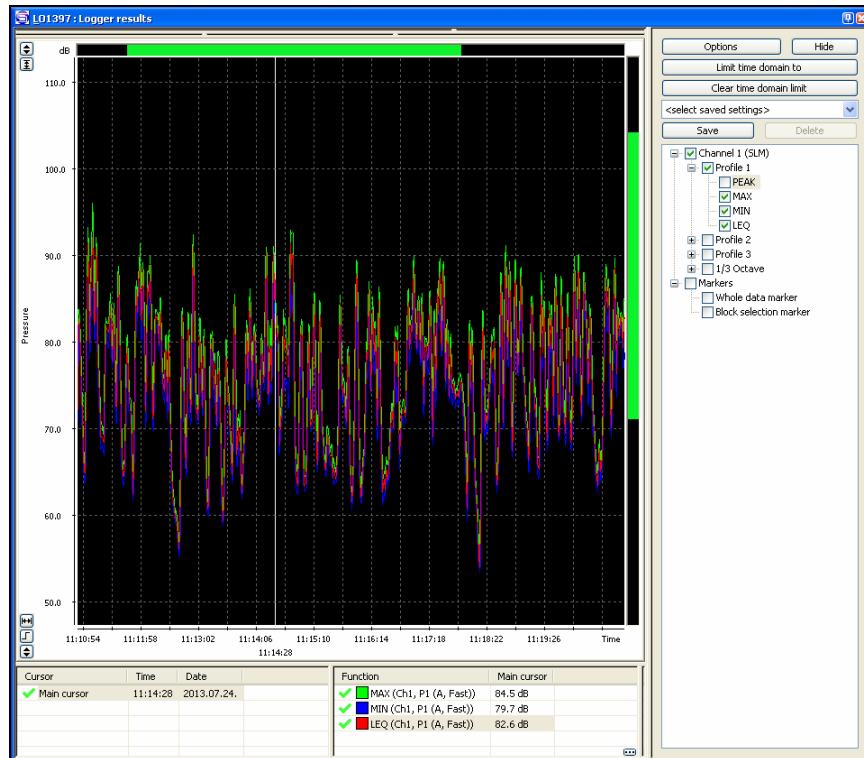


3. részfeladat

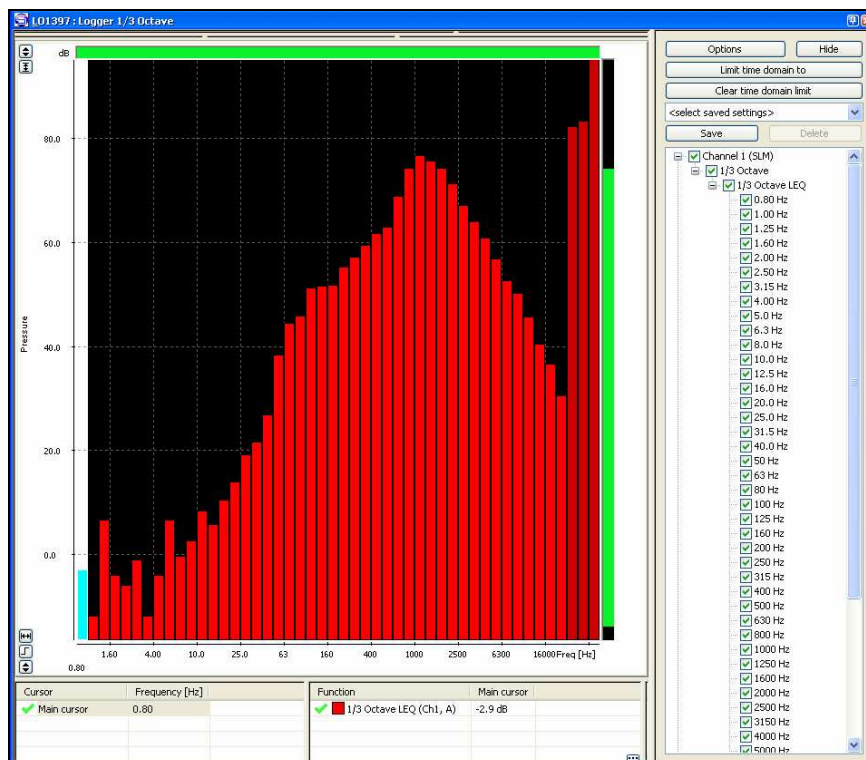
A hangforrások azonosítását és a hangforrások hangját elkülönítő alkalmazás kidolgozása

A jelenlegi zajmérési eljárások több olyan, a zaj értékéhez nem tartozó hangot értékelendőnek vesznek figyelembe, amely nem tartozik a mérendő zajhoz. Ilyen például a kutyaugatás, a tücsök- és kabócaciripelés, békabrekegés, a madárcsicsergés vagy a vízcsobogás. A kutatásunk során kidolgozásra kerül egy olyan alkalmazás, amellyel a zajmérések során fellépő nemkívánatos, a zaj fogalmába bele nem illő hangokat ki lehet vonni a mért értékből, így a rögzített időfüggvény utófeldolgozásával csak a mérendő zajforrás által keltett hang értékét jeleníti meg a mérési jegyzőkönyvben. A kifejlesztett alkalmazás prototípusának versenytársainál előnyösebb paramétere tehát, hogy a mérés során olyan korrekciós tényezőket vesz figyelembe, és olyan eljárásokat alkalmaz, amelyeket a zajmérésben korábban az összefüggések ismeretének hiánya miatt nem használhattak. Olyan paraméterrel is számol a zajmérés során, amelyre korábban nem létezett mérési eljárás. A jelenlegi zajmérések esetében a zajszint átszámítása mértékadó zajterheléssé már több területen megoldott. Erre példa a közlekedési zaj esetében a mérési eredmények mértékadó forgalomra számított konvertálása.

A feladat a hangforrások azonosítása, azaz a hangforrások hangját elkülönítő alkalmazás kidolgozása. A hangmérés során olyan korábban is említett zavaró hangok szerepelnek a mérni kívánt hangok között (pl. kutyaugatás, tücsökciripelés), amelyeket utófeldolgozással szükséges eltávolítani. Jelen feladat során az elemzést alkalmassá tesszük arra, hogy a hanghullám adatbázis-halmazából egyes hangokat hullámalak, amplitúdó, frekvencia alapján el tudjon különíteni a többi hangtól.



A korrigálendő mérés időfüggvényének részlete



A korrigálendő mérés frekvenciaspektrumának részlete

Minden mérés időfüggvényéhez tartozik egy 1/3 oktávásvű frekvencia spektrum, melynek értékeit vizsgálni kell, és - az ezt befolyásoló tényezők figyelembevételével -

kiszűrni belőle a zavaró jeleket, majd értékeit ennek megfelelően korrigálni és az L_{Aeq} -t (A-súlyozott, egyenértékű hangnyomásszintet) újraszámolni.

Megvalósíthatóság

Programnak Windows7 és Windows XP klienssel rendelkező gépeken kell futnia. A bemenő adatokat - a SvanPC program által generálva - előre definiált .CSV fájlként kapja meg a program. A mintavételezést Svantek gyártmányú mérőműszerrel végezzük, előre beállított mintavételezési időintervallummal és sűrűséggel.

A kifejlesztett alkalmazás specifikusan közlekedési zaj elemzésére alkalmas. A zavaró hangforrások kiszűréséhez az MSZ EN 1793-3:1997 számú szabványban közzétett szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum táblázatban szereplő értékeket veszi alapul, az abban felsorolt Hz (fi) értékeket figyelembe véve.

A feldolgozáshoz szükséges adatok:

- Svantek zajmérő műszer által rögzített időfüggvény, a SvanPC++ szoftver segítségével készített .xls, majd .csv fájlok, amik egyben az alkalmazás bemenő adatának felelnek meg.
- Vizsgálandó specifikus zavaró hangok. Egyértelműen definiálniuk kell a zavaró hang mely frekvencián mekkora értékkel jelenik meg. Meg kell határozni azon intervallumot is, amelyet eltérésnek megengedünk.

Vizsgálati módszerek:

- Az MSZ EN 1793-3:1997 számú szabvány szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum táblázatban szereplő értékeket figyelembe véve, az ettől eltérő zavaró hangok vizsgálata, majd ebből az állathangok kiszűrése.
- A mérést végző szakember által definiált nyugalmi időszakot tekintjük alapul, melyből egy átlagértéket számolunk, és ebből szűrjük ki a zavaró hangokat a fent említett módszer előre definiált táblázatának segítségével, amelyet egy előre definiált általános állapot alapján számolunk.

Problémakörök:

- A zavaró hangok nem egyértelműen az előre megkapott frekvencia spektrumon jelentkeznek. Ez abból adódik, hogy a zavaró hang távolabb helyezkedik el a mérési ponttól, nem a közvetlen környezetében. Ezen forráselemzési problémát elemzés-eljárási képleteken keresztül lehet megközelíteni.

Adat specifikációk:

- A SvanPC++ programból kimenő adat, a program által feldolgozandó .xls és .csv fájlok.
- Közlekedési zajnál csak az egyes csatornát kell vizsgálni, a L_{Aeq} (= RMS) gyors időállandós egyenértékét, az állandó hangszintet figyelembe véve.
- Az 1/3 oktávsvívű frekvencia spektrumnál csak az MSZ EN 1793-3:1997 számú szabványban meghatározott frekvencia értékeket kell vizsgálni.
- A SvanPC++ programból kinyert adatnak mindig a mintában rögzített formátumnak kell megfelelnie, az ott felsorolt adat oszlopokat kell tartalmaznia a mérési idő sűrűségnek megfelelően.

A közúti közlekedési zaj szabványos spektruma

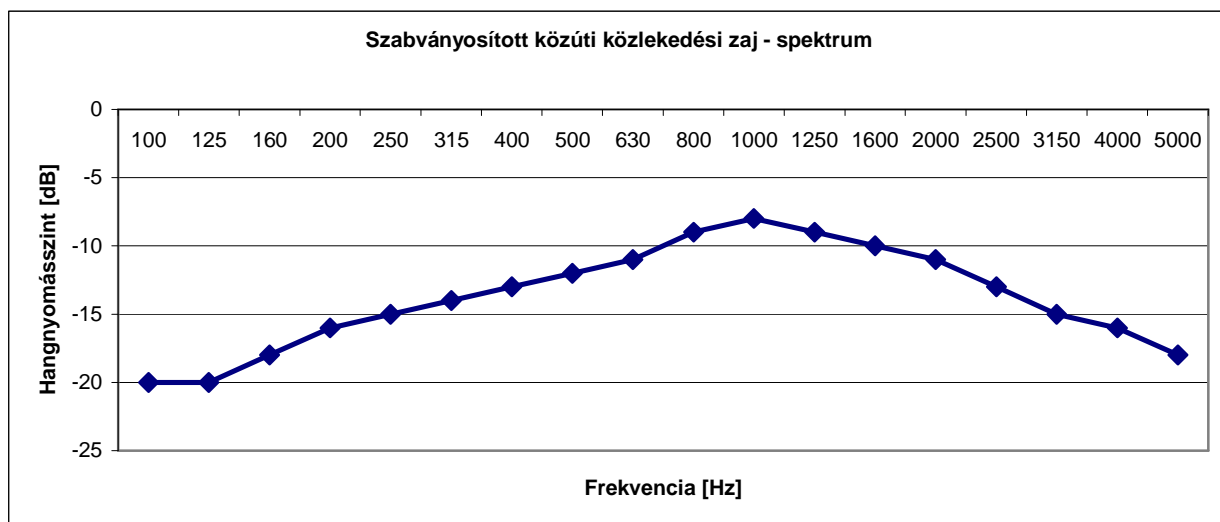
Mivel a közúti zajárnyékoló berendezések legfontosabb akusztikai jellemzői, a hanggátlás és a hangelnyelés, frekvenciafüggő mennyiségek, vizsgálati célokra egy közúti közlekedési zaj-spektrumot kell definiálni. Ezt az MSZ EN 1793-3:1997 számú, „Közúti zajárnyékoló berendezések. Vizsgálati módszerek az akusztikai tulajdonságok meghatározásához. 3. rész: Szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum” című szabvány szerint tehetjük meg, ami az út környezetében mért közlekedési zaj alapvető tulajdonságait definiálja, egy jellemző, szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum formájában. Ez a mennyiség a zajárnyékoló berendezések egyszámadatos jellemzőinek megadásához szükséges, kivéve a zengőtérben (például alagutakban) lévő zajárnyékoló berendezéseket.

Az MSZ EN 1793-3:1997 egy szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrumot határoz meg, amelyet a közúti zajárnyékoló berendezések akusztikai

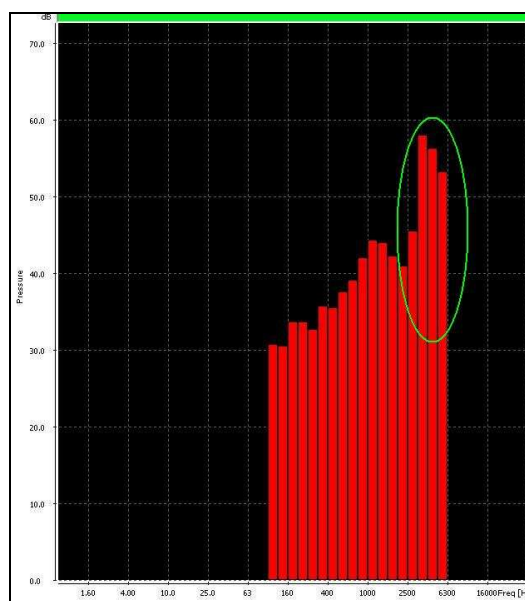
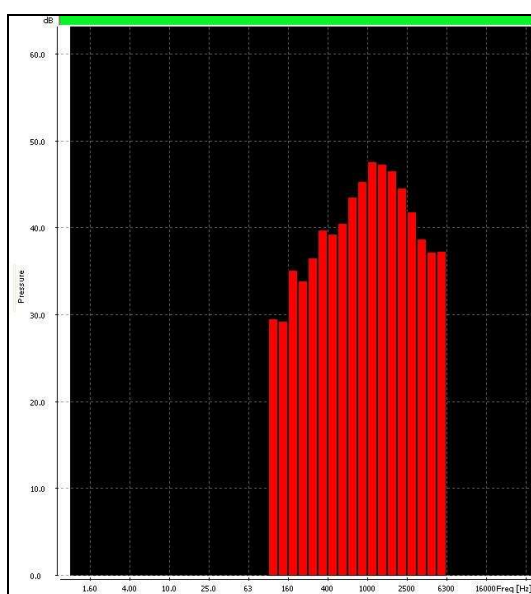
tulajdonságainak meghatározásánál és értékelésénél kell alkalmazni. A Szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum az a spektrum, amelyet a közúti zajárnyékoló berendezések akusztikai tulajdonságainak számításához, a hangelnyelés és a léghanggátlás egyszámados jellemzőinek megadásánál alkalmazni kell. A spektrum, a relatív, dB-ben kifejezett, 100 Hz és 5 kHz közötti frekvenciatartományban lévő L_i terc-sávokra vonatkozó A-hangnyomásszinttel van megadva. A tercsávszint, L_i : a szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrum relatív, dB-ben kifejezett A-hangnyomásszintje, az f_i középfrekvenciájú tercsávokban.

A közúti zajárnyékoló berendezések akusztikai tulajdonságainak értékeléséhez az alábbi táblázatban ismertetett, szabványosított közúti közlekedési zaj-spektrumot kell alkalmazni:

f_i [Hz]	L_i [dB]
100	-20
125	-20
160	-18
200	-16
250	-15
315	-14
400	-13
500	-12
630	-11
800	-9
1000	-8
1250	-9
1600	-10
2000	-11
2500	-13
3150	-15
4000	-16
5000	-18



A közúti közlekedési mérések során az egyenértékű A-hangnyomásszintek kerülnek rögzítésre mintavételezéssel, félóránkénti bontásban.



Közúti forgalomtól származó zaj spektruma, valamint a közúti forgalomtól, és egyéb zavaró tényezőtől származó zaj spektruma, 100 Hz és 5000 Hz közötti frekvenciatartományban vizsgálva

Számítási eljárások

Abból indulunk ki, hogy egy adott mérés során nyert frekvencia-hangnyomásszint párok zavaró adatokkal lehetnek terheltek. Az következőkben egy olyan eljárást írunk le, amely a szabványosított forgalmi zaj spektruma alapján korigálja a mért értékeket. A korrekció a megfelelő frekvenciákhoz tartozó kiugró hangnyomásszint

értékek levágásával történik, a vágás nagyságát a szabványosított forgalmi zaj spektruma határozza meg.

Bemutatjuk a további részfeladatokhoz szükséges két mennyiség, az L_{eq} és TotalA értékek kiszámításához szükséges matematikai összefüggéseket.

Az L_{eq} és TotalA mennyiségek kiszámítása a frekvenciaspektrum egy sora alapján

Az L_{eq} (Equivalent Continuous Sound Level) mennyiség kiszámítása: álljon a minta vektor a frekvenciaspektrum egyik sorából. A vektor k -adik komponensét $minta_k$ jelöli ($k = 1, 2, \dots, N$) és N a minta elemszáma.

Tetszőleges $k = 1, 2, \dots, N$ esetén legyen:

$$nullegy_k := \begin{cases} 0 & \text{ha } minta_k = 0 \\ 1 & \text{ha } minta_k \neq 0 \end{cases}$$

Ekkor az L_{eq} mennyiség értékét az alábbi képlet adja:

$$L_{eq} := 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N nullegy_k \cdot 10^{minta_k / 10} \right)$$

TotalA (Combined Sound Level With Weights) mennyiség kiszámítása: a TotalA mennyiség kiszámításához szükségünk van egy rögzített vektorra, valamint egy mintavektorra. A rögzített vektor elemeit az alábbi súlyozó tényezők táblázat második oszlopa tartalmazza:

Frekvencia [Hz]	„A” súlyozó tényező
10	-70,4
12,5	-63,4
16	-56,7
20	-50,5
25	-44,7

31,5	-39,4
40	-34,6
50	-30,2
63	-26,2
80	-22,5
100	-19,1
125	-16,1
160	-13,4
200	-10,9
250	-8,6
315	-6,6
400	-4,8
500	-3,3
630	-1,9
800	-0,8
1000	0,0
1250	0,6
1600	1,0
2000	1,2
2500	1,3
3150	1,2
4000	1,0
5000	0,5
6300	-0,1
8000	-1,1
10000	-2,5
12500	-4,3
16000	-6,6
20000	-9,5

„A” súlyozó tényezők értéke frekvenciasávonként

A táblázat elemeit tapasztalati úton az emberi fül tulajdonságaihoz igazodva határozták meg, annak figyelembe vételével, hogy fülünk másképpen érzékeli a különféle frekvenciákat, nevezetesen, az alacsonyabb és magasabb frekvenciákra kevésbé érzékeny, mint a középben fekvőkre. Ahhoz tehát, hogy egy szélesebb frekvenciatartományt az emberi hallásnak megfelelő módon tudjunk reprezentálni, az alacsony és magasabb frekvenciákat jobban kell csillapítani, mint a középső frekvenciákat. A nagy abszolút értékű negatív számok ezt fejezik ki a fenti táblázat elején és alján.

Egy adott minta esetén a súlyozó tényezők táblázatának természetesen csak azokat a sorait használjuk fel, amelyekhez tartozó f [Hz] frekvenciák előfordulnak a minta vektor frekvenciái között. Jelöljük ezeket a súlyozó tényezőket a második oszlopból

rendre $Asuly_k$ -val. A korábban bevezetett jelölések megtartásával ekkor a TotalA mennyiség a következő alakban áll elő:

$$\text{TotalA} := 10 \log_{10} \left(\sum_{k=1}^N 10^{(\text{minta}_k + \text{Asuly}_k) / 10} \right)$$

Egy megadott spektrum vágása a szabványosított forgalmi zaj spektruma alapján

Tekintsük az inputként megadott spektrumot, és annak is csak a 100 Hz és 5000 Hz közé eső darabját: ez tehát 18 darab valós számból álló hangnyomásszintek egy sorozata. Jelöljük ezeket a hangnyomásszint értékeket az $input_1, input_2, \dots, input_{18}$ nevekkel. Feltételezzük, hogy mindegyik érték pozitív.

Ezt a 18 input értéket korigáljuk (vágjuk) a szabványosított forgalmi zaj spektrumának megfelelő 18 értéke alapján. Ez utóbbi 18 szám abszolút értékét jelöljük az L_1, \dots, L_{18} nevekkel. Ezek az értékek tehát a szabvány értelmében mindvégig rögzítettek (3.8.1. táblázat), azaz $L_1=20, L_2=20, L_3=18, \dots, L_{17}=16, L_{18}=20$.

Mivel a szabványosított forgalmi zaj spektruma az inputként megadott spektrumban minden egyes frekvenciához megad egy lehetséges maximális eltérési értéket, ezért első lépésként meg kell határozni, hogy a szabványosított forgalmi zaj spektruma grafikonjának 0 magasságú szintje az inputként adott spektrumban mihez legyen viszonyítva.

A következő feltételezéssel élünk: a szabványosított forgalmi zaj spektruma skálájának 0 szintje essen egybe a következő egyenletben megadott értékkel.

$$8 + \max_{k=1,2,\dots,18} input_k$$

A 8-as hozzáadandó abból ered, hogy ez a legkisebb L_k érték, így a szabványosított forgalmi zaj spektruma grafikonja csúcspontjának magassága éppen egybeesik az

inputként megadott spektrum maximális magasságával (e maximális értékek vízszintes koordinátái persze eltérhetnek).

A korrekció ezek után az alábbi séma alapján történhet.

$$M := \max_{k=1,2,\dots,18} input_k$$

Legyen

és minden egyes $k = 1, 2, \dots, 18$ index esetén vizsgáljuk a következő feltételt:

- ha $input_k > 8 + M - L_k$, akkor „vágás”: $index_k$ új értéke legyen $\max(8 + M - L_k, 0)$,
- ha $input_k \leq 8 + M - L_k$, akkor nincs teendő.

Az ily módon levágott spektrumból további származtatott mennyiségek számíthatók.

Az alkalmazás megvalósítása

A V5 projekt megoldására a Vibrocomp Kft. a Vibrov5 rendszert dolgozta ki, ennek 3. részfeladata foglalja magában a hangforrások azonosítását és a hangforrások hangjának elkülönítését elvégző alkalmazást.

A teljes folyamat a következő lépésekből áll:

1. Közúti zaj mérése
2. Mintavételezés frekvenciatartományonként
3. A zavaró tényezők kiszűrése
4. Korrekció végrehajtása
5. Kimutatás készítése a mérésről

Az alkalmazás leírása, használata

A Vibrov5 alkalmazás egy Visual FoxPro 9.0 környezetben fejlesztett rendszer,

amely a V5\install\vibrov5.exe  elindításával tölti be az indítópultját.

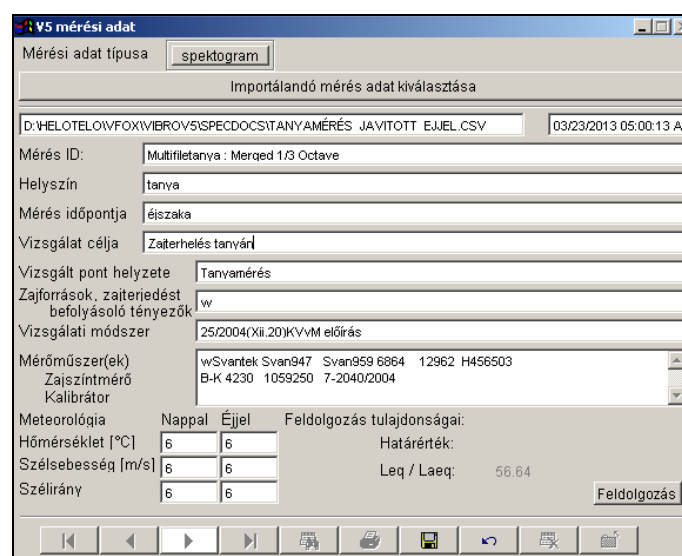


A zavaró hangokat kiszűrő alkalmazás indítópultja

Az alkalmazás két fő funkciója a „Mérés feldolgozása” és a „Szabványosított spektrum import”. Ezen kívül az adatok karbantartására is van lehetőségünk.

A Mérés feldolgozása

A menüpont kiválasztása után az adatbázisban található mérési adatok közül választhatunk, de lehetőségünk van előre elkészített mérési adatok importálására vagy akár új mérési adat készítésére is.



A mérési adatok importálása

Importálásnál a mérési adatokat egy CSV (Comma-Separated Values, azaz vesszővel elválasztott értékek) formátumú fájlból kell beolvasnunk. A következő paraméterek megtekintésére, beállítására van lehetőség:

- Mérési adat típusa – ez lehet időfüggvény vagy spektrogram. Ezt új adat felvitelénél lehet kiválasztani, utána már nem módosítható.
- CSV fájl neve és dátuma (csak olvasható)
- Mérés ID - a mérés azonosítója, megnevezése
- Helyszín
- Mérés időpontja
- Vizsgálat célja
- Vizsgált pont helyzete
- Zajforrások, zajterjedést befolyásoló tényezők
- Vizsgálati módszer
- Mérőműszer(ek)
 - o Zajsztintmérő
 - o Kalibrátor
- Meteorológia - „Nappal”, „Éjjel” és „Feldolgozás tulajdonságai” oszlopokkal
 - o Hőmérséklet [°C]
 - o Szélsébség [m/s]
 - o Szélirány
- Feldolgozás tulajdonságai
 - o Határérték
 - o L_{eq}/L_{Aeq} – automatikusan számolódik

A „V5 mérési adat” lapon elhelyezett nyomógombokkal a következő funkciókat érhetjük el:

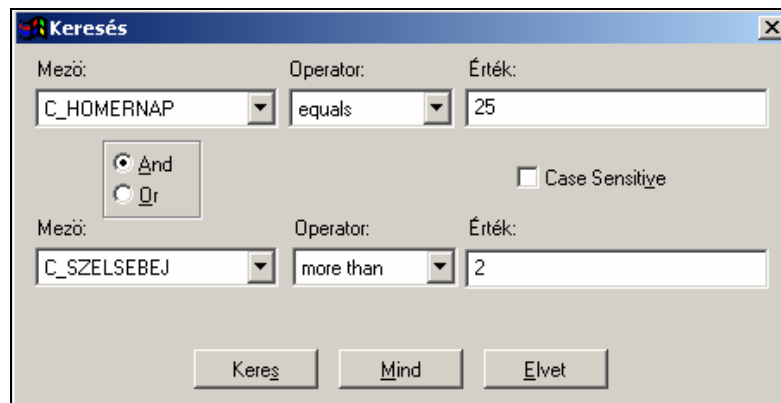


- Navigációs billentyűk, melyekkel az adatbázisban található mérési adatok között mozoghatunk.



- Keresésre szolgáló gomb, melynek lenyomására megjelenik a következő ablak, ahol különböző feltételek megadásával kereshetünk az adatbázisban. Ekkor kiválasztjuk azt a mezőt, amely alapján keresni szeretnénk és annak értékét a megfelelő operátor beállítása mellett egy általunk megadott értékhez hasonlítjuk. Az

„ÉS” valamint a „VAGY” logikai műveletek segítségével egy további mező értékére is szűrhetünk. Példánkban keressük azokat a mérési adatokat, amelyeknél a nappali hőmérséklet 25 °C és az éjjeli szélsősebesség meghaladja a 2 m/s-ot. A „Search” gomb megnyomására megkeressük az első ilyen előfordulást, az „All” gomb pedig az összes előfordulást megmutatja.



A keresés funkció

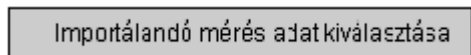
Amennyiben a keresési feltételnek egyetlen adat sem felel meg, erről tájékoztatást kapunk.



- ide kattintva azt az információt kapjuk, hogy a nyomtatás a feldolgozás menü pontból érhető el.



- új mérési adatokat adhatunk az adatbázishoz manuálisan



- gomb segítségével importálhatunk adatokat egy CSV fájlból.

Új adat bevitelénél először a mérés típusát (időfüggvény vagy spektrogram) kell megadni.



- szerkesztés parancs, módosíthatjuk a betöltött mérési adatokat. Természetesen a CSV fájl neve, ideje és a mérési adat típusa mezők ilyenkor sem módosíthatóak.



- a módosítások mentése.



- a módosítások visszavonása.

Időfüggvényes mérés esetén a szerkesztés menüben a **Feldolgozás** gombra kattintva megkapjuk a mérési eredményeket.

Időfüggvényes mérési eredmények:

Adatsor	Mérés időpontja	Adattípus	Mérés [dB]	Törölt
1	2013.05.14. 12:30:58	MAX [dB]	83.40	T
1	2013.05.14. 12:30:58	MIN [dB]	51.20	T
1	2013.05.14. 12:30:58	LEQ [dB]	67.10	T
2	2013.05.14. 12:32:58	MAX [dB]	85.10	T
2	2013.05.14. 12:32:58	MIN [dB]	53.30	T
2	2013.05.14. 12:32:58	LEQ [dB]	70.80	T
3	2013.05.14. 12:34:58	MAX [dB]	78.90	F
3	2013.05.14. 12:34:58	MIN [dB]	53.00	F
3	2013.05.14. 12:34:58	LEQ [dB]	68.50	F
4	2013.05.14. 12:36:58	MAX [dB]	78.90	F
4	2013.05.14. 12:36:58	MIN [dB]	50.30	F
4	2013.05.14. 12:36:58	LEQ [dB]	67.70	F
5	2013.05.14. 12:38:58	MAX [dB]	75.60	F
5	2013.05.14. 12:38:58	MIN [dB]	45.20	F
5	2013.05.14. 12:38:58	LEQ [dB]	65.40	F

Határérték:

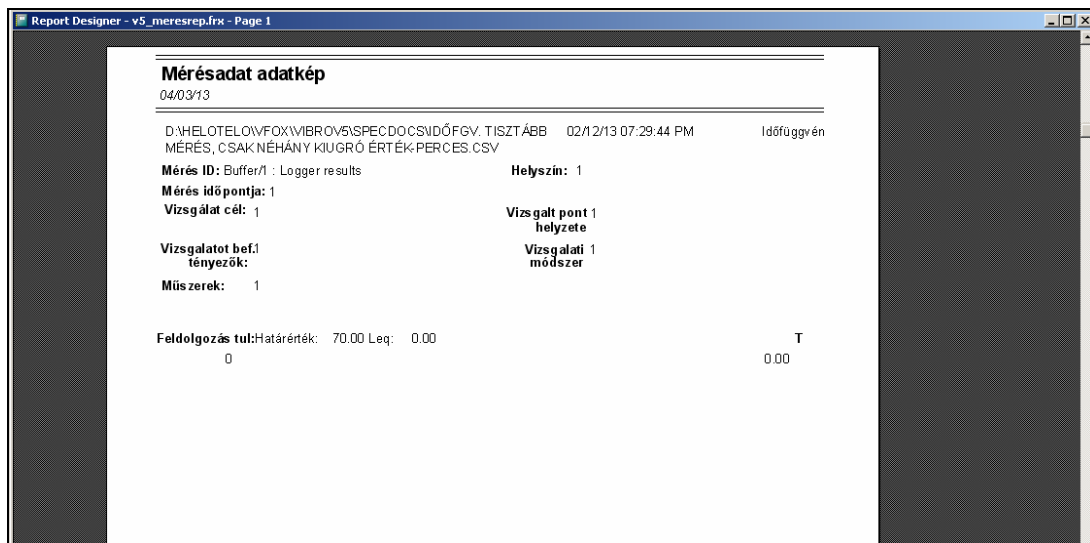
Leq:

Minden mérés
 Töröltek nem
 Csak a töröltek

Időfüggvényes mérés eredményének feldolgozása

A felhasználó megadja a határértéket, és a gombot használva kiszámolja a nem törölt adatokból az L_{eq} értékét. Beállíthatjuk, hogy minden mérést, csak a törölteket vagy éppen a törölteket ne mutassa a program.

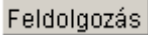
- kinyomtathatjuk a mérési eredményt, azaz megkapjuk a „Mérésadat adatkép” nyomtatási képét.

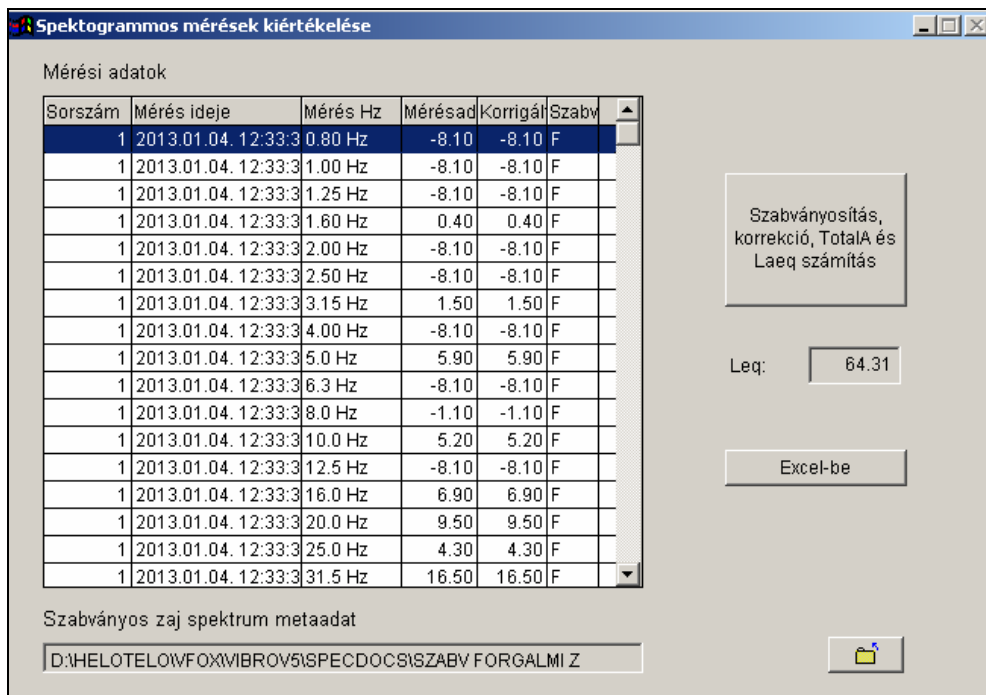


Időfüggvényes mérés, nyomtatási kép

A nyomtatást a „Print Preview” ablakon belüli nyomtató ikonnal tudjuk elvégezni.

 - XLS formátumban exportálhatjuk a mérési eredményeket.

Spektrogramos mérés esetén a szerkesztés menüben a  gombra kattintva megkapjuk a mérési adatokat.




Spektrogramos mérés eredményének feldolgozása

Szabványosítás,
korrekció, TotalA és
L_{Aeq} számítás

A táblázatból a megfelelő sorszámú mérést kiválasztva, majd a gombra kattintva a program végrehajtja a mérési adatokon - a gomb feliratának is megfelelően - a Szabványosítás, Korrekció, TotalA műveleteket és megadja a tartomány L_{Aeq} értékét. A feldolgozás aktuális állapotáról a jobb felső sarokban található információs szövegdoboz tájékoztat. Az oldal alján elhelyezkedő információs sávban az elvégzett számítással kapcsolatos információt kapunk.

Excel

- XLS formátumban exportálhatjuk a mérési eredményeket.

Fontos tudnivaló, hogy a mérési paraméterek csak a  szerkesztés gomb megnyomása után módosíthatóak, alapértelmezésben nem. Ha ekkor szeretnénk valamely értéken módosítani, akkor a bal alsó sarokban elhelyezett: „The Control is read-only” felirat tájékoztat minket, hogy jelenleg nem szerkeszthető a felület.



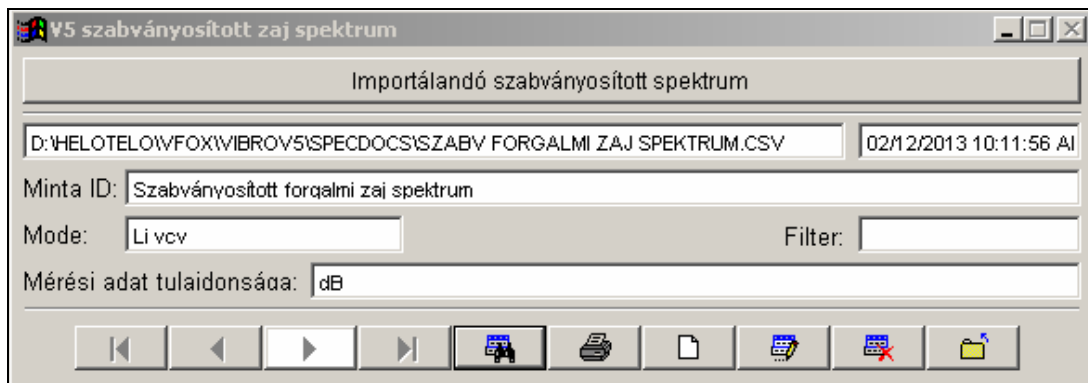
- Az adott mérési adat (rekord) törlésére szolgál, melyet megerősítés után eltávolít.



- visszalépés az indítópultra.

Szabványosított spektrum import

A menüpont kiválasztása után az adatbázisban található egyetlen szabványosított zaj spektrum minta kerül betöltésre. Jelenleg ezt az egy szabvány mintát kell kezelnie a rendszernek, emiatt a keresés, az új adat bevitele és a törlés funkciók okafogyottá váltak, emiatt - bár a rendszerbe be lettek ültetve ezek a funkciók, - kikapcsolásra kerültek, amelyről a gombra állva vagy megnyomva egy „Itt nem értelmezett funkció” felirat tájékoztat minket.



Szabványosított spektrum importálása

Importálásnál a mintákat egy CSV (Comma-Separated Values, azaz vesszővel elválasztott értékek) formátumú fájlból kell beolvasnunk. A következő paraméterek megtekintésére, beállítására van lehetőség:

- A CSV fájl neve, és dátuma (csak olvasható)
- Minta ID – azaz a minta megnevezése, azonosítója
- Mode
- Filter
- Mérési adat tulajdonsága

Fi Hz	Li dB
100 Hz	-20.00
125 Hz	-20.00
160 Hz	-18.00
200 Hz	-16.00
250 Hz	-15.00
315 Hz	-14.00
400 Hz	-13.00
500 Hz	-12.00
630 Hz	-11.00
800 Hz	-9.00
1000 Hz	-8.00
1250 Hz	-9.00
1600 Hz	-10.00
2000 Hz	-11.00

Az importált szabványosított közúti zaj spektrum mintaképe

A nyomtatást ez esetben is a „Print Preview” ablakon belüli nyomtató ikonnal tudjuk elvégezni.



- egy szabvány mintát kell kezelnie a rendszernek, emiatt ez a funkció okafogyottá vált és ki lett kapcsolva, amiről a gombot megnyomva az - „Itt nem értelmezett funkció” - üzenet tájékoztat minket.



- módosíthatjuk a betöltött szabványosított spektrum adatot. Természetesen a CSV fájl neve, ideje és a mérési adat típusa mezők ilyenkor sem módosíthatóak.



- a módosítás mentése.



- a módosítás visszavonása.

A szabványosított zaj spektrum minták alapértelmezésben nem módosíthatóak. Ezt az alkalmazás az oldal bal alsó sarkában elhelyezett - „The Control is read-only” - felirattal hozza a tudomásunkra.



- egy szabvány mintát kell kezelnie a rendszernek, emiatt ez a funkció okafogyottá vált és ki lett kapcsolva. Erről a gomb felirata - „Itt nem értelmezett funkció” - tájékoztat minket.



- visszalépés az indítópultra.

Adatkarbantartás

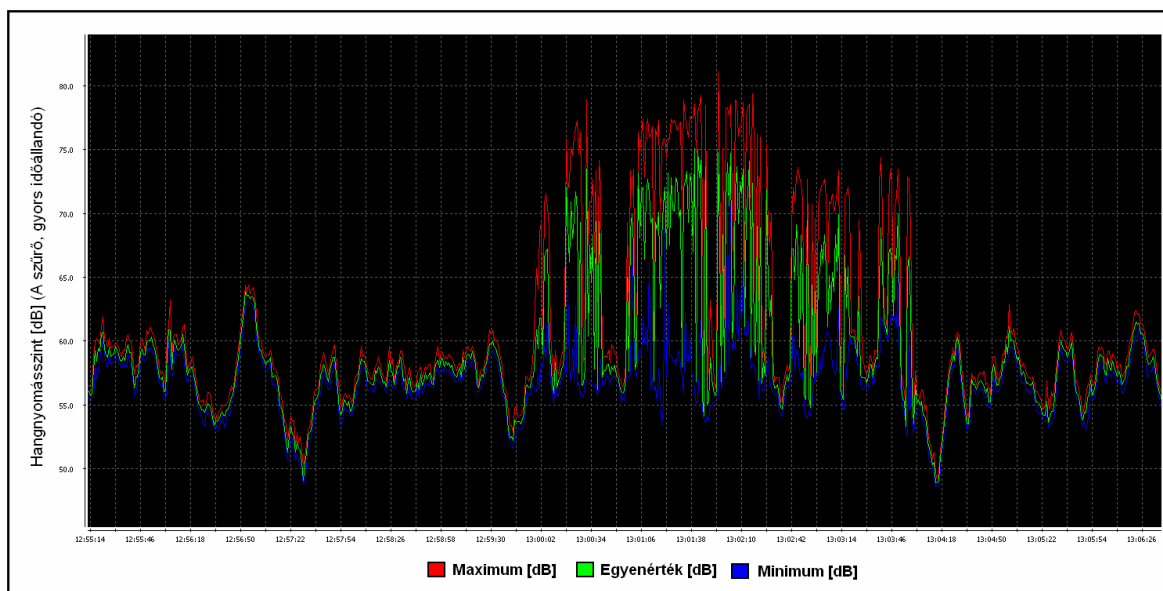
A mérés adatok karbantartására szolgál ez a funkció. Elindításkor az index állományokat frissíti, és törli a törlésre jelölt rekordokat.



Az alkalmazás használata, zajmérések korrekciója

Kutyaugatás zavaró hatásának korrekciója I.

2012 októberében végeztük el az itt bemutatásra kerülő zajvizsgálatunkat. A mérés helyszíne a velencei Sukoró utca, az M7 autópálya mentén. A mérést befolyásoló kutyaugatást a V5 projekt keretén belül megvalósuló 3. részfeladat alkalmazásával tudjuk kivágni a zajmérés végeredményéből. A következő ábrán a mérés időfüggvényéből szemléltetünk egy szakaszt, ahol megfigyelhető a kutyaugatás zavaró hatása 13:00-tól mintegy 4 percen át tartott. Ebben az időszakban a mérési maximum értékek a 80 dB-t is elérik, miközben az előtte és utána lévő „nyugalmi” állapotban, amikor csak az autópálya a zajforrás, ezek az értékek jellemzően 60 és 65 dB között mozognak. Mérésünkben a kutyaugatással terhelt rész egyenértéke (gyors időállandóval, A szűrővel) 13:00 és 13:04 között $L_{Aeq} = 67,4$ dB. A kifejlesztett V5_3 alkalmazást használva e szakasznak az egyenértékét 66,1 dB-re sikerült csökkentenünk.



Velence, Sukoró utca, kutyaugatással terhelt zajmérés időfüggvénye

Spektrogrammos mérések kiértékelése

Mérési adatok

Sorszám	Mérés ideje	Mérés Hz	Mérésad	Korrigált	Szabv
4578	2012.10.04. 13:00:04	50 Hz	38.9	38.9	F
4578	2012.10.04. 13:00:04	63 Hz	40.9	40.9	F
4578	2012.10.04. 13:00:04	80 Hz	34.4	34.4	F
4578	2012.10.04. 13:00:04	100 Hz	36.1	36.1	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	125 Hz	37.1	37.1	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	160 Hz	37.8	37.8	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	200 Hz	39.0	39.0	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	250 Hz	39.2	39.2	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	315 Hz	43.6	43.6	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	400 Hz	51.3	51.3	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	500 Hz	61.2	58.0	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	630 Hz	58.7	58.7	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	800 Hz	62.0	61.0	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	1000 Hz	53.9	53.9	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	1250 Hz	52.4	52.4	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	1600 Hz	52.0	52.0	T
4578	2012.10.04. 13:00:04	2000 Hz	49.4	49.4	T

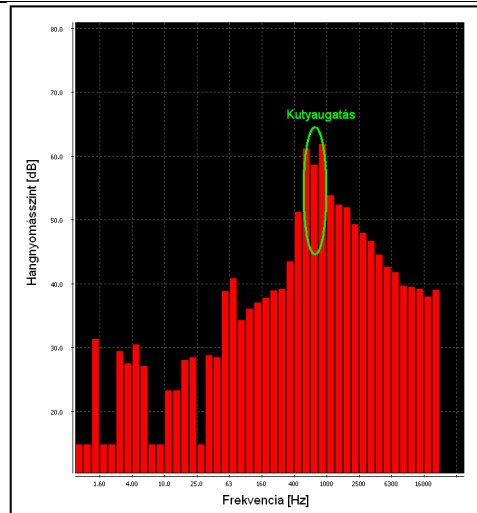
Szabványosítás, korrekció, TotalA és LAeq számítás

Leg: 66.1

Excel-be

Szabványos zaj spektrum metaadat

D:\HELOTLOWFOX\VIBROV5\SPECDOC\SZABV.FORGALMI.Z

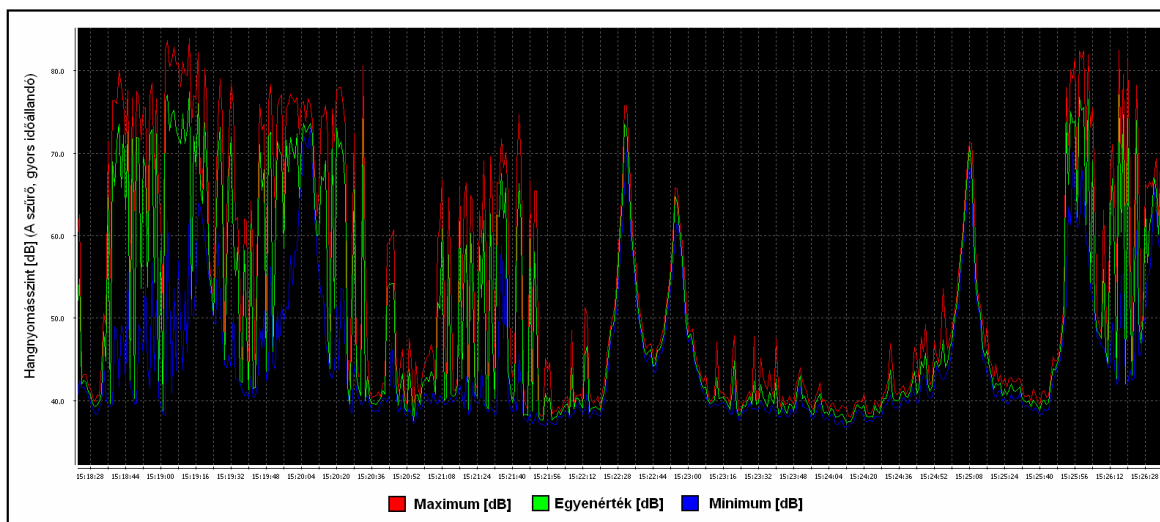


A mérési eredményeink korrekciója a V5_3 alkalmazással, valamint a kutyaugatással terhelt időfüggvényünk egy másodpercének szemléltetése a velencei mérésünk esetében

A fenti ábrán a V5_3 alkalmazás működését szemléltetjük. A táblázatban a mérési eredmények láthatóak mérési időegységenként (esetünkben ez másodperces sűrűségű), a frekvenciasávonkénti hangnyomásszint értéke, valamint annak szabványos közúti zaj spektrum szerint korrigált értéke (a 100 - 5000 Hz közötti tartományban vizsgálva). Megjelöltük az 500 Hz-hez tartozó hangnyomásszintet. Látható, hogy a program a szabványos spektrumot figyelembe véve 61,2-ről 58,0 dB-re csökkentette annak értékét. Az alkalmazás ugyanígy jár el a betáplált mérési adatok minden egyes mérési egységéhez tartozó frekvenciasávonkénti hangnyomásszint értékével, amelyik nagyobb, mint a szabványban foglalt referenciaadat, azt korrigálja ahhoz, ezáltal pontosítja az egyéb zavaró hangokkal terhelt zajvizsgálataink végeredményét.

Kutyaugatás zavaró hatásának korrekciója II.

Következő példánkban egy 2012 novemberében elvégzett mérésünket mutatjuk be. Itt szintén a kutyaugatás volt jelen, mint zavaró tényező. A mérést Szegeden végeztük, a zajforrás a Hosszú utca közúti forgalma. Az alábbi ábrán mutatjuk be a zajmérésünk időfüggvényének egy részletét. Az ábra közepén látható három tiszta gépjármű elhaladás, amelyek előtt és után kutyaugatás lett rögzítve.



Szeged, Hosszú utca, kutyaugatással terhelt zajmérés időfüggvénye

A mérési adatsorunk 15:19 és 15:20 közé eső szakaszát vizsgálva megállapítható, hogy a nyers eredményként kapott 70,2 dB-es egyenérték a V5_3 alkalmazással korigálva 66,5 db-es értékre csökken.

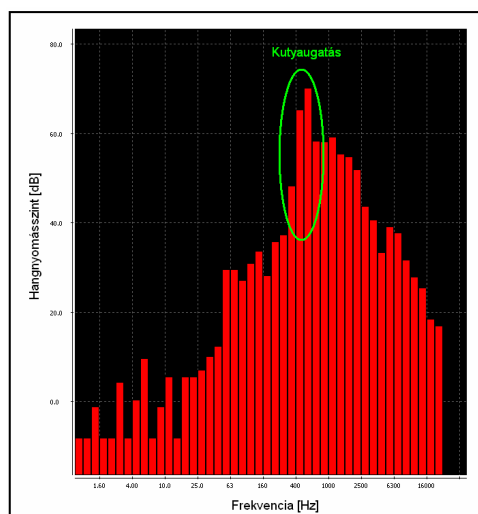
Spektrogrammos mérések kiértékelése

Mérési adatok

Sorszám	Mérés ideje	Mérés Hz	Mérésad	Korigált	Szabv
2337	2012.11.20 15:19	31.5 Hz	10.1	10.1	F
2337	2012.11.20 15:19	40.0 Hz	12.4	12.4	F
2337	2012.11.20 15:19	50 Hz	29.5	29.5	F
2337	2012.11.20 15:19	63 Hz	29.5	29.5	F
2337	2012.11.20 15:19	80 Hz	27.1	27.1	F
2337	2012.11.20 15:19	100 Hz	30.9	30.9	T
2337	2012.11.20 15:19	125 Hz	33.6	33.6	T
2337	2012.11.20 15:19	160 Hz	28.2	28.2	T
2337	2012.11.20 15:19	200 Hz	35.8	35.8	T
2337	2012.11.20 15:19	250 Hz	37.3	37.3	T
2337	2012.11.20 15:19	315 Hz	48.3	48.3	T
2337	2012.11.20 15:19	400 Hz	65.3	65.1	T
2337	2012.11.20 15:19	500 Hz	77.2	77.2	T
2337	2012.11.20 15:19	630 Hz	58.3	58.3	T
2337	2012.11.20 15:19	800 Hz	58.1	58.1	T
2337	2012.11.20 15:19	1000 Hz	59.1	59.1	T
2337	2012.11.20 15:19	1250 Hz	55.3	55.3	T

Szabványos zaj spektrum metaadat
D:\IHELOTEL\OF\OX\MIBROV\5SPEC\DOCS\SZABV FORGALMI.Z

Szabványosítás, korrekció, TotalA és LAeq számítás
Leq: 66,5
Excel-be

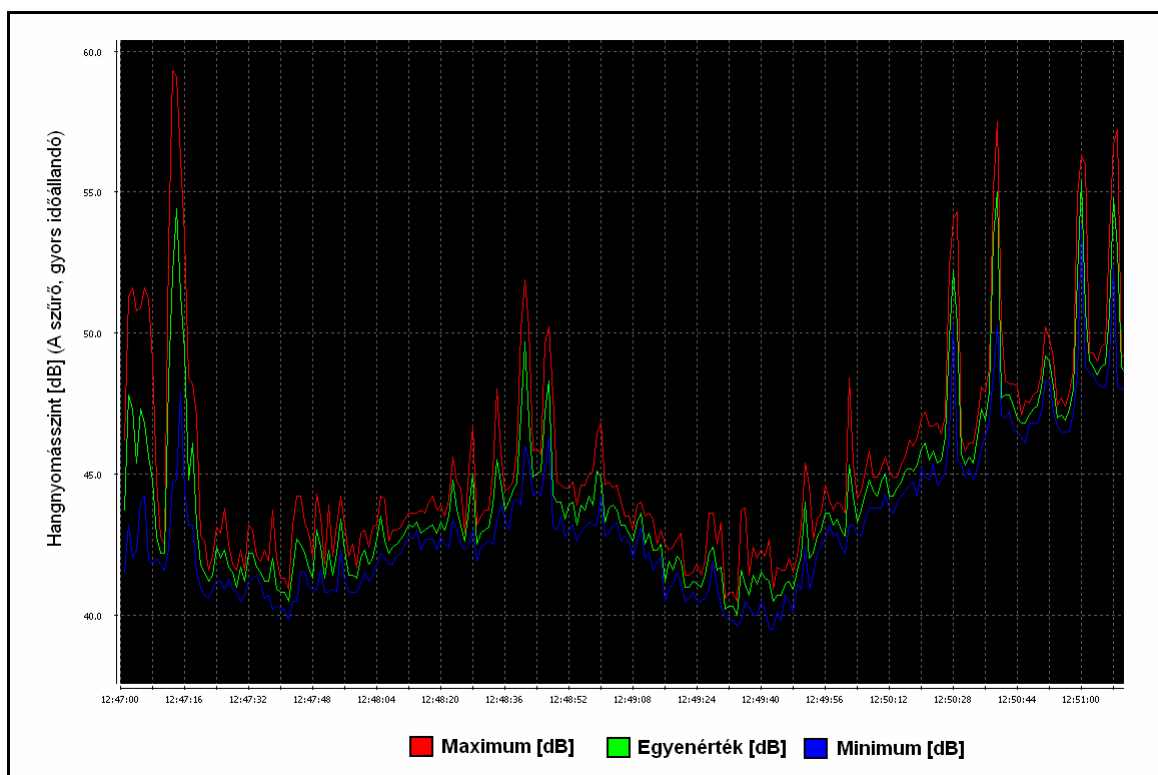


A mérési eredményeink korrekciója a V5_3 alkalmazással, valamint a kutyaugatással terhelt időfüggvényünk egy másodpercének szemléltetése a szegedi mérésünk esetében

A madárdal zavaró hatásának korrekciója

Ebben a példánkban egy 2013 áprilisában elvégzett mérésünket korigáltuk. A zajforrás az M1 autópálya, amelybe madárdal zavart bele, ezt bemutatjuk az időfüggvény egy részletén, amelynek közepén látható a madarének. A mérésünk

mintegy 30 percen át tartott, és ebben az esetben a teljes mérés időtartamát korigáltuk meg a V5_3 alkalmazással. Eredményként azt kaptuk, hogy 48,3 dB-es egyenérték a korrekció után 47,2 dB-re csökkent. A különbség azért alacsonyabb, mint az előző két esetben, mert a madárdal jellemzően magasabb frekvencián szól, mint a kutyaugatás. Mivel a közúti zaj szabványos frekvenciája 100 és 5000 Hz közötti frekvenciasávokon van rögzítve a szabványban, ezért az alkalmazás nem kezeli ez ezen intervallumból kieső értékeket. Tehát ha a madárdalnak például 6300 Hz-en van a maximális hangnyomásszintje, akkor a program ezt a értéket már nem korigálja meg.



Tata, Remetesépuszta, madárdallal terhelt zajmérés időfüggvénye

Spektrogrammos mérések kiértékelése

Mérési adatok

Sorszám	Mérés ideje	Mérés Hz	MérésadKorrigált	Szabv
101	2013.04.16. 12:48:41	500 Hz	30.1	30.1 T
101	2013.04.16. 12:48:41	630 Hz	37.7	37.7 T
101	2013.04.16. 12:48:41	800 Hz	37.4	37.4 T
101	2013.04.16. 12:48:41	1000 Hz	36.1	36.1 T
101	2013.04.16. 12:48:41	1250 Hz	34.2	34.2 T
101	2013.04.16. 12:48:41	1600 Hz	31.3	31.3 T
101	2013.04.16. 12:48:41	2000 Hz	28.1	28.1 T
101	2013.04.16. 12:48:41	2500 Hz	24.8	24.8 T
101	2013.04.16. 12:48:41	3150 Hz	28.6	28.6 T
101	2013.04.16. 12:48:41	4000 Hz	47.2	47.2 T
101	2013.04.16. 12:48:41	5000 Hz	43.0	36.7 T
101	2013.04.16. 12:48:41	6300 Hz	20.5	20.5 F
101	2013.04.16. 12:48:41	8000 Hz	17.9	17.9 F
101	2013.04.16. 12:48:41	10000 Hz	18.6	18.6 F
101	2013.04.16. 12:48:41	12500 Hz	18.7	18.7 F
101	2013.04.16. 12:48:41	16000 Hz	17.2	17.2 F
101	2013.04.16. 12:48:41	20000 Hz	17.2	17.2 F

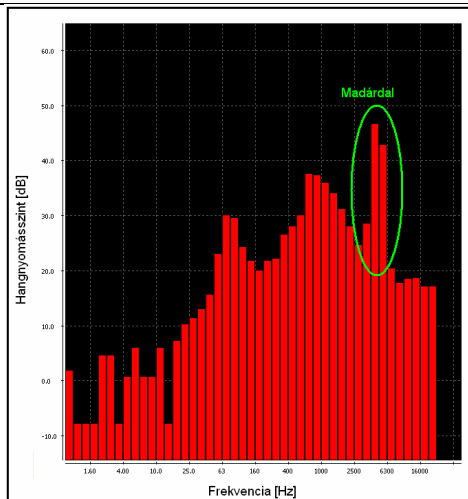
Szabványosítás, korrekció, TotalA és LAeq számítás

Leq: 47.2

Excel-be

Szabványos zaj spektrum metaadat

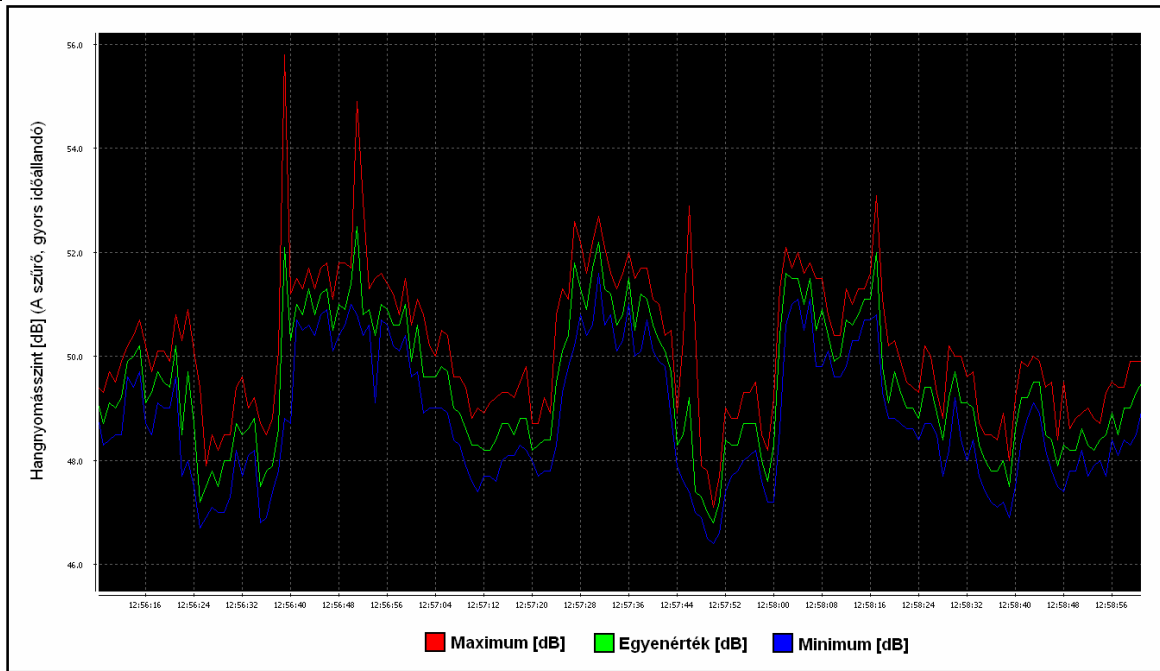
D:\HELOTLELOWFOXVIBROV5\SPECDOC\SZABV FORGALMI Z



A mérési eredményeink korrekciója a V5_3 alkalmazással, valamint a madárdallal terhelt időfüggvényünk egy másodpercének szemléltetése a tati mérésünk esetében

A kabócadal zavaró hatásának korrekciója

2013 nyarán irodánk udvarában rögzítettük a következőkben bemutatott kabócadalt. Mérésünk alapzaját részben a távoli M1-M7 autópálya kivezető szakaszának forgalma adja, emellett egyéb környezeti zajok is rögzítve lettek, amelyek az alacsony frekvenciatartományokban bizonyultak számottevőnek. A alábbi ábrán három egymást követő kabócadal időfüggvényét szemléltetjük. A bemutatott szakaszon az eredő hangnyomásszint 50 dB. A V5_3 alkalmazást használva ugyanekkora értéket kapunk. Ennek oka, amit már az előző példánkban is kifejtettünk, hogy a rögzített kabócadal jellemző frekvenciaspektruma kívül esik az 5000 Hz-es tartományon, így az alkalmazás ebben a formájában nem képes azt korrigálni. Látható, hogy a kabócadalnak a 6300 és 8000 Hz-es tartományban van a hangnyomásszint maximuma, így a V5_3 program korrekció nélkül hagyta ezeket az értékeket.



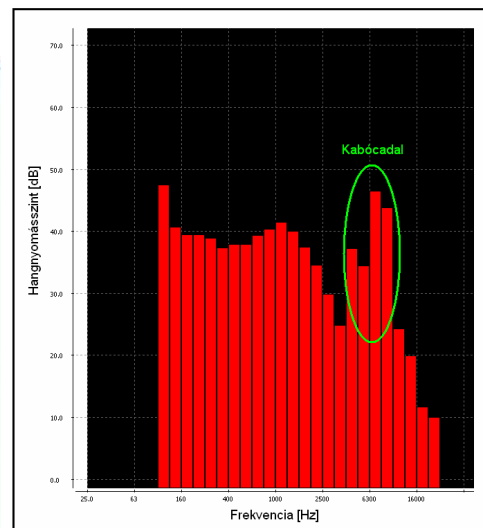
Budapest, XI. kerület, kabócadallal terhelt zajmérés időfüggvénye

Spektrogrammos mérések kiértékelése

Mérési adatok

Sorszám	Mérés ideje	Mérés Hz	Mérésad	KorrigáltSzat
626	2013.06.17. 12:57:38	1600 Hz	37.4	37.4 T
626	2013.06.17. 12:57:38	2000 Hz	34.6	34.6 T
626	2013.06.17. 12:57:38	2500 Hz	29.9	29.9 T
626	2013.06.17. 12:57:38	3150 Hz	24.8	24.8 T
626	2013.06.17. 12:57:38	4000 Hz	37.2	37.2 T
626	2013.06.17. 12:57:38	5000 Hz	34.4	34.4 T
626	2013.06.17. 12:57:38	6300 Hz	46.5	46.5 F
626	2013.06.17. 12:57:38	8000 Hz	43.8	43.8 F
626	2013.06.17. 12:57:38	10000 Hz	24.3	24.3 F
626	2013.06.17. 12:57:38	12500 Hz	19.9	19.9 F
626	2013.06.17. 12:57:38	16000 Hz	11.7	11.7 F
626	2013.06.17. 12:57:38	20000 Hz	10.0	10.0 F
626	2013.06.17. 12:57:38	kTotalA	0.0	51.3
627	2013.06.17. 12:57:39	20.0 Hz	58.4	58.4 F
627	2013.06.17. 12:57:39	25.0 Hz	55.0	55.0 F
627	2013.06.17. 12:57:39	31.5 Hz	54.1	54.1 F
627	2013.06.17. 12:57:39	40.0 Hz	58.4	58.4 F

Szabványos zaj spektrum metaadat
D:\HELIOTEL\LOWFOX\VIBRO\RSPEC\DOCS\SZABV FORGALMI Z



A mérési eredményeink korrekciója a V5_3 alkalmazással, valamint a kabócadallal terhelt időfüggvényünk egy másodpercének szemléltetése a budapesti mérésünk esetében

Következtetések, további feladatok

A mérések során gyakran előfordul, hogy az éjszakai kisebb forgalmi adatokhoz magasabb zajszint tartozik, mint a nappali magasabb forgalmi adatokhoz. Ennek egyik oka lehet a mérések során jelentkező, nem a mérni kívánt jel mellett megjelenő egyéb zavaró jelek mérési jelként való értékelése. Ilyen mérni nem kívánt zajesemények például kutyaugatás, a hajnali madáracsicsérgés vagy a tücsök- és

kabócaciripelés, békabrekegés. A kutatásunk során kidolgoztunk egy olyan alkalmazást, amellyel a zajmérések során fellépő nemkívánatos, a zaj fogalmába nem tartozó hangokat ki lehet vonni a mért értékből a rögzített időfüggvény utófeldolgozásával. A kifejlesztett prototípus a mérés értékelése során olyan korrekciós tényezőket vesz figyelembe, és olyan eljárásokat alkalmaz, amelyeket korábban az összefüggések ismeretének hiánya miatt nem használhattak. Az alkalmazás megalkotásához összefoglaltuk a Magyarországon gyakran fellépő zavaró állathangok frekvencia spektrumainak jellemzőit, megkönnyítvén azok azonosítását és elkülönítését a mérni kívánt zajból. A kidolgozott alkalmazás alapjául a közúti zaj szabványos frekvenciaspektruma szolgál. Ezzel veti össze az általunk rögzített zajminta spektrumát, és ahol szükséges, redukálja a frekvenciasávonkénti mért értéket. A V5_3 alkalmazás használatával minden kétséget kizáróan pontosabb mérési eredményeket kapunk, mint nélküle. A felhasználóbarát működés megkönnyíti, gyorsítja a zajvizsgálataink értékelését, és a jegyzőkönyveinkben feltüntetett végeredmények így minden eddiginél pontosabbak lesznek.

További feladatként felvehető a vasúti zaj szabványos frekvenciaspektruma is a közúti mellé az alapadatokhoz, így a vasúti zajméréseinkre is kiterjeszthetjük az itt megalkotott korrekciós tényezők használatát.

A V5_3 alkalmazás jelenlegi formájában a 100 és 5000 Hz közötti frekvenciasávokhoz tartozó hangnyomásszinteket képes korrigálni, mivel a közúti zaj szabványos spektruma ezek között az értékek között lettek rögzítve. Így ha a méréseinkbe belezavaró hangok maximális hangnyomásszintjei olyan frekvenciasávhoz tartoznak, amelyek kívül esnek ezen az intervallumon, akkor nem kerülnek korrigálásra. Az alkalmazás elvi működésében tehát még további eddig kiaknázatlan lehetőségek rejlenek, ha megtaláljuk a módját, hogy a korrigálandó értékeket ki lehessen bővíteni a teljes hallható frekvenciaspektrumra, a használata során kapott korrigált mérési végeredmények még tovább pontosíthatóak. módszert megismertetni.