



Tájépítészeti Kar

**XIII. Országos Felsőoktatási
Környezettudományi Diákkonferencia**



Zöldfelületi elemek szerepének értékelése a közlekedési zaj csökkentésében települési környezetben

Szerző:

Erdei Tímea

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar
Tájépítész mérnöki szak

Témavezető:

Boromisza Zsombor

Budapesti Corvinus Egyetem, Tájépítészeti Kar

**Veszprém
2012. április 6-7.**

Tartalom

Absztrakt	4
Bevezetés	5
1. Szakirodalmi áttekintés	6
1. 1. A hang és a zaj fogalma, emberre és élővilágra gyakorolt hatásai	6
1. 2. A zajszennyezés lehetséges forrásai	7
1. 3. A közlekedési zaj csökkentésének lehetőségei	9
1. 3. 1. Jogszabályi háttér	9
1. 3. 2. Forrás zajkibocsátásának csökkentése, megelőzése	10
1. 3. 3. Művi létesítmények építése	10
1. 3. 4. Növényzet telepítése zajvédelmi céllal	10
2. Célkitűzés	17
3. A kutatás módszere	18
3. 1. A vizsgálat általános szempontjai	18
3. 2. A zajmérés technikája	20
4. Eredmények	21
4. 1. Tervelőzmények	21
4. 2. A terület vizsgálata	22
4. 2. 1. Közúti közlekedés jellemzői	22
4. 2. 2. Természeti adottságok	23
4. 2. 3. Zöldfelületek vizsgálata	23
4. 2. 4. Jellemző területfelhasználás	24
4. 2. 5. Tájhasználati konfliktusok és környezeti állapot	25
4. 2. 6. Településkép	25
4. 3. A mérési pontok vizsgálata	25
4. 3. 1. A mért növényzónák zajvédelmi szempontból fontos jellemzői	25

4. 3. 2. A mért növénytársaságok településképi, ökológiai és funkcionális jellemzői	27
4.4. Zajmérési eredmények	29
5. Mérési eredmények és a zöldfelületi felmérés összefüggéseinek értékelése	30
5. 1. Korábbi kutatási eredményekkel való összehasonlítás	30
5. 2. Zajcsökkentés általános tapasztalatai	30
5. 3. Évszakok befolyásoló hatása	31
5. 4. A zajcsökkentés és a növényállományok jellemzőinek összefüggései	31
5. 4. 1. Lombhullató, örökzöld állományok összehasonlítása	31
5. 4. 2. Az állomány színtelítettsége	33
5. 4. 3. Állományok kiterjedése	33
5. 4. 4. Állományok sűrűsége	34
5. 4. 5. Növények habitusa	34
5. 4. 6. Növények egyéb jellemzői	34
5. 5. Jó zajcsökkentésű állományok egyéb szerepeinek vizsgálata	35
5. 6. Javaslatok	36
5. 6. 1. További kutatási célok meghatározása	36
5. 6. 2. Javaslat a vizsgált terület zajvédelmi növényesítésére	36
Összegzés	38
Köszönetnyilvánítás	38
Irodalomjegyzék	39
Mellékletek	42

Absztrakt

Az egyre növekvő zajterhelés csökkentésére több megoldás létezik, azonban a településeken található keskenyebb növény-sávok pontos zajcsökkentő hatásáról kevés információ áll rendelkezésre. Kutatásommal a célom ezen zöldfelületi elemek közlekedési zajt csillapító hatásának számszerűsítése települési környezetben, mely hozzájárul a tervezés hatékonyságának növeléséhez, és további kutatási célok kitűzéséhez. További célom rávilágítani a keskeny növény-sávok zajvédelemben betöltött szerepére, és a zaj csökkentését meghatározó tényezőkre.

A kutatást a témával kapcsolatos hazai és külföldi irodalom feldolgozásával kezdtem. Ezt követte a zajmérések elvégzése, és a növényállományok vizsgálati módszerének kidolgozása. A 7 mérési pont Veszprémben található, kiválasztásuknál törekedtem minél változatosabb állományokat találni. A mérések lombtalan és lombos állapotban történtek, ezeket a veszprémi Pannon Egyetemen tanuló Takács Judit végezte. A kutatási terület bemutatását a tervelőzmények áttekintésével kezdtem, majd a terület vizsgálata következett. Ezt három léptékben végeztem el, településrész, utca és mérési pont szintjén. A vizsgálati területek lehatárolása után a felméréseket végeztem el. A mérési pontokon felmértem a fás szárú növényzetet, külön táblázatban összefoglalva az egyes fa- és cserjeegyedek tulajdonságait. Fák esetén 13, cserjéknél 12 vizsgálati szempontot határoztam meg, pl. habitus, levélnagyság. Ezen felül vizsgáltam a növényállományok esztétikai, ökológiai és funkcionális jelentőségét, valamint az előkertek legfőbb jellemzőit, mivel hozzájárulnak a védendő épülethez elérő zaj csökkentéséhez. A felméréseket 1:2000 és 1:500 méretarányú térképeken ábrázoltam, a mért növény-sávokról metszeteket készítettem a jobb szemléltetés érdekében.

A vizsgálatot követte a kapott zajmérési eredmények és a saját zöldfelületi vizsgálat összefüggéseinek elemzése, melyet minél több szempontból igyekeztem elvégezni. A szempontok között szerepel az évszakok befolyásoló hatása, az állomány színtezettségének, térbeli kiterjedésének hatása, a kizárólag lombhullató és az örökzöld növényeket is tartalmazó növény-sávok összehasonlítása, a zajvédelmi szempontból hatékony állományok egyéb szempontból betöltött szerepének vizsgálata. Az eredmények és a településrész vizsgálata alapján meghatároztam a kutatási terület azon részeit, ahol további növényesítésre lenne szükség, és hogy milyen jellegű állomány telepítése lenne a legcélszerűbb; valamint további kutatási célokat.

Bevezetés

A környezetvédelemnek napjainkban egyre több feladattal kell szembenéznie, hiszen az emberiség környezetre gyakorolt hatása is növekvő méreteket ölt. Nincs olyan környezeti közeg, mely érintetlenséget élvezne; befolyásoljuk a levegő, a víz, a talaj állapotát, és a növekvő hatások miatt a környezetvédelmi tevékenységeknek is egyre szélesebb körűnek kell lenniük.

Már a régebbi korokban is megjelent a zaj környezetterhelő hatása, de olyan mértékben, mint manapság észlelhető, az iparosodásnak és a technika fejlődésének köszönhetően lett része az életünknek. Az emberekkel a közlekedési zaj van leginkább kapcsolatban hétköznapijaik során, mivel a városokban a szennyezés nagy részét is ezen okra lehet visszavezetni, de a településeken több másik zajforrás is hozzájárul a nagy terhelési szint kialakuláshoz.

Habár a zaj eltér a korábban említett környezetszennyezési formáktól, az emberre és környezetére mégis ugyanolyan káros hatásokkal van. A legtöbben ennek ellenére valószínűleg csak egy zavaró tényezőként tekintenek a zajra és nem, mint egy egészséget is károsítható terhelésre, de pont emiatt nem szabad elhanyagolni a kezelését. A veszélyt felismerve már számos megoldás született a zajterhelés csökkentésére, melyek leggyakoribb módja a művi létesítmények építése.

Ezekhez képest sok előnnyel rendelkeznek a zajvédelmi céllal kialakított növényesítések. Mivel városi környezetben nehéz megfelelően hatékony, esztétikus és a helynek is megfelelő zajvédelmi megoldást találni, ezért nem szabad figyelmen kívül hagyni a meglévő zöldfelületi elemek zajcsillapító hatását sem. Valamilyen típusú ezek közül a legtöbb utcában megtalálható, és fenntartásuk, valamint gondozásuk zajvédelmi szempontból is fontos feladat. Pozitív tulajdonságaik közé tartozik a városi klíma javítása, az emberek közérzetének javítása esztétikai értékükkel, vagy az élővilág számára biztosított bűvőhely.

Mindezeket figyelembe véve fontos lenne nagyobb figyelmet fordítani, a települések külterületein és belterületein egyaránt, a meglévő zöldfelületi elemekre. Illetve ha van rá lehetőség, a tervezésekben is kihasználni a zöldfelületi elemek által nyújtott zajvédelmi lehetőségeket.

1. Szakirodalmi áttekintés

A zajterhelés által okozott károk a légszennyezés mögött a második helyen szerepelnek, a többi környezetvédelmi problémához képest mégis el van hanyagolva, mivel olyan értelemben időszakos problémáról van szó, hogy ha megszűnik a forrás, a probléma is elmúlik. Másrészt a hatásait is nehéz megbecsülni, ezért sokan – tévesen – nem szennyezésként tekintenek rá (Zentai-Schád, 2001. pp.5-6).

1. 1. A hang és a zaj fogalma, emberre és élővilágra gyakorolt hatásai

Dolgozatomat a használat alapfogalmak, a hang és a zaj meghatározásával kezdem, leírom ezek legfontosabb jellemzőit, valamint az emberre és az élővilágra kifejtett hatásait, ami alátámasztja, hogy fontos a zajvédelemmel foglalkozni.

A **hang** fogalma használatos (Budó, 1978. p.331), mint fizikai fogalom, hangjelenség, és mint élettani, lélektani fogalom, ekkor magát a hangélményt értjük alatta. Smetana (1975. pp.10-12) fogalom-meghatározása: „A rugalmas közeg mechanikai rezgését a normális emberi hallás frekvenciatartományában hangnak nevezzük.”

A hangtéren mérhető a hangnyomás pascalban, de mivel több nagyságrendnyi eltérés is lehet egyes hangoknál, így a gyakorlatban hangnyomásszint értékeket vezettek be, melyet decibellel fejeznek ki (Zentai-Schád, 2001. pp.8-9). Az 1. táblázat pár jellemző zajforrás átlagos kibocsátását foglalja össze. A hang terjedésének legfontosabb befolyásoló elemei a távolságon, vagyis a geometriai csillapításon kívül: a földhatás, a zajárnyékolás, a levegő hőmérséklete és páratartalma, a szélesebbesség (Fórián, 1991. p.53).

A **zaj** fogalmának meghatározásáról így olvashatunk: „Zajnak nevezünk minden olyan nem kívánatos hangot, amely kellemetlen vagy zavaró érzetet kelt, és esetleg káros hatású.” A zajnál azonban fontos kiemelni, hogy zavaró jellegének megítélése természetesen szubjektív, egyénenként változik (KvVM, 2006. p.5).

1. táblázat: Zajforrások átlagos kibocsátása

Zajforrás	Hangszint (dB)	Zajforrás	Hangszint (dB)
lapozás	10	teherautó (5-20m távolságból)	60-75
madárdal az erdőben	15	személygépkocsi	85
vidéki csend éjjel	30	nagyvárosi útkereszteződés	95
városi zajszint éjjel	38	országút	100
vidéki csend nappal	40	építkezés	100-120
csendes városi utca nappal	50-58	fűnyíró	110
autóbusz (5-20m távolságból)	50-65	utasszállító gép	125
írógép	60	hangsebességű repülőgép start közben	155
hangos beszéd (1m távolságból)	60-70		

(Moser-Pálmai, 2006 és Csapóné, 1999 nyomán)

Az emberi fül nem minden hangfrekvenciát képes ugyanúgy érzékelni, ezért a hatás kifejezésére az A-hangnyomásszintet használják, mely a közép- és magas frekvenciákat veszi figyelembe (Zentai-Schád, 2001. p.10).

A zaj **emberre gyakorolt hatásaival** foglalkozott Lohmann (1956. in Moser-Pálmai, 2006. pp.434-435), aki négy fő csoportba osztotta a várható következményeket:

- 30 dB: pszichés károk
- 65 dB: vegetatív károk

- 90 dB: hallószervi károk
- 120 dB: fájdalomküszöb

A magasabb hangnyomásszintek hatása is tovább bontható:

- 120-130 dB: maradandó halláskárosodás
- 160 dB: dobhártyarepedés
- 175 dB: halált is okozhat

Pszichés hatások: A pszichés hatások egyéntől függnnek (Moser-Pálmai, 2006. p.435). Következményeként magatartásbeli változások, idegességérzet léphet fel, csökken a teljesítőképesség, nehezebbé válik a szellemi munka. (Fórián, 1991. p.34). Eltérő helyzetekben a zaj átlagos zavarási küszöbe változik (2. táblázat).

2. táblázat: Zavarási küszöb különböző helyzetekben

Helyzet	Zavarási küszöb dB(A)
éjszakai csendben	30
nappali csendben	40
nappali szobában	45
irodában vagy tanteremben	50
üzlethelyiségben	55-65

(Forrás: Csapóné, 1999.)

Vegetatív hatások: Fokozódik az anyagcsere, nő a vérnyomás, keringési zavarok, fejfájás, alvászavar, feszültségérzet alakulhat ki (Moser-Pálmai, 2006. p.436). Ha az éjszakai zaj meghaladja a 60-70 dB-t, ezek a hatások gyakrabban jelentkeznek (Fórián, 1991. p.34).

Halláskárosító hatás: Ezen hatások további három csoportba sorolhatók:

- funkcionális változás, ideiglenes hallásküszöb-emelkedés
- maradandó hallásküszöb-emelkedés
- maradandó, gyógyíthatatlan halláskárosodás

Általában 80 dB alatt még nem fordul elő káros hatás, de 90 dB-nél szinte minden esetben kialakul halláskárosodás (Moser-Pálmai, 2006. pp.436-437).

A nagymértékű zaj az **élővilág**ra is káros hatással van. Az állatok érzékenysége a zajra jelentős, mivel hallásuk sok esetben jobb az emberénél. A kiváltott hatások hasonlatosak az emberre gyakoroltakkal, további káros hatással járhat a szaporodásra, menekülő reakciót válthat ki. (Zentai-Schád, 2001. pp.23-24).

Egy holland ornitológusokból álló csoport azt állapította meg, hogy a forgalmas utak mentén 2,8 km-en belül ritkán fordulnak elő a madarak (<http://1>). Egy 2006-ban közzétett tanulmányból kiderül, hogy a madarak énekük megváltoztatásával alkalmazkodni tudnak a zajos környezethez. A magasabb frekvencián dalolók jobban tolerálják az utak közelségét, mivel a mesterséges zajok általában alacsony frekvenciájúak. Végül megállapították, hogy a mesterséges zajok és madárének épületekről való visszaverődése is kedvezőtlen a madaraknak (Warren et al, 2006).

A madarakon kívül más állatfajra is rossz hatással lehet a zajszennyezés. Egyes fajoknak megzavarják az utód nevelő és tápláló szokásaikat, ezáltal veszélybe sodorva a faj fennmaradását, valamint a növények növekedésére is ártalmasak lehetnek a zajok (<http://2>). Creath és Schwarz foglalkozott ezzel a témával, akik szerint a növényekre a keletkező rezgés hat (<http://3>).

1. 2. A zajszennyezés lehetséges forrásai

A zajokat főbb forrásaik szerint csoportosítani lehet. A jogszabályokban (27/2008. KvVM-EüM) is található egy felosztás, mely üzemi és szabadidős létesítményekből, építési kivitelezési tevékenységből és közlekedésből származó zajt különböztet meg, de bemutatásuk során nem ezt a felosztást követem.

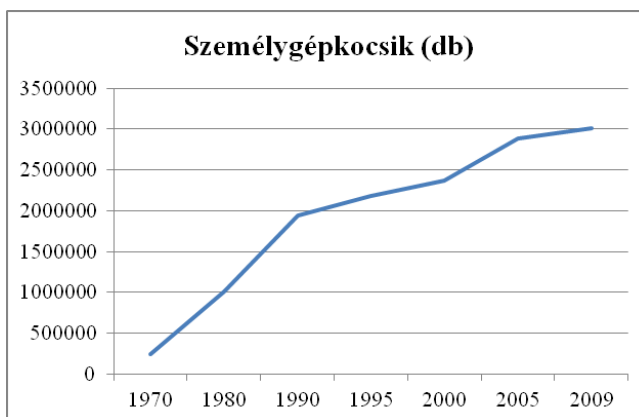
Ipari zaj: Ezen zajtípust további két fajtába lehet besorolni: mechanikai és áramlástechnikai (Moser-Pálmai, 2006. pp.431-432). Ez a zajforma olyan településrészekben jelentős, ahol az ipari zónához közel helyezkednek el lakóterületek (Csapóné, 1999. p.238).

Építkezési zaj: Időszakosan lépnek fel, magán az építkezésen belül is eltérő zajkibocsátás jellemző eltérő munkarészeknél. Legfontosabb forrásuk az építőgépek, valamint a szállítás. (KvVM, 2006. pp.13-14).

Épületen belüli zajok: Egyre jobban körül vagyunk véve a lakáson belül is zajkibocsátó eszközökkel. Ilyen például a klíma- és fűtőberendezés, lift (Moser-Pálmai, 2006. p.434).

Szabadidős tevékenységből származó zajok: Idetartozik a szórakozóhelyek zajterhelése, mely éjszaka jelentősebb, ezáltal még zavaróbb. De sportrendezvények, szomszédok is okozhatják (Csapóné, 1999. p.239).

Közlekedési zaj: Ez a zajforrás okozza a legnagyobb problémát a nagyvárosokban (Moser-Pálmai, 2006. pp.432-433). Habár Magyarországon kisebb az ezer főre jutó autók száma, mint a fejlettebb országokban (Bodnár, 2006. p.365), az utóbbi 40 évben több mint megtízszereződött ez az érték (3. táblázat, 1. ábra). Hazai mérések szerint egyes nagy forgalmú útszakaszokon nappal akár a 75-77 dB-t is elérheti a zajszint. Az ilyen utakon nappal 10-14 dB-lel, éjjel 15-17 dB-lel is nagyobb lehet a zaj a megengedett értékeknél (Zentai-Schád, 2001. pp.27-29)



1. ábra: Személygépkocsik számának változása
(Forrás: KSH 1957, 1961, 1971, 1992, 1999, 2010, 2011)

3. táblázat: Közlekedési eszközök darabszámának változása

	1970	1980	1990	1995	2000	2005	2009
személygép-kocsi	240265	1013412	1944553	2178891	2364706	2888735	3013719
autóbusz		22238	26121	20178	17855	17450	17720
motorkerékpár	610863	676797	168817	157407	91193	122705	141956
tehergépkocsi		111615	208302	258183	328202	377004	405219

(Forrás: KSH 1957, 1961, 1971, 1992, 1999, 2010, 2011)

4. táblázat: Jellemző útburkolatok Magyarországon

	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2009
kő és keramit	992	886	569	109	45	26	24
beton	1055	1274	1113	168	127	102	101
aszfalt, bitumen		5997,5	16097	24723	26992	28335	29823
makadám	23695	19150	10554	4161	2159	1517	1147
föld	2057	1694	1213	658	418	327	282

(Forrás: KSH 1957, 1961, 1971, 1992, 1999, 2010, 2011)

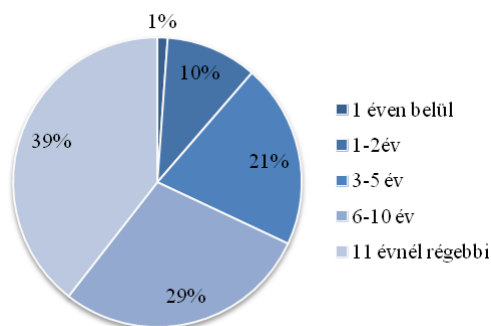
A közlekedés zajszennyezésének elsődleges forrása a motorzaj, valamint a jármű talajjal és levegővel való érintkezése (Zentai-Schád, 2001. p.26). A kibocsátott zaj szintjét több tényező együttes hatása alakítja ki. Fontos a forgalom összetétele, sűrűsége, a járművek sebessége, szerkezete, ezen kívül az emissziós érték, az útburkolat (4. táblázat), a környék beépítettsége és az út menti növényzet is (Csapóné, 1999. p.237). A járművek műszaki állapota, életkora (2. ábra), és a gyártás minősége is fontos tényező, utóbbi mivel az idő előrehaladtával a karbantartástól függően nő a kibocsátott zaj szintje (Fórián, 1991. p.47). A közúti közlekedés mellett a vasutak is problémát okoznak, főleg Budapesten, ahol sok vasútvonal halad át lakott területen. A legnagyobb

zajkibocsátással a légi közlekedéssel jár (Bodnár, 2006. p.367), mely viszont kevesebb embert érint (5. táblázat), mint az előzőek.

5. táblázat: Veszélyeztetett lakosság aránya

Zajforrás	55 dB -hangnyomásszint felett (%)
közúti	42
vasúti	13
légi közlekedés	0,3
ipar	2
egyéb	0,8
összesen	58,1

(Forrás: Bodnár, 2006.)



2. ábra: Személygépkocsik életkora Magyarországon (Forrás: 1957, 1961, 1971, 1992, 1999, 2010, 2011)

1. 3. A közlekedési zaj csökkentésének lehetőségei

A zajcsökkentésben fontos a zaj keletkezésének megakadályozása, emiatt hozták létre a jogszabályokat és szabványokat. A már létrejött zaj csillapításának kivitelezésére aktív és passzív módok vannak. A forrás zajkibocsátásának csökkentése és megelőzése (aktív védelem) lenne a zajvédelem leghatékonyabb módja, ennek hiányában, hatékonyságának növelésében szükség van a terjedés akadályozására (passzív védelem).

1. 3. 1. Jogszabályi háttér

A zajvédelemben nagy szerepe van a jogi szabályozásnak. A hazai **jogszabályok** közül több foglalkozik a zajszennyezéssel, zajvédelemmel. Egy 2004-es rendelet (25/2004. KvVM) tartalmazza a stratégiai zajterképek készítésének feltételeit, intézkedési tervek készítésének szabályait. Ennek a zajterhelés számításával foglalkozó fejezetében a **növényzet csillapító hatásának számítására** is kitérnek. Egy szintén 2004-ben jóváhagyott rendelet (280/2004. Korm. rend.) témája a közlekedési zaj értékelése és kezelése. A zajkibocsátási határértékek megállapításával, valamint a kibocsátás ellenőrzésével kapcsolatban 2007-ben született rendelet (93/2007. KvVM), egy évvel később a környezeti zaj- és rezgésterelés határértékeiről (27/2008. KvVM-EüM). Külön előírások vonatkoznak a közlekedéstől származó zaj maximális mértékére (6. táblázat). A közlekedési zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól önálló rendelet készült (284/2007. Korm. rendelet). Két további rendelet foglalkozik a repülőterek körüli zajvédő övezetekkel (176/1997. Korm. rend., 43/2002. HM-KvVM).

6. táblázat: A közlekedéstől származó zaj terhelési határértékei a zajtól védendő területen, kiszolgáló- és lakóúttól származó zajra

	Nappal 06-22	Éjjel 22-06
Üdülőtérület, egészségügyi terület	50 dB	40 dB
Lakótérület (kisvárosias, kertvárosias, falusias, telepszerű beépítésű), oktatási létesítmények területe, temetők, zöldterületek	55 dB	45 dB
Lakótérület (nagyvárosias beépítésű), vegyes terület	60 dB	50 dB
Gazdasági terület	65 dB	55 dB

(Forrás: 27/2008. KvVM-EüM)

A **szabványok** között is vannak zajszennyezéssel és zajvédelemmel kapcsolatosak. Az egyik szabvány (MSZ-13-121-1) a zajárnyékoló létesítmények akusztikai minősítő vizsgálatáról tartalmaz előírásokat, a helyszíni vizsgálatokról egy másik (MSZ-13-121-2). A közlekedési zaj mérésén belül a közúti zajjal foglalkozik egy 1991-es Környezetvédelmi Ágazati Szabvány (MSZ-13-183-1). A hang

szabadban való terjedésével foglalkozó Magyar Szabványban (MSZ 15036) külön kitérnek a **növényzet zajcsökkentő hatásra**, ugyanazt tartalmazza ezzel kapcsolatban, mint a 25/2004. KvVM rendelet. A környezeti zaj vizsgálatával és értékelésével is foglalkozik egy szabvány (MSZ 18150-1).

1. 3. 2. Forrás zajkibocsátásának csökkentése, megelőzése

Az aktív védelemhez tartozhat a közlekedési eszközök zajának csökkentése, mely általában a szerkezet megváltoztatásával történik (Buna, 1982. p.165). Az eszközök korszerűsítése akkor járul hozzá a csökkentéshez, ha a járműállomány nagy része lecserélődött. (Fórián, 1991). A csökkentett zajkibocsátás sem vezethet eredményhez, ha a forgalom és a járművek száma egyre növekszik (Zentai-Schád, 2001, p.37). A változtatások elérésére szabályozással van leginkább lehetőség (Buna, 1982. p.158).

Zajcsökkenést lehet elérni **hangelnyelő útburkolatok** segítségével. Megmarad a tapadásuk, de zajcsökkenést is eredményeznek, 400-2000 Hz között (Fórián, 1991).

Fontos eszköz a zaj csökkentésére a **forgalomszabályozás**: sebességkorlátozás, a tehergépkocsi forgalmának korlátozása, a jelzőlámpák összehangolása, megállók áthelyezése (KvVM, 2006. p.22, Buna, 1982. p.182). Ezen intézkedések azonban gyakran csak helyileg nyújtanak megoldást, mivel a város más részein zajnövekedést okozhatnak (Buna, 1982. p.184).

A **településrendezésnél** fontos a lakóterületek különválasztása az ipari területektől, közlekedési zaj esetében bizonyos védőtávolság betartása hatékony megoldás. Ez azonban nehezen kivitelezhető, mivel 150 m távolság szükséges 12 dB zajcsökkentéshez, 100 m távolság már csak 8 dB-lel csökkent (Moser-Pálmai, 2006. p.456).

1. 3. 3. Művi létesítmények építése

Zajárnyékoló falak: Nem igényelnek nagy helyet. Szubjektív hatása is van ezeknek a falaknak, mivel eltakarják az észlelő elől a zaj forrását. Vannak reflektáló, illetve elnyelő típusú falak. Létesítésüknél fontos a vizuális megjelenés, és környezetállósági, szilárdsági, baleset-biztonsági és gazdaságossági követelmények (Buna, 1982. pp.185-191).

Zajvédelmi töltések: Ahol nagyobb hely áll rendelkezésre zajcsillapításra, oda zajárnyékoló falak helyett ez a megoldás is tervezhető. Azonos magasságú fal és töltés közül a töltésnek nagyobb zajcsökkentő hatása van (Buna, 1982. p.192).

Zajárnyékoló fal és töltés kombinációja növényzettel (bio-falak): Köztes megoldást jelent, melyet előre gyártott betonelemekből alakítanak ki. Ezt földdel töltik fel, és beültetik növényekkel. Így helytakarékosabb lesz, mint a töltés (Buna, 1982. pp.192-193).

Épületek: Megfelelő körültekintéssel önmagukban is felhasználhatók a közlekedési zaj csökkentésére. A lakóépület és a zajforrás közé valamilyen semleges funkciójú épület létesíthető, melyet nem zavar a zaj. Lakóépület is szolgálhat zajcsökkentésre, ha a zajra érzékeny helyiségeit nem a zajforrás oldalára tervezik (Buna, 1982. pp.195-196).

1. 3. 4. Növényzet telepítése zajvédelmi céllal

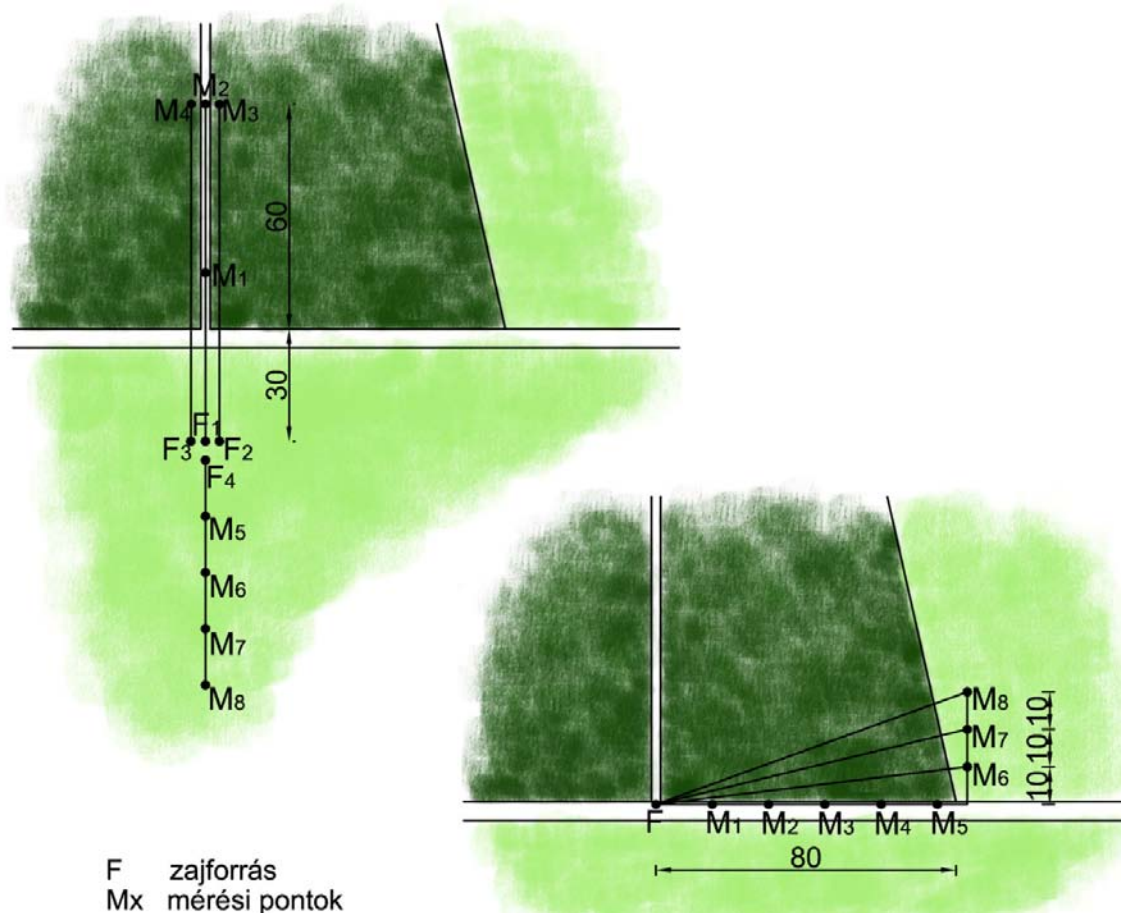
A növényzet szerepét sem szabad elhanyagolni a zaj csökkentésében, habár alkalmazásuk a zajvédelemben nem megszokott. Hatásuk összetetten jelentkezik, mivel a hang egyrészt szóródik, másrészt a molekuláris elnyelés és a levelekkel való súrlódás hatására elnyelődik. A zajcsökkentő hatás ez esetben is több tényezőtől függ: például a növényzet fajtájától, a telepítéstől, sűrűségétől, évszaktól, zajspektrumtól. Hatásuk a frekvencia növekedésével fokozódik (Buna, 1982. pp. 193-194).

Erdőkre, széles állományokra készült vizsgálatok

A témában talált szakirodalmak elsősorban az erdők és szélesebb növényállományok zajcsillapító hatásával foglalkoznak. Egy tanulmányban (Meister, 1964.) vizsgálták a **lombhullató és örökzöld erdők** csillapítása közti különbséget, mely alacsony frekvencián jelentős igazán, de az

örökzöldeknek minden esetben jobb volt a hatása. A 100-300 Hz közötti frekvenciatartományban a lombhullató erdők csillapító hatása 30-50 dB/km, az örökzöldeké 80-120 dB/km is lehet. Magasabb frekvenciákon, 2400-4800 Hz között a lombhullatók hatása elérheti a 170 dB-t, az örökzöldeké pedig a 220 dB-t. Hasonlóan nagyobb méretű növényzárvárral készült kísérlet egy ipari létesítmény környezetében (Rao et al., 2004.). Ez esetben pontos adatokkal nem szolgált a tanulmány, de leírta, hogy **500 méteres erdő** hatására 33%-kal csökkent a zaj.

Knudsen, Kneser, Sivian, Evans és Bazley mérései (in Meister-Ruhrberg, 1959.) megállapították, hogy szabadban, 20°C-os hőmérsékleten, 50%-nál nagyobb relatív páratartalom esetén a méterenkénti zajcsökkenés 1000 Hz alatt 0,003 dB, felette 0,02 dB. Száraz levegőn ez 0,02 - 0,06 dB értéket mutat, így jól látszik, hogy a csökkenés az időjárási viszonyoktól is nagyban függ. A tanulmányban Meister és Ruhrberg vizsgálta a **felszín közeli növényzet hatását**, mely annál nagyobb, minél alacsonyabban van a zajforrás. Ezek hatása is csak magasabb frekvencián érződött jól. Majd különböző típusú **homogén erdőket** hasonlítottak össze. Megállapították, hogy magas frekvencián a homogén erdők a megszakított erdőkhez hasonló csillapítást mutatnak, alacsony frekvencián azonban a megszakítások hatása jelentős, vagyis pont a közlekedési zaj frekvenciáján. Az erdőszakaszokat itt is nagy sűrűségnek kell jellemeznie. Az erdőrészek zajcsökkentő hatása 1000 Hz fölött volt szembetűnő, de alacsonyabb frekvenciákon is némi visszaesés mutatkozik az erdőrészek mögött. Az alacsonyabb frekvenciákon a tűlevelű erdőknek volt jobb hatásuk a lombhullatókkal szemben. **Nem homogén erdőkben** is végeztek méréseket, ezeknek alacsonyabb frekvencián kisebb a zajcsökkentő hatása, mint a homogén erdőké (3. ábra). Az **erdőnyiladékokkal** kapcsolatos vizsgálatukat fontos még megemlíteni, mivel alacsonyabb frekvencián (100-400 Hz) mutattak nagyobb csökkentő hatást (3. ábra).



3. ábra: Erdők zajcsökkentésének mérése (Meister-Ruhrberg, 1959. nyomán)

Az erdősávokkal kapcsolatban is számos vizsgálat készült. Buna Béla (1982 p. 194.) említi, hogy jelentősebb csillapítás (5-10 dB) eléréséhez sűrű, széles, aljnövényzettel is rendelkező állományra van szükség. Mások megállapítása szerint (Pálmai-Moser, 2006. p.459.) 3-10 dB csökkenés eléréséhez 30 méteres erdősávra van szükség. Amennyiben háromszintes állományról van szó, a zajcsillapítás elérheti a 15-20 dB-t is. A lombhullató növények kedvező hatása télen jelentősen csökken, 6-8 dB-re esik vissza, így nagyon fontos az örökzöldek telepítése. Ozimek és Kobek (in Tóth, 1972.) mérései alapján 15 dB zajcsökkentés eléréséhez a következő állományok alkalmasak: aljnövényzet nélküli erdők 25 méter szélességben már hatásosak, sűrű aljnövényzetes erdő esetén 15 méter, és sűrű fiatal erdő esetén 14 méter szélességgel kell számolni.

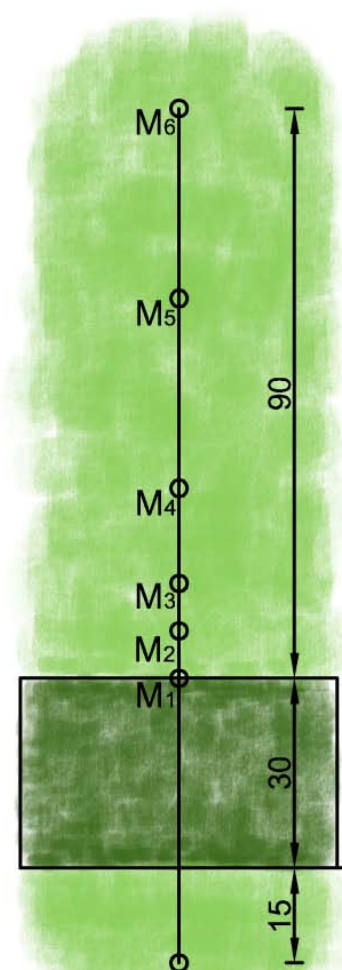
Hock Zsófia diplomamunkájában (2005) egy **akácós erdő** (*Robinia pseudoacacia*) zajcsökkentő hatását hasonlította össze egy szántóföldi területtel. A méréseket 10, 50 illetve 100 méter távolságban végezte az autóúttól. Ősszel, szántóföldi területen, **50 méteren** 14,5 dB csökkenést mértek, **100 méteren** 22 dB volt ez az érték. Az erdős területen 18,1 dB és 24,2 dB csillapítás volt mérhető. A tavaszi mérések során a szántóföld területén az őszihez hasonló eredményeket kaptak, 50 méteren 14,3 dB, 100 méteren 21,6 dB. Erdős területen lombtalan állapotban kisebb volt a hatás, 14,8 dB és 22,5 dB. Mérései alapján az erdő hatása lombos állapotban 50 méteren 3,6 dB, 100 méteren 2,2 dB; és lombtalan állapotban 50 méteren 0,5 dB, 100 méteren 0,9 dB.

Egy nagyváros körüli forgalmas úton, Görögországban végzett kísérlet során (Samara-Tsitsoni, 2007.) egy füves területet hasonlítottak össze egy **telepített örökzöld erdővel** (*Pinus brutia*), mely 3x3 méteres közkben volt ültetve. **60 méter** távolságban mérve, az erdőben 6 dB-lel nagyobb csillapítást mértek, mint a füves területen. A telepített erdő azonban semmilyen aljnövényzettel nem rendelkezett.

Spanyolországban szintén készült kísérlet a szélesebb növényállományokkal, Alicante városában (Jimenez, 1997. in Zentai-Schád p. 45). Egy 800 méter hosszú, 5 méter magas, **50 m széles növényesítést** vizsgáltak, a nagy szélesség ellenére azonban csak 10-15 dB csökkenést tapasztaltak. Spanyolországban honos fajokból állt az állomány.

Sadowsky és Wodzinsky (in Tóth, 1972) **kerti növények 50 méter széles sávját** vizsgálták, mellyel 20-30 dB csökkenést értek el. Ezen kívül két fasornál is méréseket végeztek, egy 22 méteres szélességű 3 sorból álló juhar állomány 10 dB-lel csökkentette a zajt, illetve egy 8,4 méteres 4 soros hárs fasorral 7 dB csillapítást értek el.

Nebraskai kísérleteik eredményeül más kutatók (Cook et al., 1972.) a következő **ajánlásokat** fogalmazták meg: nagy forgalom esetén 60-100 láb (~18-30 m) széles fákból, bokrokból álló állomány kell, melynek egyik oldala 50-80 lábra (~15-25 m) van a közút közepétől. Közepes forgalom esetén 20-50 láb (~6-15 m) széles, vegyes állomány, az egyik oldala 20-50 lábra van az út közepétől, elől a bokrok, mögöttük a fák. Ha magas fák nem alkalmazhatók, alacsonyabb bokrokat magas fűvel lehet kombinálni. Ha télen is szükség van a csillapításra tülevelűeket, vagy lombtartókat kell használni. A kísérletekben a zajforrás kb. 15 méterre volt a növényesítéstől (4. ábra), a sáv mögött pedig kb. 90 méter távolságig mérték a zajcsökkenést. Az egyik kísérleti helyről készült ábrán látszik, hogy egy kb. **30 m széles növényesítés** közvetlenül a növényzet mögött mérve nagyjából 8 dB zajcsökkentést eredményezett.

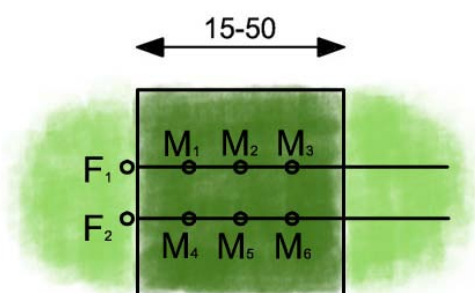


F zajforrás
Mx mérési pontok
4. ábra: Erdősáv
zajcsökkentésének vizsgálata
(Cook et al., 1972. nyomán)

Hasonló szélességű (100 láb ~ **30,5 méter**) állomány hatását kisebbnek állapította meg egy másik kutatás (Reethof, 1973.), melynek eredménye szerint a fákból és cserjékből **ültetett növényesáv** 5-8 dB-lel csökkentette a zajt, míg a **természetes állomány** ennél kevesebbel, 3-5 dB-lel. Ez esetben is kiemelték a fák magasságának és az állomány sűrűségének a fontosságát. Továbbá azt, hogy 5 dB csökkenés eléréséhez nagyjából 15 méter magas, és 30 méter széles állományra van szükség.

A zajcsökkentés állományszerkezet-függőségére vonatkozó vizsgálatok

Az állomány szerkezetének jelentősége több tanulmányokban megjelenik. Herczeg (1992.) méréseinek (5. ábra) eredményeként három csoportot alakított ki. A nagy bokrokból álló zöldfelület hatása volt a legjobb (6 dB felett); a kisebb sűrűségű, vegyes állomány hatása kisebb; a ritka, vegyes állomány hatása a legkisebb (3 dB alatt) volt. Vagyis a hatás mértékében a növényzet szélességének, magasságának, sűrűségének és alakjának van szerepe, egy sűrű fákból és bokrokból ültetett állomány hatása a legjobb.



F zajforrás
Mx mérési pontok

5. ábra: Sövények zajcsökkentésének vizsgálata (Herczeg, 1992. nyomán)

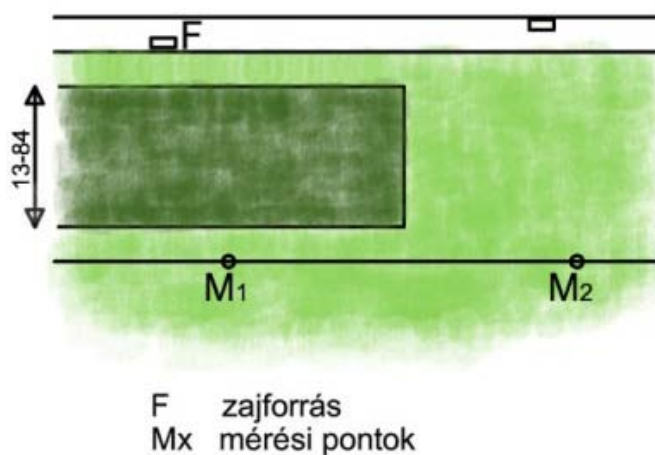
zajcsökkentési céllal létesített növényesáv szerkezetére tesznek olyan **ajánlásokat**, hogy határvonala sűrű legyen, és a lombkoronák egymás felett, legyezőszerűen helyezkedjenek el. A folyamatos állomány helyett jobb a megszakítottság, a több sávból álló állomány; a sávokban pedig a tűlevelűk és lombhullatók kombinálása előnyös. Arra is nagy figyelmet kell fordítani, hogy állományok szerkezetét a megfelelő fiatalítási eljárásokkal fenntartsák.

Az állomány fajösszetételének szerepére vonatkozó vizsgálatok

Azzal kapcsolatban is folytak kutatások, hogy mitől függ a különböző növényfajok eltérő zajcsökkentő hatása. Tóth Sándor (1972) a következő **befolyásoló tényezőket** állapította meg: a levélnagyság növekedése, a hang irányára merőlegesen elhelyezkedő levélállás, a hangforrással szemben zárt lomberdő, a növétér belső részén elhalt ágak száma. Ezekről függ a fajlagos zajcsökkentő képesség. Kísérletei szerint a növényállományokra hallómagasságban (1,2-2,3 méter) jellemző nagy áttörtség a zajcsökkentést hátrányosan befolyásolja, a sűrűség csökkenésével csökken a hatás is.

Nyírkos Bélának (2008) tanulmányával a célja szintén a faji összetétel és a hangcsillapítás összefüggésének vizsgálata. Ennek során **hét különböző erdősávot** vont be a kísérletbe (6. ábra): akácos erdő (*Robinia pseudoacacia*), kocsányos tölgyerdő telepítés (*Quercus robur*), örökzöld borókás, erdeifenyő-erdő telepítés (*Pinus sylvestris*), akácos mezővédő erdősáv, juharfajokból álló mezővédő erdősáv, sűrű akácos. Eredményül három csoportot hozott létre: sűrű, cserjeszinttel is rendelkező lombhullató erdők vagy olyan fiatal erdők, melyeknek lombkoronaszintje alacsonyan kezdődik, 0,04-0,05 dB/m zajcsökkentéssel. A sűrű tuja és ciprusféléből álló, talajszintig lombos állomány esetén 0,3 dB/m. Végül a sűrű fiatal erdei fenyves vagy az első csoportnál sűrűbb, vegyes lombos erdő esetén 0,05 dB/m. A nyári és téli zajcsillapítás közti különbséget is vizsgálta, a legjobban az örökzöldek szerepeltek, de a leveleit fán tartó kocsányos tölgynek is maradt hatása.

A lombhullató erdők közti eltéréseknek az aljnövényzet lehetett az oka. Ezeket a méréseket folytatta Rácsay András (2010). Az örökzöld borókás zajcsillapítása alig mutatott eltérést a téli és a nyári állapot között, 0,22 és 0,21 dB/m. A sűrű akácós téli időszakban kisebb hatást fejtett ki, ekkor 0,063 dB/m csökkentést eredményezett, nyáron pedig 0,043 dB/m-t. Ezekhez az eredményekhez képest Nyírkos Béla kissé eltérő adatokat nyert: a borókás csillapítását nyáron 0,41 dB/m, télen 0,56 dB/m. A sűrű akácós zajcsökkentése is eltérő eredményeket hozott neki, nyáron 0,074 dB/m, télen 0,018 dB/m.



6. ábra: Erdősávok zajcsökkentésének mérése (Nyírkos, 2008. nyomán)

A zajcsökkentő hatás frekvenciafüggőségének vizsgálata

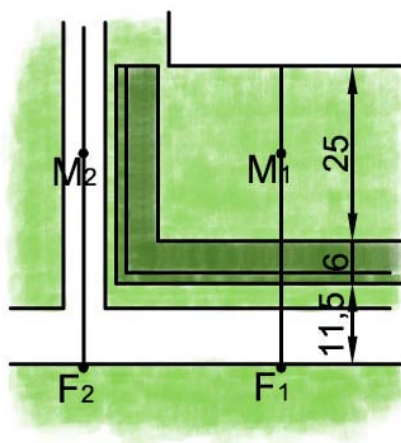
A növényzet zajcsökkentéséről a frekvencia függvényében is készült vizsgálat (Kumar et al., 2005.). Ennek során kb. **15 méter széles állományokkal** végezték a méréseket. Több frekvenciaszinten jelentkeztek kiugróan magas értékek a csökkenésben, azonban megállapítható, hogy a frekvencia növekedésével a csökkenés mértéke is nő. A magasabb frekvenciákon 6-11 dB-ről 20 dB-re is nőtt a zajcsillapítás. A kiugrások oka minden frekvencián más, alacsony frekvencián a talaj hatása, közepes frekvencián a törzsek és ágak szóró hatása, és magas frekvencián a fák lombjának szóró hatása miatt. Ozimek és Kobek (in Tóth, 1972.) szintén vizsgálták a frekvenciafüggést, arra jutottak, hogy a közép- és felső frekvenciákon jelentősebb a zajcsillapítás mértéke.

A növényzet városi klímára és zajcsökkentésre gyakorolt hatásával foglalkozó tanulmányban is találhatók zajmérési eredmények (Mecklenburg et al., 1972.). Ennek során **háromféle ültetett, örökzöld állományt** vizsgáltak, melyek eltérő magas fákból, és eltérő fajokból álltak: közönséges luc (*Pinus abies*), erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) és simafenyő (*Pinus strobus*). Általános hangnyomásszint mérésnél kis növekedést tapasztaltak a távolság, vagyis a fák számának növekedésével. Az oktáv sávos elemzés során pedig ők is megállapították, hogy magas frekvencián jobb a csökkentés, valamint azt, hogy a csökkentés a fajok karakterétől és a növekedési szakasztól is függ. Ez a frekvenciafüggő csökkenés viszont a fák számának, vagyis a távolság növelésével nőtt.

Keskeny állományok vizsgálata

Keskenyebb növényállományokkal foglalkozó kísérletből kevesebb készült. Egy ilyenben az ültetés mintájának, periodikusságának hatásával foglalkoznak (Sánchez-Pérez et al., 2005.). Ennek során **különböző rácsmintázatokba, többszörös sorokba ültetett állományokat** vizsgáltak. A hatás különösen alacsonyabb frekvenciákon jelentős, és nagyban függ az ültetés sűrűségétől és a hang beesési szögétől. Megfelelő ültetéssel azonban nagyobb mértékű csökkenés érhető el, mint egy sima növényssávval. Különösen a többszörös sorokba ültetett fák hatása emelendő ki. Így keskenyebb állománnyal is el lehet érni szélesebb állományokhoz hasonló mértékű csillapítást.

Cook (et al., 1972.) városi környezetben is végzett kísérleteket (7. ábra), egy kb. **6 m széles sáv**, mely elől madárbriset mögöttük ausztriai fenyőket tartalmaz, közvetlenül a növények mögött kb. 7 dB csillapítást ért el.



F zajforrás
Mx mérési pontok

7. ábra: Városi növényzét zajcsökkentésének vizsgálata (Cook et al., 1972. nyomán)

Egy amerikai tanulmány szerint (Hendricks, 1995. in Zentai-Schád pp. 45-46) egy legalább 2,4 méter magas, **4,5-5 méter széles leanderből (*Nerium oleander*) álló állománynak** 1-3 dB csökkentő hatása van. Leander és fenyő együttesét is mérték, egy sorban lévő leanderek közt 9 méterenként volt fenyő, így csak 0-1 dB volt a csökkenés, ez esetben távolabb volt az úttól az állomány.

Radó (1983 p. 57) felkérésére a Nehézipari Műszaki Egyetem méréseket végzett Budapesten **fasorokon**, az eredmények jelentős zajcsökkentésről tanúskodnak. Középfrekvencián (2000 Hz) 8-12 dB-lel, de akár 20 dB-lel is kisebb volt a zaj. A háromszintes állományok hatása ennél is nagyobb volt, 32 dB. Így jobb hatást értek el növényekkel, mint téglafalakkal, melyek 10 dB-t csökkentettek.

Az áttekintett irodalmak alapján megállapítható, hogy a legtöbb vizsgálat a szélesebb növényállományok zajcsökkentő hatásával kapcsolatban készült, ezen belül is főként erdősávokkal foglalkoztak. A városon belüli zöldfelületi

elemeket nagyon kevesen választották kutatásuk tárgyául, mivel általában keskenyek, és így kevés jelentőséget tulajdonítanak nekik. Ellenben a növények zajcsökkentésének frekvenciafüggését is többen tanulmányozták, illetve a növényállományok szerkezetének és faji összetételének befolyásoló szerepét is. Így elég változatos kutatási területeket találni a témán belül.

Az eredményeket áttekintve nagy eltérés tapasztalható (7. táblázat), de széles időskálán készültek a kutatások, így a felhasznált eszközök is változtak. Mégis szembeűnő, hogy vannak, akik egy keskenyebb állománynál is jelentős zajcsökkentési értéket mértek, míg mások szerint a széles erdősávok is jelentéktelenek.

7. táblázat: Kutatások eredményei a növényzét szélessége alapján

Állomány szélessége (m)	Zajcsökkenés (dB)	Növényállomány jellege	Kutató
4,5-5	1-3	leander állomány	Hendricks, 1995
15	15	sűrű aljnövényzetes erdő	Ozimek - Kobek
25	15	aljnövényzet nélküli erdő	Ozimek - Kobek
30	3-10 3-5 5-8 15-20	természetes állomány ültetett növényzét háromszintes állomány	Pálmai – Moser, 2006 Reethof, 1973 Reethof, 1973 Pálmai – Moser, 2006
50	10-15 18,1 20-30	akácus erdő	Jimezen, 1997 Hock, 2005 Sadowsky és Wodzinsky
60	6		Samara –Tsitsoni, 2007
100	24,2	akácus erdő	Hock, 2005
100	17 22 4,3 4,4 (télén 3) 35,4-40,6 (télén 56,4) 6 (télén 8) 6,3 (télén 7,6) 6,5-7,4 (tél 7,6) 22 4,3	lombhullató erdő: 2400-4800 Hz örökzöld erdő: 2400-4800 Hz idősebb akácus erdő kocsányos tölgy telepítés örökzöld borókás erdei fenyves juharos erdősáv fiatal akácus örökzöld borókás sűrű akácus	Meister, 1964 Meister, 1964 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Nyirkos, 2008 Rácsay, 2010 Rácsay, 2010

Abból kiindulva, hogy jelentősebb, érezhető hatást a legtöbben csak a szélesebb, több 10 méteres állományoknak tulajdonítanak, igazán nagymértékű csillapítás nem várható a városi keskeny zöldfelületi elemektől. Azonban fontos megállapítani az ilyen jellegű állományok hatását is, hiszen ezek főleg a települések kertvárosi részein mindenütt jelen vannak. Ha az erdősávokhoz képest elhanyagolható hatással is rendelkeznek, mindenképpen mérhető hatásuk lehet, mely így akár más zajcsökkentő megoldásokkal kombinálva fontos ismeretként kezelhető. Sok esetben a határértékek betartásához, így a közlekedési zaj zavaró hatásának megszüntetéséhez csak néhány dB csökkenést kell elérni, melyhez elég lehet a városi keskenyebb növényzóna is.

A növényzet zajvédelemre való felhasználásának legnagyobb hátránya a megfelelő hatásfokhoz szükséges nagy helyigény (8. táblázat). Ez meghatározza azt is, hogy hol alkalmazhatók a növényzónák zajvédelemre, hiszen a városokban ritkán van lehetőség több 10 méter szélességű sávok kialakítására. Egyéb szempontokból összehasonlítva, a leggyakoribb zajvédelmi módszereknél azonban kedvezőbb megoldásnak bizonyulhat. Amennyiben kihasználják a meglévő állományok adta lehetőségeket, a költségek jelentősen kisebbek, mint például zajvédőfal építésénél, esztétikai értékük pedig sokkal jobb, mivel nem épített elemként belesimulnak a tájba, megteremtve a kapcsolatot az út és környezete között. A keskenyebb városi állományoknak is legalább ekkora településképi szerepe van, mivel ilyen környezetben szinte csak épített elemek vesznek körbe az embereket. Segítségükkel oldani lehet az épületek domináns látványát, egységes utcaképet lehet teremteni, virágzatukkal, lombszínükkel vagy különleges formájukkal szép látványt nyújtanak. Ezért ahol lehetőség van rá, érdemes növényzetet, mint zajvédő megoldást alkalmazni, akár más megoldásokkal kombinálva.

8. táblázat: Épített zajvédelmi megoldások összehasonlítása

	Zajvédő fal	Zajvédő töltés	Bio-falak	Növényzet
Helyigény	0,1-0,5 m	10-15 m	0,5 m – 2-3 m	30-50 m
Alkalmazás	városokban, ahol kevés a hely, közel van a beépített terület az úthoz	városok külső részén, ahol elég hely áll rendelkezésre	városokban is alkalmazható, kis szélesség miatt	inkább külterületen a nagy helyigény miatt
Hatásfok	10-25 dB	> 10-25 dB		5-10 dB
Költség	költséges	ha van anyag, olcsóbb	költséges	meglévő állományokat alkalmazva olcsó
Biztonság	balesetveszélyes, megfelelő távolság kell a sávtól	balesetvédelmi szempontból jobb	szintén nem jók balesetvédelmi szempontból	állománytól függ, az ágak csökkenthetik a veszélyt
Fenntartás	típustól függ	tartós, kevesebb karbantartás	folyamatos karbantartás, öntözés kell	kevés karbantartás
Esztétika	kis esztétikai érték	nagy esztétikai érték	sima zajvédő falnál esztétikusabb	nagy esztétikai érték

2. Célkitűzés

Mivel a keskeny állományok kevésbé kutatottak, így helyén valónak gondoltam egy olyan kutatást végezni, mely ezen keskenyebb zöldfelületi elemek hatásának megállapításával foglalkozik. Ezek jelentőségét ugyanis a legtöbben elhanyagolhatónak gondolják, így nem is foglalkoztak vele, és számszerűsítve sincs, mekkora zajcsökkentő hatással rendelkeznek. Dolgozatomat a szakirodalom kutatásával és feldolgozásával kezdtem, hogy minél teljesebb képet kapjak az eddigi eredményekről.

Kutatásommal a célom, hogy ezen zöldfelületi elemek zajcsillapító hatását meghatározzam, és figyelembe véve más, többek közt településképi és ökológiai szempontokat, hatásukat értékeljem. Ehhez több léptékben vizsgálom a kutatási területet, külön részletesen bemutatva azokat a növény-sávokat, melyeken a zajméréseket végeztük Takács Judittal, a veszprémi Pannon Egyetemen környezetmérnöknek tanuló hallgatóval. A mérési eredmények értékelése során célom minél több szempontra kitérni, hogy következtetéseket lehessen levonni azzal kapcsolatban, hogy a növény-sávok és egyedek jellemző tulajdonságai közül, melyek a legfontosabbak a zaj csökkenése során. Az eredmények értékelésével további célom későbbi kutatási irányok meghatározása, végül pedig egy javaslat kialakítása a vizsgált terület zajvédelmi növényesítésére.

Ezáltal a következtetések alapján a tervezési feladatok során is nagyobb figyelmet lehetne tulajdonítani a települési növényállományoknak, és segítségükkel eredményesebben felvenni a harcot a növekvő zajszennyezés ellen, ezzel növelve városaink élhetőségét és egy jobb minőségű környezetet kialakítva magunk körül.

3. A kutatás módszere

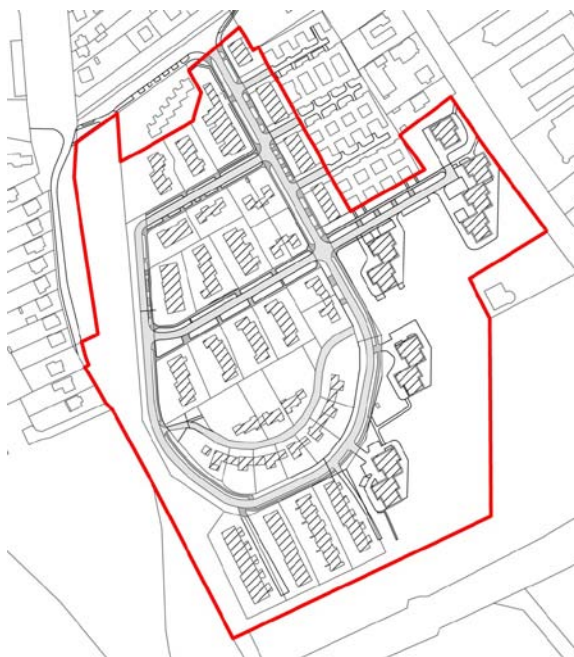
Dolgozatom második fejezetében a vizsgálati módszerek bemutatása következik, ebben kitérek a vizsgálati terület és a mérési pontok kiválasztására, a vizsgálati területek lehatárolására és a vizsgálati szempontok meghatározására. A zajmérés technikájáról szóló 3. 2. alfejezetet Takács Judit szakdolgozata alapján írtam meg.

3. 1. A vizsgálat általános szempontjai

A zajméréseket a veszprémi Pannon Egyetemen környezetmérnöknek tanuló Takács Judittal együttműködve készítettem el, tőle a zajmérések eredményét kaptam meg. Ezért már a **vizsgálati helyek kiválasztásánál** is elsődleges szempont volt, hogy mindkettőnknek megfelelő vizsgálati helyszínt találjunk. A zöldfelületi elemek vizsgálatát magam végeztem három szinten, először a települések egy-egy jól körülhatárolható kisebb területét vizsgáltam, majd a mérési pontoknak helyet adó utcákat, és végül az egyes mérési pontokat jellemeztem részletesebben.

A döntésben nagy szerepe volt annak, hogy a veszprémi egyetemen a szakdolgozattól függetlenül van zajtérképezési gyakorlat, mely során Veszprém kertvárosi részét osztották fel, így Takács Judit és csapata is rendelkezett egy vizsgálati területtel. Ezt kihasználva döntöttünk úgy, hogy a vizsgálati pontok ezen területen belül helyezkedjenek el.

A konkrét **vizsgálati pontok kiválasztásánál** törekedtem minél változatosabb állományokat (9. táblázat) felvenni a listára, vagyis szerepeljenek a mérendő növényállományok között fasorok, cserjék és ligetes állományok is. Ugyanakkor egy típuson belül több hasonlót kerestem, hogy az apróbb különbségek hatásai is kiderüljenek. Az egyetlen nehézséget az jelentette, hogy több helyen magánterületen belül helyezkednek el azok az állományok, melyek különösen érdekesek lennének a vizsgálatra. Mivel azonban ezek vizsgálata megbonyolította volna a helyzetet, így kevés ilyen pont került be a vizsgáltak közé. További szempont volt, hogy lehetőleg lombhullató és örökzöld állományok is bekerüljenek, így növelve tovább a pontok változatosságát.



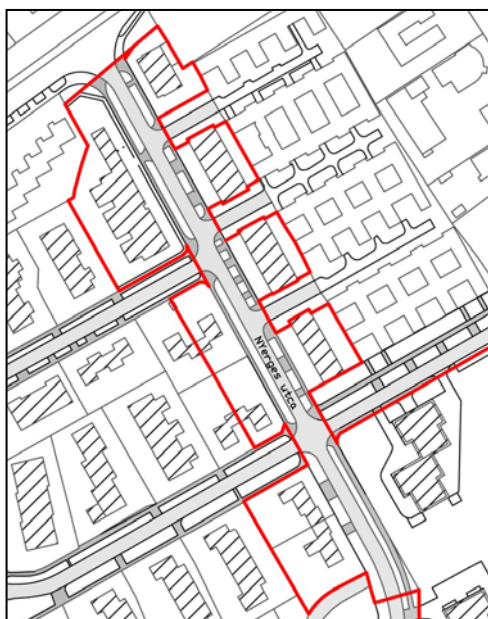
8. ábra: Vizsgálati terület lehatárolása

A következő lépés a kutatási **területek lehatárolása**, mely azért különösen fontos, mivel a vizsgálatokat térképen is megjelenítettem. Ez a városrész (8. ábra) szintjén úgy történt, hogy a területet körülhatároló utcák melletti teleksor még a vizsgált területhez tartozik. Az utcák lehatárolása (9. ábra) egyértelműen az adott pontot tartalmazó utca vizsgálatát jelenti a mellette futó telkekkel együtt. Végül a mérési pontok lehatárolása (10. ábra) szintén telekhatárosan történt, beletartozik az adott magánterület, mely előtt a mérés folyt, illetve a hozzá tartozó utcaszakasz. Maga a vizsgálat így három léptékben történt, és fontos volt mindvégig szem előtt tartani a városi zöldfelületi elemek összetett jelentőségét és szerepét. Ennek tükrében a vizsgálati szempontokat is minél összetettebben próbáltam meghatározni.

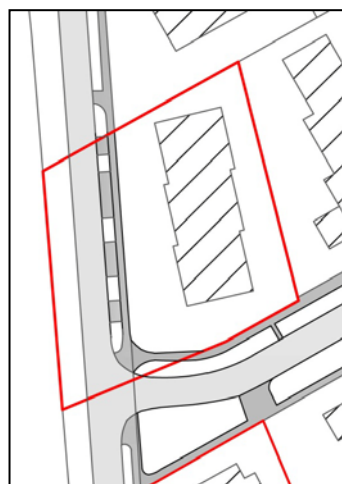
9. táblázat: A zajmérésre kiválasztott zöldfelületi elemek

1. mérési pont	lombhullató sövény
2. mérési pont	lombhullató sövény
3. mérési pont	lombhullató sövény és örökzöld fa
4. mérési pont	ligetes állomány
5. mérési pont	örökzöld cserjesor
6. mérési pont	lombhullató sövény
7. mérési pont	lombhullató sövény és lombhullató fasor

A 4. fejezet tartalmazza a **területek vizsgálatát**. A településrész vizsgálatát a meglévő tervelőzmények feldolgozásával kezdtem, hiszen közülük több is kapcsolódik a zajszennyezés, zajvédelem témájához. Megnéztem a szabályozási tervet, a környezetvédelmi programot, a településfejlesztési koncepciót, illetve egyéb fellelhető terveket, mint például a zajtérképet. Ezt követően általános tájvizsgálat szerinti szempontokból néztem végig a terület jellemzőit, kiemelve közülük a témámhoz fontos információkat. Mivel közlekedés által okozott zajt vizsgállok, így ilyen szempontból is szükséges megvizsgálni a helyszínt; milyen az úthálózata, a jellemző forgalma. Vizsgáltam továbbá a terület legfontosabb természeti adottságait, mivel ezeknek nagy



9. ábra: Vizsgált utca lehatárolása



10. ábra: Mérési pont lehatárolása

szerepe van a zaj terjedésében, valamint a zöldfelületi elemek jellegét és elhelyezkedését. Ezt követően a városrészre jellemző területhasználatokat néztem meg. A legfontosabb tájhasználati konfliktusokat vizsgáltam ezek után röviden, továbbá a környezeti elemek állapotát. Az utca léptékű elemzést egybekötöttem a területi, azaz városrészi szintűvel, vagyis ahol lehetett a terület bemutatása során utca szintig részleteztem az információkat. Az utcák esetében külön figyeltem a burkolatra, járdák elhelyezkedésére, vízelvezető árkok meglétére, továbbá a légvezetékek és egyéb épített elemek elhelyezkedésére, melyek a térképeken jelennek meg.

A **mérési pontok** közvetlen környezetének **vizsgálata** további két részre tagolódik, mivel több esetben célszerű külön vizsgálni magának az állománynak és a mért növény-sávnak a jellemzőit, ugyanakkor fontos az állományt alkotó egyes egyedek tulajdonságait is tanulmányozni. A növény-sávoknál elsődlegesen méretbeli tulajdonságok vizsgálata fontos, vagyis a szélessége, hossza, magassága és sűrűsége, illetve az állomány ökológiai és településképi jelentősége sem elhanyagolandó, de érdemes megfigyelni a vizsgálati ponthoz tartozó telek

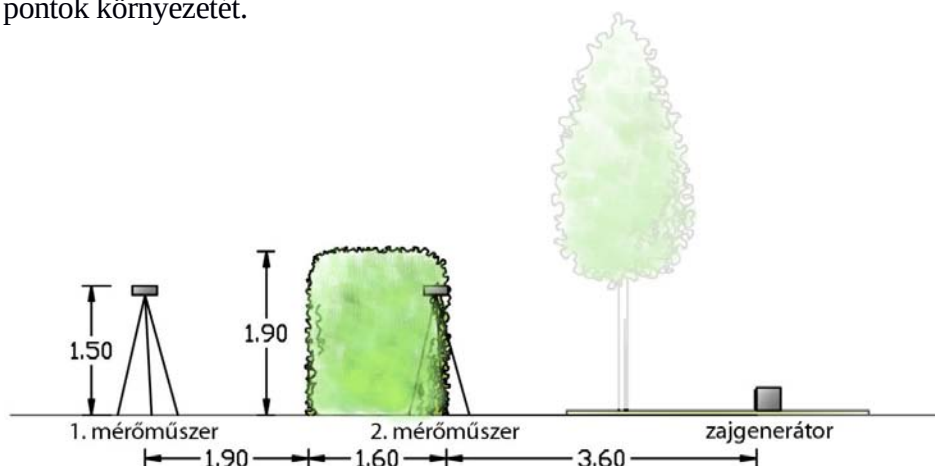
előkertjének jellegét is, hiszen az ott található növények is befolyásolják a zajcsökkentést. Az egyes egyedeknél pedig szintén szükséges a jellemző méretek felvétele, továbbá a habitus, ágrendszer és levelek jellege és egészségi állapotuk megállapítása. Ezen adatok felvétele a helyszínelés előtt elkészített táblázatokba történt, a terület szemléletesebb bemutatása érdekében pedig térképeket készítettem. Ahogyan a leírásban is, itt is együtt ábrázoltam a területi és az utca léptéket, külön pedig az egyes pontokat. A mérési pontok növényállományáról metszeteket is rajzoltam.

Az **adatok** feldolgozása, leírása és **értékelése** a 5. fejezetben történik. Az elemzést a korábbi kutatások eredményeinek összevetésével kezdtem. Az értékelés során elemeztem a kapott zajmérési eredmények és a saját zöldfelületi vizsgálat összefüggéseit, vizsgáltam az évszakok zajcsökkentést befolyásoló hatását, valamint a növényzónák és növényegyedek fontosabb tulajdonságainak hatását. Utóbbiak közé tartozik a növényzóna örökzöld vagy lombhullató jellege, színezettsége, kiterjedése, ágsűrűsége; a növényegyedek habitusa és egyéb jellemzői. Az eredmények jobb szemléltetése érdekében táblázatokat és grafikonokat készítettem.

3. 2. A zajmérés technikája

Veszprémben kétszer végeztünk méréseket, mértünk téli állapotban (2011.03.21), majd a levelek kifejlődése után nyári állapotban is (2011.04.20.), hogy össze lehessen hasonlítani a lombtalan és lombos állapotok hatékonyságát.

A zajmérésekhez szükség volt egy zajgenerátorra, mely a méréshez az alapzajt biztosította, ez egy Silverblade hangfal volt, melyhez egy notebookot csatlakoztatva, NCH Tone Generator 3.00 program segítségével generáltuk a zajt. A zajgenerátorral Veszprémben háromféle frekvenciát mértünk, szinuszos zajt, fűrészzajt és fehér zajt. Minden mérés előtt és után fontos volt az akusztikai kalibráció elvégzése egy CEL-110/1 típusú kalibráló műszerrel. A zajgenerátort úgy kell elhelyezni (11. ábra), hogy a mért növényzet magasságának kétszerese legyen a növényzettől való távolsága, de legalább 1 méter. Továbbá szükség volt két mérőműszerre (egy CEL-430 és egy Brüel & Kjaer 2239A típusú), az egyik közvetlenül a mérendő növényzet elé lett elhelyezve, úgy hogy pontosan a növényzet szélén mérje a zajt, vagyis ne érjen túl rajta. A másik a növényzet mögött, annak magasságával megegyező távolságban lett elhelyezve, vagy legalább 1,5 méterre. A mérések során a zaj legalább 20 másodpercig bocsájtottuk ki. A mérések során feljegyeztük a mérési eredményeket, a távolságokat, a növényállomány tulajdonságait, és feltérképeztük a mérési pontok környezetét.



11. ábra: A zajmérések technikája

A mérések eredményeit és a legfontosabb adatokat a helyszínen feljegyeztük, a zajmérési adatok feldolgozását pedig Takács Judit végezte el, melynek eredményeit megkaptam; a felmérésekről tervlapokat és táblázatokat készítettem, ezek segítségével vontam le a következtetéseket a dolgozat utolsó lépéseként.

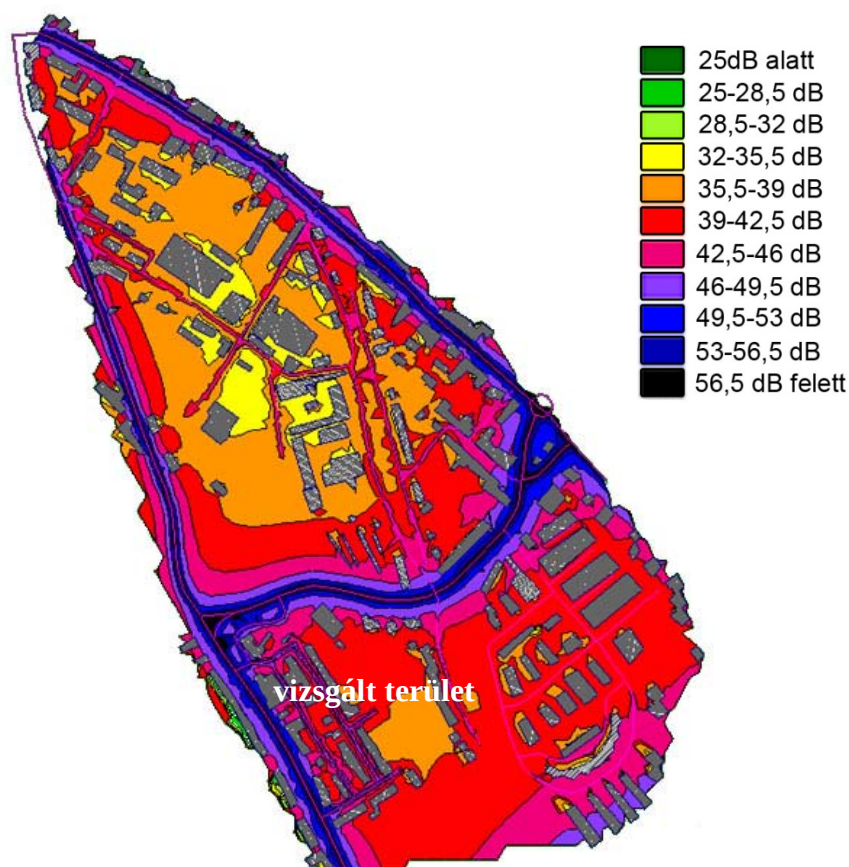
4. Eredmények

A vizsgálati terület bemutatását a tervelőzmények ismertetésével kezdem, majd a városrész és az utcák vizsgálata következik. Ezek után a mérési pontokat mutatom be különböző szempontok alapján.

4. 1. Tervelőzmények

A témához kapcsolódó tervelőzményeket áttekintettem, és kiemeltem belőlük a zajterheléssel összefüggő fontosabb elemeiket. Ezek segítenek megismerni a települések zajterhelési helyzetét, valamint a zajszennyezés ellen hozott legfontosabb intézkedéseket.

A Takács Judit és csapata által készített **zajtérképről** (2011.) leolvasható, hogy a vizsgált terület legnagyobb részén 39-42,5 dB közötti a zajterhelés jellemző (12. ábra). Az épületek között található kis részeken csendesebb területek is, azonban a városrész északi és déli határán nő a zajszint a forgalmas utak miatt. Ezeken a részeken akár 50 dB-t, közvetlenül a Cserepes utca mellett pedig az 55-60 dB-t is elérheti.



12. ábra: Veszprémi mintaterület zajtérképe (Forrás: Takács Judit)

A település **helyi építési szabályzatában** (61/2003. Önk. rend.) előírják, hogy gazdasági-, különleges-, közlekedési-, és közműterületeknél a terhelésnek már a telken belül le kell csökkennie a határértékig kivéve, ha közlekedési zajról van szó. Meglévő építmény átalakításánál a határértéknek a környező lakóterületek határáig kell teljesülnie. Új épület pedig nem helyezhető el úgy, hogy az a határértékek túllépését okozná. Az üzemi és építési tevékenységeknél is biztosítani kell a határérték betartását.

A **településfejlesztési koncepcióban** (Terf. K., 2000.), és kiegészítésében (Terf. K., 2002.) külön

foglalkoznak a zaj és rezgés elleni védelemmel. Célul tűzik ki a város zajforrásainak feltérképezését, zajtérképen ábrázolását. A dokumentum szerint a városban nincsenek lakossági panaszok a zajterheléssel kapcsolatban, határérték-túllépés csak a forgalmas útszakaszok mentén fordul elő. Ezen túllépések miatt szükség van a forgalom átszervezésére, zajvédő létesítmények építésére, valamint a tervezett úthálózati fejlesztések környezeti hatásának értékelésére. A közlekedési zajból származó terhelés csökkentésének másik fontos eszköze az útburkolatok karbantartása. Egyéb zajkibocsátókkal kapcsolatban kiemelik, hogy telephelyek engedélyezésénél, építkezéseknél szintén be kell tartani a zajvédelmi határértékeket, továbbá a repülőtérre vonatkozó előírások is teljesüljenek, és a védőövezete meg legyen határozva. Végül az önkormányzat zajvédelmi rendeletének felülvizsgálatát javasolják.

A **zajvédelem helyi szabályozásáról** szóló jogszabályt (19/2009. Önk. rend.) a fejlesztési koncepció óta, 2009-ben elfogadták. Foglalkoznak benne például a rendezvények tartásának lehetséges időpontjaival, építési és bontási tevékenységek végzésével, zöldfelület fenntartási tevékenységgel, hangosító berendezések használatával. A közúti közlekedéssel kapcsolatban nem tartalmaz előírásokat.

Ugyanezen évből származik egy **környezeti állapotfelmérése** (Tájékoztató, 2009.) a városnak, ebben szintén kitérnek a zajvédelemre. Itt is említik, hogy ebből a szempontból Veszprém kedvező helyzetben van, ipari tevékenységek a külterületekhez kötődnek, ezért nem zavarhatják a lakóterületeket, csak a kisebb telephelyek okozhatnak problémát. A szórakozóhelyek és rendezvények azonban a belterületen is gondot okoznak, és a panaszok nagy része is erre irányul.

4. 2. A terület vizsgálata

A terület vizsgálatánál az adott városrész legfontosabb jellemzőit veszem sorra, de ahol lehet – a mérési pontokat tartalmazó utcákban – utca léptékig részletezem. Az utcák jellemzőinek összefoglalása az 1. mellékletben található. A közúti közlekedés jellemzőiről magára a zajkibocsátás mértékére lehet következtetni. A természeti adottságok és a zöldfelületek leírása amiatt fontos, mivel a zaj terjedését nagyban befolyásolják ezek a körülmények. A természeti adottságok közül csak a témához kapcsolódó fontosabbakat emelem ki. A jellemző területhasználatok a zajra érzékeny, illetve kevésbé érzékeny funkciókat tárják fel a területen. A tájhasználati konfliktusok és környezeti állapot a zajból vagy használatokból adódó problémákat világítja meg. Ezekhez szorosan kapcsolódik, illetve ezekből adódik a terület településképe, melyet szintén összefoglalok pár mondatban. A terület vizsgálatát térképen ábrázoltam, mely a 6. mellékletben látható.

A vizsgált terület Veszprém déli részén található, közel a város pereméhez, a külterület és belterület határához. Emiatt a települést megkerülő forgalmas körgyűrű (8-as főút) közel fut a város ezen részéhez. A vizsgált egység a Nyerges utca, Varga utca és Tímár utca által körbezárt terület alkotja, és ezek közvetlen mellette lévő teleksor.

4. 2. 1. Közúti közlekedés jellemzői

A vizsgált terület lakóövezeti és városszéli jellegéből adódóan **kis forgalmat bonyolító utcákkal** rendelkezik; közéjük tartoznak a vizsgált utak is, a Nyerges és a Varga utca. Ezeket csak az ott lakók használják, átmenő forgalom nincs rajtuk, és zsákutca jellegűek, mivel egyedül a Nyerges utcán keresztül lehet megközelíteni a városrészt. Emiatt, illetve a végén lévő tömbházak miatt, ez az utca bonyolítja a legnagyobb forgalmat. A 13. ábrán sárga színnel vannak jelölve a kis forgalmú utcák, narancssárgával a közepesek. A



13. ábra: Utcaforgalom nagysága Veszprémben

város ezen részén tehát **személygépkocsi forgalom** jellemző, a parkolást sokan a Varga utcán, a Kalmár tér mellett oldják meg, az út szélén. A terület minden oldalról forgalmas útszakaszokkal van körülvéve. A legjelentősebb délen a 8-as főút körgyűrűje, mely itt rendkívül közel halad el a lakott területekhez. Keleten és nyugaton az ebből kiágazó utak (Almádi út és Füredi utca) egészen a településközpontig vezetnek, így szintén nagy forgalommal rendelkeznek. Északon pedig a Cserepes utca városon belüli gyűrű jellegéből adódóan fontos útszakasz.

4. 2. 2. Természeti adottságok

A mintaterület a város olyan részén helyezkedik el, mely **domboldali fekvésű**. Egyenletesen nyugat felé lejtő településrészről van szó, csak a beépített területet körülvevő zöldfelületek lejtése enyhén változó, nyugat felé meredekebb, kelet felé lankásabb részek terülnek el. A Nyerges utca helyezkedik el a legmagasabban, a szintvonalakkal párhuzamosan fut, így hossz tengelyének irányában nem jelentős a lejtése. A Kalmár tér és a Varga utca kanyarodásában kezd lejtetni a terület nyugati irányba, majd a Varga utca déli szakasza már egyenes terepen húzódik.

Fontos szerepet játszanak a zaj terjedésében az **éghajlati jellemzők** és a **levegő állapota** is. Ezekről 2008-ban, a település központjának közelében felállított meteorológiai mérőállomás szolgáltat adatokat. A 2009-es mérések alapján a település évi középhőmérséklete 11,3°C, az abszolút maximum 34,7°C, az abszolút minimum pedig -12°C volt. Az év során összesen 650,1 mm csapadék hullott, az átlagos relatív nedvesség pedig 76,4%. Nagyon fontos tudni az uralkodó szélirányt, mely északnyugati (Tájékoztató, 2009). Ennek a vizsgált területen is nagy szerepe lehet, mivel a területet elég forgalmas útszakaszok veszik körül, azonban a legforgalmasabb körgyűrű zajterhelésének szempontjából ez kedvező szélirány, mivel ennek zajkibocsátását a szél nem a vizsgált településrész felé viszi.

4. 2. 3. Zöldfelületek vizsgálata

A területen mind **vonalas**, mind **felületi zöldterületi elemek** megtalálhatók. Az utcákat minden esetben két oldalt gyepes zöldsáv kíséri, melyek – amennyiben van – a járdát választják el az úttesttől. A gyepes sávok gyakran fasorokkal és sövényekkel egészülnek ki, azonban ezek egyike sem fut egységesen végig az utcákon. A sövények csak egy-egy telek előtt mutatnak egységes képet. A fasorok leggyakrabban az utcák egyik oldalán találhatók meg, szakaszonként jellemző a kétoldali fasor is. Egységességük ez esetben is vitatható, mivel sok helyen vannak hiányzó részek, és a meglévők is – kevés kivétellel – több fafajból állnak, vagy nem azonos korúak. A felületi zöldterületi elemekből sem található számottevő a városrészben. A legjelentősebb a Varga utca nyugati határában húzódó funkció nélküli zöldfelület, melyet a kitaposott ösvények tanúsága szerint leginkább átjárásra használnak a gyalogosok.

Azon utcákat, melyekben a mérési pontok helyezkedtek el, részletesebben is felmértem zöldfelületi elemeiket illetően. Ezen esetekben a zöldfelületi elemeken kívül megnéztem a légvezetékek, közvilágítás elhelyezkedését, illetve, hogy parkolás az utca mely részén jellemző.

A **Nyerges utcában** mindkét oldalon végigfut a gyepes zöldsáv, az utca keleti oldalán pedig majdnem végig fasor is található. Ez kort és fajokat tekintve egységes képet alkot, viszont az utca elején, a nyugati oldalon ültetett fiatal fasor már kevésbé illik az utca egységébe. Sövények és cserjék szintén a hosszú fasoros oldalra jellemzőek, de még változatosabb képet mutatnak, mind fajt, mind méretet és nyírást tekintve. A közlekedési zaj csökkentésében a növényekkel beültetett előkertek szerepe is nagyon fontos. Az utcában főleg az idősebb fasor oldalán lévő előkertek vannak sűrűbben beültetve növényvel, fákat és cserjéket is találni bennük; míg a nyugati oldalon, ahol a zöldsáv növényesítése sem annyira jellemző, ott a kertekben sem olyan sűrű a növénytelepítés. A gyepes kertben inkább csak egy-egy cserje és fa kap helyet, bár sövényt ezen az oldalon is találni telkek határán.

A Nyerges utca folytatásában található a **Varga utca**. Az elején mellette fekszik a Kalmár tér, mely a tömbházakat körülvevő zöldfelület. A tér oldalán tovább folytatódik a fasor, és a járda mentén lévő sövény is nagyjából összefüggően fut végig, így egységes utcakép (14. ábra) alakul ki. A házak körül ligetes ültetés jellemző, nagy gyepes felületen laza állományt alkotnak a fa- és cserjefajok. Az utca nyugati oldalán lévő telkek kertjei nincsenek sűrűn beültetve, de előttük vagy fiatal fasor vagy magas örökzöld sövény húzódik, egy szakasz kivételével. A Varga utca további, nyugat, majd észak fele elkanyarodó szakasza zöldfelületek szempontjából kevésbé jelentős állománnyal rendelkezik. A gyepes sáv itt is megvan mindkét oldalon, azonban fasor csak a Tímár utcához kapcsolódó végén, illetve a köztes részen csak rövid szakaszokban található. Az utca nyugati, egyenes felén pedig az egyik oldalon véget ér a beépítés, és egy szabad zöldfelület húzódik, mely funkcióval nem rendelkezik. Ennek déli részén ligetes növényesítés jellemző, a többi része csak gyepesítve van. Ez azért hátrányos, mivel a közelben halad el egy forgalmas bevezető út (Füredi utca), amely mellett építkezés is zajlott tavasszal, így ezeknek a zaja védelem nélkül könnyebben felhallatszik a lakott területre. A Varga utcának van egy kelet felé kiágazó része, mely a Kalmár térnél kapcsolódik vissza. Ez egy nagyon keskeny utca, melyben járda és zöldsáv sem található, ezért a zaj terjedésének akadályozásában az előkerteknek van nagy szerepe, melyek változó mértékben vannak beültetve. Ebben az utcában még kisebb a forgalom, mint a körülötte lévőkben.



14. ábra: Varga utca egységes utcaképe (Készítette: E.T.)

A Varga utca nyugati, egyenes szakasza mellett tovább folytatódik a beépítetlen, funkció nélküli zöldfelület. A másik oldalán végig fasor húzódik, mely a fajösszetételt nézve nem teljesen egységes, de a fák mérete miatt kedvezően jelenik meg az utcaképben. Sövény nem társul ez esetben sem a fasor mellé, de az előkertek szinte minden esetben cserjesorral vannak elzárva az utcától, és sűrűbb beültetésük hozzájárul a zajvédelemhez.

Összességében elmondható, hogy a vizsgálati területek döntően lakó funkciója miatt fontos foglalkozni az ott élők védelmével a zaj ellen. Lényeges az embereknek egészséges környezetet teremteni, melybe a zajvédelem szempontja is beletartozik. A terület minden utcájában található valamilyen típusú vonalas zöldfelületi elem, melyek ha nem is egységesek, így településképi értékük kisebb, de csendesebb lakóhely megteremtésében részt vesznek. Ehhez hozzávéve az előkertek növényesítését még jobban megnő a zöldfelületek jelentősége, melyek a közvetlenül a közelben elhelyezkedő utak zajának szűrése mellett, a nem messze fekvő forgalmasabb útvonalak zajterhelésének csökkentéséhez is hozzájárulnak.

4. 2. 4. Jellemző területfelhasználás

Jellemző területfelhasználásként egyértelműen a **lakóterületet** lehet megnevezni, a vizsgált területen belül egyedül ez található. A Nyerges utca mentén kisvárosias telkek futnak végig, a Varga utcában, a Kalmár téren jelennek meg a nagyvárosi beépítésbe tartozó tömbházak. A Varga utcán pedig ismét csak kisvárosias övezet található. Magán a területen a zöldterület alig található, a Varga utca nyugati szakasza mellett található egy közpark, mely funkcióval jelenleg nem rendelkezik, valamint egy kis szakaszon védelmi célú erdősítésként nyilvántartott fásítás is kapcsolódik a Varga utcához.

4. 2. 5. Tájhasználati konfliktusok és környezeti állapot

Tájhasználati konfliktusokból jelenleg a területen nem sokat találni (<http://5>). A zajterheléshez kapcsolódóan azonban létrejöhetnek ökológiai konfliktusok, mivel több forgalmas útszakasz is közel fut a területhez, melyek közül a **déli körgyűrű** főleg a megengedett éjszakai határértékek átlépésével okozhat problémát a hozzá közelebb eső Varga utcában. A közelben jelenleg (2011. április) zajló **építkezés** a zajterhelés további növekedéséhez vezet szintén a Varga utcában.

További ökológiai konfliktushoz vezetett, hogy egy 2009-es vizsgálat szerint a közelben **illegális hulladéklerakó** is működött, de ugyanezen évben felszámolták költségvetési keretéből, így ez már nem okoz gondot a vizsgált területen.

Esztétikai konfliktust okoz a területen áthaladó **légvezeték** (15. ábra), mely az amúgy vezetékekben nem sűrű helyen domináns látványt nyújt, különösen a terület két szélén elhelyezkedő nagy tartóoszlopaival. A Varga utca Kalmár tér fele kiágazó szakaszával fut szinte párhuzamosan. Ezen kívül csak a nyugati részen fekvő Varga és Tímár utcában találni kisebb légvezetéseket.

A levegő minőségét egy automata és egy manuális mérőállomás is méri Veszprémben, ezek eredményei azt mutatják, hogy a város levegőminősége kéne-dioxid, szén-monoxid és benzol tekintetében kiváló, nitrogén-oxidok, ózon, szállópor és ülepedő por estében jó minőségű (<http://4>).



15. ábra: Légvezeték esztétikai konfliktusa
(Készítette: E.T.)

4. 2. 6. Településkép

A vizsgált városrész településképe változatos, elsősorban az utcák növényesítésének köszönhetően, illetve a különböző lakóterületi beépítési formák miatt. A legkedvezőtlenebb látványelem a területet keresztező légvezeték, valamint a Varga utcában található tömbházak. Kedvező látványelemnek pedig a város peremére nyíló látvány nevezhető, a Varga utcából.

4. 3. A mérési pontok vizsgálata

A veszprémi mérési pontok egy jól körülhatárolható területen helyezkednek el (16. ábra), egymáshoz közel. Mérési pontok találhatók a Nyerges utcában és a Varga utcában. Ezek egymásból folytatódva egy hurok alakú hosszú utcát alkotnak. A mérési pontokat tervlapokon ábrázoltam, ezek a 7. mellékletben találhatók.

4. 3. 1. A mért növény-sávok zajvédelmi szempontból fontos jellemzői

A vizsgálati területen kiválasztott hét mérési pont között egy- és többszintű állományok is találhatók, továbbá csak lombhullató, illetve lombhullató és örökzöld növényeket is tartalmazó sávok szintén. Három helyen történik lombhullató sövény mérése, egy helyen örökzöld cserjesoré, továbbá van egy lombhullató fa és lombhullató sövény kombináció, egy örökzöld fa és lombhullató sövény kombinációja, valamint egy széles, ligetesen ültetett állomány. A mért növény-sávokról metszeteket készítettem, melyek a 5. mellékletben láthatók.

A Nyerges utca első mért pontján **lombhullató sövény** zajcsökkentő szerepét mértük. Több faj alkotja, a mért szakaszon kerti gyöngyvessző (*Spiraea x vanhouttei*) és közönséges nyáriorgona (*Buddleja davidii*). A nyírt sövény szélessége 1,4 méter, magassága 1,9 méter, és mivel közepes sűrűségű ágrendszerrel rendelkezik, fontos lehet zajcsökkentési szempontból. A

sövény a telek teljes hosszában, közel 60 méter hosszan folytatódik. A telek előtti gyepes sáv egy részén fiatal fasor található, de ezek a fák koruk miatt valószínűleg nincsenek jelentős hatással a zaj csökkentésére. A védendő lakóháztól 5,5 m választja el a mért sávot, az előkertben nem találhatók növények, és teljesen le van burkolva.

A Nyerges utcában, a Kalmár téren található második mérési ponton egy **nyírt lombhullató sövény** hatását mértük. Először csak a sövényen végeztünk méréseket, mely 0,9 m széles és 1,55



16. ábra: A mérési pontok elhelyezkedése Veszprém (Alaptérkép forrás: <http://6>)

m magas közönséges fagyalból (*Ligustrum vulgare*) ültetett nyírt sövény. Ugyan kis kiterjedése van, de sűrű ágrendszerrel rendelkezik, ami a zaj csökkentésében fontos tulajdonság. A tér teljes hosszában, a járda mellett folytatódik a nyírt sövény, egységes keretet adva a térnek, melyhez a mellette futó fasor is hozzájárul. A mért sáv és az épület közt csak egy burkolt út van, de a mért sáv és a Varga utca között szélesebb ligetes állomány található, mely szintén hozzájárul a lakóház zajvédelméhez.

A harmadik mérést ugyanitt végeztük el, de ez esetben a **nyírt lombhullató sövény** és a mögötte lévő **örökzöld fa**, egy feketefenyő (*Pinus nigra*) együttes hatását mértük. Így egy 3,6 m széles sávot vizsgáltunk, a fenyő magassága 3,5 m.

A negyedik mérési pont szintén a Varga utcában, a Kalmár téren helyezkedik el, de ez esetben egy szélesebb **ligetes állomány** hatását vizsgáltuk. A szélessége 31 m, lazán helyezkednek el benne a növények, többek közt vörösfenyő (*Larix decidua*), nyírfa (*Betula pendula*), fagyalsövény (*Ligustrum vulgare*) és keleti tuják (*Thuja occidentalis*), a növények átlagos magassága így 10 m körül van. Az állomány laza beültetésű, de találhatók benne sűrű ágrendszerű egyedek, például a tuják. Gyepes területen történt a mérés. Ilyen jellegű növényesítés jellemzi a teljes Kalmár teret, a tömbházak környékén – a 2. és 3. mérési pont környezetében is. A mért növényesáv és a tömbház között egy burkolt parkoló, illetve járda található.

Az ötödik mérési ponton egy keleti tujából (*Thuja occidentalis*) ültetett **örökzöld cserjesornál** történt a mérés. Szélessége 2,6 m, magassága 5 m, ágrendszere sűrű, és mivel télen is ugyanolyan zajcsökkentő hatással rendelkezik, fontos szerepet tölthet be a városi zajvédelemben. A teljes telekhatáron végighúzódik. A védendő lakóháztól mindössze 2 m távolságra helyezkedik el, így egyéb előkert-i növényesítés nem járul hozzá a zajvédelemhez, a telek előtti gyepek sáv sincs beültetve növényekkel.

A Varga utca kiágazásában lévő hatodik mérési pontnál egy **nem nyírt lombhullató sövényt** vizsgáltam. A sövényt közönséges orgonából (*Syringa vulgaris*) ültették, szélessége 3,5 m és magassága 4 m, 22 m hosszan húzódik a közút mellett. A korábban mért lombhullató sövényekhez képest kevésbé sűrű az ágrendszere, de a telekhatáron további nyírt sövény található, mely kiegészíti ennek zajcsökkentő hatását. A lakóháztól 9 m távolságra található, az előkertben sűrű növényesítés található elsősorban örökzöld fák-ból ültetve.

Az utolsó, hetedik mérési ponton, a Varga utcában **lombhullató fasor és nyírt lombhullató sövény** együttes hatását mértük, melyek almafa (*Malus sp.*) és fagyalsövény (*Ligustrum vulgare*) alkot. A sáv szélessége 5,6 m, a fasor magassága 6 m, a sövényé 2 m. A sövény sűrű ágrendszerrel rendelkezik, ellenben a fák laza lombkoronájúak, ami a téli zajvédelemben hátrányos. A fasor a teljes utcaszakaszon végigfut, egységes utcaképet teremtve. A védendő lakóháztól 10 m távolságban van a mért növény-sáv, az előkertet örökzöld cserjékkel való beültetés jellemzi.

A mért növény-sávok legfontosabb jellemzőit összefoglalva a 2. mellékletben lehet látni. A növényegyedek felmérést is elvégeztem, ezek részletesebben a 3 és 4. mellékletben láthatók.

4. 3. 2. A mért növény-sávok településképi, ökológiai és funkcionális jellemzői

A vizsgált állományokat többféle szempont alapján jellemzem (10. táblázat), melyeket a zajcsökkentő hatás mellett fontos figyelembe venni, mivel hatással vannak a településképre és a városok klimatikus viszonyaira, ezek által a területen élő emberekre is. Leírom legjelentősebb településképi, funkcionális és ökológiai szerepüket, és az előkertek jellegét is bemutatom.

Az **első mérési ponton** vizsgált sövény nem alkot teljesen egységes képet, mivel sokféle faj alkotja, azonban a nyírás miatt alakja a teljes hosszon azonos. Településképi szerepe az épület tömegének oldása, valamint több faj virágzatával járul hozzá esztétikai értékének növeléséhez. Funkcionális jelentőségként hozzájárul az előkert szél elleni védelméhez, és árnyékol is nagy magassága által, de nagy szerepe van a térelválasztásban és területlehatárolásban is, mivel egyes szakaszokon a kerítés helyettesíti. Ökológiai szerepe az előtte lévő fiatal fasornak lesz a későbbiekben, idősebb korban, a mért sövény egybefüggő hosszúságával a zöldfelületek összekapcsoltságát segíti.

A **második és harmadik mérés** egy helyen történt, csak az utóbbi esetben a sövény melletti örökzöld fa is a vizsgált sávhoz tartozott. A tömbház előtti ligetes állomány részét képezi a sáv. A 2. mérési pontnak így kevesebb funkciója van, élőhelyként kis jelentősége van, az egységes utcaképhez a sövény hozzájárul. A 3. mérési pontnak a településképi szerepe a tömbházak domináns látványának oldása miatt fontos, de ökológiai és funkcionális szerepe is van, például a feketefenyő (*Pinus nigra*) a madarak számár nyújt táplálkozó helyet.

A **negyedik pont** széles, ligetes állomány, így az élőhely és mikroklíma javító szerepe a mért növény-sávok közül a legnagyobb és legfontosabb funkciói közé tartozik. Településképi szerepe a tömbházak látványának oldása, illetve a benne található vérszilva (*Prunus cerasifera* 'Nigra') különleges lombszínével növeli esztétikai értékét. Funkcionális szerepei közt megemlítendő a térelválasztás, valamint a takarás, a közelben található légvezeték tartóoszlopának domináns látványát csökkenti, mely közel helyezkedik el a házakhoz. A mért sávnak kiterjedése által rekreációs szerepe is van, a közelében játszótér is található.

10. táblázat: Mért növényssávok településképi, ökológiai és funkcionális jelentőségének értékelés

	Településképi szerep						Ökológiai szerep			Funkcionális szerep					
	épületek tömegének oldása	egységes utcakép	virágzat	lombszín	különlleges forma, levél	örökzöld	élőhely	zöldfelületek összekapcsolása	mikroklima javítása	közlekedésbiztonság	környezetvédelmi	térelválasztás	takarás	területlehatárolás	rekreáció
1. pont	+	++	++				+	+		+	+++	++	++	+++	
2. pont		++	+				+					+			
3. pont	++	++				++	++					+	+		
4. pont	+++	+		+	+	++	+++	+++	+++		++	++	+++		++
5. pont	++	+				+++	++		+	+	++		++	+++	
6. pont			+++				+			+	+++		++	++	
7. pont		+++	++				++	++	++		+		+	++	

Az **ötödik mérési pontnál** az örökzöld cserjesor településképi szerepe a lakóház tömegének oldásában jelenik meg, illetve télen örökzöld jellegéből adódik. Ökológiai jelentőségéből a madaraknak nyújtott bűv- és táplálkozó helyet lehet kiemelni. Funkcionálisan térelválasztóként van jelentősége, illetve sűrűsége és magassága által a szél elleni védelemben és árnyékolásban is szerepet játszik.

A Varga utcában található **hatodik mérési ponton** az orgonasövényen (*Syringa vulgaris*) kívül nincs jelentős növényzet a területen, csak közvetlenül a telekhatáron lévő keskeny nyírt sövény. A vizsgált orgonasövény településképi szerepe tavaszi virágzása miatt különösen fontos, illetve a telekről eltakarja a közelben lévő bevezető út mellett zajló építkezés látványát. Legfontosabb funkcionális szerepe a területlehatárolás.

A **hetedik mérési pont** területén a vizsgált fason kívül más növényzet nem található, csak ez esetben is a telekhatáron lévő nyírt sövény. Településképi szerepe nagy, mivel az utca ezen szakaszán egységesen fut végig a faszor, azonos korú és nagyrészt azonos fajú egyedek alkotják, így egységes utcakép alakul ki, továbbá virágzatukkal nyújtanak szép látványt tavasszal a sávot alkotó növények. Ökológiai jelentősége, hogy a madarak számára nyújt élőhelyet, árnyékol, ezáltal javítja a mikroklimát, illetve hozzájárul a zöldfelületek összekötöttségéhez. Funkcionális szerepe a sövénynek van, mely a területlehatárolásban, előkert takarásában jelenik meg.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a növényesítések településképi szerepe a legtöbb esetben fontos, még akkor is, ha nem képezik részét az egységes utcaképnek. Sok helyre nagy díszítő értékű növényeket is ültetnek, melynek még nagyobb az településképi értékük. Veszprém ezen városszéli részén kevésbé népszerűek az örökzöldek, melyek előnye, hogy télen is zöld foltot képeznek, és megtartják hasznos funkcióikat. Azoknak a növényssávoknak érvényesül legjobban az ökológiai szerepe, melyek nagyobb állomány részét képezik, vagy önmagukban is szélesebb területűek. A vizsgált területen gyakoribbak a keskeny út melletti zöltsáv növényesítései. Funkcionális szerepek közül a szél elleni védelem, térelválasztás, illetve az árnyékolás a

legfontosabb, mely sok esetben érvényesül. A közlekedésbiztonság javítása és a rekreáció csak pár esetben kap helyet a szerepek közt.

Meg kell említeni, hogy a települési környezetben elhelyezkedő növénytársaságoknak negatív hatásai is lehetnek. Előfordulhat, hogy a szél a növényekhez hordja a hulladékot, mely itt megakad és összegyűlik, esztétikai és ökológiai konfliktust okozva. További kedvezőtlen hatás lehet, hogy a talajig sűrű ágrendszerrel rendelkező sövények, cserjék között könnyen el lehet rejtőzni, mely ronthatja a városbiztonságot. A zöldfelületi elemek esztétikai szerepei között szerepel a takarás, mely kedvezőtlen is lehet, ha például szép kilátást takar el az emberek elől. Ez utóbbi fordul csak elő a vizsgált területen, mivel a Varga utcában kilátás nyílik a város peremére, de ez a fasor miatt az út menti telkekről nem látható.

A növénytársaságok sokrétű szerepköréből jól látszik, hogy milyen összetett feladatot látnak el a településekben. Ezért az eredmények értékelésénél is ki kell térni arra, hogy amely növényesítések zajvédelmi szempontból jók voltak, azok egyéb funkcióikat tekintve mennyire fontosak.

4.4. Zajmérési eredmények

Az alábbi eredményeket Takács Judittól, a Pannon Egyetem hallgatójától kaptam. Ezeket fogom összevetni a 4.2. és 4.3. alfejezetekben található saját felméréssel.

11. táblázat: Mérési eredmények Veszprémben, csökkenő sorrendben

Lombtalan állapot			Lombos állapot		
Mérési pont	Zaj jellege	Zajcsökkentés (dB)	Mérési pont	Zaj jellege	Zajcsökkentés (dB)
1. pont	Színusz	2,5	1. pont	Színusz	6,8
	Fűrész	3,6		Fűrész	1,9
	Fehér	7,6		Fehér	8,5
2. pont	Színusz	2,2	2. pont	Színusz	0,4
	Fűrész	10,2		Fűrész	2,4
	Fehér	10,9		Fehér	4,6
3. pont	Színusz	7,7	3. pont	Színusz	7,1
	Fűrész	14,2		Fűrész	4,8
	Fehér	17,2		Fehér	12
4. pont	Színusz	27,5	4. pont	Színusz	28
	Fűrész	29,8		Fűrész	27
	Fehér	28,3		Fehér	23,5
5. pont	Színusz	8	5. pont	Színusz	1,5
	Fűrész	9,2		Fűrész	2,1
	Fehér	16,3		Fehér	9,3
6. pont	Színusz	16,1	6. pont	Színusz	3,3
	Fűrész	12,7		Fűrész	8,6
	Fehér	16,5		Fehér	10,8
7. pont	Színusz	10,9	7. pont	Színusz	11,8
	Fűrész	8,7		Fűrész	11,4
	Fehér	14,1		Fehér	14,4

5. Mérési eredmények és a zöldfelületi felmérés összefüggéseinek értékelése

A mérési eredmények értékelése során minél több szempontra szerettem volna kitérni, hogy következtetéseket lehessen levonni, mennyi tényezőtől függ az állományok zajcsökkentő hatása; továbbá, hogy a jellemző tulajdonságaik közül melyek a legfontosabbak a zaj csökkenése során. Vizsgáltam az évszakok befolyásoló hatását, a növényállományok jellegének a zajcsökkentéssel való összefüggéseit, például örökzöld jelleg, színezettség, kiterjedés, ágsűrűség és a növények habitusa.

Veszprémben **három típusú zajt** mértünk: szinusz, fűrész és fehér zaj. Ezek különböző frekvenciatartományt jelentenek, így eltérő eredmények születtek esetükben. A szinusz zaj egy egyszerű hangot jelent, mint a zenei hangok. A fűrész zaj egy élénk zaj, nem harmonikus összetevőkkel. A fehér zaj pedig véletlenszerű zaj, melynek hangnyomásszintje állandó.

Az eredményeket Takács Judittól vettem át, aki a méréseket végezte, valamint a számolásokat is, melyek során megállapították a zajcsökkenés azon mértékét, melyet nem a távolság csillapító hatása, hanem a növények eredményeztek.

5. 1. Korábbi kutatási eredményekkel való összehasonlítás

A mérési eredmények alapján több esetben megállapítható, hogy a **nagyobb sűrűségű ágrendszerrel** rendelkező növényeknek jobb hatása van, ez a szakirodalomban is megállapítást nyert, Herczeg (1992.) kísérleteiben. Tóth Sándor (1972.) kiemeli annak fontosságát, hogy hallómagasságban, azaz 1,2-2,3 méteren sűrű lombbal rendelkezzen a növény. Az 1. és 2. mérési pontokon 2 méternél alacsonyabb sövény található a vizsgálatomban, ezek a növények a legrosszabb zajcsökkentő hatást eredményezték. Beck és Mattern (1969.) Berlinben készült vizsgálata során azt állapította meg, hogy egy sűrű sövennyel ugyanazt a hatást lehet elérni, mint egy széles állománnyal, amely belül ritka, de a szélén sűrű sövény található. Az általam választott mérési pontok között is szerepelt egy széles, ligetes állomány (4. mérési pont). Ennek a tömbház felőli oldalán sűrű tujasor található, a többi részén ligetes beültetés jellemzi, mégis többszörös zajcsillapító hatást eredményezett, mint a sűrű, de keskeny növények.

Cook (et al. 1972.) kísérleteiben pontos szám is található a **növények zajcsökkentő hatására**. Egy 6 méter széles sáv esetén 7 dB csillapítást mértek. Az általam végzett vizsgálat során egy növények sávja volt, mely közel azonos szélességű, 5,6 méter széles, ennek mérése során jobb eredmény született, átlagosan 11 dB körüli zajcsillapítás volt megállapítható. Radó (1983.) Budapesten végzett kísérleteket **fasorokkal**, ennek során jelentős zajcsillapító hatást mért, akár 10-20 dB-t is. A saját mérési eredmények során is több esetben született hasonlóan magas zajcsökkentő érték, bár csak fasorból álló mérési pont nem volt a vizsgált növények között.

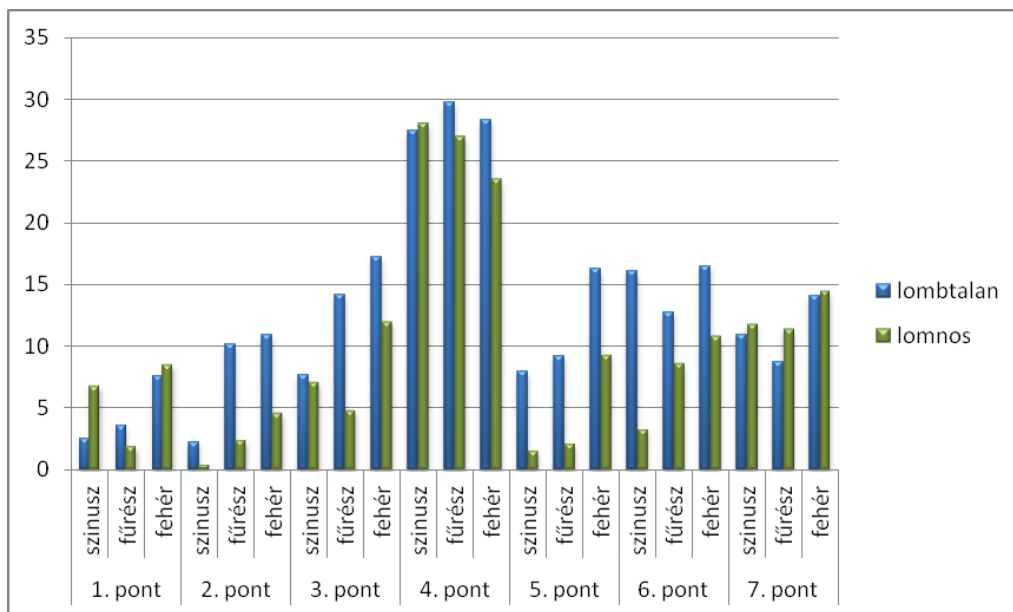
5. 2. Zajcsökkentés általános tapasztalatai

A veszprémi zajmérés változatos eredményeket hozott. A **zajcsökkentés mértéke** 0,4 és 29,8 dB között mozgott, a leggyakoribb az 5-15 dB közötti csökkenés volt, ami már jelentős értéknek számít. A legjobb zajcsökkentési eredmények a fehér zaj esetén születtek, ennél 4,6 dB volt a legkisebb csillapítás; szinusz és fűrész zaj esetén változó a csökkentés mértéke.

5. 3. Évszakok befolyásoló hatása

A különböző frekvenciájú zajok esetén más-más eredmény született az évszakokat vizsgálva, azonban a több esetben elmondható, hogy a növények téli, lombtalan állapota jobb eredményt hozott a lombos állapothoz képest.

Veszprémben hét ponton történtek mérések. **Színusz zaj** esetében négy mérési ponton szerepeltek jobban lombtalan állapotban, és három mérési ponton hoztak csak jobb eredményt a lombos növények. **Fehér zajnál** még nagyobb a különbség, 5:2 arányban hoztak jobb eredményt a lombtalan állapotban lévő növények, míg **fűrész zaj** esetében már csak egy helyen csökkentett jobban a lombos, mint a lombtalan állapot. Összességében megállapítható, hogy lombtalan



17. ábra: Lombhullató és örökzöld állományok zajcsökkentésének összehasonlítása

állapotban jobb eredmények születtek, mint lombosban, ennek a mérések idején uralkodó, eltérő klimatikus viszonyok lehetnek az okai.

A **mérési pontokat külön vizsgálva** azonban megállapítható, hogy az 1. és 7. mérési pontoknál a háromféle zaj közül csak egy-egy esetben volt nagyobb a lombtalan csillapítás, illetve a 4. pontnál is egy esetben a lombos növények zajcsökkentése volt jobb (17. ábra). Az 1. mérési ponton színusz zaj esetében 4,3 dB-lel csillapított jobban a lombos növény, fehér zaj esetében ennél kevesebbel, 0,9 dB-lel. A 7. mérési ponton a lombos állapot színusz zajnál 0,9 dB-lel, fehér zajnál 0,3 dB-lel volt nagyobb hatású. A 4. mérési ponton pedig színusz zaj esetében mutatkozott 0,4 dB-lel jobb hatás a téli állapothoz képest. Ezen pár mérési eredmény alapján, és azon esetekben is vizsgálva a lombtalan-lombos állapot közti különbség mértékét, ahol a lombtalan állapot szerepelt jobban, feltételezhető, hogy színusz zajnál nagyobb a jelentősége a lombos állapothoz képest, mivel ez esetekben a legnagyobb a különbség a mért eredmények között.

5. 4. A zajcsökkentés és a növényállományok jellemzőinek összefüggései

Dolgozatom fő céljai között szerepel a növényfajok azon tulajdonságainak megállapítása, melyek a legjobban befolyásolják egy adott sáv zajcsökkentő hatását. Ennek érdekében a növényállományoknak, és maguknak a növényegységeknek a jellemzőit is vizsgálom.

5. 4. 1. Lombhullató, örökzöld állományok összehasonlítása

Egy olyan mérési pont van, mely csak örökzöld növényekből áll, ez az 5. mérési pont tujasora. Ezen kívül a vegyes állományokban jelennek meg meg örökzöldek. A 3. mérési ponton

egy örökzöld fa, a 4. mérési ponton pedig tuják találhatók a ligetes állományban (12. táblázatban a dőlt betűvel írt pontok). Ebben az alfejezetben külön vizsgálom a lombos és a lombtalan állapotok eredményeit.

A **vegyes állományok**, vagyis a 4. és a 3. növénytípus hozta közel a legjobb eredményeket. A 4. állomány hatékonyságához egyértelműen a több 10 méteres szélessége is hozzájárul. **Lombtalan állapotban** a 3. mérési pontnál a 6. pont hozott jobb eredményt, a lombhullató állományok közül, de ez is csak a szinusz zaj esetében. Ezen két növénytípus méretei nagyon közel állnak egymáshoz, így a 3. pont jobb hatásának oka feltételezhetően örökzöld jellege. Az 5. pont örökzöld tujasora fehér zajt mérve mutatta a legnagyobb csillapítást, 16,3 dB-t a téli mérésen. Ennél az állománynál azonban nagyobb zajcsökkentő hatást eredményezett a 6. pont orgonaszövénye, mely annak lombtalan állapotát tekintve, meglepő eredmény. Összességében a téli méréseken jobban szerepeltek az örökzöldek is tartalmazó állományok. A **nyári méréseken** már kisebb jelentősége volt az állomány összetételének, ezek alapján nincs jelentős különbség a lombhullató és örökzöld állományok között.

A zajtípusokat külön-külön vizsgálva lombos és lombtalan állapotban, fehér zaj esetében látszik legjobban az örökzöldek nagyobb csillapító hatása a téli állapotokon, a szinusz és fűrész zajnál azonban már nincs ilyen feltűnő összefüggés a növénytípus örökzöld jellegével.

12. táblázat: Mérési eredmények Veszprémben, csökkenő sorrendben

Lombtalan állapot			Lombos állapot		
Mérési pont	Zaj jellege	Zajcsökkentés (dB)	Mérési pont	Zaj jellege	Zajcsökkentés (dB)
4. pont	Színusz	27,5	4. pont	Színusz	28
	Fűrész	29,8		Fűrész	27
	Fehér	28,3		Fehér	23,5
3. pont	Színusz	7,7	7. pont	Színusz	11,8
	Fűrész	14,2		Fűrész	11,4
	Fehér	17,2		Fehér	14,4
6. pont	Színusz	16,1	3. pont	Színusz	7,1
	Fűrész	12,7		Fűrész	4,8
	Fehér	16,5		Fehér	12
5. pont	Színusz	8	6. pont	Színusz	3,3
	Fűrész	9,2		Fűrész	8,6
	Fehér	16,3		Fehér	10,8
7. pont	Színusz	10,9	5. pont	Színusz	1,5
	Fűrész	8,7		Fűrész	2,1
	Fehér	14,1		Fehér	9,3
2. pont	Színusz	2,2	1. pont	Színusz	6,8
	Fűrész	10,2		Fűrész	1,9
	Fehér	10,9		Fehér	8,5
1. pont	Színusz	2,5	2. pont	Színusz	0,4
	Fűrész	3,6		Fűrész	2,4
	Fehér	7,6		Fehér	4,6

Jelmagyarázat:

0-5dB, 5-10dB, 10-15dB, 15-20dB, 20-25dB, 25-30dB

1. pont – lombhullató, 3. pont – örökzöld is található benne

1. pont – egyszintű állomány, 4. pont – többszintű állomány

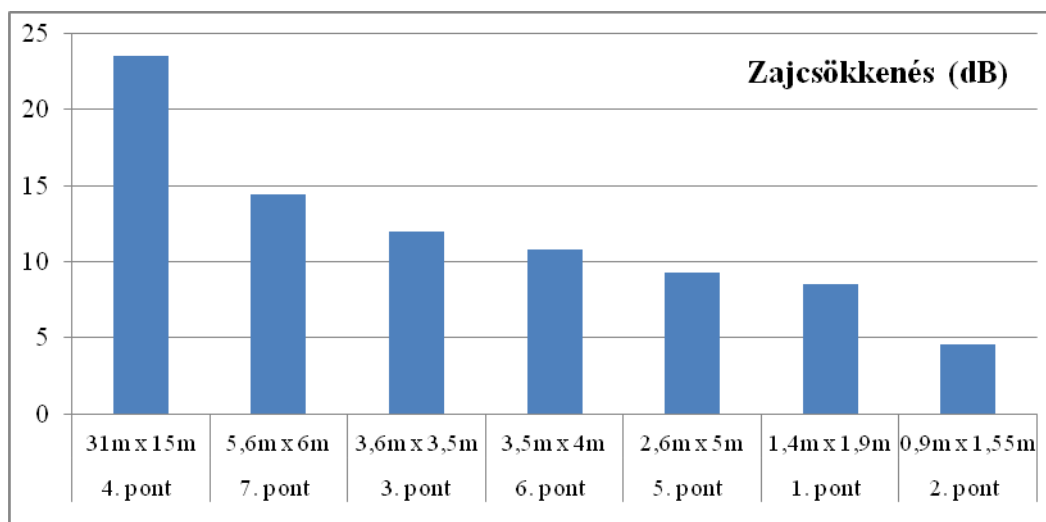
5. 4. 2. Az állomány szintezettsége

Három többszintű állomány található a mérési pontok között. A 4. pont ligetes állománya, a 3. ponton lombhullató sövény örökzöld fával, illetve a 7. ponton lombhullató sövény lombhullató fával.

Ezek az állományok **mind lombtalan, mind lombos állapotot vizsgálva a jobb hatású állományok** közé tartoznak. Közülük a 4. pont hatása ebben az esetben is egyértelműen a legjobb. A téli méréseken a 3. pontnak, a nyári méréseken a 7. pontnak volt nagyobb zajcsökkentő hatása. Lombtalan állapotban 7. pont növényállományát (lombhullató sövény és lombhullató fa) megelőzte hatékonyságban a 6. és az 5. pont, melyek csak egy szintes állományok, magas és széles sövények. Az 5. pont örökzöld cserjesor, így télen egyértelműen emiatt lehet jobb a zajcsökkentő hatása. A 7. ponton lévő lombhullató sövény sűrű ágrendszerű, de az előtte lévő fa laza, így a sövény feletti magasságban kevésbé lehet hatékony a zajcsökkentés télen. Ezzel szemben a 6. pont sövényének ágrendszere sűrű, és a sövény magasabb és szélesebb, mint a 7. mérési ponton lévő.

5. 4. 3. Állományok kiterjedése

Az eredményeken fehér zaj esetén mutatkozik meg legjobban az **állományok szélességének és magasságának befolyásoló szerepe**, lombos állapotban (18. ábra). Szélesebb állományban ugyanis több növényrel, lombbal találkozik a zaj útja során, ami jobb csillapítást eredményez, magasabb állománynál pedig kevesebb lehetősége van a zajnak elkerülni a növénytávot. Közeli zaj esetén (mint jelen mérések során, a 4. pont kivételével) azonban a szélességnek van nagyobb jelentősége. Lombtalan állapotban kevésbé mutatkozik meg az összefüggés, ennek oka lehet, hogy ilyenkor az ágrendszer sűrűsége fontosabb tényező a zaj csökkentésében, főleg keskeny állományoknál.



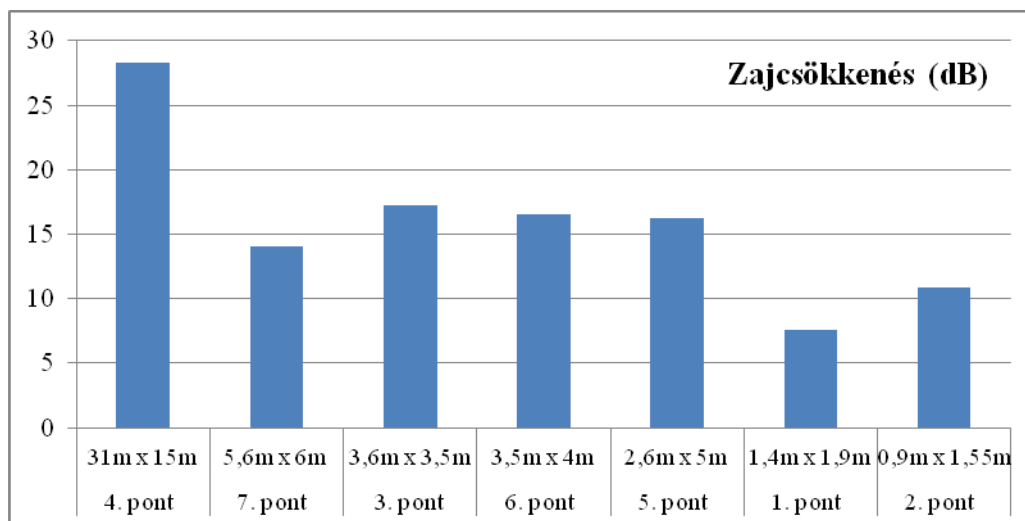
18. ábra: A zajcsökkenés mértéke a növényoszor méretének függvényében, lombos állapotban, fehér zaj esetén

A legszélesebb állomány a 4. ponton van, ez 31 méter széles, míg a második legszélesebb állomány - a 7. pont - is csak 5,6 méteres. A 4. mérési pont szinte minden esetben 25 dB fölötti zajcsökkentő hatást eredményezett. Szélességének nagyobb értéke ugyan nincs arányban a nagyobb csillapítási mértékkel, mivel a többi keskenyebb állomány is okozott 10-17 dB-es csökkenéseket. A 7. pont szélessége ellenére lombtalan állapotban a kisebb zajcsillapító hatást eredményező állományok közé tartozik, aminek lombhullató jellege és a már említett laza ágrendszer lehet az oka. A legkisebb csillapító hatást az 1. és 2. állomány mutatja, melyet méreteik is alátámasztanak, mivel mindkettő keskeny, és a többi növényoszorhoz képest alacsony

lombhullató sövény. Ezen pontokon a mérések gyakran csak 2-3 dB csökkenést mutattak, bár voltak esetek, amikor ennél jobb hatást produkáltak, akár 10 dB-t.

5. 4. 4. Ágrendszer sűrűsége

A megmért állományok közül az 1. és a 7. növény-sávja kisebb **lombsűrűségű** a többi állománynál, illetve a 4. állományban is találhatók laza lombú fák, de a sűrű tujákkal összességében jó zajcsillapító hatást eredményezett (19. ábra).



19. ábra: A zajcsökkenés mértéke a növény-sáv méretének függvényében, lombtalan állapotban, fehér zaj esetén

Az 1. mérési pont zajcsillapító hatása lombtalan állapotban a legkisebb volt, annak ellenére, hogy az itt található lombhullató sövény szélesebb és magasabb, mint a 2. ponton lévő fagyalsövény (*Ligustrum vulgare*). Utóbbi ágrendszere azonban sűrűbb. Lombos állapotban már megfordult a hatékonyságuk, feltehetően azért, mivel a levelek kihajtásával már kevésbé érződött az ágrendszer sűrűsége, és a nagyobb szélesség eredményezett jobb hatást. A 7. mérési pont növény-sávjánál hasonló a helyzet, lombtalan állapotban a rosszabb zajcsillapító hatású állományok közé tartozik, lombos állapotban azonban a második legnagyobb zajcsökkentési értéket produkálta.

5. 4. 5. Növények habitusa

A legtöbb mérési ponton sövények találhatók, a **habitus befolyásoló hatását** ezért azokban az esetekben érdemes vizsgálni, ahol fák is találhatók az állományban. Ez a 3., 4. és 7. mérési pontra igaz.

Ezek közül a 3. és 7. növény-sáv hasonlítható össze legjobban, mivel mindkettő egy lombhullató sövény és egy fa kombinációja, szemben a 4. pont széles, ligetes állományával. Mivel a 3. ponton egy feketefenyő található (*Pinus nigra*), a 7. ponton pedig egy lombhullató almafa (*Malus sp.*), így lombos állapotban célszerű összehasonlítani a két pontot. Ekkor azt látni, hogy a 7. pontnak jobb a hatása. Ez egyrészt annak is köszönhető, hogy szélesebb állomány, de a fa habitusa is hozzájárulhatott, mivel az almafa felfele szélesedő lombkoronájú, vagyis a sövény feletti részen is széles lombkoronán kell keresztülhaladnia a zajnak. A fenyő azonban kúpos habitusú, felfele keskenyedek, pont ott, ahol már a sövény nem áll a zaj útjában, így a keskenyebb lombot könnyebben ki tudja kerülni a zaj.

5. 4. 6. Növények egyéb jellemzői

A **levélnagyság** és a zajcsillapító hatás között nem állapítható meg összefüggés, ami elsősorban a mérési pontok kis számának köszönhető, illetve a lombhullató és örökzöld

állományok jó zajcsökkentő hatása részben a vegyes levélszerkezetnek is köszönhető lehet. A mért növényssávok között sok volt a cserjesor, így a kevés adat alapján nem lehet megfelelő következtetéseket levonni a **törzskerület** és a **kéreg** befolyásoló hatására. Ezek elsősorban a kizárólag fákat tartalmazó állományokban játszhatnak szerepet. A **törzsmagasságnak** is ilyen állományban lenne érzékelhető a jelentősége, mivel jelen kutatás mérési pontjain a sövények minden esetben kiegészítették a fák zajcsökkentő hatását.

5. 5. Jó zajcsökkentésű állományok egyéb szerepeinek vizsgálata

A városi zöldfelületi elemeknek a zajcsökkentés mellett egyéb fontos feladataik is vannak. Különböző településképi, ökológiai és funkcionális szerepeket (13. táblázat) látnak el. A legnagyobb zajcsökkentő hatást a 4., 3. és 6. mérési pontok növényállománya eredményezte.

A 4. pont nagy területű állomány, több mint 30 méter széles, és ligetesen ültetve több fát és cserjét is tartalmaz, a talaj gyeppel van fedve. Ennek az állománynak mind településképi, ökológiai és funkcionális szempontból nagy szerepe van, a zajvédelem mellett. Tömbház mellett terül el, így csökkenti az útról az épület látványának dominanciáját, az örökzöld növények által télen is megtartja településképi értékét. Ökológiai szempontból élőhelyként funkcionál, de hozzájárul a zöldfelületek összekapcsoltságához és a mikroklíma javításához is. A ház közvetlen környezetét a tujasor takarja, térelválasztó szerepe van, de további funkcionális szerepe a rekreációban is megjelenik, mivel elég nagy összefüggő zöldfelületet ad. A 3. és a 6. pont nem ilyen nagy területű, így kevesebb funkciója van. A 3. mérési pont növényssávja szintén hozzájárul a mögötte lévő tömbház látványának oldásához, de kisebb mértékben, mint a 4. pont állománya. A fagyalsövény (*Ligustrum vulgare*) az utca hosszú szakaszán folytatódik, így az egységes utcakép kialakulásához járul hozzá, a feketefenyő (*Pinus nigra*) pedig a télen növeli az állomány esztétikai értékét. Ökológiai jelentősége a fenyő által a madaraknak nyújtott táplálékban és búvóhelyben mutatkozik meg.

13. táblázat: A növényssávok jelentősége különböző szempontokból

Mérési pont	Zajcsökkentő hatás	Településképi jelentőség	Ökológiai jelentőség	Funkcionális jelentőség
1. pont	+	+++	++	++++
2. pont	+	++	+	+
3. pont	+++	+++	+++	+
4. pont	+++++	++++	+++++	+++
5. pont	++	+++	+++	+++
6. pont	+++	++	+	+++
7. pont	++	+++	++++	++

Funkcionálisan pedig kis mértékben a térelválasztáshoz és takaráshoz járul hozzá. A 6. mérési pont településképi szempontból a tavaszi virágzása által jelentős, mivel orgonasövényről (*Syringa vulgaris*) van szó. Ökológiai jelentősége kicsi, funkcionális szerepe pedig a takarás és térelválasztás mellett környezetvédelmi funkciója által is megjelenik. A telek egy nyitott funkció nélküli zöldfelület mellett fekszik, ezért a sűrű sövénynek fontos szerepe van a szél elleni védelemben.

Ezek alapján megállapítható, hogy minél nagyobb területű egy állomány, és minél változatosabb növények alkotják, annál több funkciót tud ellátni a településen. A keskeny zöldfelületi elemek között is összetettebb szerepe van a többszintes növényssávoknak, mint azoknak, melyek csak egy sövényből állnak.

Az eredmények alapján összességében elmondható, hogy a **zajvédelmi szempontból jó növényállomány** tartalmaz lombhullató és örökzöld egyedeket is, a téli zajcsillapítás és az eltérő

zajcsökkentési tulajdonságok miatt. Minél sűrűbb ágrendszerrel rendelkezik, többszintes állomány, és minél nagyobb a kiterjedése. Az ilyen állományok településképi, ökológiai és funkcionális szerepei is fontosak a településeken. Városi zöldfelületi elemeknél, ahol a zajforrás közel helyezkedik el a növénytávokhoz, a megfelelő szélesség a legfontosabb.

5. 6. Javaslatok

Az előző fejezetben kiértékelt eredmények alapján ebben a fejezetben állapítom meg a javaslataimat. Ezek kiterjednek arra, hogy milyen további vizsgálatokat lenne érdemes végezni a jelenlegi adatok alapján, illetve, hogy a konkrét veszprémi vizsgált területen melyek azok a szakaszok, ahol a megfelelő zajvédelem érdekében növényesítésre van szükség.

5. 6. 1. További kutatási célok meghatározása

A mérési eredmények értékelése alapján azokon a területeken érdemes további kutatásokat végezni, amelyeken a várttól eltérő eredmények születtek, vagy amelyek az eredmények alapján nagyobb befolyásoló hatást mutattak a zajra, de kevésbé kutatottak, illetve a mérési pontok kis száma miatt nem állapítható meg pontos összefüggés.

Nem egyértelmű eredmény született az **évszakok befolyásoló hatását** illetően. A vizsgálat során nagy arányban a lombtalan állapotú állományok csökkentettek jobban, amely eredmény valószínűleg az időjárási körülmények miatt jött létre. Ennek felülvizsgálatára további mérések szükségesek.

Az állományok azon tulajdonságai közül, melyek nagyobb hatást mutattak a zaj csökkentésére, az **ágrendszer sűrűségével** kapcsolatban érdemes további vizsgálatokat végezni. Főként a téli, lombtalan állapotban van jelentősége, hogy a lombhullató növények milyen mértékben tudják csökkenteni a zajt. A **növényegyedek habitusa** is jelentős mértékben befolyásolhatja a zajcsökkentő hatást, de ennek pontos megállapítására több mérési pontra van szükség. Érdemes lenne továbbá a növények **levélnagysága** és a zajcsökkentő hatás kapcsolatára vonatkozóan több mérést végezni, mivel zajcsökkentő növényesítések tervezésénél ez is egy könnyen figyelembe vehető szempont.

Jelen vizsgálatban nem került rá sor, de az irodalom feldolgozása alapján további kutatási téma lehet, hogy keskenyebb állományoknál mennyire fontos az **állomány megszakítottága**, hogy inkább több keskenyebb sávból álljon, köztük szünettel, mintsem egy széles állomány legyen. Ebben a témában erdősávokra készült korábban vizsgálat.

5. 6. 2. Javaslat a vizsgált terület zajvédelmi növényesítésére

Zajvédelmi szempontból a legjobb növényesítésnek az olyan állomány mutatkozott a mérések alapján, mely örökzöld és lombhullató egyedeket is tartalmazó többszintes állomány, sűrű ágrendszerrel, és minél szélesebb kiterjedéssel rendelkezik.

A vizsgált **terület zöldfelületi rendszerét** tanulmányozva látható, hogy többszintes állomány alig található az utcákon, vagy csak fasor vagy csak sövény található a telekhatáron vagy a járda és az út között. A legtöbb helyen azonban még lenne hely kiegészítő növényzetnek a gyepes sáv szélességéből adódóan. Örökzöldek használata is javasolt lenne, mivel jelenleg a lombhullató növények dominálnak az utcák növényesítésében. Az előkertek növényesítése is hozzásegít a zajvédelemhez, így ezek figyelembe vétele is fontos a javaslat során.

A területen található fasorok kivétel nélkül lombhullatóak, ezért javasolt a **sövényeket örökzöldekből** ültetni, így többszintes állományt kapunk, mely örökzöld és lombhullató egyedeket is tartalmaz. Továbbá azért érdemes ilyen módon kialakítani az állományokat, mivel így télen az örökzöld sövény nagy valószínűséggel jobb hatékonysággal csökkenti a zajt, mint egy örökzöld fasor, lombhullató sövénnel.

Különösen azokon a szakaszokon van szükség kiegészítő növényesítésre, ahol az **előkertek** ritkán vannak beültetve növényekkel, és az előkert ezáltal nem tud hatékonyan hozzájárulni az épület zajvédelméhez. Ilyen telkek a Nyerges utca nyugati oldalán találhatók, illetve a Varga utca Kalmár térrel szemközi oldalán. A Varga utca Kalmár térre visszakanyarodó kiágazásán is vannak ilyen telkek, de ez a legkisebb forgalmat bonyolító utca a területen. Továbbá fontos a zajvédelem a nagy zajterhelési szinttel rendelkező területrészekben, ilyen található a Nyerges utca elején, valamint a 8-as főúthoz közel eső telkeknél.

A **Nyerges utcában** a lombhullató fasorok a legjellemzőbbek, néhány szakaszon társul hozzájuk sövény. Zajvédelmi szempontból különösen figyelni érdemes az utca nyugati részére, ahol jelenleg kevés növényesítés kap helyet, és az előkertek sincsenek sűrűn növényekkel beültetve. Javasolt lenne ezért a **fasor hiányainak kiegészítése**, mely az egységes utcaképhez is hozzájárulna, továbbá **örökzöld sövényrel való kombinálása**. Örökzöld sövények ültetése az utca keleti oldalán is javasolt, bár az előkertek ezen az oldalon jobban védenek a zaj ellen, de a településképet is kedvezőbbé tenné a folytonosság. A Kalmár téren kezdődő tömbházaknál nem szükséges plusz növényesítés.

A **Varga utcában** szintén a fasorok dominálnak. A leghatékonyabb növényesítés a tömbházak melletti útszakaszon található, ahol fasor és sövény is megjelenik, így nem szükséges kiegészíteni. A tömbházakkal szemben, az utca nyugati oldalán viszont vannak olyan telkek, melyek növényesítést igényelnek a jobb zajvédelem érdekében, ezért ide szintén **lombhullató fasor és örökzöld sövény** telepítését javaslom. A vizsgált terület legdélibb telkei előtt keskeny zöldfelületi sáv található, azonban sűrűn beültetett előkerttel rendelkeznek, ezért elég egy sövény telepítése is a zajvédelem javításához. A Varga utca nyugati kanyarulatán lévő telkek funkció nélküli zöldterület mellett helyezkednek el, a közelben lévő főút zaja felhallatszik az utcába, ezért itt különösen fontos a zajvédelem. Ennek érdekében a meglévő lombhullató fasor mellé **örökzöld sövény** ültetése javasolt, így télen is nagyobb védelmet élveznek az itt elhelyezkedő lakóházak. A Varga utcának van egy elágazása, mely visszakanyarodik a Nyerges utcába, ez azonban egy nagyon szűk útszakasz, nincs lehetőség semmiféle növényesítésre.

Ahol lehet, ott javasolt, hogy a sövények szélessége haladja meg legalább a 1,5 métert, a fafajok közül pedig a széles lombkoronával rendelkezők a legkedvezőbbek, hogy minél nagyobb felületen védjenek a zaj ellen. A sövényekben megfelelő metszéssel minél sűrűbb ágrendszer kialakítása javasolt, és az egységes utcakép megteremtése érdekében, a vizsgálati terület kis mérete miatt is, viszonylag kevés növényfaj használata érdemes. A meglévő fajokból a következők használhatók például: hársfák, berkenyék, gyümölcsfák.

Összegzés

Dolgozatomban a városi keskeny zöldfelületi elemek zajcsökkentő hatásának kutatásával foglalkoztam. Ezt a veszprémi Pannon Egyetemen környezetmérnöknek tanuló Takács Judit közreműködésével végeztem el, aki a zajméréseket bonyolította le.

A vizsgálatokat a témával foglalkozó irodalom feldolgozásával kezdtem, majd ezt követte a vizsgálat, melyet Veszprémben végeztem, hét mérési ponton. A felmérés három léptékben történt, városrész, utca és mérési pont szintjén. A vizsgálati szempontok között szerepelnek a mért növényállományokra és az egyes növényegyedekre vonatkozó adatok is, melyeket táblázatokban foglaltam össze. A kutatási területekről 1:2000 illetve 1:500 méretarányú tervlapokat készítettem. A mért növény-sávokat 1:100 és 1:150 méretarányú metszeteken ábrázoltam.

A zajmérések segítségével sikerült számszerűsíteni, mekkora zajcsökkentő hatással rendelkeznek a városi, keskeny zöldfelületi elemek. Az eredmények értékelését a feldolgozott irodalomban található eredményekkel való összehasonlítással kezdtem, majd kitértem az évszakok befolyásoló hatására, a növény-sávok és növényegyedek fontosabb jellemzőinek hatására a zaj csillapítására. Így megállapítottam a zajcsillapítást befolyásoló legfontosabb tulajdonságokat a mérések alapján. A zajvédelmi szempontból jó zöldfelületi elemeket településképi, funkcionális és ökológiai szerepük alapján is értékeltem.

Dolgozatom javaslati részében kitértem egyrészt további kutatási irányok meghatározására, másrészt a vizsgált terület zöldfelületi rendszerének zajvédelmi szempontú kiegészítésére a meglévő növényzet és a jellemző zajterhelés alapján. Az így született eredmények tervezési feladatok során is felhasználhatók, hatékonyabbá téve zajcsökkentő növényesítések megfelelő kialakítását.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Boromisza Zsombornak dolgozatom megírása során nyújtott minden segítségéért és támogatásáért. Köszönettel tartozom Takács Juditnak, a Pannon Egyetem hallgatójának, és témavezetőjének Dr. Domokos Endrének, hogy elvégezték a zajméréseket, melyek eredményeivel tovább dolgozhattam. Végül pedig köszönöm Dr. Bite Pálnénak, hogy irodalomkutatásomat segítette.

Irodalomjegyzék

Szakkönyvek:

Budó, 1978.	Budó Ágoston: <i>Kísérleti fizika I.</i> Tankönyvkiadó, Budapest, 1978.
Smetana, 1975.	Ctirad Smetana: <i>Zaj- és rezgésmérés.</i> Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
KvVM, 2006.	<i>Zajosak vagyunk.</i> Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 2006.
Moser-Pálmai, 2006.	Moser Miklós, Pálmai György: <i>A környezetvédelem alapjai.</i> Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006
Bodnár, 2006.	Bodnár László, Fodor István, Lehmann Antal: <i>A természet- és környezetvédelem földrajzi alapjai.</i> Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006.
Csapóné, 1999.	Csapóné Felleg Ágota: <i>Települési környezetvédelem.</i> Környezetvédelmi Minisztérium, 1999.
Buna, 1982.	Buna Béla: <i>A közlekedési zaj csökkentése.</i> Műszaki Kiadó, 1982
Zentai- Schád, 2001.	Zentai Kinga – Schád Péter: <i>A zajterhelés mint környezetszennyezés és a növényzet szerepe a zaj csökkentésében.</i> Független Ökológiai Központ, Budapest, 2001.
Radó, 1983.	Radó Dezső: <i>Városok zöld szigetei.</i> Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1983.
Fórián, 1991.	Fórián Szabó Péter (szerk.): <i>Zaj és rezgés elleni védelem.</i> Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest, 1991
Hock, 2005.	Hock Zsófia: <i>A növényzet szerepe a zajcsökkentésben</i> (diplomamunka), 2005
Rácsay, 2010.	Rácsay András: <i>Növénycsoportok zajcsökkentő hatása</i> (szakdolgozat), Debrecen, 2010
Bodnár, 2006.	Bodnár László, Fodor István, Lehmann Antal: <i>A természet- és környezetvédelem földrajzi alapjai.</i> Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006
Tóth, 1972.	Tóth Sándor: <i>A zajártalom kiküszöbölésére létesítendő fásítások tervezési és kivitelezési irányelvei.</i> In Dobos Tibor: Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B kötet, Sopron 1972.

Internetes források:

http://1	http://www.nonoise.org/resource/wildlife/wildlife.htm (2010. 11. 04.)
http://2	http://www.greenlivingtips.com/articles/215/1/Noise-pollution.html?/59/Noise-pollution.html (2010. 11. 04.)
http://3	http://www.bio.net/mm/plant-ed/2006-December/008153.html (2010. 11. 04.)
http://4	http://www.kvvm.hu/olm/index.php (2011. 06. 24.)
http://5	http://okir.kvvm.hu/area/ (2011. 06. 24.)
http://6	http://wikimapia.org/ (2011. 11. 16.)

Folyóiratok, cikkek:

Meister, 1964.	Franz J. Meister: Die Lärmdämmung im Straßenverkehr. <i>Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure</i> , 1964. 23 szám, pp. 1165-1173.
Rao et al., 2004.	Padma S. Rao, A.G. Gavane, S.S. Ankam, M.F. Ansari, V.I. Pandit, P. Nema: Performance evaluation of a green belt in a petroleum refinery: a

	case study. <i>Ecological Engineering</i> , 2004. október 1., 23. kötet, 2. szám, pp. 77-84.
Samara-Tsitsoni, 2007.	Th. Samara, Th. Tsitsoni: Road traffic noise reduction by vegetation in the ring road of a big city. In A. Kungolos, K. Aravossis, A. Karagiannidis, P. Samaras: <i>Proceedings of the International Conference on Environmental Management, Engineering, Planning and Economics</i> , Skiathos, 2007. június 24-28, pp. 2591-2596.
Reethof, 1973.	Gerard Reethof: Effect of plantings on radiation of highway noise. <i>Journal of the Air Pollution Control Association</i> , 1973. március, 23. kötet, 3. szám, pp. 185-189.
Herczegh, 1992.	Herczegh József: Zajcsökkentés élősvénnyel. <i>Környezetvédelmi füzetek</i> , OMIKK, 1992. 10. szám
Beck-Mattern, 1969.	Gerhard Beck, Hermann Mattern: Immissionbepflanzungen. <i>Neue Landschaft</i> , 1969., 4. szám, pp. 163-173.
Nyirkos, 2008.	Nyirkos Béla: Növénytakarások hangcsillapító hatása. 2008
Kumar et al., 2005.	Vikrant Tyagi, Krishan Kumar, Vinod Kumar Jain: A study of the spectral characteristics of traffic noise attenuation by vegetation belt in Delhi. <i>Applied Acoustics</i> , 2006. szeptember, 67. kötet, 9. szám, pp. 926-935.
Sánchez-Pérez et al., 2005.	Rosa Martínez-Sala, Constanza Rubio, Luis M. García-Raffi, Juan V. Sánchez-Pérez, Enrique A. Sánchez-Pérez, J. Llinares: Control of noise by trees arranged like sonic crystals. <i>Journal of Sound and Vibration</i> , 2006. március 21., 291. kötet, 1-2. szám, pp. 100-106.
Mecklenburg et al., 1972.	Roy A. Mecklenburg, F. Rintelmann, Daniel R. Schumaier, Ceel Van Den Brink, Leonardo Flores: The effect of plants on microclimate and noise reduction in the urban environment. <i>Hortscience</i> , 1972. február, 7(1) kötet, pp. 37-39.
Cook et al., 1972.	Cook, D.I., Van Haverbeke, D.F., fordította Boreczky Elemér: Fák, bokrok és tereprendezés a zaj elleni védelem szolgálatában. <i>Journal of Soil and Water Conservation</i> , 1972., 27. kötet, 6. szám, pp. 259-261.
Meister-Ruhrberg, 1959.	F. Meister, W. Ruhrberg: Die Dämmung von Verkehrsgeräuschen durch Grünanlagen. <i>Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure</i> , 1959, 13. sz. 527-535
Warren et al., 2006.	Paige S. Warren, Madhusudan Katti, Michael Ermann, Anthony Brazel: Urban bioacoustics: it's not just noise. <i>Animal Behaviour</i> , 2006. március, 71. kötet, 3. szám, pp. 491-502.

Jogszabályok, szabványok:

176/1997. Korm. rend.	176/1997. (X. 11.) Korm. rendelet a repülőterek környezetében létesítendő zajgátló védőövezetek kijelölésének, hasznosításának és megszüntetésének szabályairól
43/2002. HM-KvVM	43/2002. (VIII. 12.) HM-KvVM együttes rendelet az állami repülőterek környezetében létesítendő zajgátló védőövezetek kijelölésének, hasznosításának és megszüntetésének részletes műszaki követelményeiről
25/2004. KvVM	25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól
280/2004. Korm. rend.	280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről
93/2007. KvVM	93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet a zajkibocsátási határértékek megállapításának, valamint a zaj- és rezgésekibocsátás ellenőrzésének módjáról

284/2007. Korm. rend.	284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól
27/2008. KvVM-EüM	27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
61/2003. Önk. rend.	Veszprém Megyei Jogú Város Önkormányzata Közgyűlésének 61/2003.(XII.22.). Ör. A Veszprém Megyei Jogú Város Helyi Építési Szabályzata és Szabályozási Tervéről
19/2009. Önk. rend.	Veszprém Megyei Jogú Város Önkormányzata Közgyűlésének 19/2009. (V.4.) Ör. a zaj- és rezgésvédelem helyi szabályairól
MSZ-13-121-1, 1992	Magyar Szabvány: Zajárnyékoló létesítmények, Akusztikai minősítő vizsgálat. MSZ-13-121-1, 1992. július
MSZ-13-121-2, 1991	Magyar Szabvány: Zajárnyékoló létesítmények, Helyszíni akusztikai vizsgálat. MSZ-13-121-2, 1991. november
MSZ-13-183-1, 1991	Környezetvédelmi Ágazati Szabvány: A közlekedési zaj mérése, Közúti zaj. MSZ-13-183-1, 1991. április
MSZ 15036, 2002	Magyar Szabvány: Hangterjedés a szabadban. MSZ 15036, 2002. január
MSZ 18150-1, 1998	Magyar Szabvány: A környezeti zaj vizsgálata és értékelése. MSZ 18150-1, 1998. november

Tervek:

Terf. K., 2000	<i>Veszprém Településfejlesztési Konceptió.</i> Rosivall Tervező Iroda Kft., ügyvezető: Rosivall Ágnes, 2000.
Terf. K., 2002	<i>Veszprém MJV Településfejlesztési Konceptió kiegészítése.</i> Mű-hely Területfejlesztő és Tervező Részvénytársaság, 2002.
Tájékoztató, 2009.	<i>Tájékoztató Veszprém város 2009. évi környezeti állapotáról.</i> Dr. Bense László Erik, Veszprém Megyei Jogú Város Önkormányzata Környezetvédelmi tanácsnok

KSH adatok:

KSH, 1957	Statisztikai Évkönyv 1949-1955. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 1957
KSH, 1961	Statisztikai Évkönyv 1960. Központi Statisztikai Hivatal, Bp, 1961.
KSH, 1971	Statisztikai Évkönyv 1970. Központi Statisztikai Hivatal, Bp, 1971.
KSH, 1999	Közlekedési adatok 1989-1998. Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 1999.
KSH, 1992	Közlekedés, posta és távközlés adatai 1980-1991. Közlekedési, Hírközlési és Vízügyi Minisztérium, Budapest, 1992.
KSH, 2010	Magyar Statisztikai Évkönyv 2009. Központi Statisztikai Hivatal, Bp, 2010.
KSH, 2011	Magyar Statisztikai Zsebkönyv 2010. Központi Statisztikai Hivatal, Budapest, 2011.

Mellékletek

1. Melléklet: Utcák felmérése

Mérési pont	Utca neve	Utca hossza	Utca szélessége	Útburkolat	Járda	Vízelve-zető árok	Légvezeték	Zöldsáv jellege	Forgalom jellege	Környező területhasználatok
1.	Nyerges utca	240 m	16 m	aszfalt	van, egyik oldalon végig, másikon félig	-	-	Út melletti fasor néha megszakad, nem egységes korú és fajú. Alattuk néhol cserjék találhatók, a nyugati oldal kevésbé beültetett.	Kis forgalom, mely személygépkocsikra korlátozódik. Tömbházak mellett kevés parkoló, az út szélén több kocsi áll.	Mindkét oldala lakóterület, déli végén tömbházas beépítés, máshol családi házak vannak előkertekkel.
2.	Varga utca - 1	460 m	15 m	aszfalt	van, egyik oldalon	-	északi részén van	A fasorok rövid szakaszokon egységesek, cserjék, sövények kevesebb helyen vannak. Nyugati részén nagy nyílt zöldfelület található kevés fával.	Kis forgalom, mely személygépkocsikra korlátozódik. Kevesen parkolnak az út szélén. Közeli nagy forgalmú út zaja felhallatszik.	Lakóterület van mellette, keleti végén tömbházak, máshol családi házak. Nyugati részén funkció nélküli zöldfelület található.
3.	Varga utca - 2	215 m	6 m	aszfalt	- (rövid szakaszokon, keskeny)	-	van	Keskeny utca miatt nincs út melletti zöldsáv, csak előkertek.	Még kisebb forgalom, szintén csak személygépkocsi. Út széli parkolásra nincs lehetőség.	Csak lakóterület található mellette, családi házas beépítésű. Egy-egy beépítetlen gyepes beugrás található az út mellett.

2. Melléklet: Mért növény-sávok felmérése

Mérési pont	Növény-sáv jellege	Jellemző fajok	Hossza	Szélessége	Átlagos magassága	Úttól való távolság	Védendő létesítménytől való távolság	Sűrűsége	Átlagos tőtávolság	Gondozottság	Gyepszint	Kerítés
1.	lombhullató sövény	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>), kerti gyöngyvessző (<i>Spiraea x vanhouttei</i>), közönséges jezsámen (<i>Phyladelphus coronarius</i>), közönséges nyáriorgona (<i>Buddleja davidii</i>), japán borbolya (<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'), fehér som (<i>Cornus alba</i>)	61,5 m	140 cm	1,9 m	4,9 m	5,5 m	közepes	-	ápol	van	drótkerítés vagy csak sövény
2.	lombhullató sövény	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	6 m	0,9 m	1,55 m	0,2 m 5,2 m	5 m	sűrű	-	ápol	van	nincs
3.	lombhullató sövény és örökzöld fa	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>), feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	6 m	3,6 m	3,5 m	0,2 m 5,2 m	5 m	sűrű	-	ápol	van	nincs
4.	ligetes állomány	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>), vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>), keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>), fehér fűz (<i>Salix alba</i> 'Tristis')	~ 50 m	31 m	tuják – 3m fák- 10-15m	5 m	5 m	laza, ligetes	-	ápol	van	nincs
5.	örökzöld cserjesor	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	23 m	2,6 m	5 m	4 m	2 m	sűrű	-	ápol	van	alacsony fakerítés
6.	lombhullató sövény	közönséges orgona (<i>Syringa vulgaris</i>)	22 m	3,5 m	4 m	0 m	9 m	közepes	-	ápol	van	drótkerítés
7.	lombhullató sövény és lombhullató fasor	meggy (<i>Prunus cerasus</i>), közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>), keleti gyöngyvessző (<i>Spiraea x vanhouttei</i>)	~ 45 m	5,6 m	6 m fa 2 m sövény	1,3 m	10 m	sövény sűrű, fa laza	5,8 m	ápol	van	léckerítés

3. Melléklet: Mérési pontok felmérése – Faegyedek jellemzői – Veszprém

	Faj	Habitus	Magasság	Szélesség/ lombkorona- átmérő	Törzskertület	Törzs- magasság	Lomb- sűrűség	Levélmagasság	Kéreg	Egészségi állapot	Őshonosság	Diszító érték	Városítás	Egyéb
1. mérési pont														
1.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	szabálytalan	3 m	1,5 m	20 cm	-	sűrű	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
2.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	4 m	1,5 m	25 cm	1,6 m	közepes	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
3.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	4 m	1,6 m	29 cm	1,5 m	közepes	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
4.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	4,5 m	0,7 m	15 cm	1,9 m	közepes	nagy	barázdás	beteg	nem	virág	közepes	ehető termés
5.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	5 m	2,1 m	31 cm	1,5 m	közepes	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
6.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	4,5 m	1,4 m	30 cm	1,5 m	sűrű	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
7.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	4 m	0,9 m	20 cm	1,4 m	közepes	nagy	barázdás	beteg	nem	virág	közepes	ehető termés
8.	törökmogyoró (<i>Corylus colurna</i>)	kúpos	5 m	1,2 m	21 cm	1,8 m	sűrű	nagy	barázdás	egészséges	nem	virág	közepes	ehető termés
9.	közönséges nyír (<i>Betula pendula</i>)	szabálytalan	14 m	9,6 m	200 cm	2,5 m	közepes	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	kéreg	jó	
10.	nagylevelű hárs (<i>Tilia platyphyllos</i>)	gömb	10 m	6,6 m	130 cm	2 m	sűrű	nagy	barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	nem jó	virágzat - rovarok
11.	korai juhar (<i>Acer platanoides</i>)	szabálytalan	12 m	7,8 m	200 cm	2,5 m	laza	nagy	barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	füstgázt, sózást nem tűri	
12.	madárberkenye (<i>Sorbus aucuparia</i>)	gömb	6 m	4,2 m	140 cm	1,5 m	laza	kicsi	sima	beteg	őshonos	virágzat, termés	igényes	termés - madarak
13.	kislevelű hárs (<i>Tilia cordata</i>)	kúpos	10 m	5,4 m	150 cm	2 m	sűrű	közepes	barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	jó	virágzat - rovarok
2-3. mérési pont														
1.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	3 m	2,4 m	60 cm	0,33 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
2.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	3,5 m	3 m	70 cm	0,4 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
3.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	3 m	2,4 m	60 cm	0,4 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
4.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	2,5 m	2,1 m	50 cm	0,3 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
5.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	1,6 m	1,2 m	25 cm	0,25 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
6.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	3 m	2,4 m	50 cm	0,4 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
7.	erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	kúpos	5 m	3,6 m	60 cm	0,5 m	közepes	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepes	örökzöld
8.	feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)	kúpos	1,8 m	1,2 m	30 cm	0,3 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	nem	toboz	közepes, füstgázt nem tűri	örökzöld
9.	korai juhar (<i>Acer platanoides</i>)	kúpos	6 m	3,6 m	58 cm	1,6 m	sűrű	nagy	enyhén barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	füstgázt, sózást nem tűri	

	Faj	Habitus	Magasság	Szélesség/ lombkorona- átmérő	Törzskerület	Törzs- magasság	Lomb- sűrűség	Levélnagyság		Egészségi állapot	Őshonosság	Diszító érték	Várostűrés	Egyéb
10.	virágos kőris (<i>Fraxinus ornus</i>)	gömb	5 m	4,2 m	65 cm	2 m	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	őszi lomb, virágzat		
11.	közönséges nyír (<i>Betula pendula</i>)	kúpos	8 m	6,6 m	95 cm	1,4 m	közepes	kicsi	sima	egészséges	őshonos	kéreg	jó	
12.	mandsu fűz (<i>Salix matsudana 'Tortuosa'</i>)	szabálytalan	10 m	8 m	150 cm	1 m	közepes	kicsi	barázdás	egészséges		csavarodott ágak	jó	
13.	közönséges dió (<i>Juglans regia</i>)	gömb	15 m	8,4 m	100 cm	1,5 m	sűrű	nagy	enyhén barázdás	egészséges	vitatott			ehető termés
14.	vadcseresznye (<i>Prunus avium</i>)	gömb	14 m	7,2 m	150 cm	1,5 m	sűrű	közepes	gyűrűs	egészséges	őshonos	virág		ehető termés
15.	madárberkenye (<i>Sorbus aucuparia</i>)	szabálytalan	5 m	3,6 m	50 cm	1,5 m	laza	kicsi	sima	beteg	őshonos	virágzat, termés	igényes	termés - madarak
16.	korai juhar (<i>Acer platanoides</i>)	kúpos	10 m	7,2 m	80 cm	1,5 m	közepes	nagy	enyhén barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	füstgázt, sózást nem tűri	
17.	közönséges nyír (<i>Betula pendula</i>)	szabálytalan	12 m	6,6 m	100 cm	1,5 m	közepes	kicsi	sima	egészséges	őshonos	kéreg	jó	
18.	közönséges luc (<i>Picea abies</i>)	kúpos	7 m	3 m	50 cm	-	közepes	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	nem jó	örökzöld
19.	korai juhar (<i>Acer platanoides</i>)	kúpos	10 m	4,8 m	70 cm	2,5 m	sűrű	nagy	enyhén barázdás	egészséges	őshonos	virágzat	füstgázt, sózást nem tűri	
20.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
21.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
22.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
23.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
24.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
25.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
26.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
27.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
4. mérési pont														
1.	fehér fűz (<i>Salix alba</i>)	szabálytalan	14 m	7,8 m	180 cm	0,7 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges				
2.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	15 m	4,2 m	120 cm	1,5 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
3.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	14 m	2,4 m	52 cm	1,4 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	

4.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	10 m	3,6 m	61 cm	1 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
5.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	14 m	4,2 m	68 cm	1,1 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
6.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	7 m	2,5 m	41 cm	1,4 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
7.	vérszilva (<i>Prunus cerasifera 'Nigra'</i>)	gömb	6,5 m	4,1 m	50 cm	0,8 m	sűrű	kicsi	sima	egészséges		feketés piros lomb, virágzat	jó	ehető termés
8.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	14 m	2,4 m	45 cm	1,6 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
9.	közönséges nyír (<i>Betula pendula</i>)	kúpos	18 m	5,4 m	79 cm	1,8 m	közepes	kicsi	sima	egészséges	őshonos	kéreg	jó	
10.	közönséges dió (<i>Juglans regia</i>)	gömb	7 m	4,8 m	61 cm	0,4 m	laza	nagy	enyhén barázdás	egészséges	vitatott			ehető termés
11.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	3 m	1,8 m	28 cm	0,9 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
12.	vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)	kúpos	2,5 m	1,8 m	20 cm	0,5 m	laza	kicsi	barázdás	egészséges	őshonos	toboz	közepesen várostűrő	
13.	korai juhar (<i>Acer platanoides</i>)	kúpos	5 m	3,6 m	50 cm	2 m	laza	nagy	sima	egészséges	őshonos	virágzat	füstgázt, sózást nem tűri	
14.	szürke luc (<i>Picea pungens 'Hoopsii'</i>)	kúpos	8 m	6 m	120 cm	-	sűrű	kicsi	barázdás	egészséges		szürke lomb, toboz	közepesem várostűrő	örökzöld
15.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
16.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
17.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
18.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
19.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
20.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
21.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>) svéd	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
22.	svéd berkenye (<i>Sorbus intermedia</i>)	kúpos	8 m	5 m	130 cm	2 m	sűrű	közepes	sima	egészséges	nem	virág	közepes várostűrés	
5. mérési pont														
1.	vérszilva (<i>Prunus cerasifera 'Nigra'</i>)	gömb	3 m	1,8 m	21 cm	0,8 m	közepes	kicsi	sima	jó		feketéspiros lomb, virágzat	jó	ehető termés
2.	vérszilva (<i>Prunus cerasifera 'Nigra'</i>)	gömb	3 m	2,5 m	25 cm	1 m	közepes	kicsi	sima	jó		feketéspiros lomb, virágzat	jó	ehető termés
6. mérési pont														
1.	őszibarack (<i>Prunus persica</i>)	lapított gömb	4 m	6 m	40 cm	1 m	laza	kicsi	barázdás	jó	nem őshonos	virág		ehető termés
2.	közönséges nyír (<i>Betula pendla</i>)	kúpos	8 m	4 m	100 cm	1,5 m	laza	kicsi	sima	jó	őshonos	kéreg	jó	

	Faj	Habitus	Magasság	Szélesség/ lombkorona- átmérő	Törzs-kertület	Törzs- magasság	Lomb- sűrűség	Levélnagyság	Kéreg	Egészségi állapot	Őshonosság	Díszítő érték	Városterítés	Egyéb
7. mérési pont														
1.	vadcsereasznye (<i>Prunus avium</i>)	gömb	6m	5,2m	90cm	0,9 m	sűrű	közepes	gyűrűs	egészséges	őshonos	virág		ehető termés
2.	alma (<i>Malus sp.</i>)	gömb	4m	3,5m	45cm	0,8 m	közepes	kicsi	sima	egészséges		virág		ehető termés
3.	vadcsereasznye (<i>Prunus avium</i>)	kúpos	6m	4,4m	78cm	0,8 m	közepes	közepes	gyűrűs	egészséges	őshonos	virág		ehető termés
4.	vadcsereasznye (<i>Prunus avium</i>)	gömb	4m	3,6m	100cm	0,8 m	sűrű	közepes	gyűrűs	egészséges	őshonos	virág		ehető termés
5.	vadcsereasznye (<i>Prunus avium</i>)	lapított gömb	4m	4,3m	90cm	1 m	közepes	közepes	gyűrűs	egészséges	őshonos	virág		ehető termés
6.	alma (<i>Malus sp.</i>)	gömb	5m	4,4m	87cm	1,2 m	sűrű	kicsi	sima	egészséges		virág		ehető termés
7.	alma (<i>Malus sp.</i>)	gömb	5m	3,7m	74cm	1,4 m	közepes	kicsi	sima	egészséges		virág		ehető termés
8.	alma (<i>Malus sp.</i>)	gömb	5m	4,2m	120cm	1 m	sűrű	kicsi	sima	egészséges		virág		ehető termés

4. Melléklet: Mérési pontok felmérése – Cserjegyvedek jellemzői - Veszprém

	Faj	Habitus	Magasság	Szélesség	Hossza	Törzs- magasság	Lomb- sűrűség	Levélnagyság	Egészségi állapot	Őshonosság	Díszítő érték	Városterítés	Egyéb
1. mérési pont													
1.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	nyíratlan sövény	4 m	2 m	30 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld, magok - madarak
2.	kerti gyöngyvessző (<i>Spiraea x vanhouttei</i>), közönséges nyáriorgona (<i>Buddleja davidii</i>)	nyírt sövény	1,9 m	1,4 m	19 m	-	közepes - sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág		
3.	fehér som (<i>Cornus alba</i>), közönséges jezsámen (<i>Phyladelphus coronarius</i>), hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>), keleti gyöngyvessző (<i>Spiraea x vanhouttei</i>)	nyírt sövény	1,9 m	1,4 m	38 m	-	közepes - sűrű	kicsi - közepes	egészséges	nem	virág		
4.	japán borbolya (<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'), közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>), közönséges tiszafa (<i>Taxus baccata</i> 'Fastigiata')	cserjefolt	1,5 m	1,5 m	7,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág	jó	örökzöld
5.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	0,3 m	0,4 m	10 m	-	közepes	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
6.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	0,3 m	0,2 m	5 m	-	közepes	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
7.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	0,5 m	0,4 m	5 m	-	laza	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
2 – 3. mérési pontok													
1.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	cserjefolt	3 m	3,5 m	5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges		virág	jó	

2.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	cserjefolt	3 m	4 m	3,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges		virág	jó	
3.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	5 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
4.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana')	szoliter	6 m	1,8 m	1,8 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			közepes	örökzöld
5.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana')	szoliter	4 m	1,8 m	1,8 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			közepes	örökzöld
6.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana')	szoliter	4 m	1,8 m	1,8 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			közepes	örökzöld
7.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	1,55 m	0,9 m	74 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
8.	svéd madárbírs (<i>Cotoneaster x suecicus</i> 'Skogholm')	szoliter	0,5 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges				örökzöld
9.	japán borbolya (<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea')	szoliter	1,5 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges		piros lomb	jó	
10.	svéd madárbírs (<i>Cotoneaster x suecicus</i> 'Skogholm')	szoliter	0,5 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges				örökzöld
11.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	2,5 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág	jó	
12.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	2,5 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág	jó	
13.	közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>)	szoliter	1 m	0,5 m	0,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld, tövises
14.	közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>)	szoliter	1,5 m	1 m	1 m	-	közepes	kicsi	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld, tövises
15.	közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>)	szoliter	2 m	1,5 m	1,5 m	.	sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld, tövises
16.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	1,5 m	2 m	2 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág	jó	
17.	kerti madárbírs (<i>Cotoneaster horizontalis</i>)	szoliter	1 m	2 m	2 m	-	laza	kicsi	egészséges				
18.	kerti madárbírs (<i>Cotoneaster horizontalis</i>)	szoliter	1 m	2 m	2 m	-	laza	kicsi	egészséges				
19.	kerti madárbírs (<i>Cotoneaster horizontalis</i>)	szoliter	1 m	2 m	2 m	-	laza	kicsi	egészséges				
20.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	1 m	2 m	2 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág		
21.	svéd madárbírs (<i>Cotoneaster x suecicus</i> 'Skogholm')	szoliter	1 m	2 m	2 m	-	sűrű	kicsi	egészséges				örökzöld
22.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	1,5 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág		
23.	boróka (<i>Juniperus sp.</i>)	szoliter	2 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi					
24.	kerti madárbírs (<i>Cotoneaster horizontalis</i>)	szoliter	1 m	2 m	2,5 m	-	közepes	kicsi	beteg				
25.	japán borbolya (<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea')	szoliter	1,5 m	1 m	1 m	-	közepes	kicsi	egészséges		piros lomb	jó	
26.	közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>)	szoliter	1,5 m	1,5 m	1,5 m	-	közepes	kicsi	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld, tövises
27.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	2 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág		
28.	közönséges tűztövis (<i>Pyracantha coccinea</i>)	szoliter	1 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld, tövises
29.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	1,5 m	2 m	2 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág		
30.	hibrid aranycserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	2 m	1,5 m	1,5 m	-	közepes	közepes	egészséges		virág		
31.	kerti mahónia (<i>Mahonia aquifolium</i>)	szoliter	0,5 m	0,5 m	0,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld
32.	boróka (<i>Juniperus sp.</i>)	szoliter	0,5 m	0,5 m	0,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges				örökzöld
33.	kerti mahónia (<i>Mahonia aquifolium</i>)	szoliter	0,5 m	0,5 m	0,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges	nem	virág, termés	jó	örökzöld

	Faj	Habitus	Magasság	Szélesség	Hossza	Törzs- magasság	Lomb- sűrűség	Levélnagyság	Egészségi állapot	Őshonosság	Díszítő érték	Városterítés	Egyéb
4. mérési pont													
1.	mályvacserje (<i>Hibiscus syriacus</i>)	szoliter	1,5 m	0,5 m	0,5 m	-	közepes	közepes	egészséges	nem	virág	közepes	
2.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	4 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
3.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	4 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
4.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	2 m	2 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
5.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	5 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
6.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana')	szoliter	4,5 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			közepes	örökzöld
7.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	5 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
8.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	5 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
9.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	3 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
10.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i> 'Malonyana')	szoliter	3 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			közepes	örökzöld
11.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	4 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
12.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	szoliter	3,5 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
13.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	2,5 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
14.	svéd madárbirs (<i>Cotoneaster x suecicus</i> 'Skogholm')	szoliter	1,5 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges				örökzöld
15.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
16.	hibrid aranyceserje (<i>Forsythia x intermedia</i>)	szoliter	3 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	közepes	egészséges		virág		
17.	közönséges boróka (<i>Juniperus communis</i> 'Hibernica')	szoliter	1,5 m	0,5 m	0,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges			nem jó	örökzöld
18.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
19.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	3 m	3 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
20.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
21.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	4 m	3,5 m	3,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
22.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3 m	2,5 m	2,5 m	-	sűrű	kicsi	beteg	nem		közepes	örökzöld
23.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	szoliter	3,5 m	3,5 m	3,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
24.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	1,5 m	1 m	40 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
25.	nyugati tuja (<i>Thuja occidentalis</i>)	nyíratlan sövény	4 m	2 m	5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld
26.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	szoliter	2,5 m	2 m	2 m	-	laza	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
27.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	szoliter	2 m	1,5 m	1,5 m	-	laza	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	

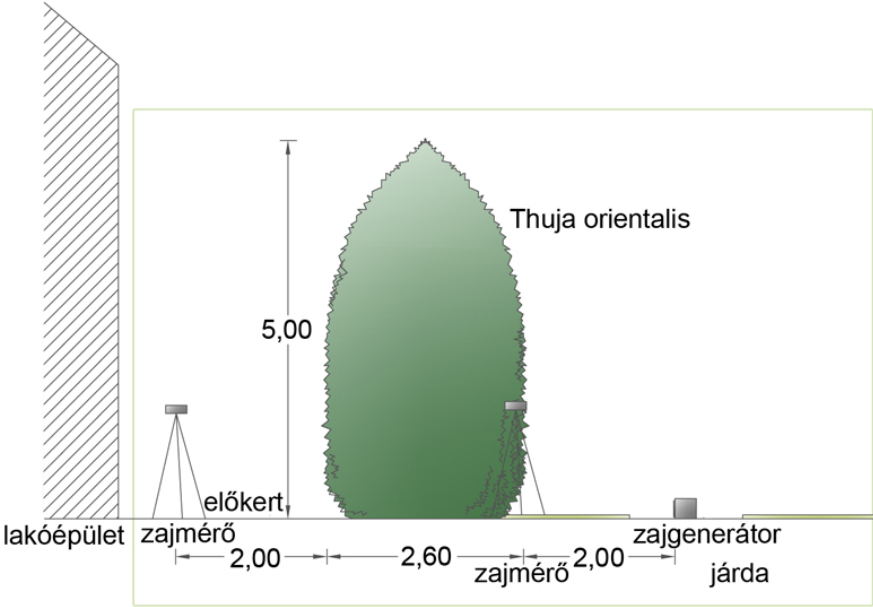
28.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	szoliter	2,5 m	2 m	2 m	-	laza	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
-----	--	----------	-------	-----	-----	---	------	-------	------------	---------	---------------	----	--

5. mérési pont													
1.	keleti tuja (<i>Thuja orientalis</i>)	nyíratlan sövény	5 m	2,6 m	23 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem		közepes	örökzöld

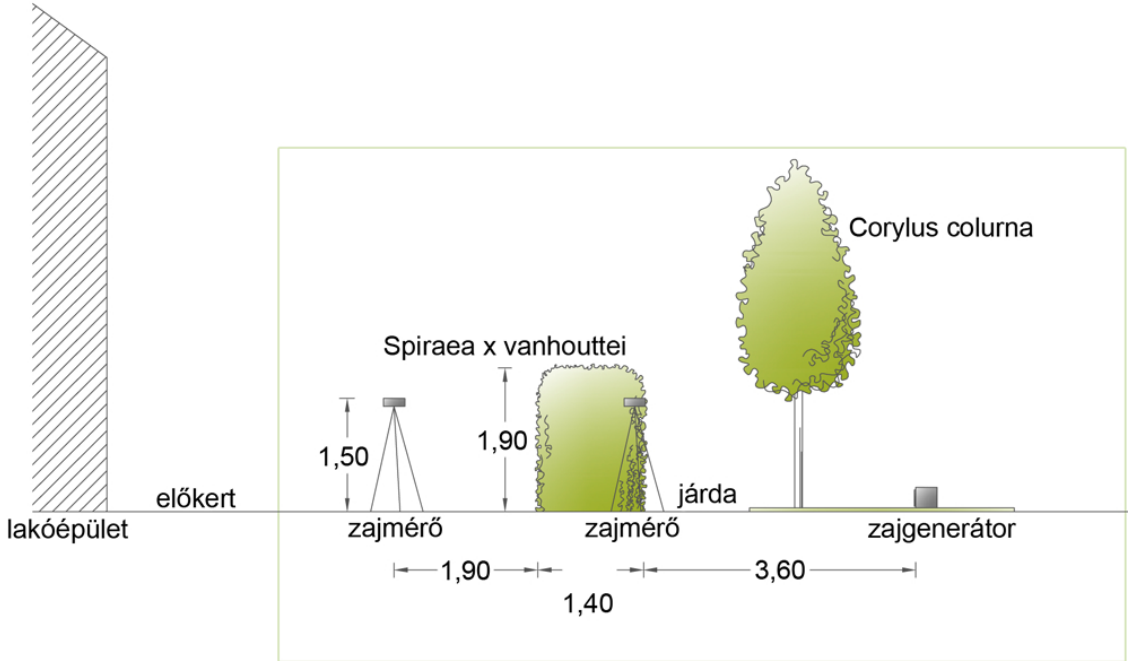
6. mérési pont													
1.	közönséges orgona (<i>Syringa vulgaris</i>)	nyírt sövény	4 m	3,5 m	22 m	-	sűrű	közepes	egészséges	nem	virág	jó	
2.	közönséges nyáriorgona (<i>Buddleja davidii</i>)	szoliter	1,5 m	1 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	nem	virág		
3.	mályvacserje (<i>Hibiscus syriacus</i>)	szoliter	1,5 m	1,5 m	1,5 m	-	közepes	közepes	egészséges	nem	virág	közepes	
4.	japánbirs (<i>Chaenomeles</i> sp.)	szoliter	0,5 m	0,5 m	0,5 m	-	laza	kicsi	egészséges	nem			
5.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	5 m	-	közepes	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
6.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	3 m	-	közepes	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
7.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	10 m	-	közepes	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	

7. mérési pont													
1.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2,5 m	1,2 m	18,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
2.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	3 m	1,5 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
3.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>), kerti gyöngyvessző (<i>Spiraea x vanhouttei</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	7 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
4.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	1 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
5.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	8,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
6.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	7 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	
7.	közönséges fagyal (<i>Ligustrum vulgare</i>)	nyírt sövény	2 m	1,5 m	1,5 m	-	sűrű	kicsi	egészséges	őshonos	virág, termés	jó	

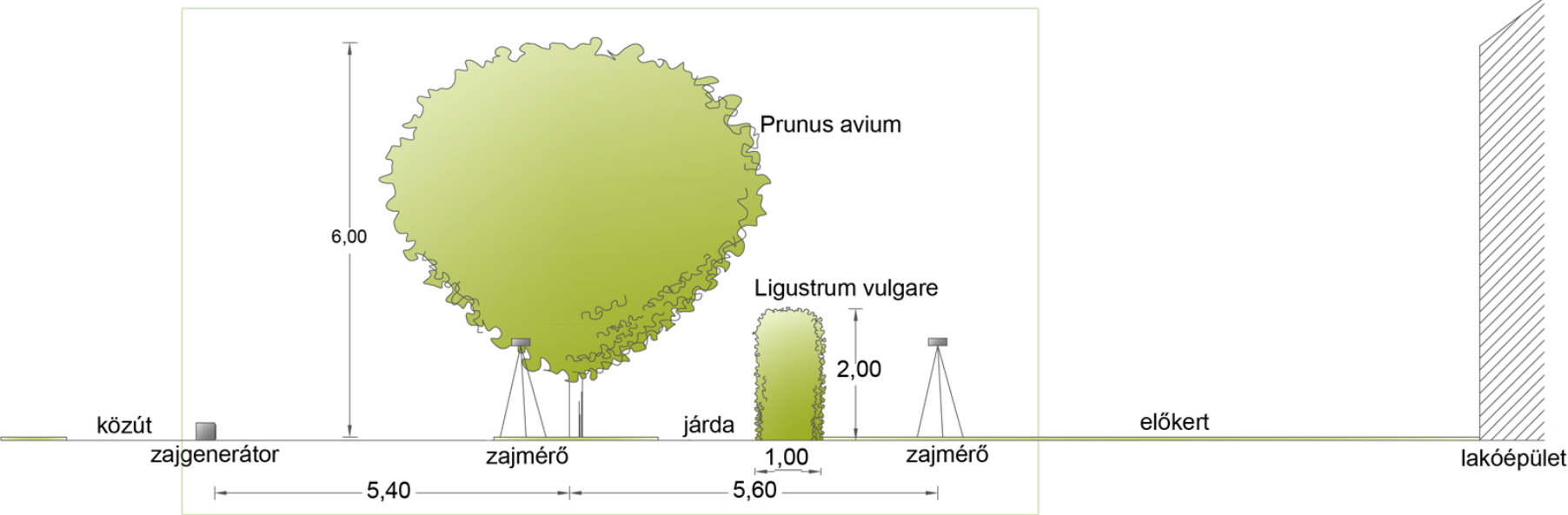
Mért növény-sáv



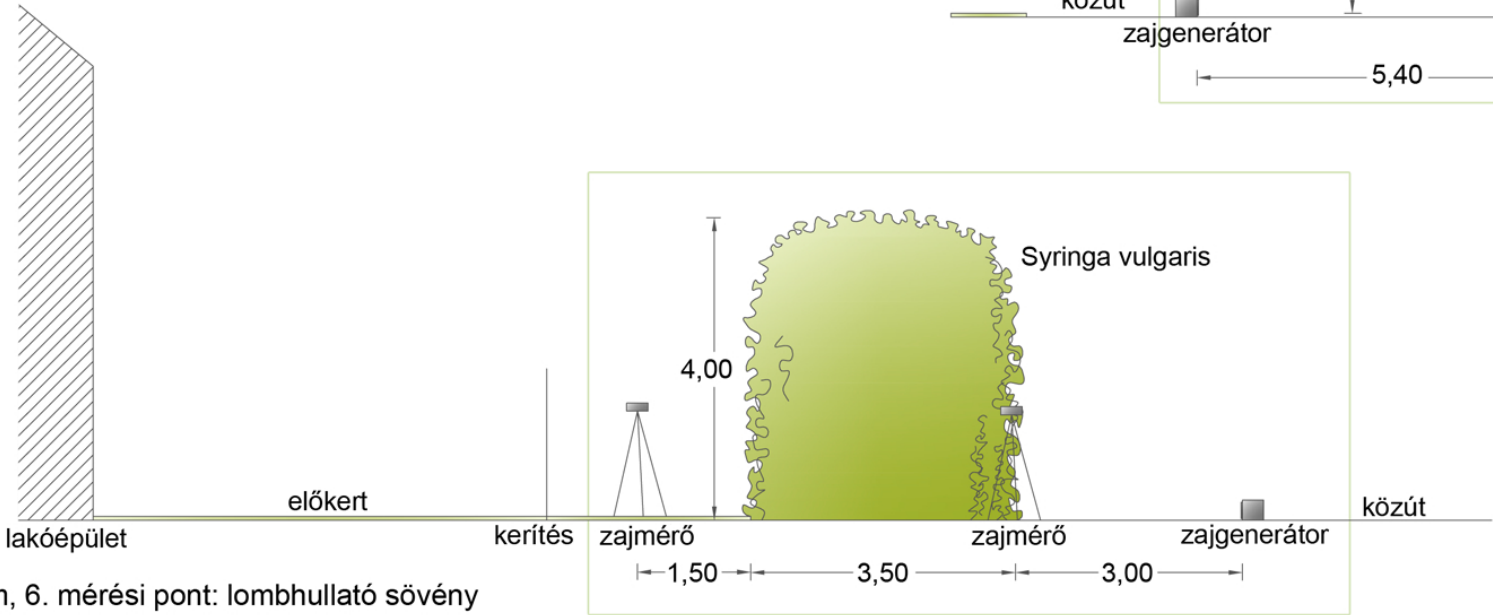
Veszprém, 5. mérési pont: örökzöld sövény



Veszprém, 1. mérési pont: lombhullató sövény

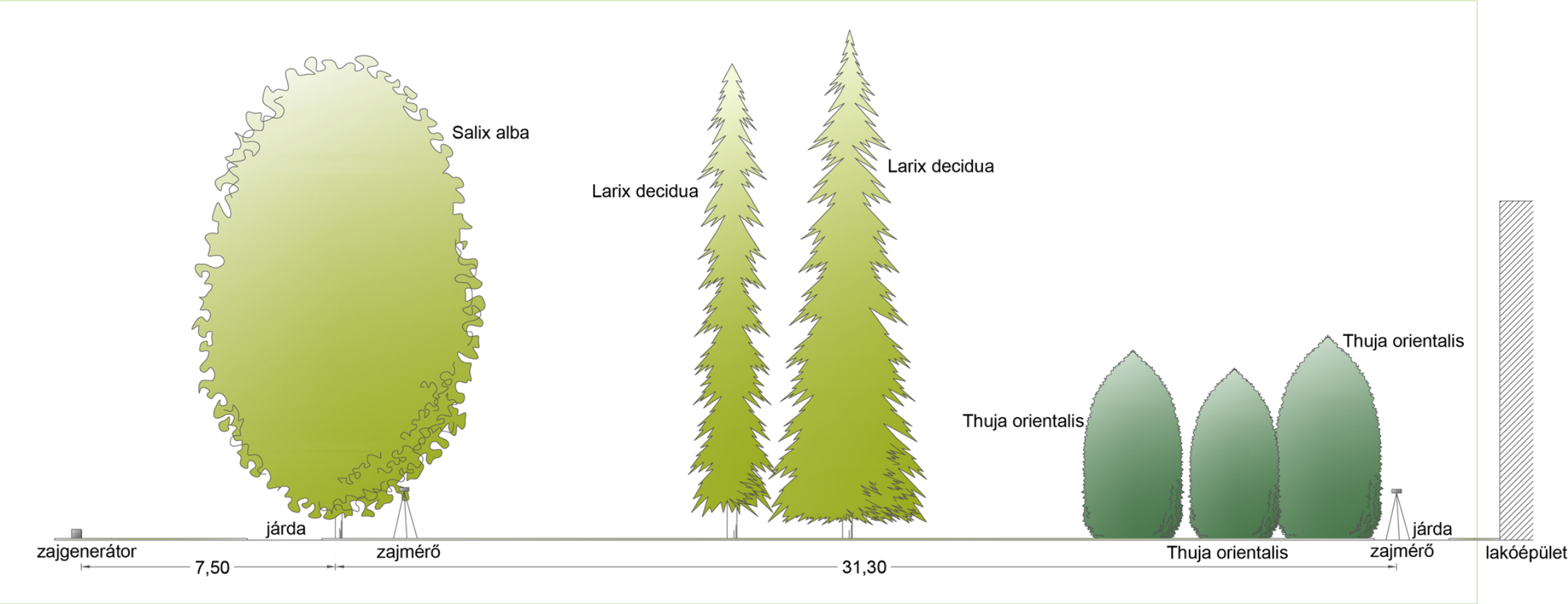


Veszprém, 7. mérési pont: lombhullató sövény és lombhullató fa

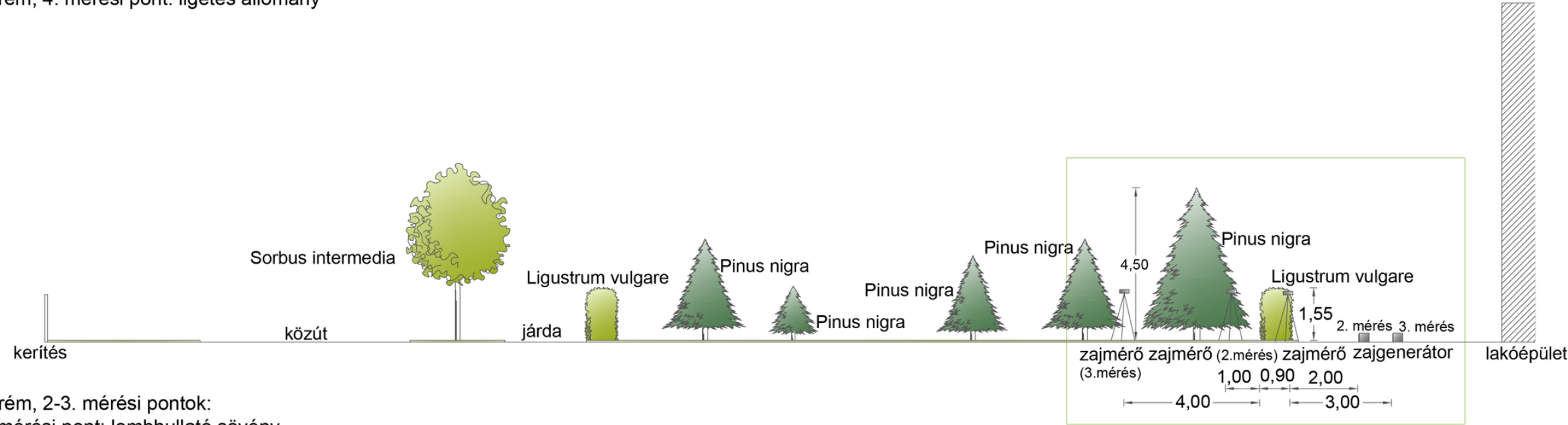


Veszprém, 6. mérési pont: lombhullató sövény

Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék			
Munka címe: Zöldfelületi elemek szerepének értékelése a közlekedési zaj csökkentésében települési környezetben			
Tervlap címe: Mért növény-sávok metszete 1 - 1. 5. 6. 7. mérési pont			
Készítette: Erdei Tímea	Konzulens: Boromisza Zsombor	Méretarány: 1:100	Dátum: 2011. november



Veszprém, 4. mérési pont: ligetes állomány



Veszprém, 2-3. mérési pontok:
2. mérési pont: lombhullató sövény
3. mérési pont: lombhullató sövény és örökzöld fa

Mért növényzóna

BUDAPESTI CORVINUS TÁJTERVEZÉSI KAR Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék			
Munka címe: Zöldfelületi elemek szerepének értékelése a közlekedési zaj csökkentésében települési környezetben			
Tervlap címe: Mért növényzónák metszete 2 - 2. 3. 4. mérési pont			
Készítette: Erdei Tímea	Konzulens: Boromisza Zsombor	Méretarány: 1:150	Dátum: 2011. november



- vizsgált terület határa
- utcák vizsgálati területének határa
- épület
- nagyvárosias lakóterület
- kisvárosias lakóterület
- funkció nélküli zöldfelület
- ligetes állomány
- lombhullató fasor
- lombhullató cserjesor
- örökzöld cserjesor
- szoliter lombhullató fa
- járda gypsákkal
- úttest
- légvezeték
- szintvonal
- Nyerges utca
- közepes forgalmú utca
- kis forgalmú utca
- fénykép készítésének helye
- légszennyező forrás
- zajszennyező forrás
- kedvezőtlen látványelem
- zajszint (dB)

Előkertek jellemzése: 1. szám: szinteztettség: 1 - többszintű
2 - egyszintű

2. szám: növényzet sűrűsége: 1 - sűrű
2 - közepes
3 - laza

3. szám: burkolt felület aránya: 1 - kicsi
2 - közepes
3 - nagy

4. szám: növényzet jellege: 1 - vegyes
2 - örökzöld
3 - lombhullató

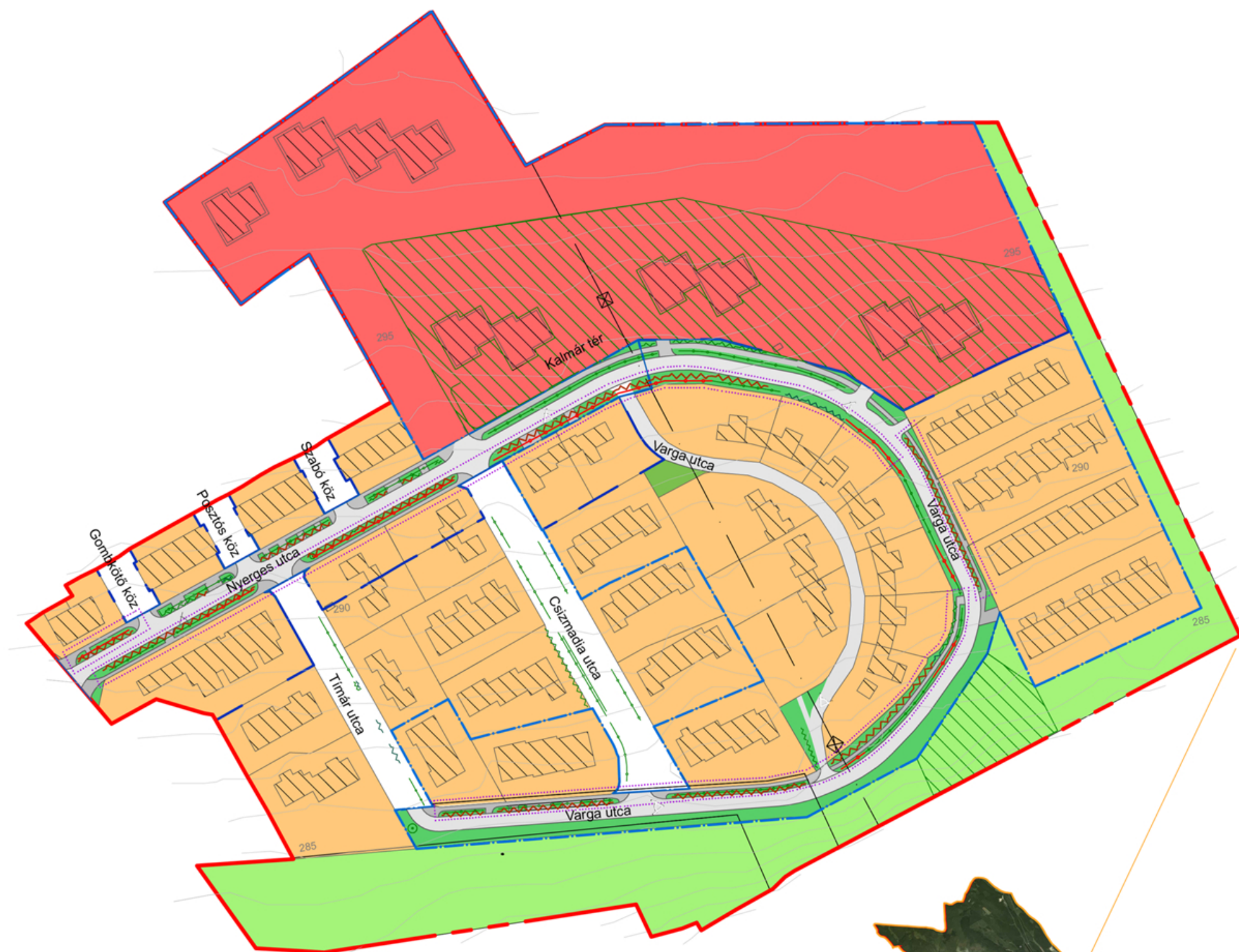
Budapesti Corvinus Egyetem
Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék

Munka címe:
Zöldfelületi elemek szerepének értékelése a közlekedési
zaj csökkentésében települési környezetben

Tervlap címe:
Terület vizsgálata - Veszprém

Készítette: Erdei Tímea	Konzulens: Boromisza Zsombor	Méretarány: 1: 2000	Dátum: 2011. november
----------------------------	---------------------------------	------------------------	--------------------------

Jelmagyarázat



--- vizsgált terület határa
 --- utcák vizsgálati területének határa

épület

nagyvárosias lakóterület

kisvárosias lakóterület

funkció nélküli zöldfelület

ligetes állomány

lombhullató fasor

lombhullató cserjesor

örökzöld cserjesor

szoliter lombhullató fa

járda gyepsávval

úttest

légvezeték

szintvonal

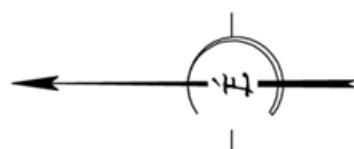
zajvédelmi növényesítést különösen igénylő területek

javasolt lombhullató fasor telepítés

javasolt örökzöld sövény telepítés



Veszprém



 Budapesti Corvinus Egyetem Tájvédelmi és Tájrehabilitációs Tanszék			
Munka címe: Zöldfelületi elemek szerepének értékelése a közlekedési zaj csökkentésében települési környezetben			
Tervlap címe: Javaslati tervlap - Veszprém			
Készítette: Erdei Tímea	Konzulens: Boromisza Zsombor	Méretarány: 1: 2000	Dátum: 2011. november