

EGÉRÚTON” A KÖZÚTI FORGALOM KÖRNYEZETTERHELÉSÉNEK ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA A HŰVÖSVÖLGYI ÚT ÉS A PASARÉTI ÚT VISZONYLATÁBAN

GÓGH ZSOLT, KULLAI-PAPP ANDREA

BUDAPESTI MŰSZAKI SZAKKÉPZÉSI CENTRUM PETRIK LAJOS
KÉT TANÍTÁSI NYELVŰ VEGYIPARI, KÖRNYEZETVÉDELMI ÉS
INFORMATIKAI SZAKGIMNÁZIUMA

BUDAPEST
KÖRNYEZETVÉDELMI TECHNIKUS KÉPZÉS

ABSZTRAKT

Az agglomeráció egyik legfőbb negatív hatása az ott élők mindennapos utazása a lakóhelyük és a főváros között. Általános tapasztalat a bevezető főutak szinte folyamatos zsúfoltsága. Ennek további következménye, hogy a környező mellékutakat az autóval közlekedők „egérútnak” használják. Ez tapasztalható a Nagykovácsi–Solymár felől érkezők úthasználatában is ahol a Hűvösvölgyi út forgalmának egy része áttevődik a Pasaréti útra.

Ez a típusú úthasználat a Pasaréti útra nézve jelentős környezeti többletterheléssel jár. Munkánkban a fent említett két, megközelítőleg 2 km hosszúságú útszakasz összehasonlító környezeti vizsgálatát végeztük el. Egyrészt forgalomszámlálással egybekötött zajterhelés vizsgálatot folytattunk, ezzel párhuzamosan ülepedőpor-mérést végeztünk, majd ezen mintákból, illetve a talajból a közúti forgalomból származtatható nehézfémek nyomait kutattuk. Célunk volt, hogy a projekt során a terepi adatfelvételtől a mérési eredményekig valamennyi részmozzanatban digitális technikát és szoftvereket használjunk, hogy ennek eredményeként térinformatikai kiértékelést végezzünk.

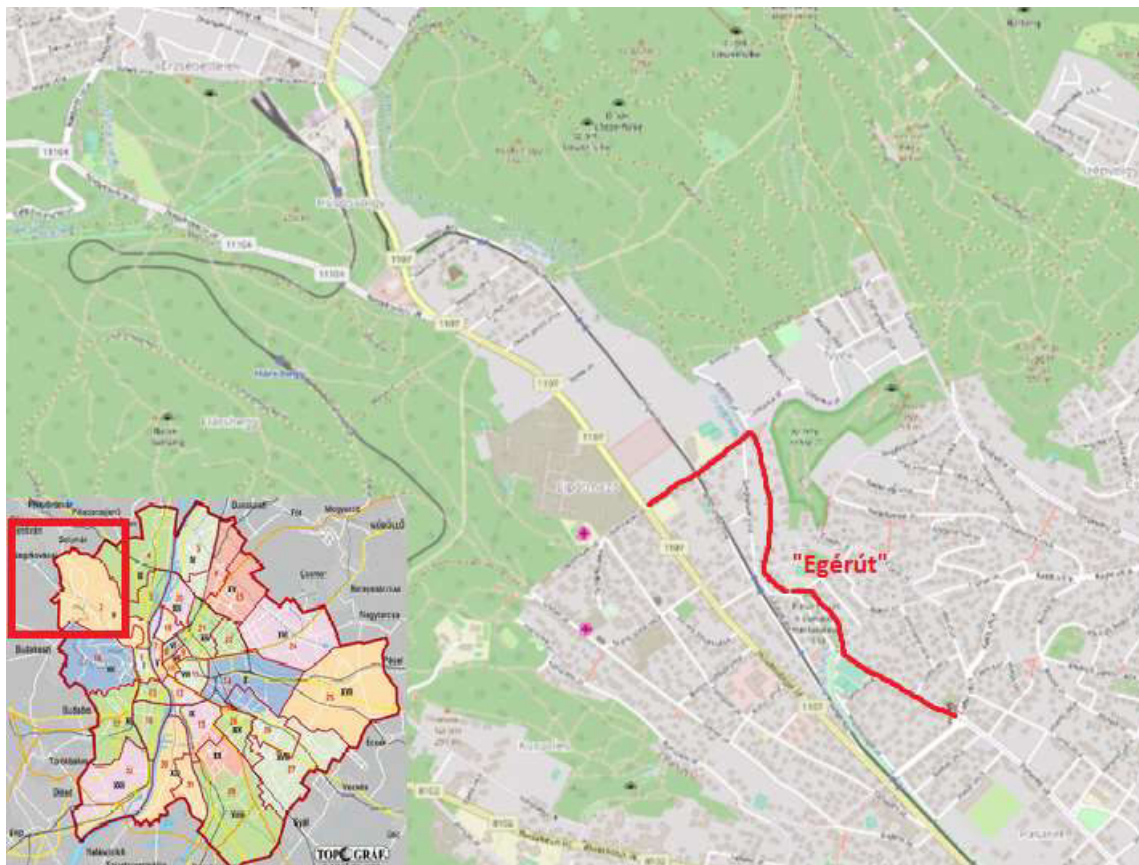
A vizsgálatokat iskolánk 13. évfolyamos, környezetvédelmi-technikus hallgatóival együtt végeztük el. Közös munkánk során végig a projekt módszer, mint tanulásszervezési módszer klasszikus menetét alkalmaztuk, a cél megfogalmazásától induló, a megbeszéléseken és tervezéseken át folytatódó megvalósításig, amely komplex tevékenységet aztán valami megfogható eredmény tesz láthatóvá. Tettük ezt úgy, hogy közben szigetként léteztünk egy hagyományos módszereket alkalmazó iskolában.

KULCSSZAVAK: környezeti összehasonlító vizsgálat; zajmérés; ülepedő por; nehézfém lerakódások; térinformatikai értékelés; projekt-módszer

BEVEZETÉS

Az agglomerációban élők napi szintű problémája a lakóhely és a város közötti közlekedés okozta kihívások leküzdése. Sajátos, az életmód hozta gondolkodásmód a járművekben, az utazás időtartamában és útvonalában fellelhető alternatívák keresése.

Nincsenek másként ezzel a Nagykovácsi-Solymár térségében élők sem, akik a Budapest II. kerületében lakókkal együtt a Hidegkúti út- Hűvösvölgyi út vonalán keresztül igyekeznek mielőbb elérni Buda központi részeit.



1.ábra: Átnézeti és részletes térkép

A Hűvösvölgyi út környezete a Kelemen László utcai kereszteződésig, a domborzati viszonyok és az utcaháló miatt igen kevés alternatív útvonalra kínál lehetőséget a gépkocsival közlekedők számára. A város irányába haladó autósok a gyakorlatilag egyetlen adódó lehetőséget, a Vadaskerti u.- Páfrány u. – Pasaréti út nyomvonalat találták ki maguknak „egérútként”. Az Ördög- árok mentén a Pasarét-térre igyekvők a tér körforgalma miatt aztán újabb hosszú, araszoló gépkocsi sorral szembesülnek.

Dolgozatunkban ennek a menekülőúton megvalósuló fokozott közúti terhelésnek a közvetlen környezetre gyakorolt hatásait vizsgáltuk. A mintegy két évtizede kialakult közlekedési állapot rövid-, közép- és hosszútávú következményeiről igyekeztünk egy pillanatképet felvenni. A forgalomszámlálási és zajtérképezési adatokkal az azonnali, a bioindikációs módszerrel a középtávú, a nehézfémek kimutatásával pedig az évtizedes

hatások egyes jellemzőit kutattuk. A két közlekedési nyomvonal környezeti jellemzőinek összehasonlításával pedig azt figyeltük, hogy az általunk „egérútnak” nevezett útvonal eredetileg alárendelt szerepe milyen környezeti hatásokban értékelődik fölül, és közelíti meg egy főútvonal negatív értékeit.

Kutatásunkat egy iskolai projekt keretében végeztük, amelyben 17 környezetvédelmet tanuló technikus hallgató és hat szaktanár vett részt. A feladat komplex jellege miatt tudatosan választottuk ezt a tömörített oktatási módszert a tantárgyi és időbeli széttagoltság helyett, amely a mi szakképzésünknek is megszokott velejárója. A projekt módszerű oktatásban járatlan tanulók nem már meglévő szakmai tudásukat kamatoztatták, hanem döntően új ismeretekbe nyertek betekintést és próbálták ki azokat a gyakorlatban. A környezeti állapot jelentés dokumentálása mellett a projekt kitűzött célja volt az Óbuda Egyetem projektpedagógiai konferenciáján való megjelenés is.

2. FORGALOMSZÁMLÁLÁS

2.1 Cél

Célunk a forgalom nagyságának felderítése a Pasaréti és Hűvösvölgyi úton, a zaj és forgalmi adatok, statisztikák összehasonlítása és ez alapján következtetések levonása. Méréseinket reggel 7.30 és 9.30 között végeztük csúcsforgalom idején majd 12.00 és 14.00 között a lecsökkent forgalmat számoltuk a forgalom csökkenése és az ehhez kapcsolódó zaj csökkenése mértékének meghatározása végett.

2.2 Módszerek

A számlálást papíron vezettük, táblázat formájában, strigulázással.
A számlálási pontok: **Nagykovácsi út - Hűvösvölgyi** útkereszteződés:

- Ezen a ponton a szakasz elején beérkező autók mennyiségének a megszámlálása volt a lényeg.

Hűvösvölgyi út - Vadaskerti utca kereszteződés:

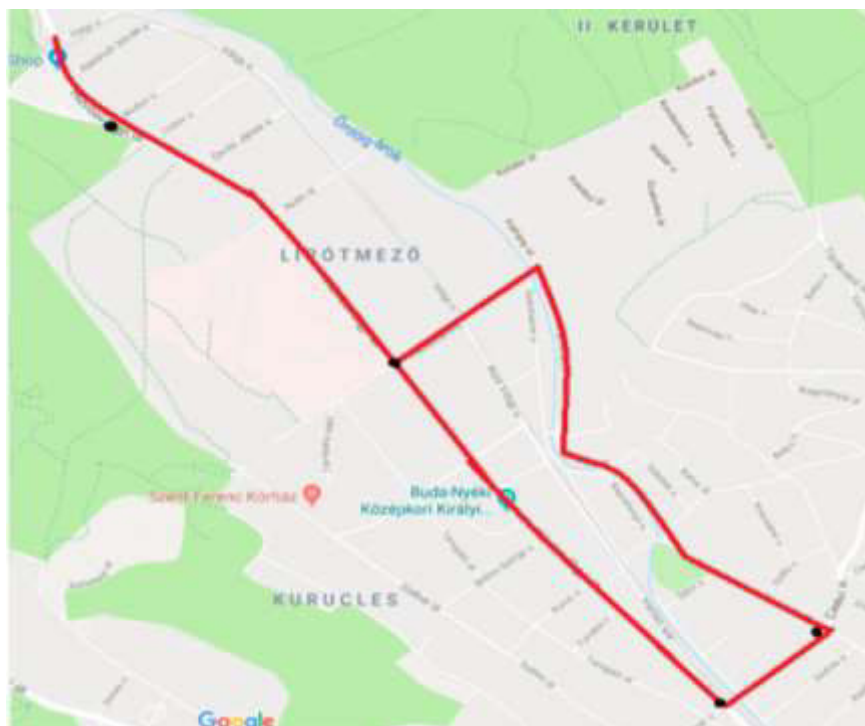
- Itt az egérútra lekanyarodó autókat számláltuk.

Hűvösvölgyi út - Kelemen László utca kereszteződés:

- Ezt a pontot azért választottuk, mert itt a számlálást egy forgalmi lámpa segítette. Az adatok összevetésével következtetni tudtunk, hogy az útnak ezen a végén hányan vannak, az út túlvégén mért értékekhez képest, a mellékutcaikon történő le- és felhajtások végett. A számlálást hárman végeztük ezen a ponton mindhárman egy-egy sávot tartottunk szemmel.

Pasaréti út körforgalom:

- Itt az egérúton végig jövő autókat számoltuk így számon tudtuk tartani, hogy hány gépjármű vágja le az utat.



2. ábra: A vizsgált útszakaszok és mérési pontok

2.3 Számolások

Az egységszámítást az a nemzeti fejlesztési miniszter 16/2017.(V.25) NFM „Országos közutak keresztmetszeti forgalmának számlálása és a forgalom nagyságának meghatározása” című rendelete alapján készítettük.

Pasaréti út reggel és délutáni forgalom százalékos összehasonlítása:

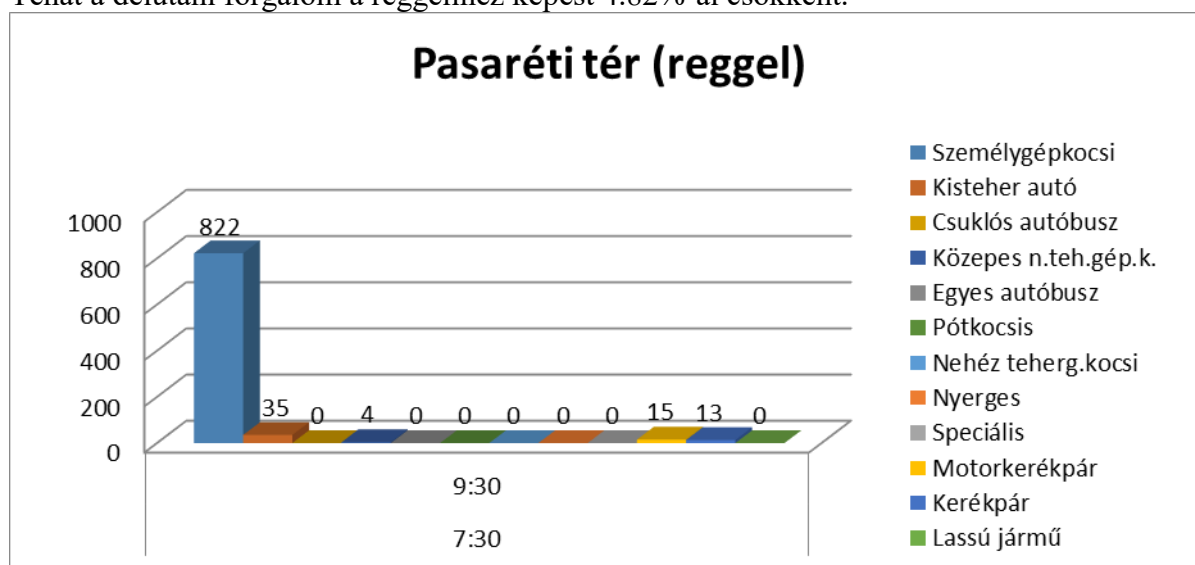
Összesített reggel: 1132

Összesített délután: 1078,4 $1078:1132,6=0.9518$

$0.9518 \times 100=95,18$

$100-95.18=4.82\%$

Tehát a délutáni forgalom a reggelihez képest 4.82%-al csökkent.



3. ábra: A Pasaréti tér reggeli forgalma

Kelemen László út reggel és délutáni forgalom százalékos összehasonlítása:

Összesített reggel: 2130,1

Összesített délután: 1881,3

$$1881,3 : 2130,1 = 0,8831$$

$$0,8831 \times 100 = 88,31$$

$$100 - 88,31 = 11,69\%$$

Tehát a reggelihez képest 12%-kal csökkent a délutáni forgalom.

Pasaréti és Kelemen László út reggeli forgalom százalékos összehasonlítása:

Pasaréti út összesítés: 1132

Kelemen László út összesítés: 2130,1

$$1132 : 2130,1 = 0,5314$$

$$0,5314 \times 100 = 53,14\%$$

Tehát a Pasaréti út reggeli forgalma a Kelemen László út 53,14%-ának felel meg.

Pasaréti út és Kelemen László út délutáni forgalmának százalékos összehasonlítása:

Pasaréti út összesítés: 1078,4

Kelemen László összesítés: 1881,3

$$1078,4 : 1881,3 = 0,5732$$

$$0,5732 \times 100 = 57,32\%$$

Tehát a Pasaréti út délutáni forgalma a Kelemen László út 57,32%-ának felel meg.

A Nagykovácsi úton beérkező autók lehajtási százaléka a Vadaskerti úton: (reggel)

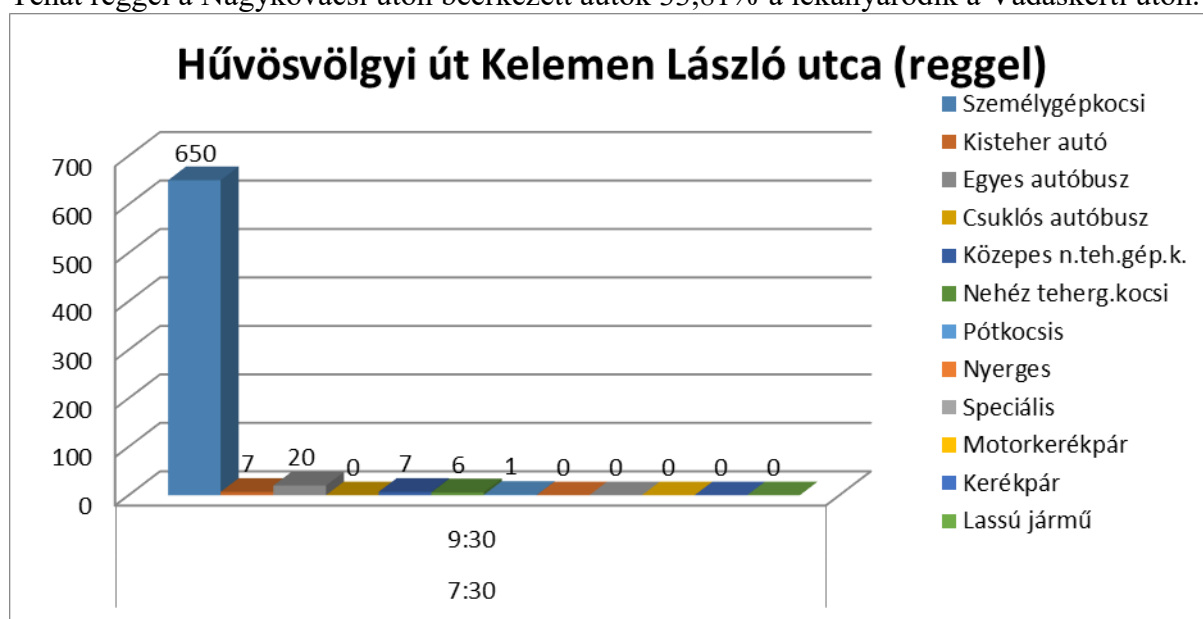
Nagykovácsi összesítés: 2260,6

Vadaskerti út összesítés: 764,4

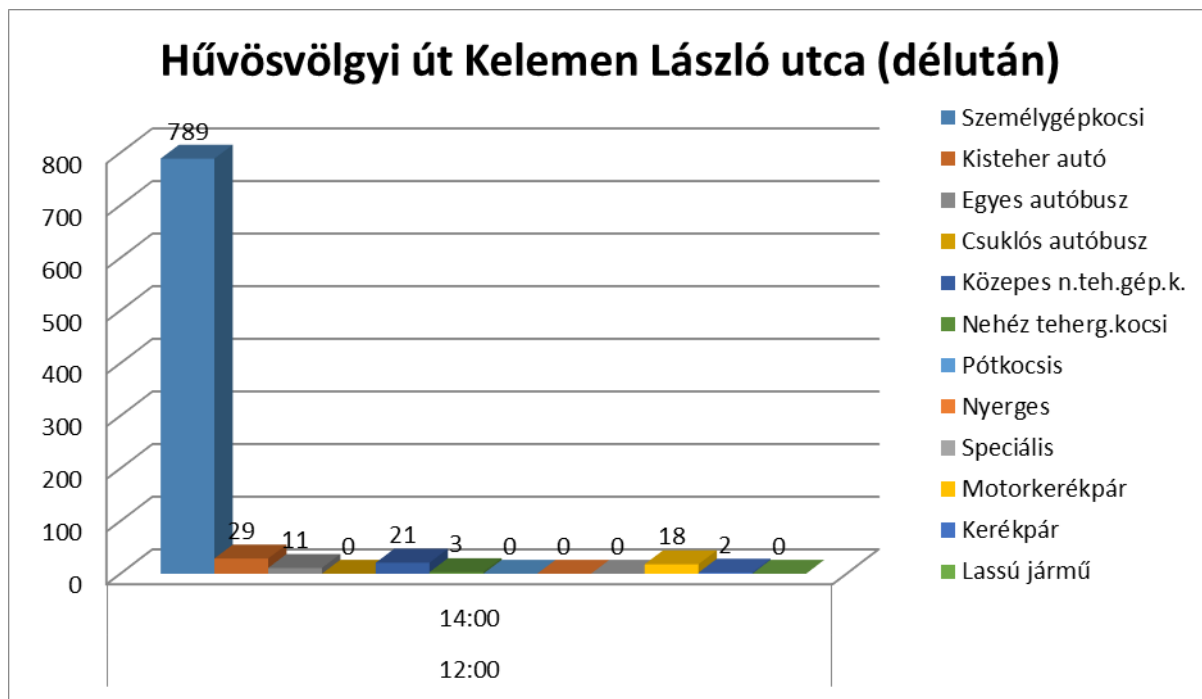
$$764,4 : 2260,6 = 0,3381$$

$$0,3381 \times 100 = 33,81\%$$

Tehát reggel a Nagykovácsi úton beérkezett autók 33,81%-a lekanyarodik a Vadaskerti úton.



4. ábra Hűvösvölgyi út - Kelemen László utca kereszteződés (reggel)



5. ábra Hűvösvölgyi út - Kelemen László utca kereszteződés (délután)

Nagykovácsi úton beérkező autók lehajtási százaléka a Vadaskerti úton. (délután)

Nagykovácsi összesítés: 847,8

Vadaskerti összesítés: 175,4

$$175,4 : 847,8 = 0,2069$$

$$0,2069 \times 100 = 20,69\%$$

Tehát délután a Nagykovácsi úton beérkezett autók 20,69%-a lekanyarodik a vadaskerti úton.

2.4 Észrevételek

Az első, ami szembetűnő a számos adat alapján, hogy a Nagykovácsi úton reggel beérkező autóknek a 33,81%-a lekanyarodik a Vadaskerti útra. Ez a 764,4 egység észrevehetően végig is megy egészen a Pasaréti úton lehajtás nélkül. Miközben plusz forgalom is csatlakozik hozzá (nagyságrendileg 100 egység). A maradék 1496,2 egység továbbhalad a Hűvösvölgyi úton, ám a Kelemen László kereszteződésig csak 716,1 egység érkezett, tehát vélhetően az egységek több mint fele lekanyarodik egyéb mellékutcaikon. A kétirányú Szerb Antal utcán és Zsemlye utcán a Pasarét irányába, illetve a Kuruc és Furulya utcákon a Budakeszi út irányába. Ez akár kihatással is lehetett az aznapi zajeredményekre.

Délután a lehajtási arány a Vadaskerti utcánál 20,69%-ra csökken, ami 175,4 egységet jelent. Ezzel egyenes arányosságban a Pasaréti úton végighaladó egységek száma is csökken.

A következő észrevételünk, hogy a Pasaréti téren délutánra megállapított értékek, amelyek forgalomnövekedést mutatnak, feltehetően rossz megállapításokat tartalmaznak, ezért új mérésre lesz szükség.

A Hűvösvölgyi út és a Kelemen László utca kereszteződésében délután növekedett a személygépkocsik, kisteherautók és a motorkerékpárok száma a reggeli felméréshez képest, míg a buszok száma csökken. Feltehetően itt a forgalom egész nap egyenletesen magas, a reggeli torlódó gépkocsisor inkább érzéki csalódásként sejtet többet.

Megfigyelhető, hogy reggel a Hűvösvölgyi úton főút révén több autóbusz, közép- és nehéz tehergépkocsi közlekedik, mivel a Pasaréti úton nehezebben férnek el. A Pasaréti úton több személygépkocsi halad el, mint a Hűvösvölgyin, ami nagyon meglepő, hiszen a Pasaréti út szűkebb és arányaiban kisebb forgalomnak tudna helyet biztosítani. Többszöri utánmérés

segítségével komolyabban meggyőződhetnénk arról, hogy ebben a csúcsidőszakban ténylegesen egyenrangúnak tekinthető-e a két út.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a jelenlegi méréseink alapján a reggeli befelé irányuló csúcsforgalmi időszakban a két út közelítő egyenrangúsága vetődik fel, de ehhez mindenképpen többszöri adatfelvételre lenne szükség.

2.5 Melléklet

1. táblázat: Forgalomszámlálási adatok

		Észlelési pont neve	Forgalom iránya	Járművek típusai													Szem.gép.kocsi egységrevál
től	ig			Személygépkocsi	Kisteher autó	Egyes autóbusz	Csuklós autóbusz	Közepes n.teh.gép.k.	Nehéz teherg.kocsi	Pótkocsis	Nyerges	Speciális	Motorkerékpár	Kerékpár	Lassú jármű	átszámítása	
7:30	9:30	Pasaréti körforgalom	Befelé	822	35	0	0	4	0	0	0	0	15	13	0	877	
			Kifelé	229	18	0	0	4	1	0	0	0	0	4	0	255,6	
			Összesen	1051	53	0	0	8	1	0	0	0	0	15	17	0	1132,6
12:00	14:00	Vadaskerti utca	Befelé	663	36	15	15	10	1	0	2	0	10	7	0	793,4	
			Kifelé	215	10	10	12	6	0	0	0	0	0	12	0	285	
			Összesen	878	46	25	27	16	1	0	2	0	0	19	0	1078,4	
7:30	9:30	Nagykovácsi út	Kifelé	716	31	0	0	5	3	2	0	0	0	0	0	764,4	
12:00	14:00		Kifelé	160	14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	175,4		
7:30	9:30	Hüvösvölgyi út	Befelé	2091	20	10	0	10	29	2	3	1	68	4	0	2260,6	
12:00	14:00		Befelé	763	10	16	0	2	11	3	2	1	12	0	0	847,8	
			Kifelé	624	23	7	0	3	5	0	0	2	12	0	0	686,2	
7:30	9:30	Kelemen László utca	Befelé	650	7	20	0	7	6	1	0	0	0	0	0	716,1	
12:00	14:00		Kifelé	637	15	9	0	8	7	0	1	0	45	6	0	727,8	
			Kifelé	467	33	7	0	0	8	0	0	2	7	0	0	536,9	
12:00	14:00		Befelé	789	29	11	0	21	3	0	0	0	18	2	0	885,8	
			Kifelé	423	5	10	0	0	3	0	0	0	0	4	0	458,6	

3. ZAJMÉRÉS

3.1 Cél

Célunk a közlekedés által generált zaj mérése a Hüvösvölgyi út, a Pasaréti út és a Völgy utca környékén. A forgalomszámlálással párhuzamosan dolgoztunk.

6. ábra: A vizsgált terület határa (méretarány: 1:11000)

Szintén a 7:30-tól 9:30-ig terjedő időszakot vizsgáltuk, ugyanis ilyenkor a legnagyobb az itt elhaladó forgalom. Ez a hétköznapi reggeli iskolába és munkába menet csúcsidőszaka. 12:00-tól 14:00-ig csak forgalomszámlálás történt, ekkor zajmérés nem, hiszen a tapasztalatok szerint a forgalom jelentősen csökkent.

a. Mérőműszerek

A mérés előtt tanulmányoztuk az erre vonatkozó MSZ-18150-1 (A környezeti zaj vizsgálata és értékelése) szabványt, de a rendelkezésre álló műszerek és kellő idő hiánya miatt nem pontosan követtük. A szabvány szerint a mérésekhez egy átlagoló típusú zajmérőt kellett

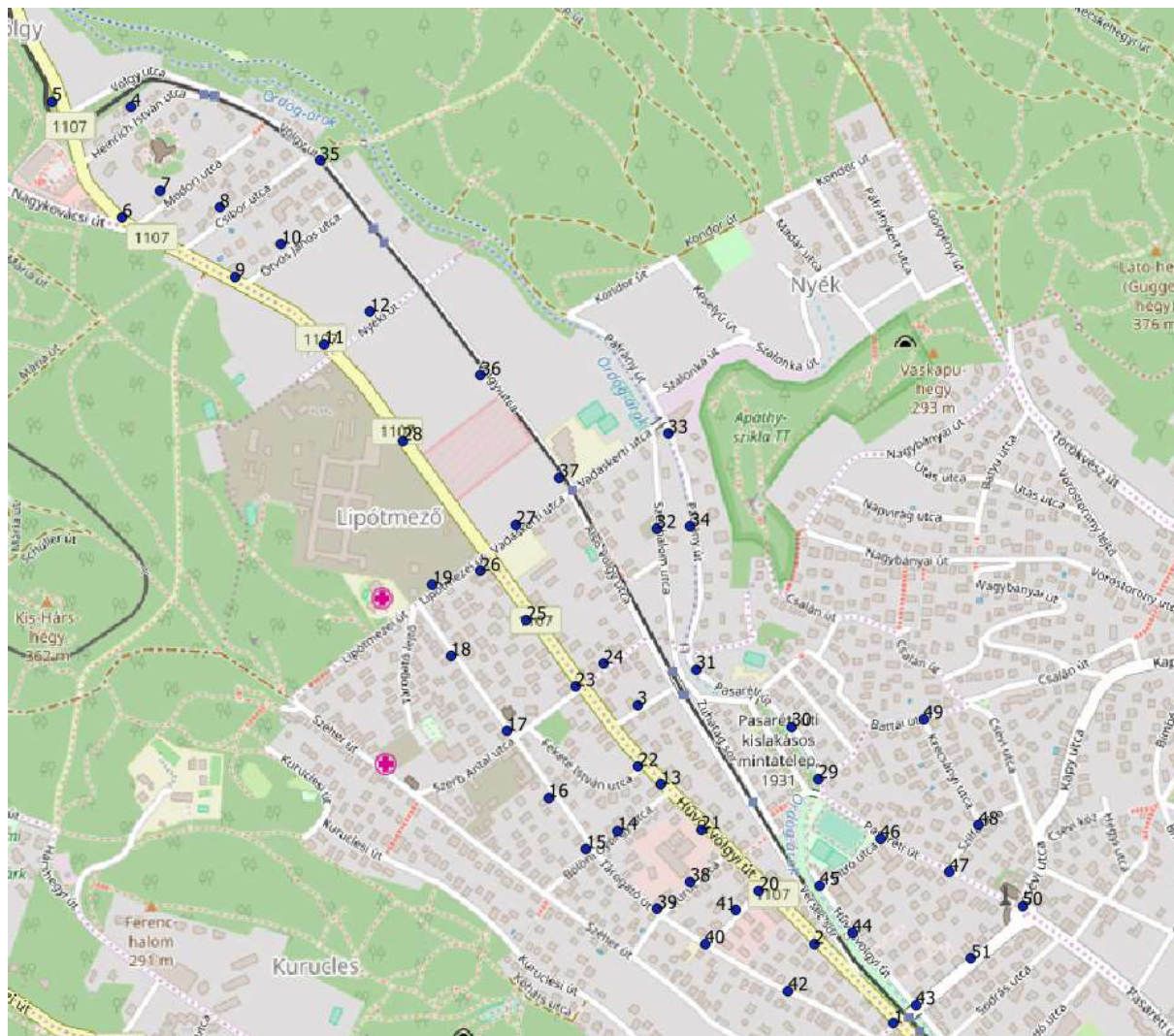
használnunk. Az iskolától kapott Nova 5000 természettudományos adatgyűjtő volt ehhez megfelelő. A rendelkezésre álló Voltcraft SL-100 zajmérő nem ilyen típusú, ezért mobiltelefonokra letöltött applikációkat használtunk, amit a bekalibrált Voltcraft műszerekkel összevetettünk.

b. Mintavétel

A mérési pontokat az útkereszteződésekhez és a merőleges utcák közepéhez és végéhez helyeztük. Olyan helyeken, ahol a mérést torzító körülményekkel talákoztunk (buszmegálló, építkezés) nem mértünk, vagy megjegyzésként feljegyeztük. Minden ponton Garmin etrex-10-es GPS vevő segítségével vettük fel a pontos EOY-koordinátákat. A mérés időtartama pontonként 4 percig tartott. Ennek két oka volt. Egyrészt a jelzőlámpák ritmusát vettük figyelembe (3 piros-zöld váltás), másfelől két óra alatt minél több mérési pontot szeretnénk volna felvenni. Ezt három mérőpár tudta megvalósítani.

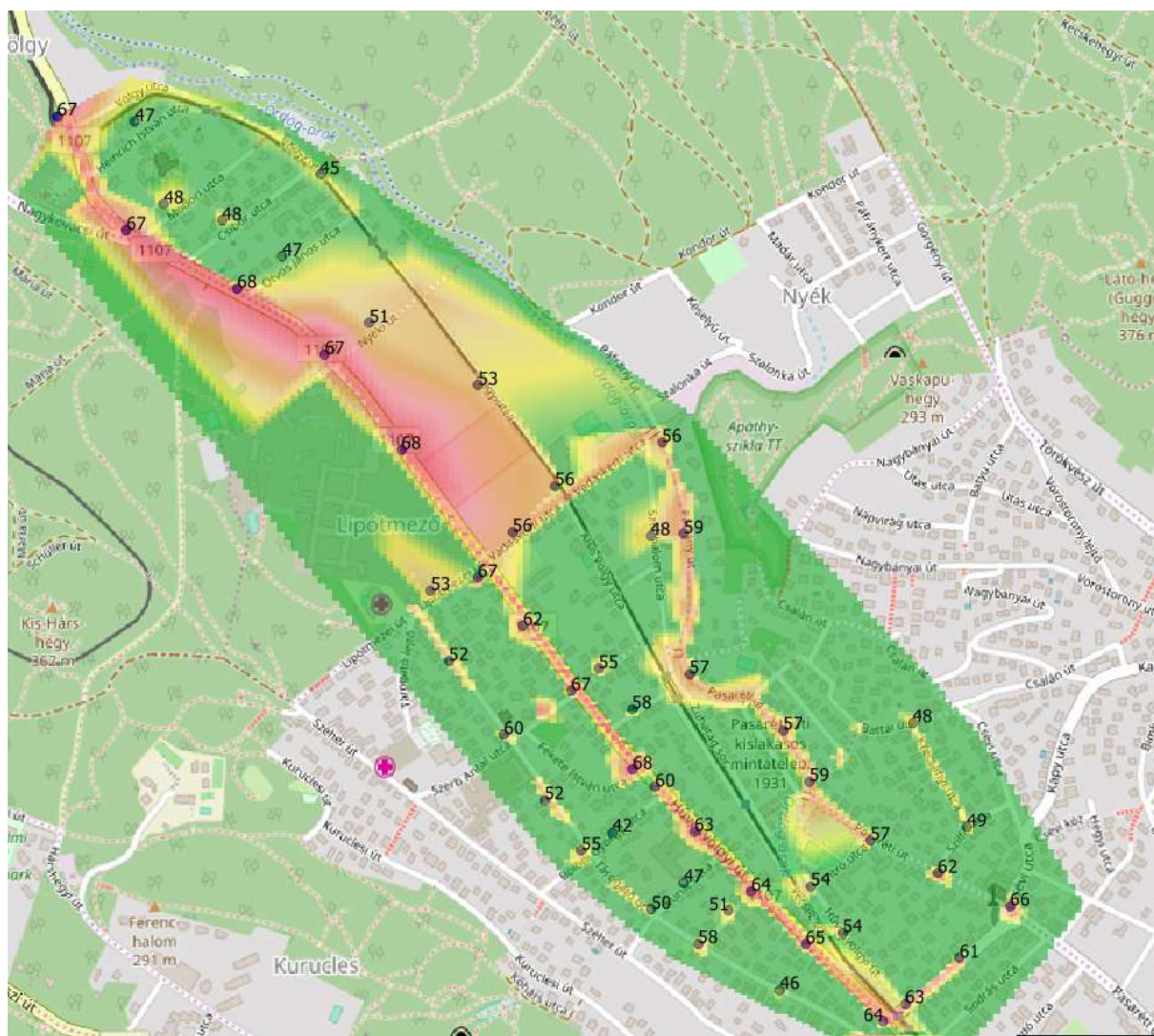
c. Zajtérkép készítése

A kapott eredményeket és koordinátákat Excel-táblázatba vezettük fel. Ezt mellékletben tüntettük fel.



7. ábra: A felvett pontok (méretarány: 1:11000)

Mivel speciális zajtérkép készítéshez használható program nem állt rendelkezésünkre, a QGIS. 2.18 Las Palmas nevű, nyílt forráskódú szoftvert használtuk. Ebben a programban nincsenek az ilyen típusú tervezéshez használható modulok, ezért segédmegoldásokhoz folyamodtunk. Az épületek körvonalait 40-es dB-es értékkel adtuk meg. Az építészeti szabványok szerint a házak utcafront felőli homlokzatánál a zajszint nem haladhatja meg ezt. Így ezeket az objektumokat ezzel az értékkel adtuk meg. Emellett felvetítettük az általunk felvett 51 pontot és további segédpontokat, vonalakat. A zajtérkép elkészítéséhez lineáris interpolációt használtunk.



8. ábra: A kész zajtérkép (méretarány: 1:11000)

d. Értékelés

A vizsgált időszakban szélsőséges zajterhelés egyik vizsgált útszakasz környezetében sem mutatkozik. A térképen jól látszik, hogy a terület legzajosabb része a Hűvösvölgyi út felső szakasza egészen a Vadaskerti utcáig. A 65dB fölötti (piros színű szakasz) értékek a rövid szakaszon tapasztalható nagyobb sebességnek és a jelentősebb gépkocsiallománynak tudható be. A forgalom egy része itt letér és a Vadaskerti utcán a Pásaréti út irányába halad tovább, valamint a Hűvösvölgyi úton a csúcsforgalmi időszakban innentől kezdve a torlódások

jellemzőek. A kisebb utcákban a zajszint lecsökken. Ennek oka az épületek zajszűrése, a domborzat viszonylag jelentős emelkedése és a kevesebb elhaladó jármű.

Melléklet:

2. táblázat: a felvett pontok és a mért értékek

Mérés száma	x	y	érték (db)
1.	645666	242002	64
2.	645502	242165	65
3.	645137	242659	58
4.	644092	243893	47
5.	643929	243905	67
6.	644074	243665	67
7.	644153	243720	48
8.	644275	243685	48
9.	644307	243543	68
10.	644402	243610	47
11.	644491	243404	67
12.	644585	243470	51
13.	645186	242495	60
14.	645096	242400	42
15.	645031	242362	55
16.	644953	242468	52
17.	644868	242605	60
18.	644752	242760	52
19.	644714	242908	53
20.	645388	242276	64
21.	645268	242402	63
22.	645139	242532	68
23.	645009	242697	67
24.	645067	242744	55
25.	644908	242834	62
26.	644813	242935	67
27.	644886	243031	56
28.	644652	243204	68
29.	645510	242507	59
30.	645455	242615	57

31.	645258	242733	57
32.	645176	243023	48
33.	645200	243219	56
34.	645246	243027	59
35.	644481	243782	45
36.	644814	243339	53
37.	644975	243128	56
38.	645246	242294	47
39.	645178	242238	50
40.	645276	242166	58
41.	645341	242235	51
42.	645448	242069	46
43.	645711	242040	63
44.	645580	242189	54
45.	645513	242287	54
46.	645638	242383	57
47.	645780	242314	62
48.	645841	242411	49
49.	645727	242630	48
50.	645932	242245	66
51.	645826	242136	61

4. BIOMONITORING

4.1 Cél

A fán élő zuzmók előfordulási gyakorisága a növekvő kéndioxid-terhelés hatásával arányosan csökken. Ennek alapján következtetni lehet a levegő minőségére, ill. kéndioxid koncentrációjára, amelyből zuzmótérkép készíthető.

Ezzel a céllal láttunk neki a projektünk ezen részének egy kisebb csapattal, amely több feladatot is magába foglalt a térkép elkészítése előtt.

4.2 Módszer

Elsőként az adott területet kellett körbejárnunk fafaj megfigyelés céljából, hogy mely faj/fajok a leggyakoribbak a környéken, mivel a zuzmó megfigyeléshez a továbbiakban ezekkel a fafajokkal dolgoztunk. A **két leggyakoribb előforduló fafaja korai juhar** (Pasaréti út és a Páfrány utca szakaszán) [bal kép] és a **magas kőris** (Hűvösvölgyi út szakaszán) [jobb kép] voltak. Viszont ezen belül is fontos volt a levegő minőségi index szempontjából, hogy a

fák körülbelül azonos korúak legyenek, ezért átlagban 15 éves példányokkal dolgoztunk a
Jelmagyarázat: zuzmók megfigyelésénél.

0:

Zuzmósivatag-
piros

1-35: belső
küzdeldmi zóna-
citromsárga

36-55: középső
küzdeldmi zóna-
narancssárga

56-79: külső
küzdeldmi zóna-
világoszöld

80+: normál
zóna-sötétzöld



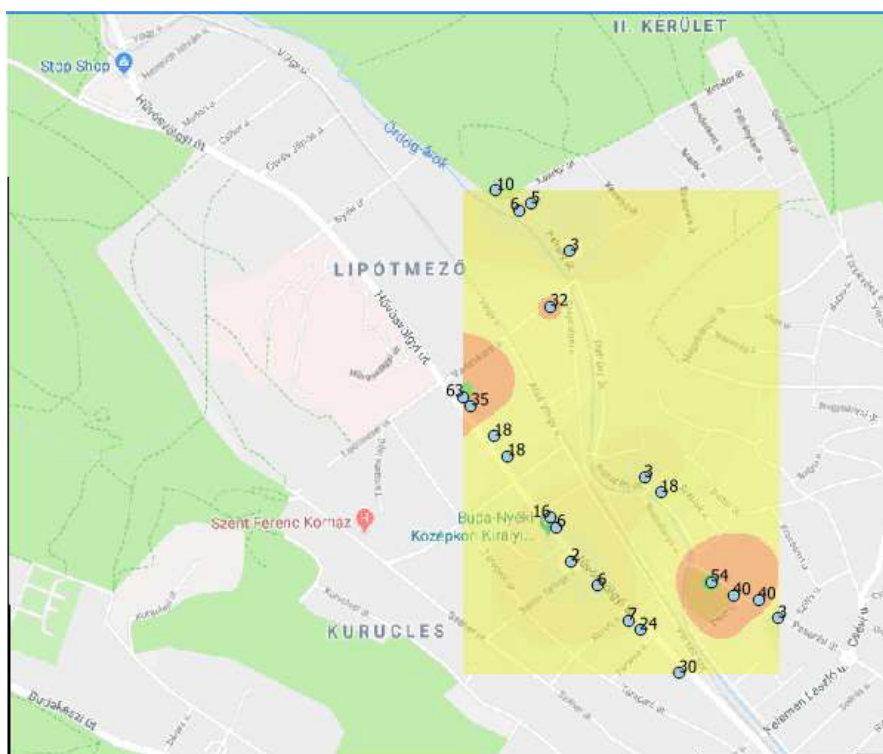
9. ábra: A korai juhar és a magas kőris termése, levele

4.3 Eredmények kiértékelése

Ezután a következő terület megfigyeléssel neki is láttunk a feladat fontosabb részének a zuzmók vizsgálatának. Ehhez egy **táblázatot készítettünk** különböző szempontokkal, amin **rögzítettük a terepen felvett adatokat** a fákról, illetve a zuzmókról, amiből végül **kiszámoltuk a levegő minőségi indexet (LMI)**. Ennek kiszámításához **2 szempontot** kell figyelembe venni: **a zuzmó fajokat (Z= zuzmófajok száma)**, **valamint a fák zuzmóval való borítottságát (B)** és végül ebből számoltuk ki az LMI-t a következő módon: **$LMI_n = Z \sum B$** [lásd a mellékelt táblázatban].

Végül pedig a QGIS-szel elkészítettük a LMI eredmények alapján a zuzmó térképet.

10.
ábra:
A
zuzmó
térkép



A térképen láthatjuk, hogy a zuzmók vizsgálatával a következő zónák különültek el a levegő kén-dioxid tartalmának mennyisége szerint:

- citromsárga, vagyis belső küzdelmi zóna, a terület legnagyobb része ebbe a zónába tartozik,
- narancssárga, vagyis középső küzdelmi zóna, valamivel kisebb területen helyezkedik el,
- illetve világoszöld, külső küzdelmi zóna, két kisebb foltban található.

Az általunk végzett terepi munka vizsgálatai alapján az út közvetlen környezetében a levegő minősége közepesnek mondható a kén-dioxid szennyezés tekintetében.

A kialakult koncentráció az emberi tevékenységek (közlekedés, antropogén szennyezőanyag kibocsátások-égetés, építkezés, stb.) által magyarázható.

4.4 Melléklet
Levegőminőségi index

Adatfelvételi táblázat

Dátum: 2018.05.11.

Álláspont jele	Fafaj	Elemi adatok		LMI	Megjegyzés
		Zuzmófajok	Borítottság		
Pasaréti út 114/A ZM1	Korai Juhar	(0+3)	5%	3	Kis beugró Kerület:50 cm 12év
Pasaréti út 153 ZM2	Korai Juhar	(2+3+5)	80%	80	Kerület:50 cm 12év
Pasaréti út-Sportpálya 126. ZM3	Korai Juhar	(2+4+5)	70%	77	Kerület:60cm 12év
Pasaréti út-Sportpálya 128. ZM4	Korai Juhar	(1+3+5)	60%	54	Kerület:80cm 20év
Pasaréti út 189 ZM5	Korai Juhar	(1+2+3)	30%	18	Kerület:20cm Benőtt helyen 7év
Pasaréti út 191 Szabó L. Iskola ZM6	Korai Juhar	(3)	0.15%	3	Kerület:50cm 12év
Páfrány utca 19 ZM7	Korai Juhar	(3)	0,1%	3	Kerület:50cm 12év
Páfrány utca 29 ZM8	Korai Juhar	(1+4)	10%	5	Kerület:10cm frissen ültetett 4év
Páfrány utca szemben ZM9	Korai Juhar	(3)	20%	6	Kerület:45cm árokpart 12év
Tájvédelmi körzet ZM10	Korai Juhar	(1)	95%	10	Kerület:100cm árnyék 28év
Vadaskerti út 2 ZM11	Korai Juhar	(1+3+4)	40%	32	Kerület:80cm borostyánnal enyhén borított 20év
Hűvösvölgyi út 131 ZM12	Magas Kőris	(2+3+4)	70%	63	Kerület:50 cm 15év
Hűvösvölgyi út 127 ZM13	Magas Kőris	(1+2+4)	50%	35	Kerület:50cm 15év
Hűvösvölgyi út 117 ZM14	Magas Kőris	(2+4)	30%	18	Kerület:50cm árnyék 15év

5. MŰSZERES ANALITIKAI MÉRÉSEK

5.1 Laboratóriumi mérések

Célkitűzésünkben az szerepelt, hogy a gépkocsik által okozott esetleges nehézfém szennyeződés mérésével is alátámasszuk a forgalmi szint emelkedését. A két útszakaszon a mintavételek és a mintavételi pontok felvétele hasonlóan történt, azért, hogy a mérési eredményeinket párhuzamba tudjuk állítani a lehető legpontosabb következtetésekhez. A vizsgálataink három nehézfémre fókuszáltak. Az első az ólom (Pb), amely fém a régi forgalmi terheltségre utal, mivel ez a kopogásgátló egyik alkotóeleme. Manapság már ólommentes üzemanyagokat használunk. A második elem a kadmium (Cd). Ez a nehézfém az utak mentén a katalizátoron keresztül áramló véggázokból rakódik le. A harmadik nehézfém az antimon (Sb), amely az autók fékbetétje sűrűlódásának csökkentésére alkalmazott ötvöző elem, így minden fékezéskor a levegőbe kerül, majd kiülededik. (Egy apróbb technikai probléma, miatt ezt a vizsgálat sorozatot nem tudtuk elvégezni, mert tönkrement a AAS készülék kadmium lámpája). Az esetleges nehézfém terhelésre vizsgálatára az útszakaszok mentén és a távolabbi kontrolpontokon mohákból, zuzmókból, talaj legfelső rétegéből és az ülepedő porból vettünk mintákat.

5.2 Talaj

A vizsgálati pontok megválasztásánál elsődleges szempont volt, hogy lehetőleg nem vagy nagyon régen átmozgatott talajon keletkező porból vegyük a mintánkat. A pormintáinkat légszáraz állapotban vizsgáltuk.

5g-mot mértünk be $+20\text{ cm}^3\text{ HNO}_3$, ezt $\frac{1}{2}$ óráig forraljuk $150-180\text{C}^0$ -on. Ezek után c H_2O_2 -t 5cm^3 -t hozzáadunk cseppenként, **VIGYÁZAT** lassan kell csinálni, mert habzik. Még 1-1,5 óráig visszatesszük a melegítő lapra forralni. Ha látjuk, hogy forr akkor le kell venni a melegítő lapról és kb. 10-20 percet pihentettük. Ha meg volt a pihentetés akkor leszűrjük. Mindezek után egy 100 cm^3 -is lombikba bele mossuk veszteség mentesen. Jelre állítjuk ultratiszta vízzel.

5.3 Zuzmó és Moha

A méréshez bemértünk 1,2 g körül 10 db moha mintát, és 0,5 g körüli zuzmó mintát 2 db-ot, ezeket a mintákat 20%-os HNO_3 -mal roncsoltuk. A roncsolás után a mintákat 100 cm^3 -as lombikokba töltöttük, és a mintákat kis 0,5 ml-s fiolákba töltöttük, és szintén **atomabszorpció**s spektrométerbe helyeztük, így meghatároztuk a **Cd** és a **Pb** mennyiséget. Az alábbi táblázatban a mérhető eredményeket tüntettük fel, a fennmaradó mintákban vagy nagyon kevés nehézfém szennyeződés volt vagy valamilyen egyéb anyag bezavart a mérésnél.

3.táblázat: Mért adatok

Cd		ÁTLAG	Pb			ÁTLAG
Sample ID	Conc, (ug/L)		Action	Sample ID	Conc, (ug/L)	

moha1	4,578	4,5815	UNK7-AV	moha6	206,879	206,914
moha2	1,8716	1,79253	UNK8-AV	moha7	375,826	375,934

5.4 Ülepedőpor

A vizsgálandó utak mentén 6 db mintavevő edényt raktunk ki 3 hétre. Az edényekre feliratot raktunk miszerint ez egy tanulói kísérlet és a beszedés dátuma 2018. május. 08.-a. Olyan kihelyezési pontokat kerestünk, ahol a gyalogosforgalomtól távol helyezkedik el, mivel a cigarettacsikkek és az egyéb beledobált tárgyak befolyásolják az eredményt, viszont az is kellett figyelni, hogy a por ülepedését ne akadályozza se lomboszat se egyéb tereptárgy. A mintavevő edény a szabványos magasságba, vagy annak közelébe lett elhelyezve.

A begyűjtött mintákból két frakciót készítettünk szűrés segítségével. Az oldódóportartalmat a szűrletből és a nem oldódó portartalmat a hamumentes szűrőpapíron kiszűrt anyagból.

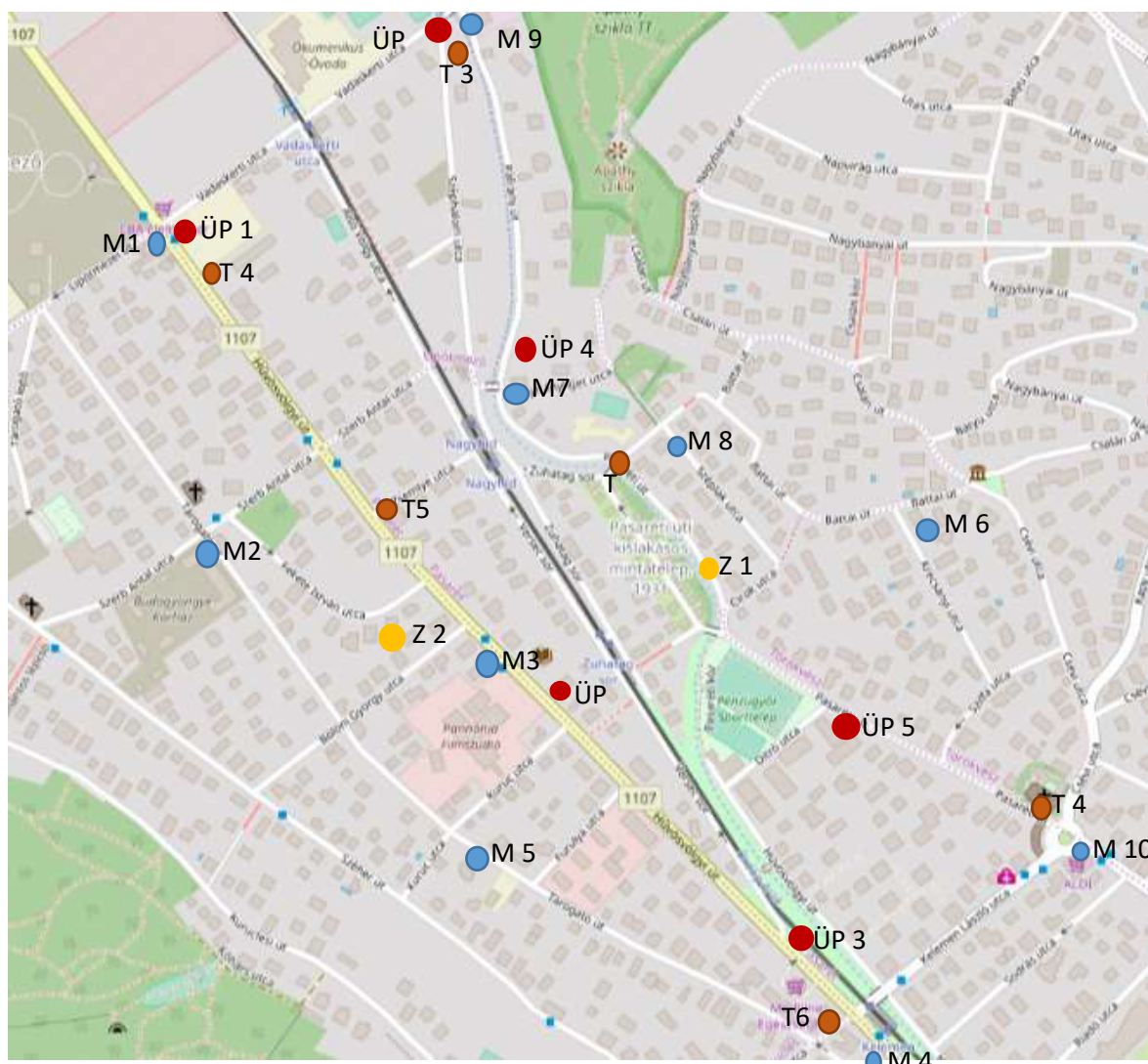


11. ábra: Szűrt minták

Oldódó portartalom vizsgálat: A szűrletet vízfürdőn bepároltuk kb. 30 ml mennyiségig. 50ml-es főzőpohárba mostuk és főzőlapra raktuk a mintákat. Ekkor adtunk hozzá 20 ml c. HNO_3 -t és 1 órán át forraltuk 150-180 °C között., majd cseppenként 5 ml H_2O_2 -t adagoltunk és evvel ismét forraltuk 1-1,5 órán át. A maradt anyagmennyiséget 100 ml-es mérőlombikba mossuk és jelre állítjuk. Evvel a feltárás befejeződött.

Nemoldódó portartalom vizsgálat:

A szűrőpapírt ismert tömegű izzítócsészébe helyezük és berakjuk a kemencébe. A kemence hőmérsékletét először 130 °C majd fokozatosan 350 °C emeljük. A hamvasztás és hűtés befejezése után visszamérjük az izzítócsészéket. Ezt követően hozzáöntünk 20 ml c. HNO_3 -t és 1 órán át forraltuk 150-180 °C között., majd cseppenként 5 ml H_2O_2 -t adagoltunk és evvel ismét forraltuk 1-1,5 órán át. A maradt anyagmennyiséget 100 ml-es mérőlombikba mossuk és jelre állítjuk. Evvel a feltárás befejeződött.



12. ábra Mérési, vizsgálati pontok

- pont jelöli a moha mintavételi pontokat
- pont jelöli a zuzmó mintavételi pontokat
- pont jelöli az ülepédőpor mintavételi pontokat
- pont jelöli az ülepédőpor mintavételi pontokat

4.táblázat: Mért adatok

Minta megnevezése	Pb mérés átlagértékai		Cd mérésátlagértékai	
	Conc (ug/L)	Abs	Conc (ug/L)	Abs
Moha 1	379,0294	1,1669	4,578	0,4447
Moha 2	*****	1,5863	1,8269	0,2306
Moha 3	*****	1,8473	5,4381	0,4982
Moha 4	*****	2,0468	5,4381	0,4982
Moha 5	*****	2,3626	1,5802	0,2082
Moha 6	206,8790	0,8092	1,6973	0,2189
Moha 7	375,8264	1,1627	3,9263	0,3999
Moha 8	120,2274	0,5274	0,1732	0,0704

Moha 9	126,6430	0,5506	2,3929	0,2800
Moha 10	*****	2,134	5,6854	0,5124
Zuzmó 1	157,6920	0,6576	0,799	0,1338
Zuzmó 2	241,8773	0,9037	1,4417	0,1954
Oldódópor 1	*****	2,5146	1,0637	0,1596
Oldódópor 2	113,9666	0,5044	1,0585	0,1591
Oldódópor 3	Használhatatlan minta			
Oldódópor 4	32,9075	0,1745	1,7625	0,2248
Oldódópor 5	40,4699	0,2078	2,3929	0,2800
Oldódópor 6	21,0407	0,1212	1,2966	0,1818
Nem oldódó por 1	15,6792	0,0967	/	0,0130
Nem oldódó por 2	12,5760	0,0824	/	0,0130
Nem oldódó por 3	Használhatatlan minta			
Nem oldódó por 4	0,7704	0,0272	/	0,0146
Nem oldódó por 5	8,8253	0,065	0,3154	0,0851
Nem oldódó por 6	2,7193	0,0364	/	0,0138
Talajfelszín 1	*****	2,0142	9,3376	0,6605
Talajfelszín 2	*****	1,6196	4,3405	0,4288
Talajfelszín 3	*****	1,9226	4,94	0,4680
Talajfelszín 4	*****	2,886	6,1798	0,5392
Talajfelszín 5	*****	1,9896	5,6676	0,5114
Talajfelszín 6	*****	1,4856	*****	0,9754

5.1 Értékelés

A számszerűsített eredmények bebizonyították amire már gondoltunk, hogy a Hűvösvölgyi út a városközpont fele egyre szennyezettebb. Az ólom szennyezés mértéke nem várt eredményt hozott. Olyan magas, hogy a kalibrációs görbén felüli eredményeket kaptunk, így a berendezés nem tudott pontosan illeszteni és ezért látható a táblázatban ***** jelölés. Ezekkel az eredményekkel párhuzamot mutat a kadmium szennyeződés is. A főúttól távolodva a szennyező anyagok mennyisége határozott csökkenést mutat. Ugyan ez figyelhető meg a Pasaréti úton is., A főútvonal mentén az értékek magasak és ahogy távolodunk ezektől az útszakaszoktól a szennyező anyag mértéke egyre csökken. Mind az ólom mind a kadmium szennyeződés alacsonyabb értéket mutat, mint a Hűvösvölgyi úton. Ezen az útszakasz egyes részein a kadmium nem volt mérhető. Ez a táblázatban / jelölésként látható. Az ólom szennyeződés magas, ami azt mutatja, hogy ez a szennyeződés nem most keletkezett. Tehát már régóta használhatja az autós társadalom ezt az útvonalat egérútnak.

6. PROJEKT ÉRTÉKELÉS

Összegzés „diák módra”

A tanáraink nagyon segítőkészen álltak hozzánk, sokan alkalmazkodtak is, ugyanis voltak olyan terepszemléink/feldolgozásaink, amelyet csak tanóra keretein belül tudtunk megoldani. A csapattársaink készségesen álltak egymáshoz, volt mikor nekünk is alkalmazkodnunk

kellett társunkhoz, próbáltuk egymás időigényéhez igazítani a feladatokat, kisebb nagyobb sikerrel. A projektet iskolán kívül is csináltuk 4-4 órát a tereppel együttesen, voltak olyan társaink, akiknek ez néha nehézséget okozott, az időhiány kicsit megnehezítette a kijelölt feladatainkat, sajnos nem tudtunk egyenlően részt venni a projektben.

Végősoron a kérdőívből kiderült továbbá, hogy az osztály eltudná képzelni a projekt szerű oktatás, gyakorlati szinten. A csapatok nagyon jól teljesítettek, jól tudtunk együtt működni. Elképzelhető, egyszer a közeljövőben még sor kerül ilyen munkára, mert sokat tapasztalhattunk, amit benti gyakorlaton nem tudtunk ennyire részletesen kielemezni. A projekt során dolgozhattunk műszeres analitikai laborban, ami kihívás volt kicsit, mert nem találkoztunk ilyen eszközökkel még a tanév során, csak a jövő tanévben tanulhatunk majd róla, de jó volt betekinteni előre és tapasztalni.

7. PROJEKTPEDAGÓGIAI GONDOLATOK

Bár a helyi pedagógiai programunkban nem szerepel ilyen fejezet, mégis visszatérően felmerül annak gondolata, hogy diákjainkat miként tudnánk a valóságot jobban megközelítő, gyakorlatorientáltabb feladat-környezetbe juttatni, hiszen a mi szakmánkban nem léteznek a duális szakképzésben magától értetődőnek tekintett, a gyakorlatokat biztosító műhelyek, üzemek, vagy gyárak. Maga a környezet- pedagógia sem mond mást, minthogy a tudományterület komplex megközelítése miatt egyértelműen a projektpedagógia tekinthető járható és hatékony útnak. Ugyanakkor ezt a gondolatot egy hagyományos, vizsga centrikus szemléletű iskolában igen körülményes napi valósággá alakítani. Most sem történt ez másképpen.

Jelen projektre iskolánk 13. évfolyamos környezetvédelmi technikus szakos hallgatói, az őket tanító négy szaktanár, ill. két másik tanárkolléga részvételével került sor 2018. március – április havában. A résztvevő diákok a kétéves technikus képzés első évében vannak, az osztály mintegy fele nem egy éve érettségizett, sőt a 17 résztvevőből négyen már egyetemi padokat is koptattak rövidebb-hosszabb ideig. Saját bevallásuk szerint projekt szervezésű oktatásban két tanulón kívül még senki nem vett részt.

A projektet pedagógiaiilag egyértelműen az új szakmai ismeretek megszerzése, a komplex szemlélet elsajátítása céljából fogalmaztuk meg. A kutatásunkban alkalmazott módszerek közül a diákok a tanév folyamán egyedül a QGIS térképszerkesztő szoftver használatát ismerték meg, a zajtérképezés, forgalomszámlálás, a biomonitoring vizsgálatok alapjait sem tanulták még, nem is említve a műszeres analitika bármilyen módszerét. Ez utóbbi témakör pl. majd a jövő esztendő tananyaga lesz számukra, de több módszer nem is a technikus törzsanyag része. Már ebben a tényben is felfedezhetjük a projekt-módszer egyik lényegét: azt tesszük, azt részismeretet használjuk fel, amit az adott, konkrét feladat megkövetel, függetlenül az előismereteinktől. Ebben pedig elvileg nincsenek határok.

De, mégis! Legfőképpen időkorlátok. Az előzetes időtervben két, az osztály számára rendelkezésre álló, 8 órás, több részből álló, az órarendben is szereplő környezetvédelmi gyakorlat felhasználására kértünk vezetőségi engedélyt. Ezen két terepi nap után a feldolgozást a hét további öt szaktanári órájára, ill. csekély mértékben tanórán kívüli időszakra terveztük. A feladat mértéke, a dolgozat leadásának a projektkezdéshez viszonyított

szűk határideje miatt munkánk utólag időben nagyon alultervezettnek bizonyult. Sok kölcsönként egyéb tanórát, ill. tanórán kívüli időt kellett beiktatnunk. Számításaink szerint a projekt öt hete alatt átlagosan, fejenként mintegy 40 órát dolgoztak diákjaink, ennek fele az órák utáni időszakra tevődött (szórás természetesen létezett a diákok személyenkénti időráfordítását nézve).

A projekt értékelése céljából egy kérdőívet állítottunk össze. A kérdéseink döntően a projekt rendszerű oktatás élményére, ill. a belső motivációs tényezőkre kérdeztek rá.

Kérdések kiértékelése

A projektet kérdések alapján kiértékeljük az alábbiak szerint:

- Az előzetes gondolataid alapján most miben vélekedsz másképpen a projektmódszerű oktatásról?
..... A
projekt mely eleme hozott benned valamilyen motivációt? Ha nem volt ilyen, akkor mi teremtené meg ezt?
- A
projekt mely részével voltál elégedett? Mennyire tartottad megfelelőnek a szervezést? Ha nem voltál elégedett miért?
- H
ogyan érintett a projekttel kapcsolatban fellépő tanórákon kívüli munka? Ha negatívan, akkor miért? Ha nem akkor miért?
- H
ogyan tudnád elképzelni a projekt rendszerű oktatás, kisebb-nagyobb mértékű bevezetését iskolánkban a hagyományos oktatási rendszer mellett?
- H
ogyan kezelted a projekt során a számodra váratlan szakmai helyzeteket?
- A
kijelölt projekt szakmai/nem szakmai részei közül melyik volt számodra a legérdekesebb? Vagy ha nem tetszett miért nem? Mások feladatából melyiket csináltad volna a legszívesebben?
- Sa
ját munkádat hogyan értékelnéd? Mennyire vetted ki a részed a projektmunkából? (a csapatmunkát is értékelheted)

A diákok válaszaiból a módszer adta gyakorlati megközelítés, továbbá a szakmánk velejárójának tekinthető terepmunka sikere egyértelműen kimutatható. Sokak számára kifejezetten örömteli volt, hogy rengeteg új módszert, eljárást ismerhettek meg, az új szakmai helyzetekben a többség igyekezett önállón, vagy kisebb tanári segítséggel úrrá lenni. Úgy vélekedtek, hogy az előzetesen választott részfeladatban megtalálták a helyüket, a választott csoporttársaikkal megfelelően együtt tudtak dolgozni.

A projekt szervezési oldalát, viszont éles kritikával illették, jogosan. Ez a megállapításuk egyértelműen nem a terepnapokra, hanem a benti, feldolgozó időszakra vonatkozott. Ekkor vált jellemzővé a sok adhoc elkért tanóra, valamint az utánuk bekövetkező „túlórázás”. Ennek okait fentebb, részben már taglaltuk. Nem feltűnő hangsúllyal, de szívesen láttak volna némileg több előkészítést, illetve köztes megbeszélést.

Ez utóbbi ellenére pozitív meglepetésnek tűnik, az órákon kívüli túlmunka kérdésére nem érkezett egyértelmű negatív érzéseket közvetítő közös válasz. A diákok fele ezt pozitívan értékelte, és a semleges és nemleges válaszokban is fellelhető volt néhány külső okra vetített hivatkozás (dolgozni siettek). Meglátásunk szerint ez az osztály tagjainak belső szakmai motiváltságára utal.

Többen szükséges és használható eszköznek gondolják ezek után a projekt módszer adta lehetőségeket. A hagyományos órák csökkentése mellett, hetenkénti egynapos időráfordítással évi egy-két, vagy akár havi egy projekt kivitelezését sem tartják elképzelhetetlennek a hagyományos rendszer keretei között.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunk a Hűvösvölgyi úttal párhuzamosan futó Vadaskerti u.- Páfrány u.- Pasaréti út vonalán kialakult csúcsforgalmi menekülő út, un. „egérút” használata által okozott környezeti terhelés mértékére kívánt választ adni.

Zajadataink-, és a levegő, zuzmók jelezte SO₂- tartalmára vonatkozó megállapításaink nem mutatnak kiugró értékeket, városi környezetben másutt is ilyen adatok mérhetők. A forgalomszámlálási adatainkból következtetve felmerült, hogy az „egérút” jelentősége a személygépkocsik vonatkozásában, csúcsidőszakokban elérheti a Hűvösvölgyi út jelentőségét. Ez csak további észlelések alapján lesz igazolható egyértelműen.

A nehézfémek (Pb, Cd) utak menti hangsúlyos jelenlétére vonatkozó méréseink igazolták az előzetesen várt valamennyi tendenciát, így az „egérúton” is megtörténtek a több mint két évtized megnövekedett forgalmát bizonyító lerakódások, A két útszakasz ilyen értelmű összehasonlítását a későbbiekben megteesszük.

A projekt szervezésű oktatási módszerrel megvalósított környezeti kutatásunkat pedagógiai értelemben sikeresnek ítéljük meg, használatát iskolánkban szeretnénk általánosabbá tenni.

ó Laboratórium Szakmai Jelentés 03/2014; Greenpeace; Bp. (online)
http://www.greenpeace.org/hungary/PageFiles/609862/A_mehek_terhe.pdf (2018.05.02.)

Beporzók napja honlap: beporzoknapja.hu

Greenfo - Zöld iránytű a neten: <http://greenfo.hu/hirek/2018/03/08/meheket-erinto-veszelyekre-figyelmeztet-a-beporzok-napja> (2018.04.12.)