test, Indoor, Rain, Wind) illetve a hang típusát is meg lehet adni (pl. Eső, állathangok, ipari, riasztó stb.). Miután megadtuk az általunk preferált leíró adatokat ebben a menüpontban eldönthetjük, hogy megtartjuk-e az adott ponton mért adatokat vagy sem. Ezt a Delete illetve Valid gombokkal tehetjük meg.

Amennyiben úgy döntöttünk, hogy a mért pont és leírás számunkra megfelelő akkor a Valid gomb megnyomása után az applikáció megjeleníti számunkra a mért adatokat és azok statisztikáit. Az applikáció egyik legjobb funkciója a beépített Open Source Map, ami alapján látjuk az általunk mért pontok lokációját és azok értékeit kifejező színeket.

A méréseket az applikáció felhő alapú szolgáltatás útján tárolja, de van lehetőség manuális kiexportálásra is. A manuális kiexportálás tapasztalatom szerint sokkal több nehézséget okoz, mint a felhő alapú adatok elérése. Ennek a fajta kiexportálásnak a legtöbb értelme talán akkor van, ha csak kevés helyszínen történt tényleges mérés és nekünk csak azokra a pontokra van szükségünk.

A felhő alapú tárolást amennyire könnyű elérni annál nehezebb leválogatni hiszen az alkalmazás azzal, hogy feltölti az adatainkat egy tömbösített mappába kerülnek be azok.

Ezek a Mappák országokra szétbontva elérhetőek. A Hungary mappát elérve városokra bontva találhatóak meg az adatok. Ha az embernek mázlija van akkor a saját városában csak a saját adatait fogja megtalálni. Viszont amennyiben kevésbé szerencsés a szituáció akkor a környező kisebb falvak, városok adatai is belekerülnek az állományába. Így jártam én is hiszen érdekes módon a Liszt Ferenc Repülőtér területén mért adatok is az én gyáli állományomba kerültek be. Ezek leválogatása a saját térképemről kisebb nehézségeket azért okozott, de semmi olyat, amit ne lehetett volna viszonylag hamar megoldani.

## 7.A mérés és annak eredményei

### 7.1 A mérés megvalósítása

2023.11.16-án miután sikeresen kiexportáltam az általam meghatározott mérési pontokat a QGIS programból és azokat beillesztettem egy általam létrehozott Google Maps egyéni térképbe, igyekeztem a lehető leghamarabb neki állni a tényleges mérésnek. Ennek a megvalósítására másnap került sor, amikor is 11.17.-én péntek reggel megindultam a térkép adott pontjai mentén.

11.17.-én kifejezetten hűvös helyenként szemerkélős időjárás fogadott mely sokban megnehezítette a mérési folyamatot.

Először a hozzám legközelebb eső 28.-as ponttal kezdtem mely a Kacsóh Pongrác utca és a Gárdonyi Géza utca sarkán található. Mivel ez volt az első pont ezért itt ütköztem az első nehézségekbe. Az egyik legszembetűnőbb probléma az a két rögzítő eszköz egyidejű használatában jelent meg. Tekintve, hogy a telefonos applikációt kifejezetten könnyű volt használni addig a Testo 816-1-os műszert annál nehezebb volt. A mérés során segítségemre volt a mennyasszonyom, aki az általam mért adatokat egy A4-es lapra felírva rögzítette. Mivel az alkalmazás alapjáraton is rögzítette a méréseket, hivatalosan nem lett volna szükség a papír alapú rögzítésre viszont a két eszköz által mért adat összehasonlításának érdekében így volt a legegyszerűbb.

Mivel Gyál egy nem túl terebélyes város a maga kis 24.95 négyzetkilométerével viszonylag hamar megtudtuk mérni a kívánt adatokat az adott pontokon.

Miután a mérés megtörtént egy konzultáció után a mérést követően 1 héttel

kiértékeltem azokat a QGIS program segítségével.

Fontos megjegyezni azt, hogy a különböző telefonok esetében a zajszintmérés eredményei jelentősen különbözhetnek attól függően, hogy milyen típusú hangérzékelő modul található a telefonban, illetve egyes telefonok érzékenyek lehetnek arra, ha a felhasználó a közvetlen közelében tartózkodik és ezzel a mérési eredmények is hangosabbak lehetnek a ténylegesnél. Ezért igyekeztem a telefont minimum 50-60 centiméterre tartani magamtól a mérések során.

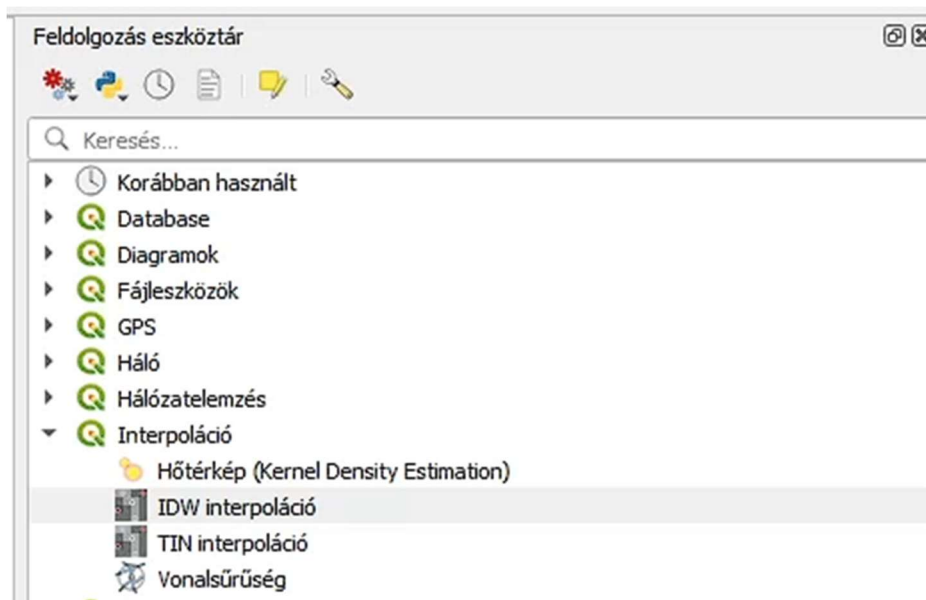
## 7.2 Az Eredmények és annak feldolgozása

Decemberben kezdtem hozzá a mért adatok feldolgozásához és kiértékeléséhez. A munka során az első érdekes megfigyelésem az volt, hogy a mérések egy részét végző mobilalkalmazás több mint 1878 adatpontot rögzített. Ez a szám a már kiválasztott adatokra vonatkozik, ami azt jelenti, hogy átlagosan egy helyszínen 40 különböző mérést végzett a telefon, és ezekből készített átlagot, amelyet később a Result oldalon jelenített meg. Emellett a felhőalapú tárolóba egy olyan fájlt töltött fel, amely mindegyik mérési adatot tartalmazta.

TelóHang — hungary\_pest\_gylpoints – Összes elem: 1878, Lészűrt: 1878, Kiválasztott: 0

|    | pk_track | time_ISO8601              | time_epoch    | time_gps_ISO8601          | time_gps_epoch | noise_level | speed | or |
|----|----------|---------------------------|---------------|---------------------------|----------------|-------------|-------|----|
| 7  | 490270   | 2023/11/17<br>10:40:57+01 | 1700214057000 | 2023/11/17<br>10:40:57+01 | 1700214057000  | 37.219288   | 0     |    |
| 8  | 490270   | 2023/11/17<br>10:41:03+01 | 1700214063000 | 2023/11/17<br>10:41:03+01 | 1700214063000  | 37.235184   | 0     |    |
| 9  | 490270   | 2023/11/17<br>10:40:52+01 | 1700214052000 | 2023/11/17<br>10:40:52+01 | 1700214052000  | 37.308884   | 0     |    |
| 10 | 490270   | 2023/11/17<br>10:40:56+01 | 1700214056000 | 2023/11/17<br>10:40:56+01 | 1700214056000  | 37.321762   | 0     |    |

21. ábra  
Részlet az applikációban rögzített adattáblából

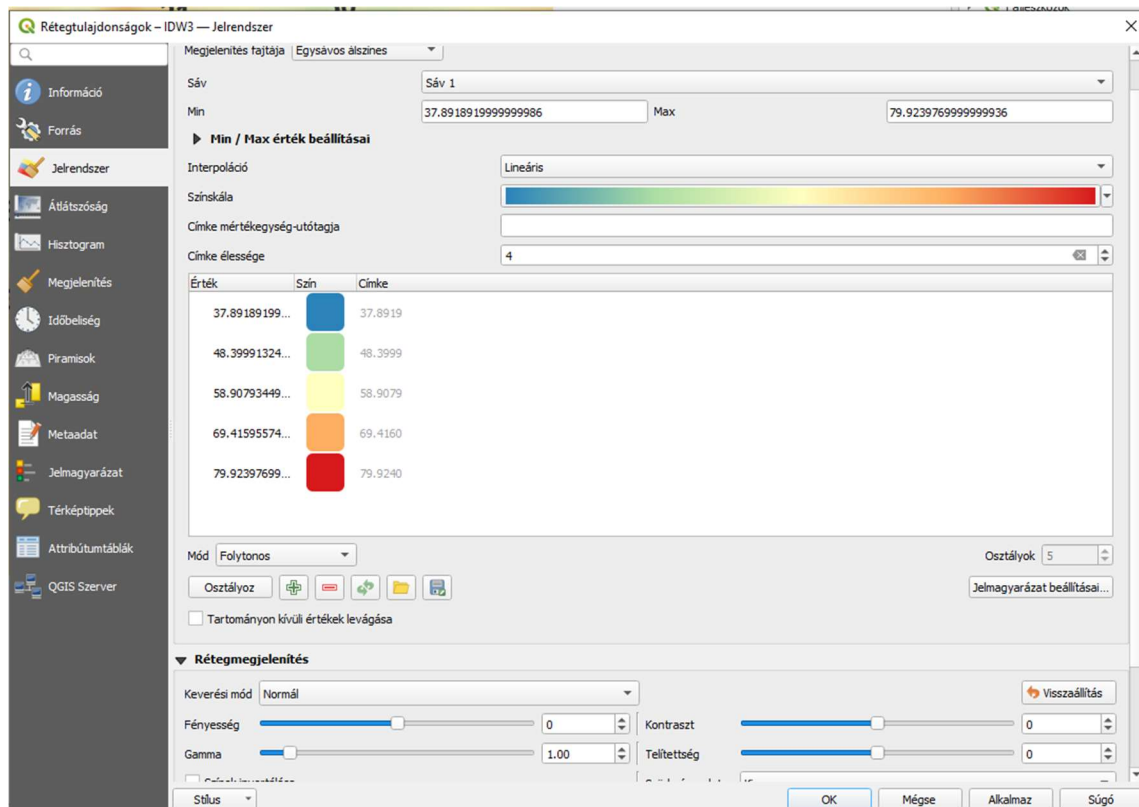


22. ábra  
Feldolgozási eszköztár

Az elsődleges cél az volt, hogy egy IDW (Inverse Distance Weighting) interpolációt hozzunk létre egy pont-vektor réteg alapján. Ez az eljárás úgy működik, hogy az újonnan létrehozott pontokhoz a környező pontok hatását a távolságuk alapján csökkenti, így biztosítva, hogy a közelebbi pontok nagyobb befolyással bírjanak.

A megfelelő beállításokat követően sikerült egy jól működő interpolációt létrehozni, amely után már csak a megjelenítés finomhangolása maradt hátra. Ebben a fázisban az egyszávos álszínes megjelenítés mellett döntöttem. Miután ez készen állt, a következő lépés egy megfelelő színskála kiválasztása volt, ami alapján a program az adatokat színekhez rendeli. Itt a spektrális színskála mellett döntöttem, ahol alapértelmezés szerint a piros szín a legalacsonyabb, míg a kék a legmagasabb értéket jelöli. Azonban a jobb szemléltetés érdekében fontos volt megváltoztatnunk ezt a beállítást, szerencsére a rendszer lehetővé tette számunkra, hogy az értékek palettáját invertáltjuk.

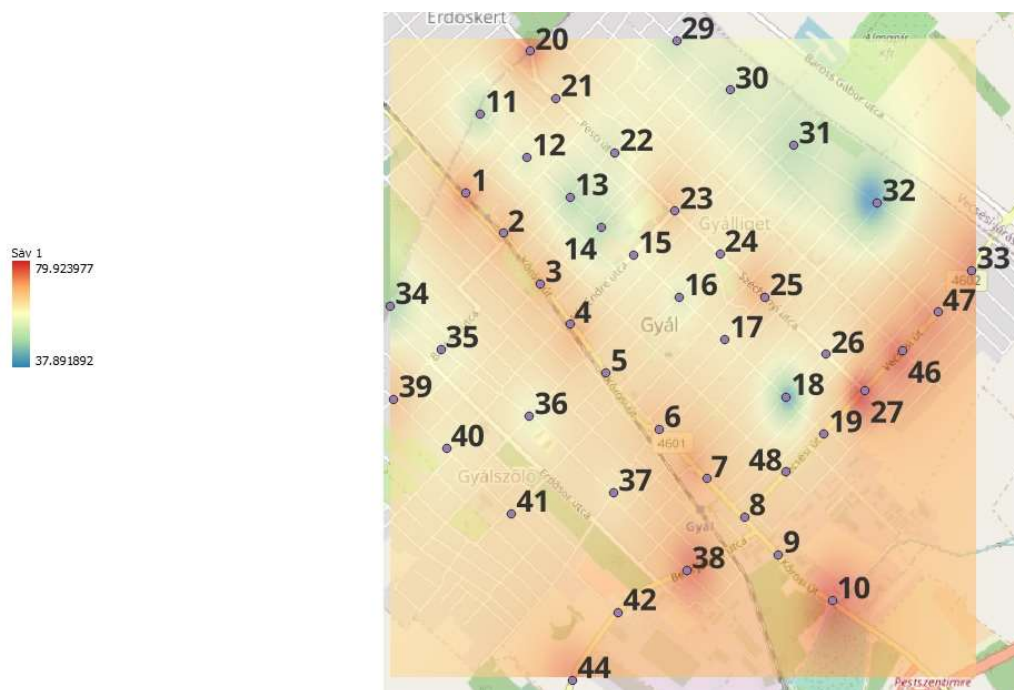
Ez a lépés javította a térkép olvashatóságát és segített a felhasználóknak könnyebben értelmezni a különböző adattartományokat. Továbbá, a színskála finomhangolásával biztosítottuk, hogy a térkép még pontosabban tükrözze a területi adatokat, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy részletesebben elemezzék és értelmezzék az adatokat.



23. ábra  
Jelrendszer tulajdonságainak beállítása

A bemutatás során egyik fő kihívásunk az volt, hogy több mint 1800 mért adattal kellett dolgoznunk, ami megnehezítette a hagyományos diagramok használatát a megfelelő ábrázolás tekintetében. Emiatt úgy döntöttünk, hogy az elérhető lehetőségek közül a legtöbb információt nyújtó megjelenítési módszert választjuk. Ezenfelül kiemelt figyelmet fordítottunk arra, hogy a kiválasztott megjelenítési forma könnyen érthető és áttekinthető legyen, miközben pontosan tükrözi az adatok bonyolultságát. Továbbá arra törekedtünk, hogy a megjelenítési módszer lehetővé tegye a részletes adatelemzést, így

a felhasználók mélyebb betekintést nyerhessenek az adatok mögötti tendenciákba és mintázatokba.



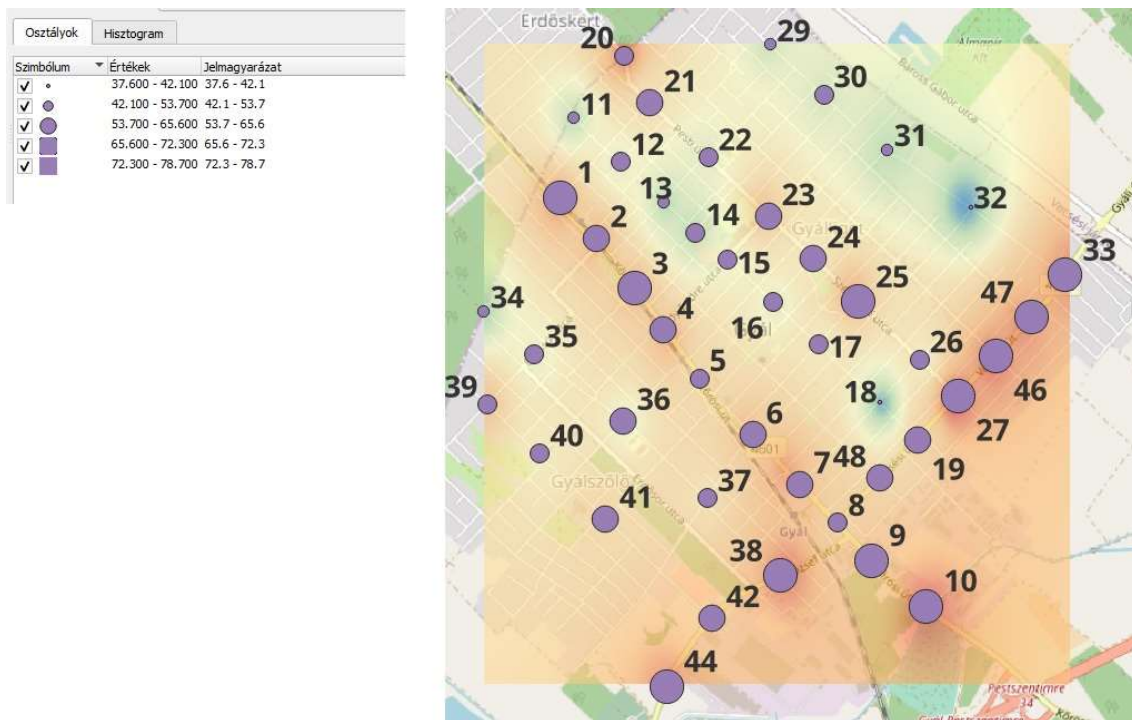
24. ábra

*Telefonos applikációból származó adatok alapján készült zajtérkép*

A térkép elkészítése során először a telefonokkal gyűjtött adatokat dolgoztuk fel, amelyek már önmagukban is értékes információkat szolgáltatottak a vizsgált területek forgalmi viszonyairól. Ezután hozzáadtunk a műszeres mérések adatainak feldolgozásához, amelyek további mélységet és részletességet adtak a kutatásunknak. A legegyszerűbbnek az tűnt, ha a már meglévő, telefonos adatokból készített térképen ábrázoljuk a műszeres értékeket. Ebben a fázisban a korábban meghatározott mérési pontokhoz kézzel rendeltük hozzá a műszerrel mért adatokat, amelyek pontosabban tükrözték a különböző területek valóságos állapotát.

A pontok megjelenítéséhez a térkép rétegtulajdonságai között a jelrendszer beállításainál fontos volt átváltani az "Egy szimbólum" opciót "Fokozatosra". Ezt

követően alaposan áttanulmányoztuk, hogy mely értékeket kell figyelembe vennünk a pontosabb kép érdekében. Ezután megváltoztattuk a kategorizálás módját. Az egyik lényeges szempont az volt, hogy a méret alapján rendezze a pontokat, és a természetes töréspontokat használja fel. Ez a módszer lehetővé tette számunkra, hogy a térkép sokkal árnyaltabb képet adjon a vizsgált területekről. A mérési pontok méretének és színének változtatásával a térkép dinamikusabbá és könnyebben értelmezhetővé vált. Ennek eredményeképpen egy olyan térképet kaptunk, ami szemléletesen mutatja be a két különböző mérési módszer eredményeinek összefüggéseit, és segít megérteni a városi környezet összetett dinamikáját.



25. ábra

*Telefonos applikációból származó adatok alapján készült zajtérkép kiegészítve a műszeres mérésekkel*

A 24-es ábra pontosan bemutatja a kiemelkedő értékekkel bíró pontokat az átlaghoz képest. Ezek a pontok főként a nagy forgalmú utak mentén helyezkednek el, ami magyarázatot ad a magasabb értékekre. Ezzel szemben a belső utcák, amelyek a szűkebb utak miatt kevesebb forgalmat bonyolítanak le, nyugodtabb környezetet

kínálnak az ott élők számára. Továbbá figyelemre méltó, hogy az 1-es és a 38-as pontok a vasútállomások közelében helyezkednek el, ami valószínűleg hozzájárul azok magas értékeihez. Ezenfelül érdemes megjegyezni, hogy az említett magas értékek nem csak a forgalom intenzitásától függnnek, hanem a környező infrastruktúrától és városi tervezéstől is. Például a nagyobb kereszteződések és csomópontok szintén hajlamosak magasabb értékeket mutatni, ami azt sugallja, hogy ezek a területek központi szerepet töltenek be a városi életben. Továbbá az ábrázolt adatokból az is kiderül, hogy bizonyos zöld területek és parkok környékén alacsonyabbak az értékek, ami rávilágít a természetes környezet és a városi területek közötti kontrasztra. Ez az elemzés segíthet a várostervezőknek és döntéshozóknak a jövőbeli fejlesztési tervek kidolgozásában.



## 8.Összefoglaló gondolatok magyar nyelven

A mérések alapján készített térképek összetett képet mutatnak Gyál város zajszennyezési helyzetéről. A két térkép és a válaszadók által jelzett területek összességében meglepően hasonló eredményt mutatnak. A Körösi út és a Vecsési út kereszteződése, valamint ezek környéke a kitöltők szerint különösen zajos területek, ami a térképek adatai alapján is igazolódik: a Vecsési út mentén a zajszint minden ponton kiemelkedően magas értékeket mutatott.

A Körösi út nagy része szintén magas zajszintet mutatott, kivéve az 5-ös pontot, ahol egy leágazás van, ami a polgármesteri hivatalhoz és az orvosi rendelőkhöz vezet. Itt a csökkentett sebességű közlekedés magyarázza a mért értékek szignifikáns csökkenését. A Bem József utcában több zajos gócpont található, ami elsősorban annak köszönhető, hogy ez az út Gyál ipari övezetébe vezet. Itt helyezkedik el a Tesco Logisztikai Központ, ami napi szinten számos kamion célállomása, valamint a Pepco raktárkomplexumok, az Eisberg csomagolóüzem és a HAVI Logisztikai Központ. Ez magyarázza az utca fokozott zajkitettséget.

A térkép másik kiemelkedő zajértékkel rendelkező területe a Pesti út és a Széchenyi utca. Ezen az útszakaszon számos különböző szolgáltatást nyújtó üzlet található, mint például dohányboltok, közért, virágboltok, amelyek magas forgalmat generálnak, és ezáltal növelik a zajszennyezést. Fontos megjegyezni, hogy nem feltétlenül maguk a létesítmények okozzák a magas zajszintet, hanem inkább a körülöttük kialakuló forgalom.

Mérlegelve a helyzetet, Gyál városában a zajszennyezés viszonylag magas, figyelembe véve a város 24.95 négyzetkilométeres területét. Azonban, ha valaki nem közvetlenül a főutak, mint a fent említettek mellett lakik, hanem a kisebb belső utcákban, akkor a dB [A] értékek alapján teljesen élhető zajkörnyezetben élhet. Ez azt jelenti, hogy a város különböző részei között jelentős különbségek vannak a zajszennyezés szintjében. Például a város központi részeiben, ahol a forgalom intenzívebb, magasabb zajszintek

tapasztalhatók, míg a távolabbi lakóövezetekben, ahol kevesebb a forgalom, a zajszintek jelentősen alacsonyabbak.

Gyál város zajkörnyezetének alakításában a sokféle zajforrás összhatása meghatározó. A városi tervezési és fejlesztési folyamatok során kiemelt figyelmet kellene fordítani a zajcsökkentő intézkedések implementálására. Ilyenek lehetnek például a zajvédő falak kialakítása, a közlekedési infrastruktúra hatékonyabbá tétele, valamint a zöldterületek számának növelése. Ezek a lépések hozzájárulhatnak a zajszint csökkentéséhez, ezzel javítva a helyi lakosok életkörülményeit. A város fejlődésének tervezésekor fontos szempontként kell kezelni a zajszennyezés problémáját és annak hatásait, megfelelő stratégiákat alkalmazva a csökkentés érdekében. Ennek eredményeképpen Gyál városa vonzó és élhető helyként maradhatna meg jelenlegi és jövőbeli lakói számára.

## 9. Summary in English

Overall, the maps created from the measurements provide a complex picture of the noise pollution situation in Gyál. Both maps and the areas highlighted by the respondents show a surprising level of agreement. The intersection of Körösi Street and Vecsési Street, as well as their vicinity, were marked as particularly noisy areas by the respondents, which was also confirmed by the data on the maps: Vecsési Street showed exceptionally high noise levels at every point.

Most of Körösi Street also exhibited high noise levels, except at point 5, where a branch leads to the mayor's office and medical clinics. The reduced speed limit in this area explains the significantly lower measured values. Bem József Street has several noisy focal points, primarily due to it leading to Gyál's industrial area. Located on this street are the Tesco Logistics Center, serving as a destination for numerous trucks daily, as well as the Pepco warehouse complexes, the Eisberg packaging plant, and the HAVI Logistics Center. This explains the increased noise exposure of the street.

Another area on the map with high noise values is the section of Pesti Road and Széchenyi Street. This segment hosts various service-providing shops like tobacconists, grocery stores, and flower shops, generating high traffic and consequently increasing noise pollution. It's important to note that it's not necessarily the establishments themselves causing the high noise levels, but rather the traffic they generate.

Considering the situation, the noise pollution in Gyál is relatively high given the city's area of 24.95 square kilometers. However, if one does not live directly alongside major roads like those mentioned above but in smaller, inner streets, they can enjoy a livable noise environment based on the dB [A] values. This indicates significant differences in noise pollution levels in different parts of the city. For example, central areas with more

intense traffic experience higher noise levels, whereas quieter residential areas farther from the main roads have significantly lower noise levels.

In shaping Gyál's noise environment, the combination of various noise sources is crucial. During urban planning and development processes, significant attention should be paid to implementing noise reduction measures. These could include building noise barriers, optimizing transportation infrastructure, and increasing green areas. Such steps could contribute to reducing noise levels, thereby improving the living conditions of the residents. In planning the city's development, it's essential to consider these factors and the effects of noise pollution, implementing appropriate strategies to reduce it. As a result, Gyál could continue to be an attractive and livable place for both its current and future inhabitants.

## 10. Ábrajegyzék

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ábra Gyál város látképe [4] .....                                                                               | 14 |
| 2. ábra Gyál város kijelölt bicikli útvonala .....                                                                 | 16 |
| 3. ábra A kérdőíves honlap nyitó oldala .....                                                                      | 17 |
| 4. ábra Nyers feldolgozatlan adatokból létrejött ideiglenes térkép Teszt poligon (Szemléltetés érdekében) .....    | 18 |
| 5. ábra Részlet a kiexportált adattáblából .....                                                                   | 19 |
| 6. ábra A kitöltők nemi arányának megoszlása .....                                                                 | 20 |
| 7. ábra A kitöltők kor alapú megoszlása .....                                                                      | 21 |
| 8. ábra Közlekedési eszközök megoszlása a kitöltők között .....                                                    | 22 |
| 9. ábra Nyers feldolgozatlan adatokból létrejött ideiglenes térkép .....                                           | 24 |
| 10. ábra Rácsháló létrehozásának eredménye .....                                                                   | 25 |
| 11. ábra A Fear_geojson táblázata .....                                                                            | 26 |
| 12. ábra Zajos területek a kitöltők szerint .....                                                                  | 27 |
| 13. ábra Csendes területek a kitöltők szerint .....                                                                | 27 |
| 14. ábra Jelrendszer beállítása .....                                                                              | 28 |
| 15. ábra Csendes és a zajos térkép egyesített verziója .....                                                       | 29 |
| 16. ábra Mérési pontok elhelyezése az Open Street Mapon .....                                                      | 30 |
| 17. ábra Az egyéni térkép Google Mapsen .....                                                                      | 31 |
| 18. ábra KML fájl exportálása .....                                                                                | 31 |
| 19. ábra Testo 616-1 professzionális mérőműszer [6] .....                                                          | 33 |
| 20. ábra Xiaomi Redmi Note 11 [8] .....                                                                            | 34 |
| 21. ábra Részlet az applikációban rögzített adattáblából .....                                                     | 37 |
| 22. ábra Feldolgozási eszköztár .....                                                                              | 38 |
| 23. ábra Jelrendszer tulajdonságainak beállítása .....                                                             | 39 |
| 24. ábra Telefonos applikációból származó adatok alapján készült zajtérkép .....                                   | 40 |
| 25. ábra Telefonos applikációból származó adatok alapján készült zajtérkép kiegészítve a műszeres mérésekkel ..... | 41 |

## 11. Hivatkozási jegyzék

[1] ELTE Atom Fizikai Kar, Környezetfizikai Laboratóriumi Gyakorlat 2.

<https://atomfizika.elte.hu/kfiz2/ml/zaj.html>

[2] HEATCO-kutatási jelentés a zajjal kapcsolatos fizetési hajlandóságról – magyarországi vizsgálat alapján.

<http://real.mtak.hu/5257/1/1139586.pdf>

[3] Részletes háttér-információ a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről, Berndt Mihály, 2007

[https://budapest.hu/Documents/zajterkep/280\\_2004\\_kormanyrendelet\\_hatter.pdf](https://budapest.hu/Documents/zajterkep/280_2004_kormanyrendelet_hatter.pdf)

[4] Gyál városi látkép, Vörös Attila

<https://iho.hu/hirek/szamuznek-a-vasutat-pestszentimre-es-gyal-belvarosabol>

[5] Testo 816-1 kezelési útmutató

<https://www.hasznalati-utasitasok.hu/testo/816-1/haszn%C3%A1lati-utasit%C3%A1s>

[6] Testo 816-1 Műszerről kép

<https://www.testo.com/hu-HU/testo-816-1/p/0563-8170>

[7] Xiaomi Redmi note 11-ről kép

[https://www.gsmarena.com/xiaomi\\_redmi\\_note\\_11-11336.php](https://www.gsmarena.com/xiaomi_redmi_note_11-11336.php)

[8] Xiaomi Redmi Note 11 specifikációk

[Xiaomi Redmi Note 11: Milyen a Xiaomi baráti árú telefonja? - TechWorld](#)