

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	4
2. IRODALMI FELDOLGOZÁS	6
2.1. A védelmi fásítások története	6
2.1.1. A kezdetektől a védelmi fásítások térhódításáig	6
2.1.2. A XX. század mezővédő fásításai	7
2.1.3. Az erdőn kívüli fásítások szerepének felértékelődése.....	10
2.1.3.1. Az erdősávtelepítés hagyományai	11
2.1.3.2. Az útfásítások hagyományai, korabeli előírásai	13
2.2. Új irányelvek és követelmények az Európai Unióban	14
2.2.1. Az elnéző közút.....	16
2.2.2. Út menti fasor, mint veszélyforrás	17
2.2.3. Az út menti biztonsági zóna	17
2.3. Útfásítások a hazai szakirodalomban.....	18
2.3.1. A törvényi szabályozás.....	23
2.3.2. A pályaelhagyásos balesetek	24
2.4. Előírások, tervezési irányelvek erdősávokra	25
2.4.1. Az erdősávok osztályozása.....	25
2.4.2. A szél mérés, mint a tervezés alapja	26
2.4.3. Fafajmegválasztás	26
2.4.4. Erdősáv típusok	27
2.4.5. Telepítés és felújítás	28
2.5. Közútfásítások elhelyezése.....	29
2.5.1. A mintakeresztmetszvény.....	30
2.5.2. Az fásítások alapelvei.....	30
2.5.3. Az oldaltávolság biztosítása	31
2.5.4. Fásítások, mint az ökológiai hálózat építőelemei.....	33
2.6. A fásítások légáramlatokra gyakorolt hatása.....	35
2.6.1. A légmozgások alapjai	36
2.6.2. A felszín-közeli áramlások leírása	36
2.6.2.1. Légmozgás a felszíni határrétegben	38
2.6.2.2. Transzportfolyamatok az erdősávokban.....	43
2.6.3. Szélprofilok	44
2.6.4. A modellezés lehetőségei	47
2.7. Termőhelyre gyakorolt hatások.....	49
2.7.1. A közúti környezetet terhelő szennyezőforrások	50
2.7.1.1. A talaj- és talajvíz állapota	52

2.7.1.2. Levegőszennyezettség	53
2.7.1.3. A közút zajhatásai.....	54
2.7.2. A fásításokat érő környezeti hatások.....	55
2.7.2.1. Környezeti stressz.....	56
2.7.2.2. Az abiotikus károsítók csoportosítása	57
2.7.3. Az út menti növényzet szűrő hatása.....	65
2.7.4. Kárláncolatok összetett hatásai	66
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	67
3.1. Adatgyűjtés	67
3.2. Mezővédő erdősávok felmérése.....	67
3.2.1. Hófogó kísérletek	68
3.2.2. Hófogó erdősávok Győr-Moson-Sopron megyében	68
3.2.3. Áttörtség-porozitás kísérlet	68
3.3. Útmenti fásítások vizsgálata.....	69
3.4. Elméleti jellegű kutatások	69
3.5. A mintaterületek bemutatása	70
3.5.1. A 85. számú főút a Sopron-Fertődi kistérség területén.....	72
3.5.1.1. Kapuvár-Fertőszentmiklós útszakasz.....	72
3.5.1.2. Fertőszentmiklós-Pereszteg útszakasz.....	76
3.5.1.3. A Pereszteg-Nagycenk útszakasz.....	78
3.5.2. A 84. számú főút kistérségi szakaszának ismertetése	79
3.5.2.1. A megyehatár-Újkér szakasz.....	80
3.5.2.2. Az Újkér-Lövő útszakasz	81
3.5.2.3. A Lövő-Sopronkövesd útszakasz.....	82
3.5.2.4. A Sopronkövesd-Nagycenk szakasz.....	83
3.5.2.5. A Nagycenk-Kópháza szakasz.....	85
3.5.2.6. A Kópháza-Sopron szakasz	85
3.5.2.7. A Sopron-államhatár szakasz.....	85
3.5.3. Egyéb mintaterületek.....	86
3.5.3.1. Vizsgálatok a 8627-es mellékúton.....	86
3.5.3.2. Vizsgálatok a 8622-es mellékúton.....	87
3.6. Mezővédő erdősávrendszerek	88
3.6.1. Hófogó erdősávok Győr-Moson-Sopron megyében	90
3.6.2. Hófogó erdősávok ismertetése	92
4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK	96
4.1. A 85-ös főút vizsgált szakaszának értékelése	96
4.1.1. Fásítások telepítése és pótlása	97
4.1.2. A fásítások állapota és fenntartási nehézségei	100
4.2. A 84-es út fásításainak elemzése	102

4.2.1. Közlekedésbiztonság és az út menti fizikai tényezők kapcsolata	103
4.2.2. Veszélyes helyek	105
4.2.3. Egészségügyi értékelés	106
4.3. A sopronhorpácsi erdősávrendszer	108
4.3.1. Hómérések az erdősávrendszer területén	110
4.3.2. A II. számú erdősáv	111
4.3.3. A IV. számú erdősáv	113
4.3.4. Az V. számú erdősáv	115
4.3.5. A XII. számú erdősáv	116
4.3.6. Az U-VIII. számú erdősáv	118
4.3.7. Az U-IX. számú erdősáv	119
4.4. Statisztikai kiértékelés	120
4.5. Áttörtség, porozitás, digitális áttörtségi elemzése	123
4.5.1. Az áttörtségi tényező	124
4.5.2. Porozitásmérés	125
4.6. A telepítés kérdései	130
4.6.1. A telepítés területi lehetőségei	130
4.6.2. Erdősáv telepítése	130
4.6.2.1. A hófogó erdősávok részei	132
4.6.2.2. A hófogó erdősávok méretei és telepítésük	133
4.7. Az erdősávok felújítása	134
4.7.1. Az „ideális” erdősáv	136
4.7.2. Erdősávok telepítésével és fenntartásával kapcsolatos javaslatok	137
4.8. A közút menti fasorok felújítása	138
4.8.1. A biztonságos oldal- és tőtávolság	139
4.8.2. Fasorok telepítése és gondozása	141
4.9. Az alkalmazandó fafajok kiválasztása	143
5. ÖSSZEFOGLALÁS	144
TÉZISEK	145
KIVONAT	147
FELHASZNÁLT IRODALOM	149
MELLÉKLETEK	
Ábrajegyzék	
Képjegyzék	
Táblázatjegyzék	
Mellékletjegyzék	

*Egy fasoron túl
Már olvad a fény
S apró rügyek
Épp fel-felidéznek
A nyári csodákat*

*Most odamennék
Hol béget a nyáj
S kis taposott út
Egy fasoron túl
Megy a világnak.*

(TONIBACSI, 2007)

1. BEVEZETÉS

A magasból szemlélve figyelhető meg igazán, hogy épített környezetünket csupán vékony mezsgyék választják el a természet-közeli élőhelyektől, amelyek összefüggő zöldfelületként körbeölelik településeinket, és szegélyezik a kapcsolódó vonalas emberi létesítményeket. Más szemszögből nézve a zöldbe beágyazott emberi települések zárványokat alkotnak a tájban, és az így kialakult természetközeli és mesterséges szigeteket utak, csatornák és légvezetékek pásztái tagolják. Az évszázadok alatt kialakult tagoltságnak köszönhetően az épített és természetes környezetet éles határvonalak választják el egymástól.

Szerencsés esetben ezek a határvonalak zöld színben pompáznak: sövények, fasorok, erdős- vagy gyepes sávok. A tervek alapján kialakított vagy évszázadok során kialakult határvonalak átmenetet és ütközőfelületet is képeznek: védik a természetet az emberi hatásoktól, óvnak, díszítenek és szolgálnak minket. Az erdőt a várostól elválasztó erdőszegély vagy erdősáv véd a közlekedés, és ipar káros anyagkibocsátásától, a mezőgazdasági területeket pedig a viharok erejével szemben. Az ember számára kényelmetlenül járható csaltos erdőszél vagy a szántót a réttől elválasztó bokros erdősáv gyakran okoz meglepetést változatos növényvilágával, a benne fészkelő énekesmadarakkal vagy a pihenőhelyet kereső vaddal.

Az erdőszegély, erdősávok és fasorok feladata több tekintetben hasonló. Határolják és védik a természetet művi alkotásainktól és megmutatják, hogy rajtuk túl van valami természetes, ember által kevésbé bolygatott hely. A városon túli zöldfelület, a fasorok által, benyúlik a települési környezetbe, valamint kíséri közlekedési útvonalainkat. Mivel a fasorok és erdősávok szó szerint határterületen élnek, sokszor fel sem tűnik ottlétük vagy hiányuk. Ám amikor egy téli úton hófúvásba hajtunk, milyen jól is jönne a szél erejét megtörő fasor vagy cserjesáv védő hatása. Annak ellenére, hogy tudatosan ütközőfelületnek alakítjuk ki az utakat, településeket vagy mezőgazdasági területeket mentén elhelyezkedő vonalas fásításokat, amelyeknek feladata a természetből felénk érkező, illetve a környezetünkre ható káros kibocsátások tompítása,

ugyanolyan odafigyelést igényelnének, mint a kiemelt védettségű városkörnyéki erdők vagy egy szépen rendezett városi park.

A főutak szélétől vagy városhatártól sem kell messzebb menni, mint a legközelebbi facsoport, és megtaláljuk fogyasztói társadalmunk melléktermékeit, az ártalmatlannak tűnő építési törmeléktől a veszélyes hulladéknak számító jégszekrényig. Településre érkezve vagy elhagyva fel feltűnik a mellékutak rejtekein egy-egy „feleslegessé” vált nejlonzsák, amely árnyékot vethet az amúgy rendezett zöldfelületre. Az erdőn kívüli fásítások periférikus jellegükből adódóan fokozottan kitettek a környezeti és mesterséges elemek szeszélyeinek, sokkal sérülékenyebbek, és jól tükrözik a hozzájuk kötődő lakosság saját környezete iránti igényességét is. Az ilyen fásítások megóvása közös célunk, amely csak akkor érhető el, ha a megfelelő szintű környezettudatosságon túl rendelkezésre áll olyan cselekvőképesség is, amely nem ütközik a rendezetlen tulajdonviszonyok vagy a ráfordítási lehetőségek akadályaiába.

Jelen doktori dolgozat célja, hogy felhívja a figyelmet a sokat látott, de mégis ismeretlen, néha mostoha, máskor felmagasztalt, szabályozott, de mégis szabálytalanul kezelt erdősávok és közútkísérő fásítások mai állapotára, a bennük rejlő jövőbeli lehetőségekre és a szükséges időszerű változtatásokra. Ahogy Tompa Károly fogalmazott: míg „egyesek szerint az út menti fák és cserjék csupán romantikus közlekedési akadályok”, valójában „a fásítás ugyanis az út tartozéka, s egyúttal a környező tájjal való összekapcsolás eszköze.” (TOMPA, 1999)

A védelmi fásításokkal való megismerkedésem 2001-re nyúlik vissza. Az Erdőmérnöki Kar Erdőművelés Tanszékén (a mai Erdőművelési és Erdővédelmi Intézet (a továbbiakban EMEVI) hallgatott mérnökbológia tantárgy keretében megismert védelmi és erdőn kívüli fásításokkal kapcsolatos tanulmányaim folytatásaként kezdtem meg 2002-ben a sopronhorpácsi erdősávrendszer felmérését. Az akkori cél az volt, hogy megvizsgáljam, miben változtak a védelmi fásítások telepítésük óta, mennyire töltik be a szerepüket az ezredfordulót követően. A sopronhorpácsi kutatás eredményei mind az Erdőmérnöki Karon, mind az Országos TDK Konferencián, valamint diplomadolgozatként is sikeresen szerepeltek. Amikor az utakat szegélyező hófogó erdősávokat vizsgáltam, elkerülhetetlen volt, hogy a közelükben található útfásításokat számításba vegyem.

A doktori iskolába való jelentkezés és a kutatási téma megválasztás célja is az volt, hogy felelevenítsek és továbbvigyek egy olyan kutatási területet, amely a legutóbbi évtizedekben háttérbe szorult. Az elmúlt 4-5 évtizedben gyökeresen megváltozott a közúti közlekedés. A védelmi fásítások felújításakor és újak kialakításakor számos korszerű előírásnak kell eleget tenni, és ennek tükrében a korábbi irányelveket felülvizsgálva nélkülözhetetlen, hogy az utakat kísérő fásítások alkalmazkodjanak a megváltozott feltételekhez. Az elmúlt évtizedek fasorokkal és erdősávokkal foglalkozó kutatásainak eredményeit felhasználva, valamint saját vizsgálataim segítségével a közlekedés szempontjából racionális, megvalósítható és fenntartható fásítási elvek, megoldások javaslatainak kidolgozását tűztem ki célul.

2. IRODALMI FELDOLGOZÁS

2.1. A védelmi fásítások története

Az utakat és szántóföldeket szegélyező fásítások mindig is a tájkép szerves részét képezték. Napjainkra, a környezetvédelem növekvő jelentőségével átértékelődött szerepük és értékük. Amíg korábban egy erdőfolt vagy fasor területhatárolásként és a földeken dolgozók pihenőhelyéül szolgált, ma inkább a védelmi funkciók kerülnek előtérbe, például a szél és víz hatásai (erózió, defláció) vagy a környezetszennyező anyagok elleni védelem. Nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy egy esztétikus fás-mezsgyének, fasornak vagy erdősávnak vannak embert szolgáló használati lehetőségei, így a gazdasági értéke (faanyag, gyümölcsstermés, erdei melléktermékek, stb.) is fontos.

A második világháborút követő nagy erdőtelepítések évtizedei egyben az út menti fásítások és az erdősáv telepítések fénykora is. Az eltelt időszakban láthatóan háttérbe szorult a védelmi fásításokra (fás biotópokra) irányuló szakmai figyelem mind mezőgazdasági, mind erdészeti oldalról. Különösen az utóbbi két évtizedben maradtak el a szükséges fenntartási feladatok a le nem zárult gazdasági változások máig nyitott kérdései (pl. földtulajdon rendezés) miatt.

A korabeli (1950-es évek) títustervekben leírt erdősáv szerkezetek a mai napig megtalálhatók, ám többségük csak a szigorúan vett szerkezetalkotó fafajok és tervdokumentumok alapján azonosítható. A közutakat szegélyező cserjékkel és ligetekkel tagolt fasorok is időtállóan bizonyultak. De az elmúlt évtizedekben csak azok kerültek felújításra, amelyek környezetében megváltozott a közút szerkezete, vagy egészségügyi leromlásuk indokolt pótlást vagy teljes felújítást kívánt.

2.1. 1. A kezdetektől a védelmi fásítások térhódításáig

Az iparosodás keltette faigény mellett a hazai erdő- és mezőgazdaság érdekei is azt diktálták, hogy már a 18. századtól kezdve ne csak az erdők, de az erdön kívüli fásítások területarányát is folyamatosan növeljék. Ismerve és bízva a fásítások szélterelő szerepében, a szakemberek már évszázadok óta nem csak gazdasági, de egészségügyi és esztétikai szempontból is szorgalmazták azok telepítését. KRÁMER JÁNOS GYÖRGY például a TBC elleni küzdelem egyik eszközét látta az alföldi futóhomok-fásításokban, és már 1739-ben felhívta a figyelmet a fátlan környezet és az egészség összefüggéseire.

Az 1769-ben kiadott Mária Terézia-féle erdőrendtartás rendelkezett a homok megkötése érdekében történő évenkénti faültetésekről, majd II. József 1788-ban két okiratot is kiadott a fásítások ügyében, de számottevő megvalósulások csak a 19. század első felében bontakoztak ki. (GÁL - KÁLDY, 1977)

A mezővédő erdősávok hazai telepítése 1802-ben Fenyőfő-Bakonyszentlászló futóhomokos területein vette kezdetét. A Nagyalföldön, Pusztavacs-Mezőhegyes térségében az 1820-1850-as években akác- és fűzsávokkal végeztek hasonló fásításokat. Többek között Széchenyi István 1846-ban, majd az 1861-1863. évi szárazság és nagy homokmozgás érintettjei is rámutattak az alföldfásítás, mint gazdasági tényező jelentőségére.

2.1.2. A XX. század mezővédő fásításai

Az alföldfásításokkal kapcsolatban elengedhetetlen megemlíteni Kaán Károlyt, és a nevéhez fűződő 1923. évi XIX. törvénycikket az alföldi erdők telepítéséről és fásításáról, amely előírta a 20 hektárnál nagyobb legelők és 50 hektárnál nagyobb szántók védelmi fásítását. A mezővédő erdősávrendszerek országos fejlesztése csak a második világháború után kezdődött meg.

Az erdőterületek államosítása biztosította a háttérrel az intenzív erdőgazdálkodás kibontakozásához. A központosítás megalapozta a hosszú távú tervezések és gazdálkodás lehetőségét is. A második világháború kezdetéig az erdőgazdálkodás fő célja a haszonszerzés volt, amely visszafordíthatatlan károkat okozott az erdősült területek fenntarthatóságában. A háború utáni újjáépítés és helyreállítások ugyan kimerítették az állami költségvetést, de mégis ez az időszak volt az erdészeti „forradalom” évtizede. A hazai erdőművelés legfontosabb szerepét a háború utáni 25 évben, a nagy erdőtelepítések időszakában látta el.

A nagy országfásítás célja a 20 %-os erdősültség elérése volt. Az első ötéves tervvel (1950. január 1-től) nagyütemű erdősáv-, út- és vasútfásítások kezdődtek. A tervezési munkákat 1949-1951 között az Erdőközpont irányította, a kivitelezések (csemetetermesztés, talajelőkészítés, ültetésszervezés) már az Erdőtelepítési Állomások (1951-1954) irányításával kezdődtek meg. A munka 1954-től az erdőgazdaságok keretében korlátozottabb anyagi források mellett folytatódott, ám ekkorra értek be a korszerű út- és csatornafásítások első eredményei. Első lépésként 136 000 hektár erdő telepítésére került sor (1946-1950), majd a telepítések évi 10-20 ezer hektárnyi területtel folytatódtak 1960-ig. Az „erdőművelés aranykorának” évtizedei mindmáig nagy hatással vannak nemcsak az erdő-, de az erdőn kívüli (mezővédő-, hófogó-, útkísérő és egyéb védelmi fásítások) fásításokkal való gazdálkodásra is.

A hazai éghajlati viszonyok mellett a védelmi fásítások fontos szerepe az volt, hogy az emberi környezetet a szél, a víz, a homok (1. kép) vagy a hó káros következményeitől megvédje.



1. kép: Homokfogó erdősáv a Kisalföldön (EMEVI archívum)

Hosszú idő után a minisztertanács 1040/1954. rendelete volt az első, amely alátámasztotta a fásítások környezetvédelmi szerepét azzal, hogy a fával borított területek hagyományos alapanyag előállító szerepéhez hozzárendelte a szántóföldek védelmét, vízgazdálkodási-, talajvédelmi-, klímamódosító-, egészségvédelmi- és esztétikai feladatait is. Hamarosan elfogadottá vált, hogy a védelmi erdők szerepének gazdasági oldala is van: a talajerózió és az áradások megelőzésén keresztül a termőhely megóvása és az erdőgazdálkodáshoz tartozó infrastruktúra védelme. Hasonló védelmi célú telepítések kórházak, szanatóriumok, lakókörnyezet környéki erdősítések, parkosítások, mezőgazdasági infrastruktúra (majorfásítások) és közlekedési pályák környékén is sorra kerültek. Az 1040/1954. minisztertanácsi rendelet meghatározta az erdők többcélú hasznosításának elvét is. A meglévő erdők fatermésének növekedésével, valamint új erdősítések és erdőn kívüli fásítások telepítésének segítségével jobb minőségű, nagyobb mennyiségű és olcsóbb faanyag előállítása biztosítható úgy, hogy az erdő más (mellék)termékeivel és természeti szolgáltatásaival együtt a társadalom javát szolgálja. (KERESZTESI, 1991)

Az 1961. VI. földvédelmi törvény rendelkezett arról, hogy a mezőgazdasági rendeltetésű földet más művelési ágba csak akkor lehet átvinni, ha a termőképessége nem tartható meg. Ennek következtében több ezer hektár fásor és erdősáv került termelőszövetkezeti kezelésbe. Az 1960-1970-es években meginduló mezőgazdasági fejlődés a költséghatékony hasznosítás (légi növényvédelem, gépesítés) érdekében, a korábban védelmi fásításokkal tagolt szántóterületek összevonását igényelte. Több ezer hektár fásor, hófogó- mezővédő erdősáv és egyéb fásítás esett a nagyüzemi mezőgazdaság áldozatául. Változatos és jó minőségű termőterületek váltak ismét csupasszá, az eróziós és deflációs károk jelentősek lettek, a mezőgazdasági területek állatvilága is elszegényedett. A nagyüzemi tábláknak utak, vízfolyások és a települések maguk váltak határterületévé.

Az erdészeti szakirodalom az 1970-es években 35 000 hektár erdősávot tartott számon. Az Országos Erdészeti Szolgálat adatai szerint e fásítások területe 2001-re kevesebb, mint a felére,

16 416 hektárra csökkent. Az adatok pontossága megkérdőjelezhető, hiszen a különböző szempontú felmérések az évek során eltérő eredményekkel szolgáltak. Az alábbiakban felsorolt források, a szerzők által alkalmazott elnevezéseket és az általuk közzétett adatokat rendszerezik (1. táblázat).

Időszak	Forrás	Kiterjedés	Megnevezés	Megjegyzés
1960	GÁL (1961)	1500 km	Alföld	mezővédő erdősáv
		1000 km	Kisalföld	
1970	DANSZKY (1972)	34 977 ha	országos	védőfásítás
1975	GÁL - KÁLDY (1977)	9 891 ha	meglévő	mező és legelővédő fásítás
1976-1990		4 091 ha	tervezett	
1975		22 600 ha	meglévő	összes védőfásítás és egyéb
1975	KERESZTESI (1991)	8 800 ha	meglévő	green belts (zöld sáv)
1975-1990		20 600 ha	tervezett	
1990		29 400 ha	tervezett	
1990	DANSZKY (1972)	33 400 ha	tervezett	védőfásítás és egyéb
2001	ÁESZ (2002)	16 416 ha	felmért	mezővédő erdősáv

1. táblázat: Hazánk védelmi fásításai a számok és az évtizedek tükrében

Az országos erdősávterületek változása elsősorban mezőgazdasági, piactudományi változásokkal függött össze. Az államosítást követő három évtized szakmai körökben az erdősávkiértelmezésről vált közzismertté. Az erdősávok létesítése, fenntartása és ápolása magától értetődő szükség volt, hiszen egy adott mezőgazdasági termelészövetkezet vagy más gazdálkodási szerv (pl. a mindenkori közútkezelő) a saját tulajdonáért felelősnek érezte magát, s a fasorok rendszeres tervszerű ápolása mellett biztosította a mezővédő- és hófogó erdősávokra fordítandó anyagi- és munkaerőforrásokat.

A mezővédő erdősávok hatásainak vizsgálata világszerte a 20. század második felében kezdődött. A nemzetközi kutatásokban a Szovjetunió, az Egyesült Államok, számos európai ország, köztük hazánk is élenjáró volt. Egyetemünk Erdőtelepítéstani Tanszékén GÁL JÁNOS vezetésével számos mezővédő erdősávokkal kapcsolatos vizsgálatot végeztek az 1950-1970-es években. Vizsgálták az erdősávok mikroklimára és terméshozásra gyakorolt kedvező hatásait és a hófogó erdősávok viselkedését. Az erdősávok jótékony hatásait azáltal érik el, hogy a szél sebességét csökkentve fékezik a talaj- és hórétegek mozgási energiáját, a növényi felületeken és a talajfelszínen az erős párologtatást. Az általuk gyűjtött eredmények mind a mai napig meghatározóak az erdősávtervezések és az útmenti fásítások tervezését végző szakemberek körében. A múlt század közepétől a hazai erdősávok telepítéséhez az ekkor lért erdősáv típusminták szolgáltak alapul. Az óriásnyár- és olasz nyár típusú erdősáv jó

vízgazdálkodású, jó minőségű mezőgazdasági talajokra; az óriásnyár-kocsányos tölgy típusú sáv tápanyagban gazdag kötöttebb talajokra, az akác típusú a tápanyagban dús homoktalajokra, az erdeifenyő-vöröstölgy típusú erdősáv mély, nem túl kötött talajokra; a kocsányos tölgy-kislevelű hárs típusú erdősáv csekély termőrétegű savanyú talajokra került.

A rendszerváltást követő privatizációig a fent említett területeken az erdősávok felnőttek. A sávok addigi kezelését elvégző termelőszövetkezetek felbomlottak, területeik felaprózódtak. Az új tulajdonosoknak látszólag nyugöt jelent az erdősávok fenntartása, így az egyes sávok ápoltsági foka nagyon eltérő képet mutat. Ezt támasztja alá, hogy az általam vizsgált erdősávok hol „átjárhatatlan sűrűség”, hol ritkás „ültetvény” képét mutatják. Jelentős védelmi feladataikat alapul véve, valamint ökológiai és tájképi értékeikből fakadóan sürgető feladat lenne, hogy a tulajdonosok összefogása az erdősávok kezelése érdekében megvalósuljon. Ez kihívást és újabb lehetőségeket ad az erdőgazdálkodással foglalkozó szervezetek és vállalkozók számára. (TAKÁCS, 2004)

2.1.3. Az erdőn kívüli fásítások szerepének felértékelődése

Az utóbbi években jelentősen átértékelődött a táj szerepe és megítélése. A figyelem hazánkban is azokra a térségekre irányult, amelyeknek eddig egyetlen rendeltetést tulajdonítottak, ilyenek például a hagyományosan gabonát termesztő országrészek. Egy funkción kívül mára több fontos feladatot is el kell lássanak, és a térségben gazdálkodóknak több erőforrásra kell támaszkodniuk. Egy alföldi jellegű terület nem csupán a mezőgazdasági termelés színtere kell legyen, hanem egyben biológiai és társadalmi élettér is, amelyben az elemek egymást kiegészítik, egymással szorosan összefüggnek, rendszert alkotnak.

A mezővédő fásítások mint fás biotópok létesítésének szempontja a szél káros hatásai elleni védelem mellett, hogy az általuk védett területen hálózatszerűen, a helyi adottságokhoz igazodva egyenletes eloszlásban biztosítsák az élőhelyek sokszínűségét, a hozzájuk kapcsolódó állat és növényfajok életfeltételeit. Az erdőterületek a természetközeli élőhelyekkel közösen biotóp-rendszert alkotnak, amelynek elemei a kisebb fajgazdagságú mezőgazdasági területeken is betölthetik az ökológiai- vagy zöldfolyosó szerepet. (KONDORNÉ, 2004)

A biotóprendszer elemei a sövény, a fasor, a facsoport, az erdősáv és az erdő. A sövények és facsoportok jelentősége a közútfásítások tervezése kapcsán értékelődött fel. A fasor (1996. évi LIV. erdőtörvény alapján) egy sorban álló fák összessége, vonalas infrastruktúrát vagy határvonalat kísérő fásítás, ahol a fák tőtávolsága nem haladja meg a fák idős korában várható koronavetület kétszeresét. A hagyományos értelemben vett erdősáv a fasornál jóval szélesebb, de legalább 4-9 vagy több sorból álló, 6 méternél szélesebb vonalas fásítás. Területét tekintve általánosan elfogadott, hogy nagyobb 0,15 hektárnál, de a több száz méter hosszú

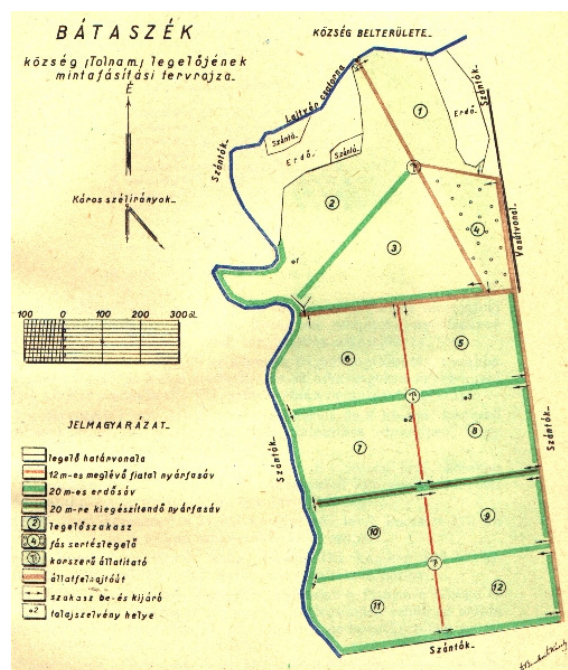
erdősávrendszerek már erdőterülettel is felérnek, sokszor az erdősávok erdőrézlethez kapcsolva bele is olvadnak az erdőterületbe.

Hazai adottságaink mellett védelmi fásítást, mezőgazdasági területek védelmére elsősorban erdősávot kell telepíteni homok- és láptalajainkon, ahol a deflációs károk csak ezzel a módszerrel előzhetőek meg; továbbá olyan széljárta területeken (pl. Kisalföld), ahol az éves átlagos szélesség 2,5 m/s feletti, száraz területeinken, ahol a tenyészidőszaki csapadékösszeg 340 mm alatt marad és ahol a 25°C maximális hőmérsékletet meghaladó nyári napok száma több, mint 75. (GÁL, 1972)

2.1.3.1. Az erdősávtelepítés hagyományai

A fás biotópelemek alkalmazása évszázadok óta sokrétű. A mezőgazdasági fásítások mellett, közlekedési útvonalak mentén, települések védelmére, legelő- és majorfásításokként (1. ábra), zajvédő és takarófásítások kialakítására általában területtakarékos vonalas védőfásításokat alkalmaztak. Az elhelyezésüket több tényező befolyásolta: a védeni kívánt terület jellemzői, termőhelyi adottságok, az utak és árkok elhelyezkedése.

Az erdősávrendszerek kialakítása a fősávok helyének és szerkezetének meghatározásával történt, figyelembe véve az



1. ábra: Bátaszéki legelőfásítás (EMEVI archívum)

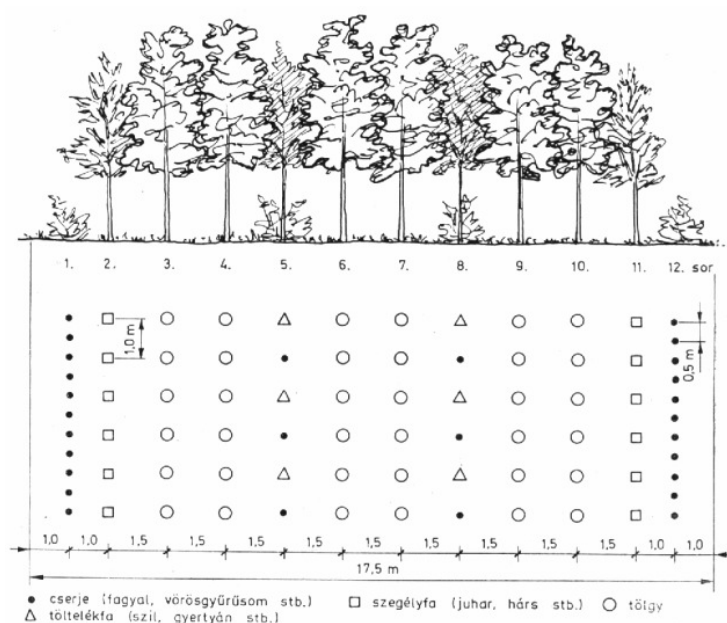
uralkodó szélirányt és a fásításra felhasználható terület nagyságát. A fősávok által határolt területet mellésávok és fasorok tagolják kisebb egységekre, ahogy az 1. ábra is mutatja. A fősávok egymástól mért távolsága 300 és 800 méter között változik, a laza talajokon sűrűbben, míg a kötött talajokon lazábban telepítve. A mellésávok egymástól mért távolsága másfélszerese a fősávok távolságának. Az erdősávok szerkezetének méretezésekor a sávok várható magassága, így a szerkezetalkotó fafajok megválasztása, a sáv szélesség és törzstér-sűrűség meghatározása voltak a tervezés kulcsfontosságú tényezői. Kutatások szerint az erdősáv a védett oldalon 20-25H távolságban, ahol H az erdősáv magassága, kedvezően befolyásolja a klimatikus viszonyokat. Az erdősávok kialakításakor minimálisan 6 sort terveztek, de kísérleti jelleggel a sorok száma meghaladhatta a 15-öt is. A sortávolság csak a gyorsan növekvő fafajok esetében haladta meg az általában 1,5-2 métert. A kezdetben sűrített tőtávolságot fokozatosan gyérítették;

gyorsan növő fajok esetében, a sortávolsághoz hasonlóan, már a telepítéskor 3-4 méterben határozták meg.

Az erdősávok legfontosabb gyakorlatban használt minősítése az áttörtségük volt. Tapasztalati megfigyelések és szemrevételezés alapján három kategóriába sorolták azokat: nyitott, hézagos vagy zárt erdősáv. A szélesebbesség csökkentő hatást legjobban a hézagos vagy más néven áttört fásítások szolgálták, mivel sűrűségüknél fogva nem képeztek átjárhatatlan akadályt a szél számára, de megfelelő színezettségükkel, helyes profilkialakításukkal (elnyújtott háromszög vagy trapéz) biztosították és a mai napig is biztosítják a széltörő hatást.

A mindenkori cél a termőhelynek megfelelő fajokból álló, az adott környezeti feltételeket toleráló és a mikroklímát kedvező irányba befolyásoló tájelemek kialakítása. A tájra jellemző, lehetőleg őshonos fafajok alkalmazása azért fontos, mert ezektől várható el az erőteljes, életképes növekedés és a védelmi funkciók maradéktalan kiszolgálása. A fa- és cserjefajok helyes megválasztását a fafajok szél- és hóállósága, a károsítókkal és kórokozókval szembeni ellenállósága és egyéb szempontok (méhlegelő, esztétika, stb.) is nagymértékben befolyásolták. (GÁL - KÁLDY, 1977)

Az erdészeti tapasztalatok ösztönösen is olyan sávszerkezetek kialakításához vezettek, amelyben megtalálhatóak az erdőállományokat jellemző szerkezeti egységek. Az erdősáv szegélyének kialakítása és a helyes profil megválasztása nem minden esetben tükrözte az elérni kívánt célt, de sokszor a többszintű állomány, a sáv belsejében kialakított vagy idővel kialakult cserjeszint, középső- és felső-lombkoronaszint kompenzálta a tervezési hiányosságokat. A mezővédő erdősávok közül a legelterjedtebbek a nemesnyár-típusú erdősávok, az akác típusú erdősávok, az erdeifenyővel, juharokkal és tölgyekkel mint főfafajokkal létesített erdősávok (2. ábra).



2. ábra: Kocsánytalan tölgy – kislevelű hárs típusú erdősáv (GÁL - KÁLDY, 1977)

Az erdősávtervezések a fa- és cserjefajok széles skáláját felhasználták, de az évtizedek folyamán szerkezetük többször át is alakult, ezért tipizálásuk napjainkban már nehezebb.

Az erdősávokra szükség van, mert környezetünket ékesítik, másfelől erdőgazdasági értéket képviselnek. Az országsherte meglévő erdősávok főfajainak vágásérettségi kora 50-90 év közötti. Ahogy korábban is, a közeljövöben gondoskodni kell felújításukról. Az erdősáv kutatások eredményei hozzájárulnak ahhoz, hogy megvizsgáljuk, az erdősávok szerkezet és fafaj szempontjából mennyire érték el céljukat. A tapasztalatokat megvizsgálva olyan felújítási eljárásokat kell kimunkálni, amelyek kismértékben zavarják a mezőgazdasági termelést, az élővilágot és szükségességüket a társadalom is elismeri. (TAKÁCS, 2004)

2.1.3.2. Az útfásítások hagyományai, korabeli előírásai

Az útfásításokkal szemben támasztott előírások az 1970-es évekre kristályosodtak ki. A szakmai köztudatban mind a mai napig az akkor elfogadott fásítási megoldások többsége él. Számos területen történtek felfogásbeli változások (fafaj-megválasztás, ligetes fásítás, karbantartás, stb.), de az idő igazolta, hogy a megállapítások többsége örökérvényű. Ezeket az



2. kép: Korabeli nyárfa sorok Nagycenk határában (EMEVI archívum)

alapelveket, az erdészeti oktatásban megismert követelményeket foglalja össze a fejezet.

Az útfásítások célja a közlekedés művi vonalainak és a táj harmonikus kapcsolatának kialakítása mellett a közlekedésbiztonság fokozása, valamint ehhez kötődően az optikai vezetés kialakítása, továbbá útárnyékolás, hó- és szélvédelem mint járulékos szerepek.

Az alapelvek között megjelenik a fa- és cserjecsoportok laza szerkezetű kialakítása és az ültetési minták kombinálása a monotonitás elkerülése végett. Az útvezetésre odafigyelve a kanyarok külső ívét zártabb, míg az iránymódosulás esetén, előrejelző facsoportok tervezése volt kívánatos. Ezzel szemben már évtizedek óta az is előírás, hogy a belső ívekben kerülni kell a fásítások, valamint a magas növényzet alkalmazását, ám ez még sokszor napjainkban sem teljesül csakúgy mint, a 2. képen. Az optikai vezetés különleges eseteire a vonalvezetéshez szükséges fásítások (völgykatlan, dombtető-kanyar, hegygerinc), valamint a világos-sötét törzsű fák alkalmazása vonatkozott. Napjainkban általában helyesen alkalmazott előírás az is, hogy a töltéseket a rézsű koronájáig, míg a bevágásokat csak a rézsű kétharmadáig szabad fásítani.

A közlekedésbiztonság érdekében számos általános szabály és előírás betartása nélkülözhetetlen. Ezek közül talán a legfontosabb a szabad beláthatóság és rálátás biztosítása nyílt pályán vagy útcsatlakozásnál. Kereszteződések 50-300 méterig (vasútvonalak esetén minimum 150 méter) nem fásíthatók, a belső ívek fasorainak tőtávolságát 20 méter felettire kell kialakítani. Továbbá a szabad látási háromszög a vasúti kereszteződések esetében 50 méter.

A közúti úrszelvénybe fa nem nőhet bele. A közutat kísérő árokba, valamint az út koronaélétől mért 3 méteren (cserje esetén 2 m) belül nem ültethető fás szárú növény. Légvezetékek alatt és földkábelek 2-3 méteres környezetében fásítani tilos. Gyümölcsfák nem ültethetők a közút mellé. Az út határától 10 méteren belül erdő nem telepíthető, az erdő szélénél, főleg szeles helyeken szorosan kell kapcsolni a fasort (átmeneti fásítás).

A fásítások egyéb szerepei: a veszélyes helyekre történő figyelemfelhívás, balesetelhárító fásítás (veszélyes pontok, útvégződés vagy felhajtók előjelzése) valamint az „optikai fék” hatás érdekében alkalmazott fásítás.

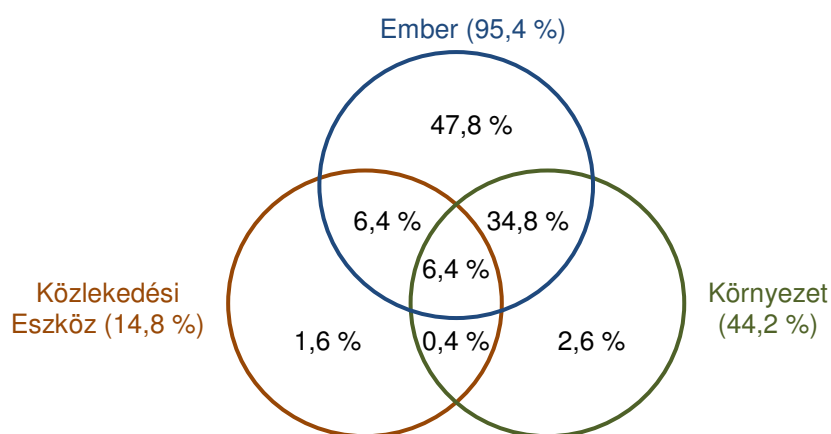
A fent leírt kívánalmak mellett tisztában kell lenni azzal is, hogy az útmenti fásítások rendelkezésére álló keskeny sáv méretében és a kedvezőtlen termőhelyi viszonyok miatt szélsőséges termőhelynek minősül. A szakirodalom ezekre a helyekre a termőhelynek megfelelő (fényigény, vízigény, tápanyagigény), őshonos, de kevés ápolást igénylő és egyben változatos (habitus, szín, forma, magasság, stb.) fafajok telepítését részesíti előnyben. A biotikus és abiotikus káros hatásoknak egyaránt fokozottan kitett fának általában a rendszeres ápolást is nélkülözniük kell. A közlekedés biztonságának szavatolása érdekében a korhadt, kiszáradt fák és az úrszelvénybe nyúló ágak rendszeres eltávolítását, a közúti jelzőtáblákra való rálátást biztosítani kell.

A műszaki előírások mellett másodsorban a fásításoknak a tájjal is harmonizálniuk kell. A cél, hogy tájélményt nyújtsanak, ezért kerülni kell az egyhangú, monoton fasorokat, változatos szín- és formakombinációkat kell alkalmazni, valamint meg kell oldani a kiemelt pontok megjelölését, fásítások útján való kiemelését is. A leggyakrabban alkalmazott fásítási formák a fasor, liget és cserjecsoport. A minták kombinációja és módosított változatai ki kell elégítsék az egyenes és ívelt, valamint a sík, domb és hegyvidéki útszakasz növénytelepítési igényeit.

2.2. Új irányelvek és követelmények az Európai Unióban

Az Európai Bizottság napjainkban is számos olyan nemzetközi együttműködésen alapuló kutatási projektet finanszíroz, amelyek a fenntartható közlekedési infrastruktúra kialakításához járulnak hozzá. A hatékonyabb szállítmányozási potenciál kihasználására való törekvés, az automatizált forgalomirányítás, az optimalizált útfenntartás vagy a minimális környezeti kibocsájtás elérése mellett hangsúlyosak a közlekedés biztonságának növelésére és az útmenti objektumok közlekedésre gyakorolt hatására fókuszáló vizsgálatok.

Az útmenti környezet közlekedésre gyakorolt hatásait a RISER-projekt (Roadside Infrastructure for Safety European Roads – Útmenti Infrastruktúra a Biztonságos Európai Utakért) vizsgálta. A közlekedés biztonságát szem előtt tartva a kutatás kiemelkedően az útelhagyásos balesetekre összpontosított, az útkörnyezet és az emberi tényező hatását vizsgálta a közlekedés biztonságának és működésének függvényében (RISER, 2006). Az elkészült dokumentum célja, hogy normákat és irányvonalakat nyújtson a tagállamok számára, hogy a közösségi célkitűzéseket érvényesítsék a nemzeti közlekedési politikában, a helyi földrajzi adottságokhoz, gazdasági- és társadalmi környezethez alkalmazva. Az EU közútbiztonsággal kapcsolatos törekvései három pillérről építkeznek: az infrastruktúra megtervezettség, a közlekedési eszközök jellemzői és a közlekedésben résztvevő emberek felkészültsége (EBPRD, 2005; EBPRD, 2003). Az „ember – közlekedési eszköz – környezet” baleseti statisztikák alapján felállított hármas egységét mutatja a 3. ábra. Ez alapján megállapítható, hogy a balesetek nagy százalékában az emberi viselkedésnek kulcsszerepe van. (GATTI et AL. 2007)



3. ábra: Balesetokozási faktorok arányai (TREAT et AL. 1977)

A közúti infrastruktúra, és ezen belül az út menti növényzet kialakításában fontos szerepe van a történeti ismereteknek, az út működésével kapcsolatos megfigyeléseknek (monitoring) és a biztonsági feltételeknek. Más megközelítésben ez azt jelenti, minél jobban meg kell ismernünk azt a környezetet, amely magában foglalja az utat, a közlekedési eszközöket és az üzemeltetőket. Az út fizikai kialakítása, és az út menti környezet vizuális nyomokat és jeleket ad a közlekedők számára. Az út szélessége, a felfestések, az út menti domborzat és a növényzet feladata, hogy a vezető számára felfoghatóvá tegye a jármű helyzetét és sebességét, az irányváltás lehetőségére vagy a változó közlekedési helyzetre felhívja a figyelmet. A tervezett ajánlások olyan útszerkezet kialakítását javasolják, amely egyrészt magától értetődő információkat ad, mintegy ráveszi a közlekedésben résztvevő járművek vezetőit, hogy a megfelelő magatartást (sebességválasztás, úton elfoglalt helyzet) válasszák.

2.2.1. Az elnéző közút

Ez az „önmagát magyarázó úttípus” (Self Explaining Road) akkor válhat teljes értékűvé, ha az útpálya szerkezetet „elnéző” külső sáv (Forgiving Roadside) egészíti ki, amely kialakításával biztosítja az utat elhagyó jármű számára az ütközésmentes megállási lehetőséget (3. kép). Tehát az útszéli környezet nem tartalmazhatna veszélyes tárgyakat, csak energiaelnyelőket és biztonsági korlátot. Legalább 10 méter széles biztonsági sávnak szavatolnia kellene a balesetmentes pályaelhagyás és visszatérés lehetőségét. (GATTI et AL. 2007; RISER, 2006)



3. kép: Elnéző útpadka és külső sáv Fertőd-Nyárliget között (a szerző felvétele)

A biztonságos út menti környezet kialakítása elsősorban új utak kivitelezésénél lehetséges, de ekkor is lehetnek – ahogy a meglévő utak esetében vannak is – olyan természetes és mesterséges út menti objektumok, amelyek nem mozdíthatók el az útépités érdekében sem jelenlegi helyükről (pl. kulturális érték, védett fasor). Ezeket az objektumokat az ütközés szempontjából pontszerű- (fa, tuskó) és folyamatos (fasor, erdősáv) akadályoknak tekinthetjük. A RISER Statisztikai Adatbázisa szerint, amely 265 000 balesetet vizsgált 7 európai országban, a közúti balesetek 11,1 %-a fának ütközéssel végződött. A fával való ütközések 17 %-a halálos, 39 %-a komoly sérüléssel járó kategóriába sorolható. A halálos balesetekhez tartozó legkisebb törzsátmérő 0,3 méter (biztonsági öv nélkül 0,2 méter), az útpálya szélétől mért legnagyobb ütközési távolság 6,8 (öv nélkül 10,8) méter volt. Az összes komoly baleset 40 km/h feletti sebességnél, míg a halálos balesetek 70 km/h feletti sebességnél következtek be. Természetesen nem egyedül az út menti növényzet felelős a balesetekért, de fontos kiemelni, hogy a fának és egyéb útmenti objektumnak (oszlop, korlát, árok, kerítés) való ütközés adja a halálos balesetek egynegyedét. (EBPRD, 2005)

2.2.2. Út menti fasor, mint veszélyforrás

Nemzetközi szinten egyre jelentősebb a közúti közlekedés biztonságosabbá tételével foglalkozó kutatásokat elismertsége, amelyek célja például az EU tagállamok útfásításokra vonatkozó előírásainak összehangolása. Egy 2007. évi jelentés alapján, a vizsgált hét európai ország mindegyikében, az útszéli fákat és fasorokat veszélyforrásként tekintik. A veszélyesség megítélésének alsó értéke az ütközési magasságban (0,5 m) mért 10-30 centiméteres törzsátmérő. A veszélyesség megítélése fokozódik, amikor a fák más veszélyes tényező (jelzőtáblák, töltés, kanyar, árok, stb.) jelenlétével is párosulnak.

Az út menti környezet veszélyessége befolyásolja a balesetek előfordulását és súlyosságát. Ezt veszi figyelembe a „balesetmódosító tényező” (AMF₉), amely felhasználja az utak környezetének veszélyességi osztályait is (1-7-ig osztályozott, RHR – roaside hazard rating). Ezek segítségével leírhatók a tipizált utak jellemzői (2. táblázat). (GATTI et AL. 2007)

RHR	AMF ₉	Biztonsági zóna szélessége	Padka lejtése	Leírás
1	0,87	≥9 m	≤ 1:4	Széles, tiszta terület Ráhajtható
2	0,94	6-7,5 m	≈ 1:4	Ráhajtható
3	1,00	≈3 m	1:3-1:4	Átlagos környezet Egyenetlen felszín Kis mértékben ráhajtható
4	1,07	1,5-3 m	1:3-1:4	Vezetőkoriát (1,5-2 méteren belül) Fák, oszlopok 3 méteren belül Kis mértékben ráhajtható, de nagy az ütközés esélye
5	1,14	1,5-3 m	≈ 1:3	Védőkoriát 1,5 méteren belül Szilárd objektumok 2-3 méteren belül Szemmel láthatóan nem ráhajtható
6	1,22	≤ 1,5 m	≈ 1:2	Nincs védőkoriát Szilárd objektumok 2 méteren belül Nem ráhajtható
7	1,31	≤ 1,5 m	≥ 1:2	Szikla vagy függőleges fal Nincs védőkoriát Nem ráhajtható, ütközésveszély

2. táblázat: Az utak környezetének veszélyességi osztályai (GATTI et AL. 2007 alapján)

A vizsgálati eredmények alapján az úthoz tartozó berendezések elhelyezésének útpálya szélétől mért minimális távolsága 10 méter. Ezek irányadóak a fasorok és út menti erdők esetében is.

2.2.3. Az út menti biztonsági zóna

A fenti vizsgálati eredmények egy ún. út menti „biztonsági zóna” koncepciójához vezettek. A másképp „tiszta terület” elnevezéssel illetett, a pályaszerkezet szélétől kezdődő térrész az útpadkából, a ráhajtható lejtőből és egy tiszta kifizési területből tevődik össze. A kívánt szélesség az út típusától, forgalmától, a tervezési sebességtől, az útpálya lejtésétől, a vízszintes

elhelyezkedéstől (egyenes vagy íves szakasz), a forgalmi sáv szélességétől és az út menti környezettől (természetes domborzat, területhasználat) függ. A tervezéskor figyelembe kell venni, hogy az utat elhagyó járművek sebességüktől függően az út széléhez viszonyítva 20° alatt hajtanak le az úttestről és általában 10 méteren belül képesek megállni. A vizsgálat eredményeinek összefoglalásaként elmondható, hogy az útról nagy sebességgel és kis szögben (5°) lefutó jármű számára 90 km/h-s sebességnél minimum 7 méteres, 110 km/h-nál 12 méteres biztonsági sávot kell fenntartani, hogy a baleset lehetősége a minimálisra csökkenjen. Ez az érték kanyarban nagyobb, hiszen a jármű azonos sebesség mellett nagyobb szögben hagyja el az útpályát (SAFESTAR, 1998). Ám itt érdemes megemlíteni, hogy a közlekedési balesetek többsége (85-86 %) egyenes útszakaszon történik (GATTI et AL. 2007).

Az útszéli területen történő ütközések nagy része 10-11 méteren belül tapasztalható. A mérések alapján a balesetek 50 %-a 4,5 méteren, a 85 %-a pedig 7 méteren belül lezajlik. Ennek megfelelően számos európai ország a biztonsági zónák szélességét 80 km/h-nál kisebb sebességre tervezett utaknál 4,5-7 méterben határozza meg, a maximális szélességet (100 km/h tervezési sebesség mellett) 6-10 méterben. (EBPRD, 2005)

A közutakon bekövetkező balesetek okait nem csupán az útmenti környezet állapotában kell keresnünk, de a leírtak alapján figyelembe kell venni azt, hogy az útkísérő növényzet megtervezésének, fenntartásának és/vagy átalakításának minden esetben a forgalombiztonság növelését kell megcéloznia. „Sok életet megmenthettünk és számos balesetet elkerülhettünk volna, ha a meglévő infrastruktúrát a tudásunkhoz mért legmagasabb biztonsági tervezés szintjén kezeljük.” – Jacques Barrot az Európai Bizottság közlekedésért felelős alelnöke. (NDSR, 2006)

2.3. Útfásítások a hazai szakirodalomban

Az útkísérő fásítások szakirodalmát a 20. század során kutatók, mérnökök és jogászok munkássága alakította. A századelőn indult szabványosítási törekvések az 1970-es évekre beértek, ennek köszönhetőek a napjainkban alkalmazott közutak menti fásítási szabályok. A fejlődés, új elemek és elvárások beillesztése napjainkban sem állt meg, hiszen a fásítási elveknek és megoldásoknak folyamatosan lépést kell tartaniuk a közlekedés fejlődésével.

A közút-, mezővédő- és majorfásítások témakörét sokáig együtt kezelték, ahogy tette ezt BÉKY ALBERT is „Útmutatásában” a következő fejezetcímmel: *31. §. Utaknak és mezőföldek határának és tanyáknak fásítása*. Művének első kiadását „Az alföldi erdők telepítéséről és a fásításokról” szóló 1923. évi XIX. törvénycikk ihlette, a negyedik kiadást már az előszóban taglalt háborús faszükséglet (BÉKY, 1942). Már századokkal korábban ismerték a fásítások védelmi szerepeit, mint például a szél-, vagy „homokfutás” elleni védekezés eszközeit. A háborús időszakban viszont az utak menti fásításokban is meglátták a faszükséglet kielégítésének lehetséges forrását, amelyeket szabályozni is igyekeztek. Az útszélességhez igazodva, keskeny

utak mellé egyik vagy mindkét oldalra cserjéket, szélesebb utak egyik oldalára, míg a „mégszélesebbek” mindkét oldalára fákat kellett telepíteni. Ebből indultak ki a korabeli telepítési minták, az egy- és kétoldali nyílt fasor, egyik oldalon cserjés a másik oldalon nyílt vagy zárt fasorral, nyílt és zárt fasor felváltva és egyik vagy mindkét oldalon zárt fasor. Már ekkor számításba vették az árnyékolás kérdését is, amelyet a „rugalmas” hozzáállás a birtokhatárok fásítása esetén a következőképpen ír le: „ha már fának kell lennie a határon, inkább a magamé vessen árnyékot a földemre, mint a másé”. Műutak híján fontos volt a homok- és agyagos utak fásításának kérdése az utak kiszáradása érdekében. A folyamatosság jegyében már ekkor az út két oldalán telepített sorok korabeli eltérését javasolták. Az ápolásra és fenntartásra is szenteltek figyelmet. A felnőtt fák gyérítése és nyesése, a jobb légátjárhatóság (az út felszáradása) tekintetében. Ha a fasor vagy fapászta a 3 méter magasságot eléri, évente a magasság 2/3-ig le kell gallyazni, nyesni, a fasort úgy ritkítani, hogy a fák gallyai egymásba ne nyúljanak. Ekkor még a gyümölcsfák alkalmazását közgazdasági és „bűnmegelőzési” érdek is alátámasztotta: a kerteket „nem fogják rongálni, sem gyümölcsöt nem fogják lopni”. A minél jobb kihasználtság érdekében fásítási vonalak töréspontjánál keletkező árnyas zugokat, amelyek a mezőgazdasági növénytermesztésre káros hatással vannak, fatörzsnevelésre facsoportokat vagy cserjéseket alakítottak ki. A szerző megemlíkezik arról, hogy a „földek tagozása” és a jó gazdasági utak még hiányoznak, ezért fásítást csak akkor lehet tervezni, ha a tájszerkezet már kialakult, ennek ellenére területek nem maradhatnak fásítatlanul, mert az ellenkező a törvény céljával.

A közutak fásításával kapcsolatos elvárások listája a II. Világháború után átalakult, ezen időszak tervezési irányelveit LÁDY GÉZA *Országfásítás* című művében összegzi (LÁDY, 1952 a). Munkáján a háború utáni idők törekvései és a szovjet minták hatása érezhető. Az útszélek fásítottságának létjogosultságát ekkorra az úthálózat széleskörű kiépülése adta meg. Kiemelt szerep jutott az esztétikai és táji értékek („szép kilátás”) érvényesítésének, de a zöldterületek egészségügyi és klímamódosító szerepe is megjelent. A fahiány és a talajvédelem érdekében minden kihasználatlan terület tervszerű és rendszeres fásítása, fenntarthatósága vált mérvadóvá. Határozott célkitűzés az egyhangú „szemkáprázatóan” ható fasorok felváltása változatos fa- és cserjecsoportok, gyepes területek, színes és változatos „fadorszalagok” és sövények váltakozásával. A tervezés szempontjai között szerepel a talajnak és tájnak megfelelő fafajok megválasztása. Például az eperfa, mint a selyemhernyó tenyésztés alapjának, folyamatosan háttérbe szorítása. Egy 1970-es felmérés alapján még akkor is 120 000 eperfa és 110 000 gyümölcsfa állt a közutak mentén. (ÁBRAHÁM, 1972)

Szorgalmazták a mézelő fa- és cserjefajok telepítését, ellenben a gyümölcsfákét nem, mert azok fenntartása nem gazdaságos és fertőzési gócot jelenthetnek. A forgalom biztonsága érdekében terebélyes koronájú fák mellőzését írták elő, mert azok az úttest fölé kihajolva a látást, közlekedést akadályozzák. Helyettük inkább sudár fákból, légvezetékek közelébe gömb- vagy szétterülő koronákból telepített fasorok alkalmasak. Az útkereszteződések és kanyarok belső íve

esetén hangsúlyozták a szabad gyepesített látótér meghagyását, a külső nagyobb köríven magas fák ültetését (MAGYAR KÖZLÖNY, 1950). A hófúvások elleni védelemre sűrűn ültetett hófogó sövények, tömör, át nem eresztő erdősávok telepítését ajánlották. Megjelent a tájbaillesztés, az összehangolt fásítás és a kombinált fás csoportok tervezése.

Az Útügyi Kutató Intézet 1961-es kiadványa négy fejezetben tárgyalta az úttájék növényezettel való ellátottságának kérdéseit. A zöldfelület-tervezési feladatokat az úttervezés szerves részének tekintette, mint a közúthoz tatózó esztétikai irányú, közlekedésbiztonsági és kényelmi berendezések megvalósítására irányuló tevékenységet. Hangsúlyozott témakörként kezelte az út menti pihenőhelyek létesítését csakúgy, mint a karbantartási munkák szükségességét vagy a kártevők elleni védekezés eszközeinek számbavételét (GÖNYEI, 1961). Az út és a környező táj harmonikus egysége érdekében filozófiai magasságokba emelte az útfásítások szerepét: *„olyan nyomvonalvezetés megvalósítása a cél, hogy az út feltárja a szép tájrészeket az utas előtt”*. Ezen törekvés céljai azonban mégis egyszerűek voltak: az út irányváltozását messziről jelző és tájba illő, lehetőség szerint gyors és magas növésű fajokból álló (pl. jegenyenyár) facsoportok kialakítása. Elfogadottá vált, hogy az úttájék növényezettel való helyes betelepítése növeli az út teljesítőképességét, a növénytelepítések változatossága fenntarthatja a vezető éberségét. Érdekességként megjelentek a közút menti kerékpár- és gyalogutak, amelyek esetén kettős vagy hármas fasor létesítését javasolták. A táji szépségek bemutatására célba vették a különleges helyek (kilátóhely, pihenők, emlékművek) kihangsúlyozását. Nem kerültek háttérbe a forgalombiztonságot elősegítő megoldások sem. A szabad látómező biztosítása egyre jobban a tervezés középpontjába került. Az ívek belső oldalán, útbecsatlakozások és útkereszteződések látómezőjében a magas növényzet ültetésének mellőzése, egyéb helyeken is az átláthatóság megvalósítása lett a cél. Megjelenik a növényzet, mint vezető motívum szerepe térlezárás, a tájkép keretezése, vagy a világos és sötét törzsű fák alkalmazási lehetőségei kapcsán. A korábban még szorgalmazott gyümölcsfák telepítése nemkívánatosá vált, kiemelve az eperfák kérdését, amelyek forgalombiztonságilag (gyümölcserés, csúszós út levélhulláskor) többé már nem feleltek meg a korszerű fásításoknak. Egyre nagyobb nyilvánosságot kapott a hófogó sövények, homokkötő erdősávok mezőgazdasági területek számára is előnyös mikroklimatikus hatása.

Felmerült az út menti fásítások területi bővítésének – a kisajátított területek – kérdése. Az elvi elgondolás az volt, hogy a fásításra igénybe vehető terület minél szélesebb legyen, mert csak így lehetséges az út tájbaillesztése. Még a mezőgazdasági területek rovására is meg kellett valósítani a területnyerést, indoklásul pedig el kellett fogadtatni, hogy a gazdálkodóknak a fásítások védelmi hatásaiból hasznuk származik. A meglévő fásítások értékes és megbecsülendő támpontjai lettek a tervezésnek. A „visszatájasítás” jegyében a tájazonos, helyszínen található, honos, lehetőleg gyorsnövésű, kisigényű növényfajok használatát célozták meg. A helyszíni adottságok és az ültető anyag igényeinek alapos ismerete mellett a talajminőség javítására is

gondoltak: trágyázás, humusztérítés, talajlazítás és egyengetés. A kivitelezés és fenntartás elvárásai is nagyobbak lettek. Megállapították, hogy a telepítést a tervezésnél lényegesen sűrűbben kell végezni, kihasználva a „mellékcsemeték” segítő szerepét a „főcsemete” esetleges felváltásában. Ezen felül a felesleges növedék fokozatos „ritkítását” is előirányozták, ami hosszú távú fenntartási munkát igényelt.

Az 1970-es évekre a figyelem középpontjába a műszaki elvárások mellett az útközeli fásítások és környezetük, ezen belül az útkörnyezet-közlekedők vagy közlekedési útvonalak lakosságra gyakorolt hatása, kapcsolata került (SZINI, 1972). Egyre nagyobb kutatási figyelem irányult az emberi és pszichikai tényezőkre: figyelemfelkeltés veszélyes helyekre, a figyelem fenntartása és irányítása, optikai eszközök kihasználása (optikai fék, optikai vezetés). (TIHANYI, 1972)

A közlekedés felgyorsulásával, a gépjárművek számának rohamos ütemben történő növekedésével új kihívások kerülnek előtérbe. Ezzel egy időben igény mutatkozik a közlekedés káros környezeti hatásainak felmérésére (zaj, rezgés, légszennyezés) és csökkentésére. Megfogalmazódik az elgondolás, miszerint egy országot a környezeti állapota alapján ítélnék meg a nemzetközi porondon. A káros hatások csökkentésére és a lakókönyezet esztétikusabbá tételére is jó megoldásnak bizonyul a zöldterületek – beleértve az útfásításokat is – arányának növelése, főként azokon a vonalas infrastruktúrákat szegélyező földterületeken, amelyek művelése egyéb gazdasági célra nem tekinthető alkalmasnak.

A műutak kialakításában elsődleges szempont az optikai tervezés. A belső (funkcionális) és külső (periférikus) útkörnyezet optimális arányainak megtervezése és kivitelezése, figyelembe véve, hogy a gépjárművezetők vizuális információigénye eltér a táj szépségében gyönyörködő utazóközönségétől. Felmerül az akusztikai tervezés kérdésköre, az út menti fásítások zajcsökkentő szerepe, megkezdődnek az ez irányú kutatások. Az 1970-es években már jól összefoglalhatóak az útkísérő fásításokkal kapcsolatos műszaki, esztétikai és környezetvédelmi kívánalmak. Erre az egyik legjobb példa a KPM Ut/3-67 Országos Közutak Műszaki Tervezési Szabályzata. Előírja új főutak esetén a ligetes tájfásítást, alsóbbrendű utak mentén a vonalas tájfásítás kialakítását és fenntartását. (ÁBRAHÁM, 1972)

Az UVATERV 1971-ben kiadott „Közutak menti növénytelepítés” című tervezési segédlete részletekbe menően meghatározza az útkísérő növényzet telepítési követelményeit. A telepítés formáit fasorban, ligetben és cserjecsoportban definiálja, felhívja a figyelmet a fasorok zártságának (rácshatás) elkerülésére, a ligetes facsoportok megfelelő összetételben és távolságokban történő alkalmazására (5-23 fa, 50-200 méterenként) és a cserjecsoportok arányos (1-2 cserjefaj), forgalmat nem zavaró elhelyezésére. Tudatosítja, hogy a fák és cserjék kifejlett habitusát kell a tervezéskor szem előtt tartani. Legnagyobb eredményének a forgalombiztonsági kérdések tisztázása tekinthető: a megállási- és látótávolság szerinti tervezés, a csomópontok és útcsatlakozások beláthatóságának biztosítása, az útirány változásának fásítással történő

előrejelzése (ívekben, terepalakulattól függően), veszélyes pontok előrejelzése, aerodinamikai védelem (szélárnyékos szakaszok átvezetése). Kitér a telepítésre nem ajánlott növények, az elválasztó sávok, rézsűk, pihenőhelyek, stb. fásításaira is. Megjelenik az „optikai szakaszolás” elve, amely egyszerre áttekinthető, összefüggő tervezési egységekben gondolkozik. Minimális hosszát az előzési távolság határozza meg, maximális hosszát pedig az út beláthatósága.

Az alsóbbrendű utak tervezésével a szintén 1971-ben kiadott, az Állami Erdőrendezőségek Balatonfüredi Tervező Irodája által készített, ún. Tervezési Metodika foglalkozik. Kiindulópontja, hogy a mellékutak menti keskeny kisajátítási területen nem alakíthatóak ki ligetes telepítések, követendő tervezési iránynak a vonalas tájfasítást határozza meg. A tőtávolsággal és a fafajok változatosságával célozza meg a tájfasításhoz hasonló hatás kialakítását új fasorok telepítésén, illetve a régi vonalas fásítások átalakításán keresztül. A ligetesítés – a fafajok és fajták lombkorona, virág, kéreg, szín, egyedszám és tőtávolság változtatásával, lassú és gyors növekedésű, alacsony- és magas növésű fák, örökzöldek és lombhullatók, korán- és későn fakadók – megfelelő csoportosításával érhető el. De a figyelmet fel kell arra is hívni, hogy a változatosságra való törekvés nem jelentheti az útmenti táj arborétummá való átalakítását (TIHANYI, 1972). A műszaki elvárások megfogalmazása a közös cél érdekében, erdészeti irányelvekkel történő kiegészítés szükségességét vonta maga után. Az esztétikai és forgalombiztonsági elvárások mellett megfogalmazásra kerül az útkísérő fásítások haszna (fatermés, gyümölcs, méhlegelő) és a gazdaságos üzemeltetés kérdése is. Az erdészeti gondolkodás is támogatja a laza, elszórt facsoportok vagy fasorok telepítésének fontosságát, a nyílt vagy éppen zárt útszéli telepítésekkel támogatott közlekedésbiztonság fenntartását (ívek, fényzáró fásítás, átmeneti fásítások). Elutasítja a homogén fásításokat, és hangsúlyozza az út menti fásítások védelmi szerepét (útminőség, rézsűvédelem, eróziós károk, hófogás). Felhívják a figyelmet a termőhelyi viszonyok kedvezőtlenységére, az utógondozás kérdésére, a fa- és cserjefajok elegyíthetőségére, a sarjadzó képesség problémájára, árnyékhatásra, füst- és gáztűrő fafajok választására, stb. Tömören megfogalmazva: a termőhelynek megfelelő, kevés ápolást és védelmet igénylő őshonos fa- és cserjefajok alkalmazandóak (CSIZMADIA, 1981). Alapvetően két tervezési sémát határoz meg: „sztatikus szemlélet”, amelyet az aprólékos kidolgozottság és az 1 km-re eső fa- és cserjefajok nagy száma, valamint a „dinamikus szemlélet”, amelyet a tervezési nagyvonalúság, a felgyorsult közlekedéshez igazodó 50-150 méterenként elhelyezkedő facsoportok váza jellemez (TOMPA, 1972). Végül deklarálja az útfásítás és az erdőgazdálkodás viszonyát: *„Az útmenti fásítás, az ott lévő fák, cserjék, évelők és fűfélék nem csupán romantikus hangulatot teremtenek, hanem fontos szerepük van az utak teljesítőképességének fokozásában: nagymértékben hozzájárulnak a balesetmentes közlekedéshez. Az útmenti fásítással az egyik legveszélyesebb munkaterületen szolgáljuk az embert. Ezért az út, mint közlekedési objektum, elválaszthatatlan a fásítástól, mint céltudatos emberi tevékenységtől.”*

Az 1991-ben kiadott *Erdősítés* című jegyzet összegzi az elmúlt évtizedek út menti fásítással kapcsolatos irányelveit, tervezési alapelveit és erdészeti vonatkozásait. A hangsúly a forgalombiztonság és a tájrendezési feladatok összehangolásán van. A ligetes út menti fásítások és a vonalas fásítások „ligetesítése”, a tervezési szakaszok (optikai) szakaszolása és az alkalmazandó tervezési sémák elegyítése a kívánatos. Felhívja a figyelmet arra, hogy a beláthatatlan területek kiküszöbölése megoldható a következetes fásítási típusok alkalmazásával. Egyúttal figyelmeztet arra is, hogy a kivitelezésből eredő optikai csalódások (úttest szűkülése, dombtetőn való megszűnése, bezártság, stb.) is feloldhatóak a közlekedési jelrendszer (felfestések, táblák, útszéljelzés) összehangolt használatával. A cél tehát az utazás környezetében fenntartani a változatos élményszerzés lehetőségét, megakadályozni a monotonitás kialakulását, biztosítani az út áttekinthetőségét és a forgalom biztonságát. (TIHANYI, 1991)

2.3.1. A törvényi szabályozás

Az 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről és annak végrehajtásáról szóló 30/1988. (IV. 21.) MT rendelet előírja a közutak menti növényzettel kapcsolatos fenntartási kötelezettségeket. Ezen felül az útfenntartók számára az ÚT 2-1.201:2001 „Közutak tervezése” és az ÚT 2-1.163 „A külterületi közutak menti fásítás szabályozása forgalombiztonsági szempontok figyelembevételével” című ütügyi műszaki előírás tartalmazza a növénytelepítések aktuális előírásait.

A műszaki előírások mellett az erdőről és az erdő védelméről szóló 1996. évi LIV. törvény végrehajtásáról szóló 29/1997. (IV. 30.) FM rendelet előírásait is figyelembe kell venni, amely szerint az erdővédelmi törvény nem terjed ki az út, vasút, valamint az egyéb műszaki létesítmény tartozékát képező fásításra. Ezt a rendelkezést a végrehajtási rendelet 2. (3) bekezdése pontosítja: az út, vasút, valamint egyéb műszaki létesítmény tartozékának kell tekinteni azt az erdei fafajokkal fedett, ötezer négyzetméternél kisebb területet, a húsz méternél nem szélesebb fásítást, amely az adott létesítménnyel azonos földrészleten van, illetve a rendeltetésszerű használathoz, megóváshoz szükséges, azt elősegíti.

A hófogó sávok és a szomszédos mezőgazdasági területek kapcsolata a növényvédelem területén jelentkezik. A növényvédelemről szóló 2000. évi XXXV. törvény és ennek végrehajtási utasításai vonatkoznak rá.

A fák védelméről szóló 128/1999. (VIII. 13.) kormányrendelet kimondja, hogy „nem terjed ki a rendelet alkalmazási köre az országos közutak területén található fákra, valamint - a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. tv. 47. k pontjában foglaltaknak megfelelően - a közút tartozékát képező fákra, továbbá külterületen a közút területének határától számított tíz méter távolságon belül álló fákra.”

2.3.2. A pályaelhagyásos balesetek

A pályaelhagyásos balesetek és az út menti fák összefüggéseit magyar kutatók is vizsgálták. Sajnos pontos kimutatás nem áll rendelkezésre ahhoz, hogy nyilvántartott pályaelhagyásos balesetek közül kiszűrhetőek legyenek a fával történt ütközések. Az elemzők számára a szilárd tárgynak ütközéses balesetek kategóriája (904-es balesettípus) szolgált kiindulási alapul. Ezen kategória vizsgálatával keresték a lehetőségeket, amelyek a balesetveszély elhárítására irányulnak. A közlekedéstudomány szakemberei is egyetértenek azzal, hogy a fák kivágása, a fasorok megszüntetése csak a végső megoldás lehet. (HOLLÓ et AL. 2000)

Az esetleges fakivágások pénzügyi vonzatait vizsgálva HOLLÓ (2005) leírja, hogy a fakivágások lényegesen nagyobb költséghatékonyságot, hatszor rövidebb megtérülési időt jelentenek, mint a védőkorlátok alkalmazása. Számítási szerint a fakivágások költségei keskeny utak esetén 2,3 év, szélesebb utak esetén közel 10 év alatt térülnek meg, míg a védőkorlátok létesítése 13 év alatt térül meg. Megítélések szerint a probléma felszámolására szolgáló eszköztárnak a korlátozásokat, a tilalmak, a védelmi intézkedések, a figyelemfelhívás és a fagondozás technikájának átgondolását is tartalmaznia kell.

Részletes vizsgálatokat végeztek Pest megyében az 1997-1999 között történt 61 fának ütközés esetében. Ezekből 27 baleset járt személyi sérüléssel, ami tartalmazza a 6 halálos kimenetelű ütközést is. Meg kell említeni, hogy a lakott területen kívüli halálos balesetek aránya Magyarországon 9,8 %, a Sopron-Fertőd kistérség főútjainak területén 11,8 % (3. táblázat), amelyek hasonlóak a nemzetközi szakirodalom adataihoz.

Út	Szakasz	A baleset kimenetele (db)			
		Halálos	Súlyos	Könnyű	Összesen
85.	Vitnyéd-Fertőszentmiklós	0	3	3	6
85.	Fertőszentmiklós-Pereszteg	3	7	8	18
85.	Pereszteg-Nagycenk	0	4	2	6
84.	Újkér – Lövő	0	1	1	2
84.	Lövő – Sopronkövesd	0	1	1	2
84.	Sopronkövesd – Nagycenk	0	5	2	7
84.	Nagycenk – Kópháza	0	0	1	1
84.	Kópháza – Sopron	3	2	4	9
Összesen (db)		6	23	22	51
Százalék (%)		11,8	45,1	43,1	100,0

3. táblázat: Útelhagyásos balesetek, szilárd tárgynak ütközéssel
(Magyar Közút Kht. adatai alapján, 2003-2007)

A baleseteket az útburkolat szélesség összefüggésében az 1998-as Brandenburg tartományi adatok alapján mutatják be. A szűk és széles, azaz 5 méternél kisebb és 8,1 méternél nagyobb burkolatszélességű utakon (autópályák nélkül) történt a fának ütközések 15,53 %-a, míg a balesetek 55,53 %-a a 6,1-8,0 méter burkolatszélességű utakon.

A hazai és a németországi tapasztalatok alapján azt a következtetést vonták le, hogy az út szélétől mért 4,5 méteren belül semmiképp sem szabad fát ültetni. Külön felhívják a figyelmet, hogy ellenőrzésre szorul a szükséges látótávolságok ($L=6v$, ahol v a megengedett sebesség) tisztaságának biztosítása is. Továbbá felhívják a figyelmet arra, hogy az útfásítások karbantartására fordítandó költségekkel nem lehet összehasonlítani azt a közel 13 milliárd forint nemzetgazdasági veszteséget, amelyet a fának ütközéses balesetek okoztak. (HOLLÓ et AL. 2000)

2.4. Előírások, tervezési irányelvek erdősávokra

A védőfásításokban mindig a védelmi szerep kerül előtérbe, minden telepítési, ápolási és nevelési munka ezt szolgálja. De a védelmi telepítések, csak akkor fejthetik ki kívánt hatásukat, ha a meglévő erdőkkel és fásításokkal egységet alkotnak. A tervezett telepítéseket továbbá össze kell hangolni a mezőgazdasági termelés igényeivel. Mindezek mellett lehetőség nyílik a védőfásítások többcélú kialakítására és használatára is. (GÁL - KÁLDY, 1977)

A 88/2000. (XI. 10.) FVM rendelet 8. § b) pontja szerint a „mezővédő erdő” feladatai, hogy a szél káros hatásai ellen védje a mezőgazdasági termőterületeket és kultúrákat, menedéket adjon az „élővilág tagjai” számára, védje és takarja a termelést szolgáló objektumokat. A mezővédő fásítások elsődleges szerepe tehát a talaj termékenységének megóvása, amit a védett terület mikroklímájának feljavításával ér el, és a terméseredmények növekedése. A korábban említett egyéb hasznok mellett (egészségügyi, tájlesztettkai, stb.) a fatermesztésben is jelentős szerepe lehet. Az erdősáv kutatások mindig is azt a célt szolgálták, hogy a vizsgálati eredmények által minél korszerűbb és hatékonyabb biotechnikai megoldást adjanak a védett területek számára. A vizsgált paraméterek a következők voltak: az erdősávok egymástól mért távolsága, a keresztmetszet, az áttörtség, a szerkezet és a szélesség.

2.4.1. Az erdősávok osztályozása

Az áttörtségi tényező (L) az erdősáv mögötti védett oldalon mért és a kitett oldalon nyílt területen mért szélsebesség hányadosa alapján három típust lehet elkülöníteni. A *zárt sáv* tömör, lombos állapotban a lombkoronaszintig zárt, felületének maximum 10 %-át teszik ki a nyílások, az áttörtségi tényezője $L < 0,35$. A *hézagos sáv* áttört, a hézagok a felület 10-30%-át alkotják ($L = 0,35-0,7$). Míg a *nyitott* vagy széláteresztő sáv esetén a nyílások aránya nagyobb 30 %-nál, az áttörtségi tényező nagyobb 0,7-nél. Ha a csatornahatás folytán a szél a sáv mögött felgyorsul, az áttörtségi tényező nagyobb is lehet 1-nél.

A szélesség szerinti osztályozás szerint is három fő csoportot különítettek el. A keskeny sáv 6-11 méter széles és 3-7 sorból épül fel. A közepes szélességű sáv 12-20 méter széles, 8-13

sorból áll, míg a széles sáv 20-30 méter szélességgel (14-20 sor) már a véderdő kategória felé hajlik. (GÁL, 1972)

2.4.2. A szélmérés, mint a tervezés alapja

Az erdősávok legfontosabb hatása a szélesebbesség csökkentésében nyilvánul meg, ezért a szélméréssel kapcsolatos kísérletek mindig is a kutatások gerincét képviselték. A növényzet nem csak egyszerűen lecsökkenti a szélesebbeséget, de kölcsönhatás van a faállomány és környezete között is.

Tervezés esetén a legfontosabb feladat a szél támadási irányának, vagyis az uralkodó és veszélyes ($T > 25^{\circ}\text{C}$, páratartalom $< 30\%$) széliránynak, esetleg szélirányoknak a meghatározása. A megfigyelések szerint a legnagyobb hatást az uralkodó szélirányra közel merőlegesen telepített növényzettel érhetjük el. (GÁL - KÁLDY, 1977)

Az ún. szélvédelmi zóna a kitett oldalon hézagos sávok esetén akár 4-42H távolságban is kiterjedhet, míg a védett oldalon 20-51H is lehet hézagos sávok esetében. A későbbiekben összehasonlítási alapul a hézagos sávok szolgálnak, mert közismerten ezek szolgálják legjobban a szélcsökkentő hatást. A zárt erdősávba, mint betonfalba ütközik a szél, a nyílt sávon pedig akadály nélkül áthalad. A maximális szélesebbesség-csökkenés a sávok közvetlen környezetében, egyszeres famagasságnyi (H) távolságon belül, talajközelben figyelhető meg. A szélesebbesség növekedésével a sávok hatása csökken csakúgy, mint lombtalan állapotban. A lombtalan állapot javítását a szegély és a cserjeszint kedvezően befolyásolhatja. (GÁL, 1972)

2.4.3. Fafajmegválasztás

A védőfásításokba olyan fa- és cserjefajokat kell telepíteni, amelyek elsősorban a megfelelő védőhatást nyújtó sávszerkezet kialakítására alkalmasak. A védendő termőhelyen jól fejlődnek, társulásképesek és elősegítik a talaj termőképességének megőrzését is. Ellenállóak a betegségekkel, gyomokkal szemben, kevésbé érzékenyek a mezőgazdaságban használt vegyszerekre. Fájuk mellett gyümölcsöt is adnak, vagy méhlegelőként szolgálhatnak.

A fafajok kiválasztásánál fontos azok szélállósága. Szélállóak általában a nyárok, a kocsányos tölgy, a kislevelű hárs, a mezei szil, az akác és a mézgás éger. Közepesen szélállóak a magyar kóris, a vörösfenyő, a bükk, a korai juhar, a nagylevelű hárs. Fiziológiailag szélérzékeny fajok a gyertyán, a nyír, az erdeifenyő, a vörös tölgy, a rezgőnyár, a lucfenyő, a simafenyő vagy a jegenyefenyő. (BARNA, 2007).

Az optimális szerkezet kialakítása érdekében a felső koronaszint fő fafajait úgy kell kiválasztani, hogy az adott termőhelyi viszonyok mellett a leggyorsabban és legmagasabbra növő, tartósan fenntarthatók, ellenállóak és terebélyes koronájúak legyenek. A felső szintet a

második koronaszint ún. töltelék-fafajai egészítik ki. Ezek már lehetnek árnyéktűrő fafajok, de elengedhetetlen, hogy a termőhelyi viszonyokat a lehető legjobban hasznosítsák, így segítve a felső szint fájának növekedését is. A cserjeszint is szerkezetalkotó elem, amelynek fő feladata a szegély kialakítása mellett az erdősáv talajának védelme. A téli és tavaszi szelek elleni védekezés céljára örökzöld fenyők, boróka, tuják és sűrű ágú cserjék jöhetnek számításba. Így az erdősávok télen sem válnak áttörtté, hóvisszatartó képességük nő és téli búvóhelyül szolgálhatnak a vadon élő állatok számára. (TIHANYI, 1991)

Az erdősávtervezők korábban hajlamosak voltak a túlzásokra, egyes esetekben húsznál is több fa- és cserjefaj telepítését tervezték egy erdősávon belül. Az erdősávok tervezésekor törekedni kell az egyszerűsége. Egy-két főfafajból, egy-két mellékfafajból és egy-három cserjefajból már kiváló kombinációkat lehet megtervezni. Védett területek közelsége esetén ezzel szemben a változatos, stabilitást biztosító fafajösszetétel kialakítása a cél.

Az erdősávokba nem célszerű azokat a fa- és cserjefajokat telepíteni, amelyek fejlett gyökérzetükkel konkurenciát jelentenek a mezőgazdasági növénykultúrák számára. Azokat sem, amelyek erős gyökérsarjadzó képességűek, fagyra vagy szélre érzékenyek, kevésbé ellenállóak a betegségekkel szemben, vagy a mezőgazdasági növények károsító rovar- és gombabetegségek köztes gazdái lehetnek. (GÁL - KÁLDY, 1977)

2.4.4. Erdősávtípusok

A különböző termőhelyekre kijelölt védelmi célok teljesítése érdekében az adott helyre alkalmazott erdősávtípusok telepítése szükséges. Minden esetben a kialakított szerkezet és a sávok gerincét adó fafaj játszik nagy szerepet. A töltelék fafajok sorközökben a főfafajokkal felváltva vagy 1-2 külön sort alkotva, míg a cserjesorok a sáv két szélén a szegélysorokban találhatóak meg. A korábban említett irányelvek alapján a következő mezővédő-erdősáv alaptípusok kerültek kidolgozásra:

Típus	Kísérő fafajok	Sorok száma	Szélessége (m)	Termőhely
óriásnyár	korai juhar	5	9	Vályogos mezőgazdasági talajokra, öntéstalajokra, láptalajokra, homokra.
olasznyár	nagylevelű hárs	4	7,5	Jó tápanyag ellátottságú mezőgazdasági területre, jobb minőségű láptalajokra.
óriásnyár-kocsányostölgy	nagylevelű hárs	8	12,5	Tápanyagban dús öntéstalajokra, kötött agyagtalajokra, humuszos homokra, jobb szikes talajokra.
akác	ezüstfa	7	11	Elsősorban homoktalajokra, kötött talajokra nem való.
erdeifenyő-vörös tölgy	-	5	8	Nem túl kötött agyag-, vályog- vagy tápanyagdús homoktalajra.
kocsánytalan tölgy - kislevelű hárs	juharok, szilek, gyertyán	10	15,5	Csekély termőrétegű, szárazabb, gyengén savanyú talajokra.

4. táblázat: Erdősávtípusok jellemzői (GÁL - KÁLDY, 1977)

2.4.5. Telepítés és felújítás

Az erdősáv-rendszerek kötött minták alapján történt telepítése azt sugallja, hogy a felújításuk is az eredetileg meghatározott szerkezet fenntartását kell hogy szolgálja. Az erdősávoknak mindenkor számtalan előírásnak kellett megfelelniük. Az erdősávok szerkezeti kialakítását célzó szabályok rugalmasabbak, a sávok és a környezetük viszonyát szabályozó előírások kötöttek. Telepítésükkel számtalan szakirodalom foglalkozott, míg felújításukról vagy az erdősávokban alkalmazható fahasználati eljárásokról csak néhol találunk említést.

A telepítési hálózatok tervezése figyelembe vette a helyi adottságokat, a domborzati viszonyokat, a természetes felszíni formákat és a közlekedési útvonalakat. A mezőgazdasági területen való közlekedéshez széles átjárók (12-15 méter) kihagyása, a közút találkozásánál biztosított kilátási távolságok (legalább 50 méter) biztosításához a fásítatlan területek meghagyása szükséges. Közutak mellett ma is megfigyelhetők a fásításra vonatkozó forgalmi sáv szélétől mért védőtávolságok. Az elmúlt évtizedekben a kedvező védőhatás miatt átlagosan az úttól 10-20 méter távolságban, a sáv szerkezetet megfelelő távolságonként (200-300 méterenként) megszakítva telepítették az erdősávokat.

Az erdősávok telepítése mezőgazdasági területeken az erdészeti gyakorlat szerinti talaj-előkészítéssel, a gazdaságosan alkalmazható ültetési módszerekkel történt. Kezdetektől fogva a minél fejlettebb (burkolt gyökérzetű, suháng, stb.) szaporítóanyag használatát részesítették előnyben. (GÁL - KÁLDY, 1977)

Amíg az erdősávok telepítésével, fafajainak megválasztásával és fenntartási kérdéseivel számos szakember foglalkozott, addig a felújítás kérdésköre nem foglalkoztatta a témával mélyebben foglalkozó kutatók többségét. A mezővédő fásítások erdőművelési rendszerének kialakítása gondolatként ugyan több fórumon is felbukkant, de olyan, a kezdeti elképzeléseken túlmutató munka, amely részletesen kitér az erdősávok felújítási lehetőségeire, tudomásom szerint nem készült.

Hazánkban elsők között LÁDY mutatott rá vázlataival a mezővédő pászták felújításakor alkalmazható módszerekre (LÁDY, 1952 b). Ezen túl egy soproni fórumon felvetődő ötlet, a vágásforduló lehetősége is hozzájárult, hogy ROTH (1953) *A magyar erdőművelés különleges feladatai* című műben kétoldalmi terjedelemben írjon arról, hogy véleménye szerint az erdőkben javasolt természetközeli megoldások alkalmazhatóak erdősávok felújítása esetén is.

ROTH rámutatott arra, hogy a tarvágás nem lehet jó megoldás, hiszen az egyszer felépített erdősávoknak már nem szabad eltűnnie. Véleménye szerint az erdősávok megfelelően áttört, „aszurozott” szerkezete tapasztalati úton alakítható ki, és ennek a legjobb megoldás a szálalás. Az erdősáv folyamatossága és megfelelő védelmet adó szerkezete csak ritkításokkal, egyes fák vagy kisebb facsoportok eltávolításával, a tömött koronák gyérítésével és a sűrű szegélyek ritkításával érhető el. Az erdősávok különleges beavatkozásokat és felújítási módszert

követelnek, amit a szálalás, mint a „legrugalmasabb” erdőművelési rendszer, maradéktalanul biztosítani tud. A szálalással összekapcsolhatóak a mesterséges felújítási eljárások és a sarjaztatás is. Kiemeli, hogy a természetes felújításra nem alapozható az erdősávok fenntartása. A szálalással kialakított erdősávszerkezet stabilitását a fafajok és a szerkezeti változatosság adja, ezért a tarvágás még kisebb területeken is kerülendő. Ebben az esetben vágásfordulóról sem beszélhetünk, már csak azért sem, mert a kijelölt cél a megfelelő „azsurozás” fenntartása. „Nem a pászta a cél, hanem a védelem, amit a pászta gyakorol.” (ROTH, 1953)

2.5. Közútfásítások elhelyezése

Az 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről, és a 253/1997. (XII.20.) kormányrendelet az országos településrendezésről és építési követelményekről (OTÉK) jogszabályok határozzák meg a közlekedési területek számára szükséges terület szélességét, továbbá közutak számára előírják a méretezés hiányában biztosítandó legkisebb területet. Az 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről kimondja (47. §. k. bekezdés), hogy többek között „az út kezelője által létesített hóvédő erdősáv, fasor vagy cserjesáv (védelmi rendeltetésű erdő), valamint a közút határától számított két méter távolságon belül ültetett fa” az út tartozéka. Ezen, és a közúti közlekedést szabályozó jogszabályok által lehatárolt területen, meghatározott előírások mellett van lehetőség az útkísérő növényzet elhelyezésére, illetve a fenntartás szabályozására.

A szakirodalomból ismert előírásokat és javaslatokat az ÚT 2-1.163 Útügyi Műszaki Előírásban összegzi a Gazdasági és Közlekedési Minisztérium Közúti Közlekedési Főosztálya, amely előírások kötelező érvényűek a közút tulajdoni értelemben vett területén, továbbá a közútkezelő hozzájárulása szükséges (1988. évi I. tv. 42/A §.) a közút területének határától számított 10 méteren belüli fakivágáshoz és ültetéshez is.

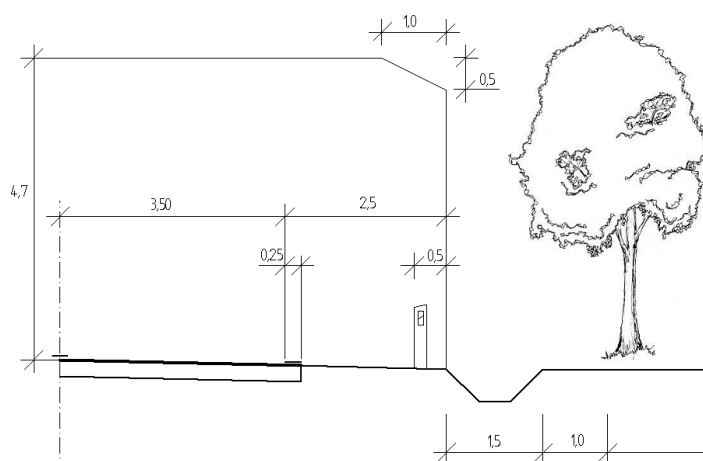
A közutak menti növénytelepítések tervezésénél (új utak) és fenntartásánál (meglévő utak) az esztétikai és tájbaillesztési szempontoknak csakúgy érvényre kell jutnia, mint a forgalombiztonságot célzó törekvéseknek. Az előírások olyan, a külső forgalmi sáv szélétől tartandó oldaltávolság-értékeket és szabályozási javaslatokat fogalmazznak meg, amelyek a közlekedési pályát elhagyó jármű fának ütközési kockázatát, illetve a bekövetkező baleset súlyosságát csökkenthetik.

A fásszárú növények amellet, hogy a tájékozódás és a területhatárolás eszközei, befolyásolják a környezeti elemek állapotát (pl. talajvíz, hóborítás), ellátják az út földműveinek védelmét, és az útburkolat állapotára is kedvező hatással lehetnek. Az úthálózat összehangolási hibái javíthatóak az utat kísérő fásításokkal, egyben a veszélyes helyekre (pl. csomópontok, megállóhelyek) is felhívhatjuk segítségükkel a közlekedés figyelmét.

A forgalombiztonsággal kapcsolatban azonban hangsúlyozni kell, hogy a közutak mentén telepített fák, csakúgy mint minden szilárd tárgy, veszélyforrást is jelentenek a közlekedőkre. Itt nem csupán a fának ütközésre kell gondolni, hanem arra is, hogy a közút területének természetes megvilágítását, vagy az úttestre kerülő ágak a közlekedés menetét közvetlenül befolyásolják.

2.5.1. A mintakeresztmetszvény

A közúti keresztmetszvény külterületen útkoronára és útkoronán kívüli részre tagozódik. Az úrszelvény magassága az útkorona szélessége felett 4,7 méter. Az úrszelvény szélességében – a meghatározott oldalakadály-távolságon (0,75-1,5 méter) belül – a forgalombiztonságot szolgáló és környezetvédelmi berendezések (pl. zajvédő fal), létesítmények helyezhetőek el. Az úrszelvényen belül a forgalmi sáv szélessége 3,5 méter, amelyhez 2,5 méter széles padka adódik hozzá. A padka két részre osztható, a belső 1,5 méter széles nemesített padkán belül található a külső biztonsági sáv 25 centiméter szélességben, míg a koronaéltől 0,5 métert visszamérve helyezkedik el a kiemelt szegély (út szélét jelző oszlopok, úttartozékok, jelzőtáblák) és a fakorona határa. A fásításokat tekintve tehát lombkorona nem nyúlhat beljebb, mint az úttartozékok határa, és magasabban kell lennie, mint 4,7 méter. Ezek alapján fatörzs nem lehet a forgalmi sáv szélétől mért 1,5 méteren belül, valamint a koronaél 0,5 méteres környezetében. A 2,5 méter széles padka esetén tartandó minimális oldaltávolság 3 méter, ha 1,5 méteres árok kíséri az utat, akkor 4,5-5 méterre kerülhetnek a fatörzsek. (FI, 2002; UTAK, 2006)

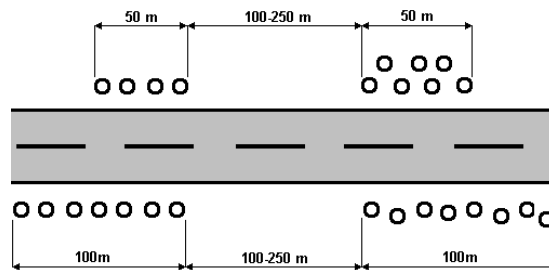


4. ábra: Külterületi úrszelvény (a szerző rajza)

2.5.2. Az fásítások alapelvei

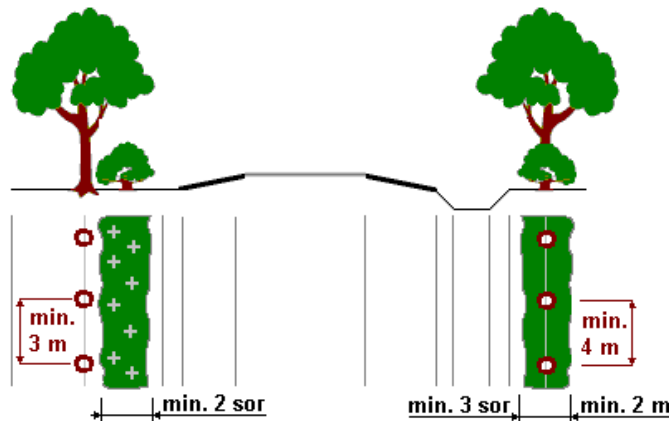
Az új telepítésnél a korábban javasolt elszórt (tájfásítás) vagy fasor jellegű telepítési minták helyett a kisebb baleseti kockázatot magában rejtő szakaszos faültetés a kívánatos. Ez 50-100 méterenként elhelyezendő facsoport rövidebb cserjés fasorból és 100-250 méter fa nélküli

szakaszok váltakozásából épül fel. Az út két oldalának együttes fásítása lehet szimmetrikus vagy aszimmetrikus megoldású (5. ábra).



5. ábra: Szakaszos faültetés (a szerző rajza)

A biztonság növelése érdekében a fásítások során kisebb törzsátmérőjű fák, fává megnövő cserjék választása javasolt. A balesetek súlyosságának csökkentése érdekében a fákat kiegészítő, közöttük vagy az út felőli oldalukon elhelyezendő sűrű cserjecsoportok vagy cserjesávok telepítése ajánlott és tervezhető az előírt oldaltávolságon belül is (6. ábra).



6. ábra: Védelmi célú cserjetelepítés (a szerző rajza)

Meglévő utak átépítésénél, ha az új utakra előírt oldaltávolságon belül fa van, az meghagyható védő cserjesáv vagy korlát létesítésével. (A vezetőkorlát mögött 1,5 méteren kívül már ültethető fa.) Hasonlóképpen meghagyhatók a fák újulatai (mag eredetű, sarj) az előírt oldaltávolságon belül is mindaddig, amíg el nem érik 50 cm magasságban a 15 cm-es törzsátmérőt.

2.5.3. Az oldaltávolság biztosítása

A legkisebb szükséges oldaltávolságot, forgalmi sáv szélétől a fatörzsek vonaláig, az ÚT 2-1.201 útügyi műszaki előírás (KTSZ) adja meg útosztályonként és az útszakasz tervezési sebessége alapján, figyelembe véve a hozzá tartozó, biztosítandó megállási- és előzési látótávolsági értékekre vonatkozó KTSZ előírásait.

A szintbeli és a külön-szintű csomópontokra, közút-vasút kereszteződésénél előírt látótávolságokra és a látómező szabadon tartására vonatkozó előírások betartása mellett csak olyan növényzet telepíthető, amely a tervezési sebességnek, a forgalomszabályozás céljainak és

az elsőbbségadási kötelezettségnek megfelelő látóháromszög területén, a kötelezően előírt passzív biztonsági berendezések alkalmazása mellett (pl. vezetőkorlát) sem jelent kilátási akadályt. Az új és már meglévő utak előírt oldaltávolságai az ívsugarak határértékei és az útosztályokhoz tartozó tervezési sebességeken alapulnak.

	Egyenes szakasz	R > 600 m ívek	R ≤ 600 m ívek
Autópálya	12 m	12 m	14 m
Autóút	9 m	9 m	11 m
	Egyenes szakasz	R > 450m ívek	R ≤ 450 m ívek
1. és 2. rendű főút	7 m	7 m	9 m (11 m*)
	Egyenes szakasz	R > 340m ívek	R ≤ 340 m ívek
Mellékutak	6 m	6 m	7 m (9 m*)

* ha az ívet 500 méternél hosszabb egyenes szakasz előzi meg

5. táblázat: Előírt faültetési minimális oldaltávolságok új utak esetén

Amennyiben a környezeti adottságok (útterület) lehetővé teszik, a meglévő utakon az új utakra érvényes értékeket kell figyelembe venni a fásítások fenntartása, kivágása, pótlása, felújítás vagy a természetes úton kelt vagy sarjadt fák kezelése esetén is. A már meglévő gyorsforgalmi utakra az új utakra érvényes oldaltávolságok vonatkoznak.

	Egyenes szakasz	R > 340 m ívek	R ≤ 340 m ívek
1. és 2. rendű főutak	5 m	5 m	7 m (9 m*)
	Egyenes szakasz	R > 180 m ívek	R ≤ 180 m ívek
Mellékutak	4 m	4 m	6 m (8 m*)

* ha az ívet 500 méternél hosszabb egyenes szakasz előzi meg

6. táblázat: Előírt faültetési minimális oldaltávolságok meglévő utak esetén

Töltésrészűn és az 1 méternél magasabb töltés esetén a töltéslábtól 3 méteren belül fa nem ültethető, akkor sem, ha az előírt oldaltávolságon kívül helyezkedne el. Bevágások részsűjén, ha van oldalárok, a részsű koronaél feletti 1,5 méteres magasságon felül eső részén még akkor is telepíthető fa, ha az oldaltávolságon belül esik.

Már meglévő utak esetén, ha az adott útszakaszon az előírt oldaltávolság legalább egy kilométeres hosszban folyamatosan nem biztosítható, és a törzsszám csökkenése a tájképben kedvezőtlen változást okozna (elfátlanodás), védőkorlát hiányában is lehetőség van szakaszos jellegű faültetésre. Fák a szakasz legfeljebb 10 %-án ültethetők, ha a törzsek között, azok vonalában cserjetelepítést is végeznek. Akár 15 % is fásítható, ha a fák úttest felőli oldalán sűrű cserjesáv kerül kialakításra. Cserjetelepítés nélkül az 1 kilométerre eső fásításra felhasznált terület hossza 5 %, azaz 50 méter lehet. Egyedi fák telepítésére cserjesáv alkalmazásával 200 méteres, míg nélküle 500 méteres tőtávolsággal lehetséges.

Az előírt oldaltávolságon belül telepített cserjék vagy meghagyott újulat vastagodását figyelemmel kell kísérni, és szükség esetén visszavágni azokat. Kivágott fák tuskójának pereme nem emelkedhet ki a talajból 5 centiméternél magasabbra. Az út területén lévő természetvédelmi oltalom alatt álló vagy egyedi jelentőségű fák esetén a fakivágás elkerülendő, ez esetben egyedi intézkedések határozhatóak meg. Már a tervezésnél, majd a telepítésnél és a fenntartásnál

(gazdálkodásnál) is figyelemmel kell lenni a növényvédelmi, termőhelyállósági, egyéb védelmi szempontokra és a kedvezőtlen környezeti adottságoknak ellenálló fajok alkalmazására.

A közlekedés biztonságának növelése érdekében összhangba kell hozni a forgalomtechnikai, védelmi és növénytelepítési-ápolási intézkedéseket, mint az út berendezéseinek biztonságos elhelyezését, védőkorlátok telepítését, veszélyes fák kivágását, kiegészítő védőnövényzet telepítését vagy a szakaszos faültetést. Szükség esetén, veszélyes helyeken vagy értékes fák esetén, a sebességkorlátozás vagy a passzív biztonságtechnikai eszközök (terelőfal, korlát) is nélkülözhetetlenné válhatnak. Figyelni kell arra, hogy megvalósuljon az úthoz tartozó növényzet folyamatos gondozása, szükség szerint a megváltozott feltételekhez történő alakítása.

2.5.4. Fásítások, mint az ökológiai hálózat építőelemei

Az egyes területek élővilágát befolyásolják az emberi létesítmények, az emberi tevékenységek. A beépítés következtében megszűnik az egyes populációk érintkezése, az egyedek vándorlási lehetősége, végül a természetes életfeltételek összessége. A tájalakító emberi hatások mérséklésére alkalmasak az összefüggő erdön kívüli fásítások, amelyek ökológiai folyosókként funkcionálnak. Az ökológiai hálózat természetes és természet-közeli élőhelyek rendszere, amely az élőhelyek közötti ún. folyosókkal elősegítik a biológiai sokféleség megőrzését. A vonalas létesítmények által elszigetelődött élőhelymozaikokban élő populációk az ökológiai folyosókon, mint „összekötő hidakon” keresztül juthatnak el egymáshoz, ez biztosíthatja kapcsolataikat, kommunikációjukat, terjedésüket. Összekötő elemek, vándorlási utak, állat és növényfajok maradvány-aréái. (BARNA, 2004)

Természetes körülmények között mindig is léteztek ökológiai folyosók, illetve korlátok. A biológiai „találékonyáságnak” köszönhetően a migrációs fajok izoláló hatású élőhelyeken, mint egy erdősáv vagy útfásítás, keresztül is képesek áthatolni, mivel egy-egy faj többféle élőhelyi feltételhez is tud alkalmazkodni rövidebb-hosszabb időre.

Az ökológiai folyosókat tévesen azonosítják a zöldfolyosó kifejezéssel. Az ún. zöldfolyosók is az ökológiai hálózat részei, de nem fedik az ökológiai folyosó fogalmát. Amíg az ökológiai folyosó egy természetes élőhely-rendszer maradványa, addig a zöldfolyosókat az ember alakítja ki. Tehát zöldfolyosók közé sorolhatók az utat kísérő árok, fa- vagy bokorsorok, a településen folyamatosan meglévő kertek, de a mezőgazdasági területre telepített erdősávok is. Ezek nem természetes, nem is komplex és nem önfenntartó rendszerek. De ki kell emelni, hogy jelenlétük mindenképp jótékony hatású a biológiai változatosság fokozására. Az emberi tevékenység által létrehozott és folyamatosan terjeszkedő korlátok (barrier) miatt, a megmaradt ökológiai folyosók nem elegendőek a biodiverzitás megtartásához. Az újonnan létrehozott és

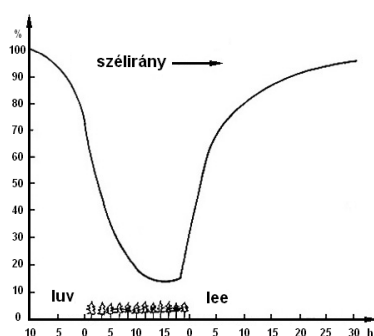
fenntartott zöldfolyosók hozzájárulhatnak állat- és növényfajok megélhetéséhez, migrációjának elősegítéséhez.

A zöldfelületek kedvezően befolyásolják az adott környezetre ható ökológiai tényezőket. Klíma, levegőminőség és vízháztartási viszonyok alakítása, a talajromlás elkerülése érdekében is szükséges elemei a tájnak, és számos kedvező hatásukból fakadóan a környezetminőség-javításának is kiváló eszközei (KONKOLYNÉ, 2004).

A zöldfolyosók puffer-hatása, az épített környezet irányából érkező káros hatások csökkentése meggátolja a környezetszennyező anyagok nagyobb távolságra való eljutását, de a mezőgazdasági környezetben használt vegyszerek elsodródását is. Magyarországon napjainkban a korábban létesített zöldfolyosóknak megfelelő tájlemek fenntartása kérdéses. A korabeli "zöldfolyosó-rendszer", a kisparaszti határmezsgyéket, a birtokhatárok megjelölésére használt árkokat, fa- és bokorsorok nagy részét megszüntette a nagyüzemi táblásítás. Fenntarthatósági megfontolásból megfogyatkoztak a mezővédő erdősávok, illetve az utakat kísérő fásítások is.

Az út menti környezet, mint általában növényzettel borított felszín szolgáltatásai ökológiai, használati és egyben esztétikai jellegűek is (JÁMBOR, 1982). Más megközelítés szerint az út menti területek degradált, sérült élőhelyek, roncsolt felszínek, amelyek helyreállítása, a természetes állapotba való visszatérése lehetetlen. A legmegfelelőbb "hasznosítás" a lehető legtermészetközeli állapot fenntartása. Napjaink természetvédelmi törekvései különösen nagy figyelmet fordítanak a természetes élőhelyek megóvására, azok biodiverzitásának megőrzésére, növelésére. Talán még soha nem volt nagyobb létjogosultságuk az ökológiai- és a zöldfolyosóknak, mint napjainkban. Az emberi létesítmények elszigetelő hatása ellen szükség van a folyókat szegélyező erdőkre épp úgy, mint a szakszerűen, és az ökológiai helyzetet is figyelembe véve végrehajtott fásításokra, legyenek azok útfásítások, erdősávok, parkosítások vagy egyéb erdőn kívüli fásítások.

2.6. A fásítások légáramlatokra gyakorolt hatása



7. ábra: Szélesség változása erdőállomány környezetében (SZÁSZ - TÓKEI, 1997)

Az erdőállományok és a légáramlatok kapcsolata az 1950-es évektől fontos területe a nemzetközi erdészeti kutatásoknak. Ezt megelőzően is végeztek mikroklíma-vizsgálatokat faállományokban, amely kutatások eredményei az áramlások tulajdonságainak megértéséhez napjainkban is nélkülözhetetlenek. A fásítási programok kivitelezési tapasztalatai és a számítástechnika gyors fejlődése tette lehetővé, hogy gazdasági érdekből terepi szélmerésekkel és modellezéssel támasszák alá a véderdők létjogosultságát. A korabeli Erdőtelepítéstani Tanszék, GÁL JÁNOS és munkatársainak tevékenysége, az 1950-1970-es években mind a mai napig meghatározó és felhasználható mikroklíma vizsgálati eredményeket adott az utókornak. Hazai kutatókkal egy időben, áramlási kísérletekkel dolgozó külföldi kutatók is jelentős munkákat hagytak hátra: KREUZ erdősávkísérleteivel, GEIGER felszínközeli klímaelemzésével vagy BAUMGARTNER lucfenyvesben végzett kísérleteivel. (ANDRÁSSY, 2003; GÁL - KÁLDY, 1977)

Napjainkban jelentős eredményekkel szolgálnak a hazai agráregyetemek kutatói, akik mezőgazdasági környezetben vizsgálják a szél hatásait, de az ország számos területén zajlanak erdészeti klímakísérletek, amelyek az erdőállományok áramlási viszonyainak hatását is vizsgálják a tápanyagkörforgás vagy a szennyezőanyag megkötés tekintetében. Érdemes megemlíteni, hogy az utóbbi években magánforrásból több automata-kutatótoronyt is létesítettek, a szélerőművek elhelyezésének lehetőségeit vizsgálva, az ország egész területén. Az általuk rögzített eredményekkel szélprofilok szerkesztésére, modellek létrehozására nyílik lehetőség. Magyarországon az áramlástan és ezen belül az áramlástan modellezés mindaddig elkerülte az erdészeti kutatók érdeklődési körét, ilyen kutatásokról az élenjáró német (RUCK, 2008; GROß, 1993) vagy amerikai (WILSON, 1985; PHANEUF et AL. 2004) kutatók publikációiban olvashatunk.

Az útmenti fásítások áramlástan vizsgálatait mindenekelőtt az indokolja, hogy az áramló közeg befolyást gyakorol környezetére, mint ahogy a környezeti elemek is visszahatnak az áramvonalak futására, vagyis a szél terjedésére és erejére. A helyi klímaviszonyok vizsgálata mellett kimutathatók a szélöntések okai vagy a kár- és kórokozók terjedésének lefolyása.

A faállomány, mint komplex „szűrő”, nagy szerepet játszik a légszennyező anyagok természetes akkumulációjában. A fásításokhoz kapcsolódó jellegzetes áramlások szállítószalagként továbbítják a légnedvességet, a szén-dioxidot és az anyagcsere-folyamatok más gáznemű komponenseit. A szélesség csökkentő hatás nélkülözhetetlen a talajok termékenységének megőrzése vagy a mezőgazdasági termények védelme érdekében. A 7. ábra egy mezővédő erdő szélesség csökkentő hatását szemlélteti.

A szél közvetett és közvetlen hatásai a termőhely, az élővilág, így a közutak környezetének befolyásolásában is érvényesülnek, ezért az út-fásítás-környezet összetettségének megértése szempontjából nélkülözhetetlen az áramlási viszonyok fő törvényszerűségeinek ismertetése.

2.6.1. A légmozgások alapjai

Az atmoszférában termikus és dinamikus folyamatokra visszavezethető sűrűségkülönbségek jönnek létre, amelyek a levegő áramlását eredményezik úgy, hogy végső soron a levegő mozgása a légtér hőmérséklet- és légnyomás-kiegyenlítéséhez vezet. Ezt a dinamikus egyensúlyt szemlélteti a levegőre, mint összetett gázkeverékre érvényes általános gáztörvény. Ha megadjuk egy ideális légtér térfogatát, és tömegi jellemzőit átlagosnak tekintjük, nyilvánvalóvá válik, hogy a hőmérséklet és annak változása az a tényező, amely nyomásváltozást és ezáltal áramlás megindulását eredményezi.

Az áramló levegő az útjába kerülő objektumokra nyomást gyakorol, ez a *szélnyomás* (p_v), amelynek értékét az áramlásra merőleges 1 m^2 felületre szokás kifejezni. Természetesen a szélnyomást befolyásolja a levegősűrűség változása ($\rho_{\text{ideális}}=1,2941 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$) és főként az akadály alakja, amelyet az alaki tényező (például $\alpha_{\text{gömb}}=0,45$ és $\alpha_{\text{körlap}}=1,30$) ír le.

$$p_t = \alpha \frac{1}{2} \rho v^2 \quad [\text{Pa}]$$

A 15 m/s szélsősebességhez, amely a viharhatárt jellemzi 140 Pa és egy pusztító erejű 40 m/s -os széllelés közel egy atmoszféra nyomásváltozást eredményezhet. Mivel a szélsősebesség teljes lefékezés (v=0 m/s) nem következik be, és a természetben változatos alaki tényezőkkel számolhatunk, így ezek az értékek csak közelítőleg és pillanatnyi értékekkel írhatók le. (SZÁSZ - TŐKEI, 1997)

Ha az egymás mellett áramló folyadékrétegek anyaga csak molekuláris diffúzió útján keveredik egymással, lamináris (réteges) áramlásról beszélhetünk. Amikor viszont egy valós áramlás szerkezetét vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy kisebb-nagyobb örvények keletkeznek, amelyek egymásba olvadnak, összekeverednek vagy eltűnnek. Az egymás után áthaladó, eltérő méretű és intenzitású örvényekkel tarkított áramlást, szétbomló, bonyolult ún. turbulens (gomolygó) áramlásnak nevezzük.

2.6.2. A felszín-közeli áramlások leírása

Ha a földfelszín feletti légtér megoszlására vagyunk kíváncsiak, akkor a levegő mint áramlástanban vett folyadék sebességének és/vagy nyomáskülönbségeinek eloszlását vizsgáljuk. Az ilyen összetett valóságos áramlási viszonyok modellezésére bevezették az ideális

folyadék fogalmát, amely a valós folyadékokkal szemben nem molekuláris szerkezetű, hanem homogénnek tekinthető, sűrűdésmentes és összenyomhatatlan (azaz állandó sűrűségű). A következőkben olyan összefüggések meghatározása következik, amelyek jól használhatók valóságos folyadékok áramlásának szemléltetésére. Az áramló közeg örvényességét a légkör mozgásának és a felszín érdességének kölcsönhatása alakítja, tovább növeli az örvényességet az egymás felett elhelyezkedő légrétegek eltérő sebességéből adódó „pödrő” hatás. Végül legjelentősebb mértékben befolyásolja az örvényességet a légkör labilis vagy stabil állapota. Az örvényesség mértéke döntő hatással bír a függőleges szélprofil kialakulására szempontjából. (GÁCS - KATONA, 1998)

A fásításokkal kapcsolatos áramlások leírására is használhatóak az általános áramlástan fogalmak. Az áramvonal olyan görbe, amelyet adott időpillanatban a sebességvektor minden pontjában érint, azaz adott pillanatban a sebességvektorok burkológörbéje. A szélcsatorna kísérletek során létrehozott füstcsíkot, amely a tér egy adott pontján áthaladó folyadékrészecskéket köti össze egy adott pillanatban, nyomvonalnak nevezik. A sebességvektorok által érintett, egy kijelölt vonalra illesztett áramvonalak összessége pedig az áramfelületet alkotja. Az áramfelületen tehát nincs átáramlás.

Ennek speciális esete az áramcső (8. ábra), amikor az áramvonalak zárt görbére illeszkednek. Az áramcső palástból (A_p), valamint be- és kilépő keresztmetszetből (A_1 és A_2) áll. Mivel a palást áramfelület, nincs átáramlás ($\underline{v} \perp d\underline{A}$), felírható rá a folytonosság tétele az alábbi módon:

$$\int_{A_1} \rho \underline{v} d\underline{A} + \int_{A_2} \rho \underline{v} d\underline{A} = 0$$

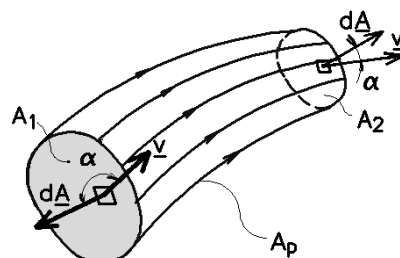
Ha feltételezzük, hogy A_1 és A_2 keresztmetszetekre a sebesség merőleges, az A_1 keresztmetszetben a sűrűség ρ_1 és A_2 keresztmetszetben ρ_2 sűrűségek állandó értékek, akkor

$$\rho_1 \bar{v}_1 A_1 = \rho_2 \bar{v}_2 A_2$$

alak is érvényes (ahol v_1 és v_2 átlagsebességek A_1 és A_2 keresztmetszetekben). Így stacionárius áramlás esetén a q_m [kg/s] tömegáram az időben állandó.

Az ideális folyadék a valósággal ellentétben homogén, sűrűdésmentes és összenyomhatatlan. Ezért a gyakorlatban olyan áramlásokkal találkozunk, amelyekben a sűrűdéses közeg deformációjának hatására csúsztatófeszültségek és húzófeszültségek is ébrednek, tehát örvényességgel minden esetben számolni kell. Az állandó sűrűség és viszkozitás esetén érvényes mozgásegyenlet a Navier-Stokes-féle egyenlet a dolgozat korlátozott terjedelme miatt nem kerül részletes ismertetésre, csak annak egyszerűsített vektoriális alakja:

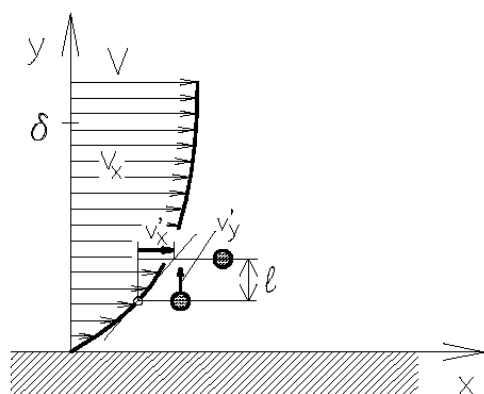
$$\frac{d\underline{v}}{dt} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p - \nu \text{rotrot } \underline{v}$$



8. ábra: Áramcső (SZLIVKA, 1998)

Az egyenlet az áramlás örvényessége és a súrlódás közötti kapcsolatot mutatja. Potenciális áramlás ($\text{rot } \underline{v} = 0$) és állandó örvényességű áramlás esetén a súrlódásnak nincs szerepe, a Navier-Stokes-egyenlet az Euler-egyenletbe megy át. A Navier-Stokes egyenletnek nincs általános megoldása. Az egzakt megoldás helyett modell-kísérleteken alapuló összefüggésekkel számolnak a gyakorlatban. (SZLIVKA, 1998)

2.6.2.1. Légmozgás a felszíni határrétegben



9. ábra: A folyadék rész mozgása turbulens határrétegben (LAJOS, 2004)

Az áramlási teret a felszín közelében lévő hőmérséklettel és hőmérsékleti gradienssel jellemezhető (hőmérsékleti) határrétegre és azon kívüli térre oszthatjuk. A határrétegben és annak határán lejátszódó folyamatokra a turbulens áramlások, az örvények egymásra hatása és a keveredés van hatással. A határréteg, és az azon kívüli térre való felosztást indokolja a Navier-Stokes-féle egyenlet fenti alakja, hiszen ha a felszín közelében az áramlás örvényessége ($\text{rot } \underline{v}$) nagy, így a hely függvényében gyorsan változik, ezért a súrlódás

hatását kifejtő tag ($\underline{v} \text{ rot rot } \underline{v}$) abszolút értéke is nagy. Ha ideális esetben az objektum körüli áramlás örvénymentes áramlásból származik, akkor az áramlás bármely határrétegen kívül eső pontjában $\underline{v} \text{ rot rot } \underline{v}$ értéke nulla, azaz a súrlódásnak a határrétegen kívül az áramlásra nincs hatása.

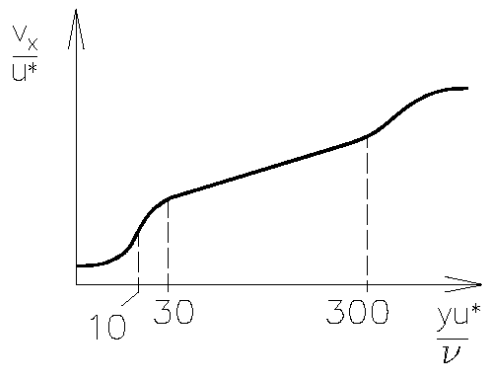
A határréteg vastagsága δ [m] a következő képletből számítható:

$$\frac{\delta}{x} \cong \frac{5}{\sqrt{\text{Re}_x}},$$

ahol x [m] a felszíntől mért távolság, Re_x a határrétegen kívüli áramlási sebesség V_x [m/s] és ν [m^2/s] kinematikus viszkozitás hányadosaként képzett Reynolds-szám.

A turbulens határrétegben kisebb-nagyobb méretű folyadékrészek, örvények mozdulnak el a főáram sebességére merőlegesen a különböző sebességű rétegek között. A turbulens határréteg $v_x(y)$ sebességmegoszlása látható, a határréteg vastagsága δ amelynél v_x megegyezik a határrétegen kívüli V sebességgel. Az ábrán nullponttal jelölt folyadékcsoomag az áramlási irányra merőlegesen l méter keveredési úthosszt tud megtenni v'_y sebességgel (9. ábra).

A turbulens határrétegnél a felszín jelenléte megakadályozza a közvetlen közelében lévő rétegben az örvények kialakulását, azaz a falra merőleges mozgást, ezért itt a viszkozitás dominál. Az univerzális (logaritmikus) faltörvény és Newton viszkozitási törvénye alapján a viszkózus alaprétegben a sebességmegoszlást a



10. ábra: A turbulens határréteg

$$\frac{v_x}{u^*} = \frac{yu^*}{\nu}$$

összefüggés írja le, ahol u^* a súrlódási sebesség. Az ábrázolt féllogaritmikus diagramm (10. ábra) a dimenziótlan altávolság $y^+ = yu^*/\nu$ függvényében ábrázolja a dimenziótlan v_x/u^* mért sebességet. A fenti összefüggéssel leírt lineáris sebességmegoszlást követve alulról domború görbét ad, $y^+ \leq 10$ tartományban a viszkózus súrlódás dominál, $10 \leq y^+ \leq 30$

között átmegy a logaritmikus faltörvényt leíró egyenesbe, ahol $30 \leq y^+ \leq 300$ között kialakult a turbulens áramlás, az $y^+ \geq 300$ tartományt rendezett áramlás jellemzi, amelyet csak helyenként zavarnak meg az alatta elhelyezkedő turbulens zóna örvényei.

Mivel a határrétegben változik legrohamosabban a sebesség, ezért itt a legnagyobb a deformációsebesség és itt kell a legnagyobb csúsztatófeszültséggel számolni. Az áramvonalas testek esetén nem jön létre határréteg leválás. A helyi súrlódási tényező (c'_f) alacsony értéke miatt kis erő hat ezekre az objektumokra. A helyi csúsztatófeszültség annál kisebb, minél nagyobb Reynolds-szám (Re_x) mellett marad lamináris az áramlás. Áramvonalas objektumok esetén (pl. szárnyprofil) célszerű a lamináris-turbulens áramlást az áramlás irányába minél hátrább kitolni. Erdőszegély és erdőszáv esetén a feladat a felületi érdesség növelése, ami az áramlás lassításával segíti a csapadékkihullást.

Az áramlás lassulása (egyben nyomásnövekedés) a lamináris határréteg turbulensbe történő átalakulását segíti, így kialakul a határréteg leválás és a turbulens visszafekvés. Az erdőszegélyhez közel lévő folyadékreszket nemcsak a nyomásnövekedés, hanem az áramlás irányára merőleges felületen keletkező csúsztatófeszültség is fékezi. A szegély közelében a folyadékreszkecskék rohamosan lassulnak és a határréteg rohamosan vastagszik.

A határréteg (későbbiekben az erdőállomány) kilépőele mögötti leválás következtében leválási buborék és nyom keletkezik. A nyom az objektum mögötti térrész, ahol az állomány hatása befolyásolja az áramlást, egyben tartalmazza a leválási buborékot, ahol a sebességek kisebbek, mint a zavartalan áramlásban (annak 10-20 %-át teszi ki). Benne a nyomás állandó és közel megegyezik azzal, amit egy erdőszegély által kitöltött buborékban mérnénk. Általában nagy a turbulenciafoka. Tompa testeknek nevezzük azokat az objektumokat, ahol a határréteg leválás jelentősen befolyásolja a körülvevő áramlást és így a testre ható erőket.

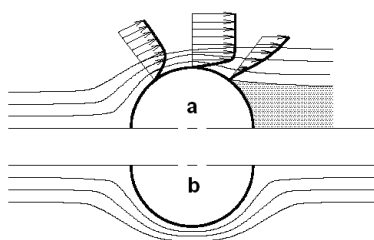
Nemcsak a kilépőélnél következhet be leválás, hanem a homlokfal éles kerületén is történhet határréteg leválás, és így a belépőél mögött is kialakulhat a *leválási buborék*. A leválási buborékban uralkodó nyomást a leválás helyén lévő nyomás határozza meg. Minél nagyobb a sebesség és a leválási helyén a nyíróréteg érintővektora (a határrétegen kívüli sebesség érintővektora) között bezárt szög, annál kisebb a nyomás a leválási buborékban (nagyobb az

ellenállástényező is). Minél jobban görbülnek az áramvonalak a leválás környezetében, (Euler-tétele szerint) annál nagyobb a depresszió a leválás környezetében.

A zárt erdőállományra ható ellenálláserő legnagyobb részét a homlokfali ellenállás teszi ki és éles belépőél (szegély nélküli zárt állomány) esetén ez dominál. Megfelelő lekerekítés esetén (szegély-átmenet) a torlópont körül keletkező túlnyomásból származó ellenálláserőt egészében képes ellensúlyozni a kerületi lekerekítés helyén keletkező depresszió (a zavartalan áramlás nyomásánál kisebb nyomás).

A fatörzsek, mint henger körüli áramlás is hasonló tulajdonsággal bírnak, mint a korábban vázoltak. Az 11. ábra felső részén a henger körüli határréteg leválás áramképe látható.

Míg a súrlódásmentes közeg (b) esetén nem hat erő a hengerre, a valóságos (a) állapotban a henger áramlással szembenező homlokfalán a közeg csökkenő nyomás irányában gyorsulva áramlik (itt a súrlódás ellenére sincs leválás), a hátsó részen a fal melletti közegrészek a növekvő nyomás irányába áramolnak és határréteg leválás következik be. A leválás következtében módosul az áramkép: a lassuló áramlás kezdete és a helye is az áramlás irányával ellentétesen mozdul.



11. ábra: Henger körüli áramlás (a) valóságos és (b) ideális esetben (LAJOS, 2004)

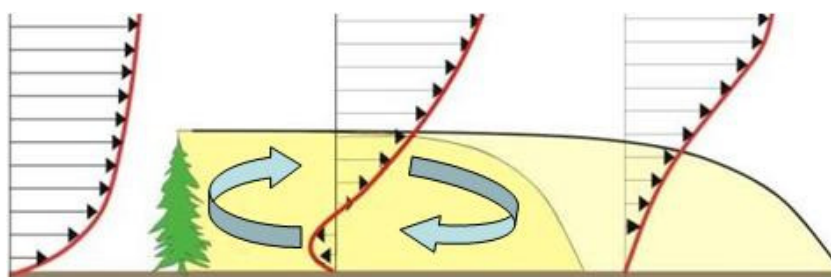


12. ábra: Áramlási vonalak és örvénysor fakorona mögött (RUCK, 2008)

A kialakuló egyensúlyi állapotban a leválás helye kb. 20° -al az áramlásra merőleges átmérő előtt állandósul. A henger két oldalán felváltva leváló ún. *Kármán-féle örvénysor* alakulhat ki (12. ábra). Általában érvényes, hogy a henger után lelassult áramlás a fennálló nagy turbulenciafok mellett a nyomban egyenletesen erősödik.

A határréteg léte szekunder áramlást okozhat (állományon belüli áramlások). Ezek keletkezésére számíthatunk, ha a görbült áramvonalak síkjával párhuzamos felületen határréteg keletkezik. A szekunder áramlás a határrétegben lelassult és forgó közegrészeket a leváláshoz hasonlóan a főáramba viszi (13. ábra), amely a leválással együtt előidézi az örvényesség konvektív transzportját az áramlási tér belsejében. (LAJOS, 2004)

Az erdőállományok áramlási viszonyát a földi légkör alsó pár 100 méterében vizsgáljuk, mivel az itt zajló áramlások hatnak a vegetációra, illetve a vegetáció közvetlenül erre a légréteg hat vissza. A következő fejezetekben az erdőállományok egyes részeiben végbemenő áramlási folyamatokat szeretném részleteiben bemutatni, amelyek egymásba fonódva komplex képet adnak az állomány belsejében és környezetében zajló áramlási viszonyokról.



13. ábra: Szekunder áramlás és határreteg leválás kialakulása egyedülálló fa után (Ruck, 2008 alapján)

A légkör egyik legfontosabb jellemzője a hőmérséklet változása a magasság függvényében, amelyet függőleges irányú hőmérsékleti gradienssel jellemezzük: az egységnyi magasságkülönbségű légrétegek hőmérsékletkülönbsége ($^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). Ideális állapotban a levegő hőmérséklete 100 méterenként 1°C -kal csökken, ebben az esetben a függőlegesen elmozduló légtömeg bármely magasságban a környezetével megegyező hőmérsékletű és sűrűségű is lesz. Ennek eredményeképp a függőleges kicserélődést hőmérsékletkülönbségből adódó sűrűségkülönbség nem akadályozza, de nem is idézi elő.

Az eltérő hőmérsékletretegződésű légtér kialakulását a hősugárzás és a konvekció befolyásolja. A felmelegedett talaj hője egy részét a talajközeli légrétegnek átadja, így itt labilis állapot alakul ki, amely az átkeveredést előmozdítja. Nagy szélesség esetén a termikus hatásoktól függetlenül is jól átkeverednek a légrétegek, intenzív hőcsere jön létre köztük, ami hosszabb távon a termikus egyensúlyhoz (semleges állapot) közelít.

A légkör stabilitása többek között befolyásolja a szennyezőanyagok terjedését. Stabil légállapot esetén, amikor a szél örvényessége és a légtömegek függőleges cserélődése feltehetően csekély, a szél a szennyezőanyagokat nagy távolságra is elszállítja. Labilis állapotban viszont, amikor a függőleges légcseréje intenzív és a szél erősen örvényes, a szennyezőanyagok kis távolságon belül szélesen szétterülve felhígulnak. (GÁCS - KATONA, 1998)

Tapasztalatok szerint feltételezhető, hogy erdőben a hőmérséklet a környezeténél általában alacsonyabb, tehát az erdő és a felette lévő légréteg közti hőmérsékleti gradiens nagyobb, mint a nyílt területé. Ez labilis állapotként írható le, ami az erdő légtere és a felette lévő réteg között intenzív légcserét feltételez, ami mintegy beoldja a légszennyező anyagokat az erdőállományba. Ha mindehhez azt is feltételezzük, hogy az erdőállománynak saját belső légköre is van, mindez elősegíti az erdő légszennyezőanyag megkötő hatását.

Amikor a szél és erdő kapcsolatát a szél idő és térbeli változásainak irányából közelítjük meg, alapvetően a szélesség függőleges mentén történő alakulásával és az áramló levegő mikrostruktúrájával kell foglalkozni.

Ismert tény, hogy a szélesség a felszíntől távolodva növekszik. Az erre vonatkozó legegyszerűbb összefüggést HELLMANN hatványfüggvénnyel írta le:

$$\bar{v} = \bar{v}_1 h^{\alpha}, \text{ ahol}$$

$v = a$ h magassághoz tartozó átlagos szélesség,
 $v_1 =$ az 1 méteres magasságban mért átlagos szélesség,
 $h =$ vonatkoztatási magasság,
 $\alpha =$ kitevő, amelynek értékét a felszín érdessége, a hőmérsékleti rétegződés,
 valamint a h határozza meg (α nagysága 0,14-0,40, átlag 0,30)

A légkör *termikus rétegződése* kihat a szél profiljának függőlegességére. Erős szél esetén ez a hatás elenyészően kicsi, ha erős turbulencia lép fel. A gradiens-sebességnek annyiban van hatása, hogy az erős szél magassággal kapcsolatos sebességnövekedése kisebb (a terepi egyenetlenségek a döntőek), mint a gyenge szélé.

A szél magasságtól való függését ROSS és MONTGOMERY írta le logaritmikus hatványfüggvénnyel (ami 2-10 m/s-os tartományban jól használható):

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^{\alpha'}$$

ahol $\alpha' = a$ felszín jellegét (egyenetlenségét) tükröző változó
 (sík terület 0,12-0,18; erdős síkon 0,28-0,35)
 $v_2 =$ 10-15 méter magasságban mért szélesség

A szélesség csak egy bizonyos h_0 érdességi szint után kezd a hatványfüggvénynek megfelelően növekedni, mint ahogy azt a 10. ábra a turbulens határréteg esetén szemléltette.

$$h_0 = h_1 \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^{\frac{v_1}{v_2 - v_1}} \quad [\text{cm}], \text{ ahol } v \text{ [cm/s] sebesség, } h_0 \text{ értéke } 0,2-10 \text{ cm}$$

Ha a felszín jellege olyan, hogy a szél „simább” területről érkezik az egyenetlenre (erdős területre), akkor a sebesség csökkenni fog a felszíni rétegben. A nagyobb felszíni súrlódás hatására sebességcsökkenés következik be és a növekvő nyíróerők által kiterjed az egész légtömegre. (TÓTH, 2004)

A levegő viszkozus anyag, ennek következtében fontos a belső súrlódása is. A belső súrlódás jellemzésére a dinamikus és a kinematikus súrlódás szolgál, amely értékek a légnyomástól és a hőmérséklettől függenek. A viszkozitási értékek alapján a levegő még lassú áramlás esetén is turbulens, azaz örvénylő mozgású. Ha a *Reynolds-szám* alacsony ($Re < 2500$), lamináris áramlás, ha viszont nagy ($Re > 25000$), turbulens légmozgás alakul ki, ilyenkor a súrlódóerők hatása viszonylag kicsi a tehetetlenségi erőkhöz képest. A belső súrlódástól függően az áramlásban sebességkülönbség alakul ki. Mindezeknek a talajmenti légtérben kialakult mozgásokban jut fontos szerep, mivel a talajmenti térben kialakuló hőmérsékletkülönbségek hatására a légrétegek belső súrlódása is jelentősen különbözik. Az alsó légréteg a súrlódás és viszkozitás miatt mindig kisebb sebességgel áramlik, mint a felsőbb rétegek. (HUSZVAI et AL. 2004)

Az ismertettett áramlástani mutatók alapján vált lehetővé a szél számszerű (numerikus) jellemzése. A szél turbulens jellege a különböző anyagok térbeli terjedését segíti. A sebesség növekedésével nő az örvényesség és így a mozgásmennyiség függőleges átvitele is. Így felszíni eredetű anyagok juthatnak a légkör magasabb rétegeibe, illetve a különböző légtéri anyagok koncentrációkiegyenlítődése válik lehetővé.

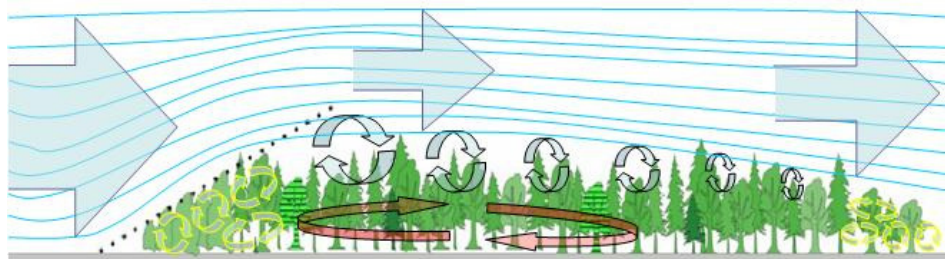
A horizontális és vertikális szállítódás folyamatos, mert mindig újabb energia jut a felszínre, ezt a folyamatot *turbulens diffúzió*nak nevezzük, amelyben a talajmenti határrétegnek fontos transzfer szerepe van. A légtér anyagainak továbbítását a tömeg kicserélődés folyamata biztosítja, amelynek áramlástani alapja a turbulens légmozgás, ezt az „anyagcserét” a *kicserélődési együttható* (A) fejezi ki, amely megmutatja, hogy 1 cm² vízszintes felületen időegység alatt mekkora légtömeg áramlik át a turbulens mozgás következtében. A kicserélődési együttható több folyamat együttes következménye, így lehet turbulens, konvektív vagy sugárzási kicserélődésről beszélni. A turbulens kicserélődés tehát az áramlás örvényes jellegéből következik. A konvektív kicserélődés során a talaj mentén felmelegedett levegő könnyebbé válik, felemelkedik és helyére hűvösebb levegő áramlik. A sugárzási kicserélődés abban nyilvánul meg, hogy nyugalmi állapotban az anyagok több energiát sugároznak ki, mint amekkora a visszasugárzás. (SZÁSZ - TÖKEI, 1997)

2.6.2.2. Transzportfolyamatok az erdősávokban

Napjainkban, amikor egyre érezhetőbbé válnak a légszennyezettséggel járó problémák, felértékelődik az erdők légtisztító szerepe. A faállományok léte megnöveli a felszín érdességét, örvényeket idéz elő az áramló levegőben, levelei és ágai nem csak a csapadékot fogják fel, de a port, nehézfémeket, kén-dioxidot, freonokat stb. is kiszűrik.

Légkörünk CO₂-egyensúlyának javítása mellett jelentős szűrő hatást fejtenek ki az erdőállományok a nyomgázok és aeroszolok irányában is, azonban ez a környezetvédelmi hatás szennyezett levegőjű térségekben az erdőállományokra nézve végzetes is lehet.

Egyenetlen felületüknel fogva segítik a határréteg alsó súrlódási rétegében a légörvények kialakulását. A legerősebb turbulencia az erdőszegélyben és a koronatérben alakul ki, az áramlások sebessége a felszínhez és az erdő belsejéhez közeledve folyamatosan csökken.



14. ábra: Az örvényesség által befolyásolt áramlási folyamatok sematikus ábrája RUCK (2008) alapján

Az örvényesség hatására a szállított részecskék a levelek felszínére, a légyszárúak felületére és az aljzatra ülepednek. A turbulencia mértéke elsősorban a koronaszint egyenetlenségétől függ (mint ahogy azt láttuk az áramlástan részben: leválás, határreteg, légbuborék képződés), míg az aeroszolrészecskék „megtapadását” a levélfelületi index (LAI), a levelek felületi tulajdonságai és a koronaszervezet befolyásolják. (MÁTYÁS et AL. 2005)

Kiemelkedően nagy ülepedési értékeket mértek nagy felületi érdességű (α) lucfenyvesekben. A 7. táblázat a különböző felületi típusokat hasonlítja össze érdességük szerint. (GORICSÁN, 2004)

Érdességi osztály	Kismértékben érdes	Közepesen érdes	Érdes	Kiemelten érdes
Felület típusa	Jég, hó, vízfelület	Mező, rét, szántó	Park, elővárosi terület	Erdőterület, nagyvárosi terület
h_0 [m]	$10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5} - 10^{-1}$	0,1 – 0,5	0,5 - 2
α	0,08 – 0,12	0,12 – 0,18	0,18 – 0,24	0,24 – 0,4
d [m]	≈ 0	≈ 0	$\approx 0,75 \cdot h$	$\approx 0,75 \cdot h$

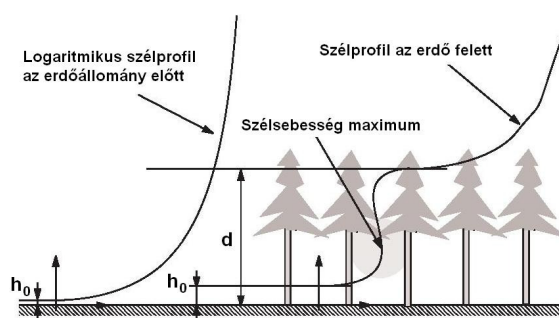
7. táblázat: Különböző érdességű felületek tulajdonságai (VDI, 2000)

A profileltolás magassága (d) a sebességprofil érdességi elemek (itt fák) miatti eltolódását jelenti, értéke függ az érdesség alakjától, méreteitől és sűrűségétől. A h_0 itt az ún. érdességi magasság vagy érdességi szint, amellyel a határretegeknél már foglalkoztunk.

Az erdőállományokban megvalósuló száraz és nedves kiülepedés a szabadföldi értékek többszöröse is lehet. A levelek felületén megtapadt szennyezőanyagokat vagy a csapadék mossa le vagy lombhullással jutnak a talajra, így belátható, hogy az erdei csapadékok szennyezettsége többszöröse is lehet az állományon kívülinek.

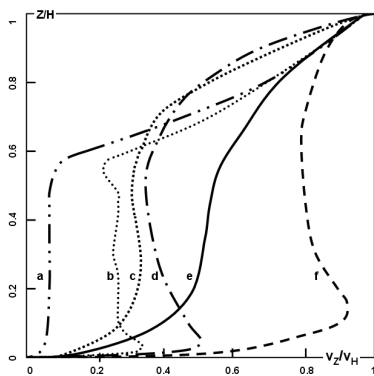
2.6.3. Szélprofilok

Az erdőállományokban is a sík felszínre leírt törvényszerűségek alapján valósul meg a levegő áramlása. Az erdő széléhez érve az áramló levegő sebességmezői megemelkednek, az áramvonalak sűrűsödnek. A 15. ábra szerint d az úgynevezett *0-pont eltolódás*, értéke az érdességi szint és a



15. ábra: Logaritmusos sebességprofil nyílt területen és erdőállományban NÜTZMANN (1999) alapján

lombkorona szerkezete szerint – az ún. aerodinamikailag aktív zónában – változik. Az átlagos famagasságot (H) ismerve tapasztalati összefüggés szerint számítható az érdességi szint ($\log h_0 = 0,075 \cdot H$). Mivel csak átlagolással adhatóak meg az erdőállományra jellemző méretek, magán az



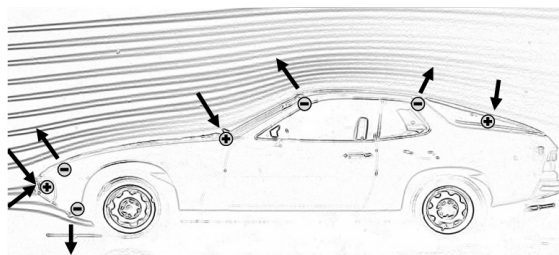
16. ábra: Erdőállományok szélprofiljai (ANDRÁSSY, 2003)

(a) gyapottültvény, (b) duglászfenyő erdő, (c) tűlevelű erdő aljnövényzettel, (d) nem záródott tűlevelű erdő aljnövényzet nélkül, (e) lombos állomány aljnövényzettel, (f) zárt tűlevelű állomány

erdőállományon belül is változatos képet mutat a szélprofil alakulása az állományszerkezet és a lombkorona függvényében.

A koronaszintben a szélesség kissé alábbhagy, és majdnem független a magasságtól, a faállomány felett megerősödik. Mivel közvetlen kapcsolat áll fenn a levélfelületi index és a szélesség között, természetesen az éppen fakadó levélzet kisebb mértékben lassítja az áramlást, mint a kifejlett lombzat. Napi menet figyelhető meg az áramlásban a hőmérsékleti rétegződés változásának köszönhetően, amely segíti az erős szellőkések távoltartását is. A 16. ábra különböző erdőállományokban mutatja a szélprofilbeli különbségeket.

Látható, hogy az aljnövényzet nélküli (b, d) és ritka aljnövényzetű (c, f) erdőkben a talajsínt közelében is nagyobb szélességgel számolhatunk (második szélességi maximum), míg az aljnövényzet (cserjeszint) a szélesség magassági növekedésének a szabadterületi szélprofilhoz hasonló állapotot eredményez.



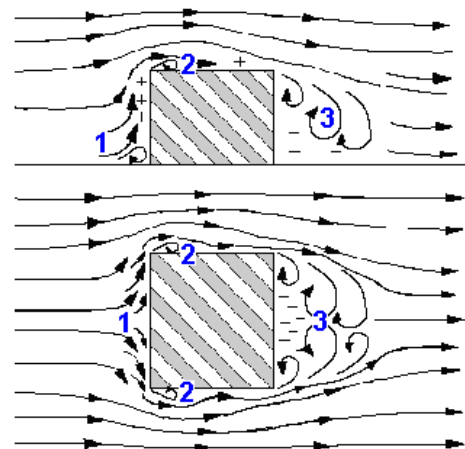
17. ábra: Személyautó körüli áramlás (LAJOS, 2004)

(GROB, 1993)

Ha egy erdősávot át nem eresztő áramlási felületként képzelünk el, hasonlóan viselkedik, mint az áramlástani kísérletekből jól ismert lakóház- vagy autómódel. Az 17. ábrán a zavartalan áramláshoz képest kialakuló (+) túlnyomást és (-) depresszió (külsőhöz képes kisebb nyomást) erdő esetén is hasonlóan alakul.

Az 18. ábra tömör erdőállományt ábrázol, amely homlokfalához közeledő áramlás lelassul, torlódik (1) és a fal közelében sebessége zérushoz közelít. A szélnek kitett oldal (lúv) belépőele környezetében az áramlás leválik, mögötte (a lombkorona felett) leválási buborék (2) képződik, amely végighúzódnak a lombkorona felett. A leválási buborékon belül jelentős turbulencia áll fenn. A szélvédett oldali szegély (kilépőél) mögött szintén egy leválási buborék (3) képződik, amely magában hordozza az örvényesség és a sebességcsökkenés jelenségét. Az erdőállomány után a szélesség 10-20-szoros magasság távolsága után éri el a szélnek kitett oldali szabadtéri sebességet.

A valóságban az erdő szerkezete porózus anyagként viselkedik. Oldalai és koronaszintje



18. ábra: Áramlás tömör tárgy környezetében LAJOS (2004) nyomán

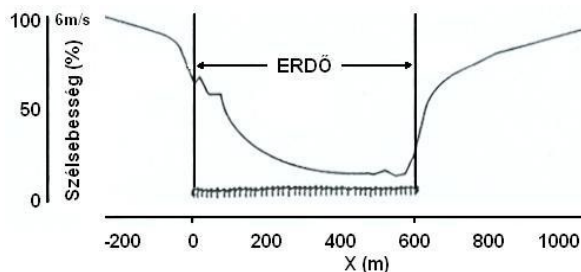
átjárható, így különböző légáramlási viszonyok alakulnak ki benne.

A szegély nélküli erdő esetén a szélnyomásnak kitett oldal törzsei közt már átengedi a szelet, lombkoronája felett áramlásleválás történik. Az áramlásleválás által keltett örvények ekkor már nem csak a koronák feletti határréteget érintik, hanem belenyúlnak a lombkoronába. A nyílt területől érkező szél az állományban lelassul. FRITSCHEN et AL. (1969) szerint kb. 60 méterig (megközelítőleg az állománymagasság 2-3-szorosáig) egyensúly alakul ki. Az első pár fasor törzsei közt áramló szél gyorsul, ezután exponenciálisan lassul. Az erdő szélvédett oldalán az eredeti szélesség csak 20-szoros távolságban áll helyre. FLEMMING (1964) szerint a szegélyzónák szélviszonyai exponenciális függvényekkel leírhatók. A szegélyek hatását főként a porozitásuk és a szél beesési szöge határozza meg. A szegélyklíma átmeneti képződmény az erdő törzstér-éghajlata és a szabad terület között. (GROB, 1993)

Az erdőtest szélesség csökkentő hatása a szélnek kitett oldalon már az állománymagasság 10-szeresénél megfigyelhető (a 20. ábra szerinti -200 métertől). A szegély környezetében közvetett határréteg alakul ki, amely elválasztja a szabadföldi és az állománybeli áramlásokat, a kettő kiegyenlítődése rövidtávon (50-150 méter) megtörténik. A szélesség az állománysegélyben már csak 70 %-a, az erdőtest belsejében 10 % alá csökkenthet. (BÍRÓNÉ, 2005)

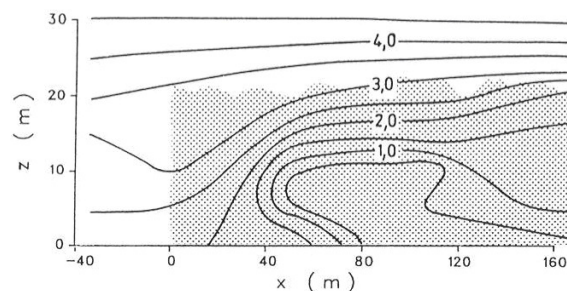
Az erdőtest szélesség csökkentő hatása a szélnek kitett oldalon már az állománymagasság 10-szeresénél megfigyelhető (a 20. ábra szerinti -200 métertől). A szegély környezetében közvetett határréteg alakul ki, amely elválasztja a szabadföldi és az állománybeli áramlásokat, a kettő kiegyenlítődése rövidtávon (50-150 méter) megtörténik. A szélesség az állománysegélyben már csak 70 %-a, az erdőtest belsejében 10 % alá csökkenthet. (BÍRÓNÉ, 2005)

A 20. ábra alapján már a szegélytől 200 méteres távolságban fokozatos, majd a közvetlen közelében rohamos szélesség (10 méteren mért érték) csökkenés figyelhető meg. Látható, hogy a porózus szegély sűrűsége hogyan befolyásolja a különböző sebességi értékekhez tartozó áramvonalakat, továbbá jól megfigyelhető az aljnövényzet lassító hatása is. A szegélyt követő állományrész már közel 50 %-os sebességcsökkenést eredményez, amely 200 méter után már 25 %-hoz közelít és az állomány további részeit már 0,6 m/s alatti érték jellemzi.



20. ábra: Szélesség a felszín közelében (GROB, 1993)

Az erdőtest szélesség csökkentő hatása a szélnek kitett oldalon már az állománymagasság 10-szeresénél megfigyelhető (a 20. ábra szerinti -200 métertől). A szegély környezetében közvetett határréteg alakul ki, amely elválasztja a szabadföldi és az állománybeli áramlásokat, a kettő kiegyenlítődése rövidtávon (50-150 méter) megtörténik. A szélesség az állománysegélyben már csak 70 %-a, az erdőtest belsejében 10 % alá csökkenthet. (BÍRÓNÉ, 2005)

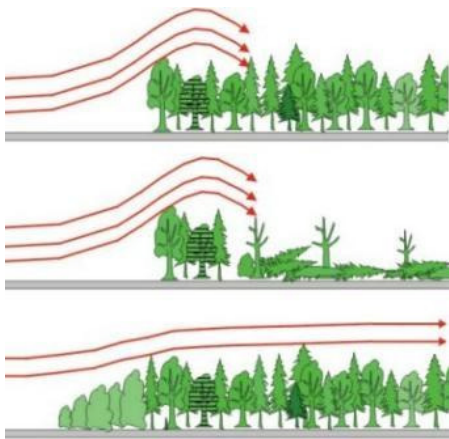


19. ábra: Szélességi (m/s) keresztmetszet az erdőszegélyben (GROB, 1993)

A légmozgás behatolási mélysége függ az erdő korától, szerkezetétől (szinteztettség és törzshálózat), fafajainak tulajdonságaitól, a cserjeszinttől és az aljnövényzettől. Sűrű cserjeszint esetén teljes szélcsend is kialakulhat, hézagos törzstér esetén áramlási folyosók is kialakulhatnak.

A széliránynak és a légköri rétegződésnek is nagy hatása van szélesség-görbe alakulására. Erősebb légmozgás főleg felülről jut be az erdő belsejébe, kicserélődés útján jut a cserjeszintig és a talajra. Gyenge szél esetén a levegő áramlása a koronaszint felső határára korlátozódik. (WILSON, 1985)

AZ erdő és környezete között az állományszegély képezi az *átmeneti (puffer) zónát*, fokozatos átmenetet biztosít, a cserjék fölé kisebb fák, majd magasabb, általában aszimmetrikus (zászlós) koronájú fák magasodnak, így az erdő törzsterét a széleken hasonló szerkezetű lombzat zárja. A jól kialakított erdőszegély nem csak ökológiailag jelentős, de fékezi a törzster és a külső légtér közti transzportfolyamatokat (áramlást), így a talajfelszín evaporációját. A romboló erejű szelet fokozatosan emeli a faállomány fölé, ezzel csökkenti viharhárokat.



21. ábra: A „viharálló” szegély kialakítása (RUCK, 2008)

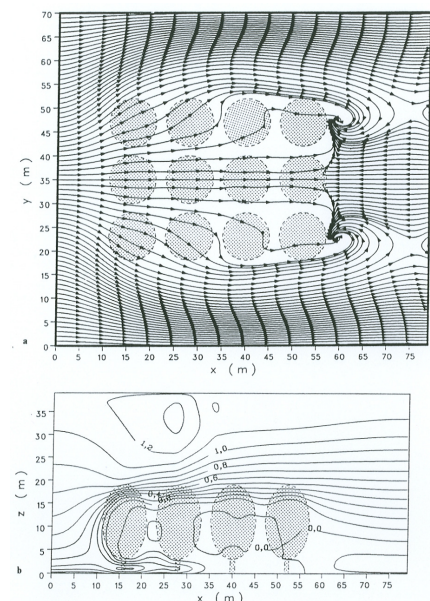
A faállományba hatoló szél ereje a szegélyen törik meg, itt hull ki a legtöbb csapadék és szennyezőanyag. Árnyékhatás is érvényesül, a télen lerakódott hó nehezebben olvad. Ahol nem zárt a szegély, a faállomány alól nappal hűvösebb levegő áramlik ki (nappali szél). Az éjjeli visszaáramlás nehezebben valósulhat meg, mert a külső és belső tér hőmérsékletkülönbsége kisebb, a törzster levegőjének konvektív áramlását a koronaszint fékezi, a felszínén lehűlt levegő a szegélyen „lecsorogva” útjába áll az erdő belseje felé tartó advektív áramlásnak. (SZÁSZ - TŐKEI, 1997)

A szegélyzóna helyes kialakítása mellett a törzsterbe bejutó szél erejének fokozatos csökkentését célozza a sűrűsödő ültetési hálózat, amely a torlódó áramlást felszabdalja, kisebb szélcsatornákra bontja, amelyek erejével szemben a sűrűn ültetett belső hálózat ellenállóbb.

A lombkorona alatti törzster áramlásait főként a nyomásgradiens változása, a lombkorona örvényes áramlási viszonyai, a törzsek térbeli mintázata és az erdőszegélytől mért távolság határozzák meg.

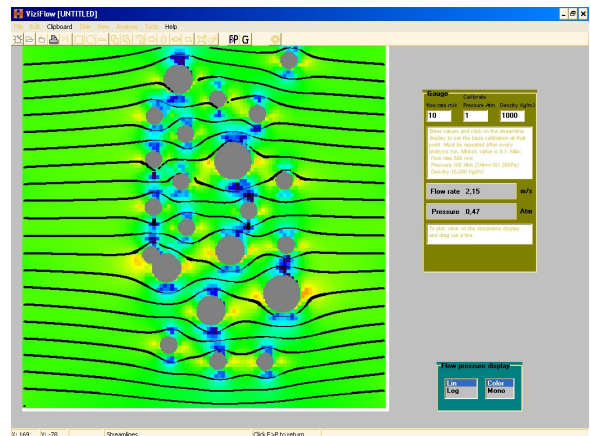
2.6.4. A modellezés lehetőségei

Az áramlások láthatóvá tétele az értékelés fontos eszköze. A fent bemutatott eredmények nagy része laboratóriumi modellezés eredményein alapszik. A legfontosabb törvényszerűségek (pl. Navier-Stokes egyenlet) és anyagi jellemzők (Re , α) figyelembevételével szemléletes és élethű modelleket lehet előállítani terepasztalon vagy képernyőn.



22. ábra: Áramlási viszonyok facsoportban 1 m magasan (fent) és annak vízszintes metszetében (lent) (GROB, 1993)

Mind a vizsgált tárgy, mind annak környezete minden lényeges geometriai részletében a valóság arányos kicsinyítésével készüljön és az áramlást meghatározó legfontosabb erők (súlyerő, tehetetlenségi erő, sűrűlási erő, nyomásból származó erő, felületi feszültségből származó erő) egymáshoz való viszonya a modellkísérlet során legyen ugyanolyan, mint a valóságban. A modell az eredetihez hasonló jelenséget a hasonlóságelmélet által meghatározott feltételek teljesülése esetén valósítja meg. Két jelenség (az egyik az eredeti, a másik a modell) hasonlóságát a leíró differenciálegyenletek és az ún. egyértelműségi feltételek (kezdeti és peremfeltételek, értelmezési tartomány) dimenziótlanított formáinak azonossága biztosítja. A követelmények az esetek többségében nem elégíthetők ki maradéktalanul, hiszen ugyanazon viszkozitás mellett a modell-esetre igen nagy szélsatorna-sebességek adódnának, így a Reynolds-számok azonosságát a kísérletek során többnyire nem követelik meg.



4. kép: A ViziFlow 2D szimulációs szoftver (VIZIFLOW, 2008)

A valósághű modellezés nagy lehetőségeket nyújt, amelyek az erdőszeti kutatásban is jól hasznosíthatóak: szélsatorna-kísérletek, számítógépes modellezés (4. kép) vagy homokeróziós kísérletek, amelyek hasonlóan, mint a szél hatására hóban kialakuló alakzatok (5. kép), és jól szemléltetik például a törzs körüli áramlást.

A mikroklíma-vizsgálatok azt kutatják, hogy mennyiben határozza meg a környezeti paramétereket vagy a környezetszennyező anyagok terjedését és ülepedését a szél. Mindezt az áramlástan alátámasztja azokkal a fizikai törvényszerűségekkel, amelyek leírják a légáramlatok útját. A modellezés segít akkor, amikor képletekkel kevésbé magyarázható egy jelenség, jelen esetben megmutathatja azt a rendszert, amelynek elemeit dolgozatomban kivonatossan összefoglaltam.



5. kép: Törzskörüli áramlás kirajzolódása hóban (a szerző felvétele)

A dolgozat korlátozott terjedelme miatt nem volt céлом részletesen kitérni a levélfelületi index, a domborzati változások vagy a szélirány áramlásmódosító hatásaira. Ezek a témák is mind-mind külön dolgozatban történő feldolgozást érdemelnének.

Az erdőállományban a koronater áramlásait a felette kialakuló örvényesség, keveredési réteg alakítja, amely befolyással van a törzster áramlásaira is. Két-három famagasságnyira még az erdő szélsébséget befolyásoló hatásai érvényesülnek, e felett a felszíni réteg a domináns. Az erdőállomány belsejének áramlási viszonyait főként a faállományszegély, a lombkoronaszint, az erdő szintezettsége és az aljnövényzet (cserje- és gyepszint) befolyásolják. A szélsébséget és turbulenciát mérő eszközök és modellező eljárások fejlettek, de ezekkel csak idealizált felszín szélsébsége és turbulenciája írható le. A dombokon, hegyeken elhelyezkedő erdők áramlási viszonyai sokkal összetettebbek és kevésbé jól körülírhatók. Az erdőállományok komplex légáramlási modellezése elméletileg lehetséges, de nagy számítógépes kapacitást igényel. Rendelkezésünkre állnak eszközök, hogy a főbb áramlási karakterisztikákat leírjuk, de az örvényesség előrejelzésében és annak erdőre gyakorolt hatásában még van mit kutatni. (GARDINER, 2003)

A légáramlatokat mindig is misztikum övezte, amely napjainkban is több száz kutatót foglalkoztat. Számos erdőszeti szakember dolgozik azon, hogy törvényszerűségeket találjon az erdők és az oda csapadékot szállító vagy éppen a termőréteget elhordó légáramlatok között. A vizsgálatok mindig újabb és használhatóbb eredményeket hoznak, de a változók sokfélesége és az ember folyamatos felszínformáló tevékenységei miatt sosem ismerhetjük meg teljesen a mindennapi életünk majd minden percét befolyásoló szelek útjait.

2.7. Termőhelyre gyakorolt hatások

A közutak, mint vonalas létesítmények, ökológiai, vizuális és fizikai értelemben egyaránt határoló vonalat képeznek. Ezen „gát-hatás” mellett számos káros hatást írhatunk a közút fizikai jelenlétének számlájára. Megváltoztatják a tájképet, illetve szerves részét képezik annak. Élőhely feldaraboló mivoltukból fakadóan korlátozzák az állatok mozgását és a növények terjedését. Megváltoztatják a felszíni vizek lefolyásának és a talajvíz áramlásának irányát. Végül, de nem utolsó sorban, jelentős kibocsátóforrásként zaj- és légszennyezéssel befolyásolják környezetük állapotát. A csaknem folyamatos járműoszlop mint vonalforrás, jelentős káros anyag emisszióval bír, ami több tényezőnek a függvénye. A járművek műszaki jellemzői, a forgalom nagysága, összetétele, akadályoztatottsága, az út geometriai kialakítása és nem utolsó sorban az útpálya minősége befolyásolják.

2.7.1. A közúti környezetet terhelő szennyezőforrások

A közutakat kísérő fásítások talajszerkezeti, talajvíz és meteorológiai adottságait tekintve is különleges, szélsőséges termőhelyen találhatók. Az ősi közlekedési utak közvetlen környezetét főként a talajtömörödés, az útról lefolyó csurgalékvizek és az évszázados útkarbantartási munkák alakították. Az előbbiekhöz hozzájárult, hogy az 1950-es években végzett útfelújítási és karbantartási munkák nagymértékben hozzájárultak a termőhely átalakításhoz, illetve az új útszakaszok esetén az építési munkáknak köszönhetően változtak meg az eredeti termőhelyi adottságok. Természetesen nem szabad megfeledkezni arról sem, hogy a mezőgazdasági munkák, különös tekintettel a nagyüzemi növénytermesztés (vízelvezető árkok, területrendezések) és a közlekedő járművek mind a múltban, mind napjainkban befolyásolják az utak felszín feletti és talajszint alatti környezeti adottságait.

Külön említést igényelnek az utakat kísérő szélfogó (hó- vagy mezővédő) erdősávok, amelyek a korábbi erdő- vagy mezőgazdasági területen kerültek kialakításra. Ebben az esetben a termőhelyi adottságok jobban megőrződtek, mint a közutak közvetlen „építési” környezetében.

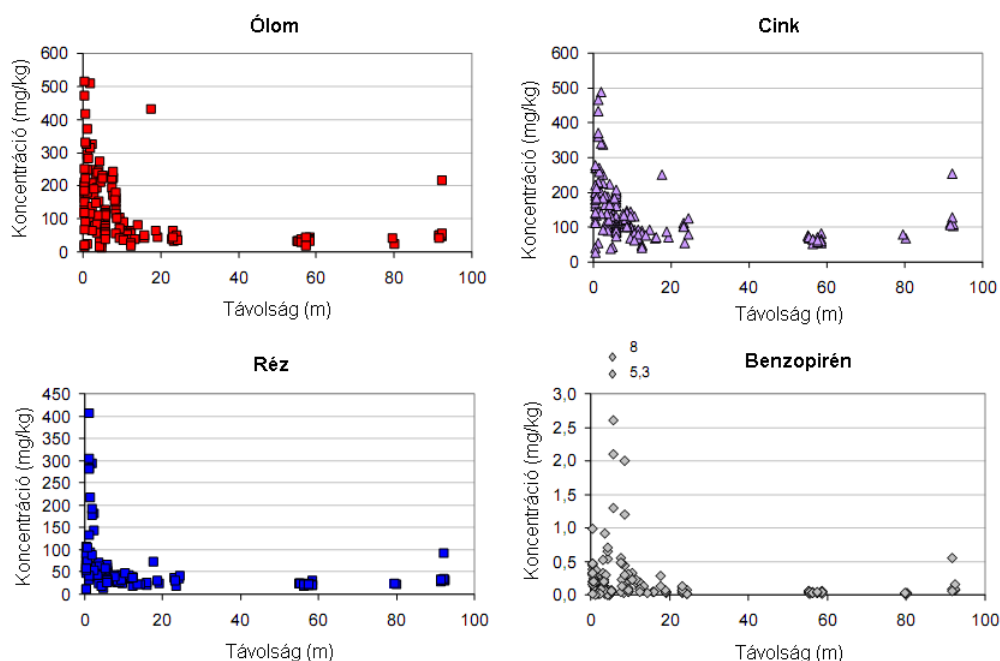
Az útszéli talajok minőségét döntően az útpályáról lefolyó csurgalékvízzel (por, gumi, korom) és a füstgázokkal a talajfelszínre jutó szennyezőanyagok befolyásolják. Ezeken a területeken tapasztalható, a közlekedési eszközök, és a fenntartási munkákból származó (aszfalt, kátrány), diffúz szennyeződés az útpálya szélétől távolodva és a talaj mélyebb rétegeiben szennyezőanyag-indikátorokkal jól követhető. Az útpályák környezetében található szennyeződés túlnyomó része nehézfémeket, policiklusos aromás szénhidrogéneket, olajszármazékokat, növényvédő szer származékokat, dioxin- és ftalát vegyületeket tartalmaz.

A szennyeződés mértékét az út közvetlen környezetétől távolodva egyre jobban az egyéb diffúz források határozzák meg. Ennek megfelelően a közutak környezeti terhelése 10-15 méter távolságig, mint vonalas szennyezőanyag kibocsátó forrás, (feltételezve, hogy a szennyezettség mértéke a távolsággal és a mélységgel csökken) az útkeresztszelvényhez igazított modellel jól leírható. Nagyobb távolságokban a talaj állapota már összetett terjedési modellekkel szemléltethető.

Habár az úttest vonalas forrásnak minősül, a rajta közlekedő pontforrások, a véletlen szennyeződések, és az útkarbantartási beavatkozások folytán a talajszennyezettség a legnagyobb változatosságot az útpadkán, az út szélétől mért 1-2 méteren belül mutatja. A nehézfémek nagy része a talaj felső 0-30 centiméteres rétegében koncentrálódik, a víz által szállított oldatok és emulziók szennyeződések (gyomirtók, sófélék, olajszármazékok) a talaj mélyebb rétegébe is lejutnak. A talaj felső rétegében a szénhidrogén-koncentráció elérheti a 700 mg-ot talajkilogrammonként. (MILJØSTYRELSEN, 2004)

A változatos eredményeket mutatják a 23. ábra grafikonjai az útpálya széléhez közeli 20 méteres távolságon belül. A közlekedés eredetű ólom (Pb), a cink (Zn), a réz (Cu) és a

szénhidrogén vegyületek biztosan megtalálhatóak az úttól távolodva 100 méteren belül a talaj felső 0-30 centiméteres rétegében. (FALKENBERG et AL. 2003)



23. ábra: Közlekedés okozta diffúz talajszennyezés (FALKENBERG et AL. 2003)

A hazai kutatások közül érdemes megemlíteni KÁDÁR (1993) kutatásait, amelyek az M-7 autópálya menti talaj és gyepnövényzet nehézfém tartalmának vizsgálatára irányultak. A benzinből származó ólom, a fékbetétek és súrlódó felületek kopásából eredő cink, réz és kadmium mellett több nehézfém megfigyelés alá vont. Igazolva, hogy a nehézfémek többsége az útpadka talajában akkumulálódik. Az útpadkában való feldúsulás arra utal, hogy a szennyezők nagy része közvetlenül az útra kerül, majd onnan az esővízzel jut a padkára. Az általa mért értékek alapján az ólom és a cink-tartalom 80 %-a az út szélétől mért 1 méteren belül kötődik meg, míg a többi vizsgált elem esetén az összes mikroelem tartalom 70-80 %-a az úttól mért 10-30 méter távolságban található. Eredményei, hasonlóan a nemzetközi vizsgálatokhoz, igazolják, hogy a közlekedésből származó nehézfém-szennyezés az úttól mért 100 méteres távolságon belül jelentős hatást fejt ki a talaj mikroelem összetételére és a talajéletre.

TAKÁCS (1983) vizsgálatait az út szélétől mért 200 méteres távolságra is kiterjedtek. Mérései azt mutatják, hogy bár az ólom-koncentráció távolsággal való csökkenése nyomon követhető, még 200 méteres távolságban is 26-93 %-a a padkán történt értékeknek. Megmutatta, hogy a csapadék hatásán kívül a légáramlatok is jelentősen befolyásolják a közúti szennyezések terjedését.

A közvetlen hatásokat maga az út okozza (a terület igénybevétele, a növényzet eltávolítása, a mezőgazdasági terület kettévágása), ezek könnyebben felmérhetők és ellenőrizhetők, mint a közvetett hatások. Az utóbbiak (melyeket másodlagos, harmadlagos hatásnak, illetve hatásláncolatnak is nevezünk), általában szorosan kapcsolódnak a létesítményhez, a környezetre háruló következményeik pedig mélyrehatóbbak is lehetnek a közvetlen hatásokénál. A közút

menti tartós terhelések és véletlenszerűen bekövetkező, általában visszafordíthatatlan károk hosszútávon meghatározzák az út menti talajok állapotát. (LINDENBACH, 2003)

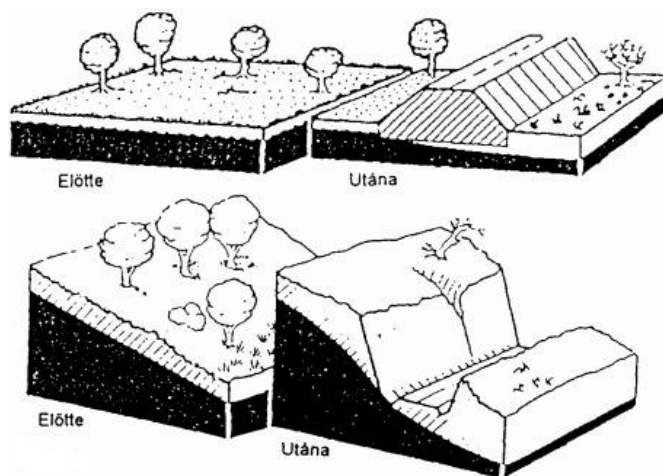
2.7.1.1. A talaj- és talajvíz állapota

Az utak építése, használata és fenntartása során számos a közútról annak közvetlen környezetére irányuló szennyezési folyamat zajlik. A talaj- és az ebből következő vízszennyezés mellett meg kell említeni a téli hó- és jégmentesítésre alkalmazott só- és egyéb vegyszer-szórás hatását is. A nehézfémek okozta környezetterhelés a XX. század közepe óta egyre jelentősebb problémává válik. Egyes nehézfémek esetében az emberi tevékenységekből eredő kibocsátás jelentősen felülmúlja a természetes forrásokat. Az ólom légköri koncentrációja például tizenötszörösére nőtt az emberi civilizáció kezdete előttinek. Ez elsősorban az ólmozott üzemanyagok alkalmazásának a következménye. A kibocsátott nehézfémek aeroszol (szálló por) részecskékhez tapadva mozognak a légkörben. A 10 mm-nél nagyobb szemcseméretű részecskék legfeljebb 100-200 métert, a 10 m-nél kisebb átmérőjű szemcsék 1000, a legfinomabb, 0,1 m-nél kisebb részecskék 10 000 kilométert is megtesznek a légkörben. Száraz és nedves ülepedés (gravitációs kihullás és csapadék) útján jutnak a talajfelszínre, onnan a talajba. (HOLDREN, 1990)

További sorsuk szempontjából a talaj kémiai tulajdonságainak (pH, agyag és humusztartalom) szerepe a döntő. Ha a talaj sok humuszt és agyagásványt tartalmaz, a kémhatás lúgos, akkor a talajba kerülő nehézfémek nagy része biológiai szempontból inaktívvá válhat, a növények számára el nem érhető formában kötődik meg. Ha a talaj savanyú, kevés humuszt és agyagásványt tartalmaz, akkor a nehézfémek megkötésére is kisebb mértékben képes. A talajba könnyen felvehető formában kötött, vagy a talajoldatban található nehézfém-tartalom a talajvízbe juthat, vagy a növények közvetítésével az emberi táplálékláncba is bekerülhet.

Az út fizikai jelenléte változásokat idézhet elő a felszíni és talajvizek mozgásában, minőségében, eróziót, eliszaposodást vagy a természetes talajvízszint süllyedését okozhatja. Ezek a változások jelentősen kihatnak az út menti növényzetre is. A természetes vízrendszerekre gyakorolt hatás messze túlnyúlhat az út közvetlen környezetén, látszólag jelentéktelen problémák esetén messzemenő következményekkel járhat.

A természetes vízáramlás eloszlására és sebességére gyakorolt módosító hatása mellett az útburkolat a talaj vízáteresztő képességét is

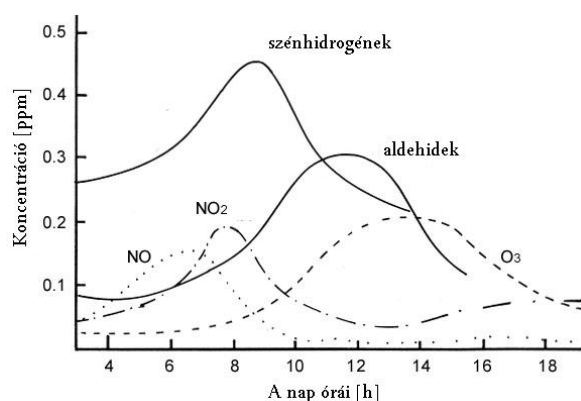


24. ábra: Az utak befolyásolják a talajvíz áramlását (Fi. 1999)

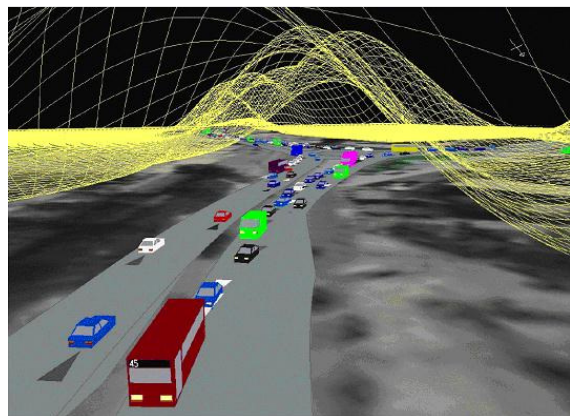
csökkenti, ezáltal növekszik a felszínen elfolyó vízmennyiség. A megváltozott vízelvezetés, a földkitermelés csökkentheti a környező területeken a talajvíz szintjét, míg a töltések és műtárgyak az áramlás korlátozása révén emelhetik a talajvíz szintjét (24. ábra). Mindez eróziót, a talaj és a növényzet károsodását, az ivóvíz és a mezőgazdasági célra hasznosítható vízkészlet csökkenését, az élővilág kedvezőtlen befolyásolását okozhatja. (Fi, 1999)

2.7.1.2. Levegőszennyezettség

A közlekedési ágazatok (közút, vasút, légi és vízi közlekedés) regionális és lokális emissziómérései esetén a legfontosabb jellemzőkként a forgalmi jellemzőket (forgalomnagyság, forgalom-összetétel, forgalmi sebesség, területi eloszlás), a közlekedő gépjárművek összetételét és műszaki állapotát vizsgálják. A fajlagos kibocsátási értékek, a forgalom, sebesség és a meteorológiai körülmények ismeretében a környezeti levegőminőség modellek alapján leírható. A közúti közlekedésből származó levegőszennyezésnek elsősorban a nitrogén-oxidok, lebegő és ülepedő szilárd részecskék, a megnövekedett benzol és egyéb illékony szerves vegyületek koncentrációja



25. ábra: A napi fotokémiai ciklus LEIGHTON (1961) nyomán



26. ábra: Az útkörnyezet imissziós modellje (MICROSIMULATION, 2007)

esetében van jelentős hatása. Globális szinten a széndioxid és kéndioxid kibocsátás sem elhanyagolható.

A közutak kibocsátásai közül a legnagyobb hatásterület, annak ellenére, hogy a legkevésbé kézzelfogható, a légszennyezésnek róható fel. A közlekedésben résztvevő járművek üzemanyag-felhasználása során szén-dioxid, vízgőz, szén-monoxid, aromás szén-hidrogének, nitrogén-oxidok, kén-dioxid és ólom kerül a légkörbe.

Másodlagos szennyeződésként telítetlen szénhidrogének és hidrogén-oxidok oxigén hatására, formaldehiddel oxidációs termékeket (ózon, hidrogén-peroxid, peroxi-acetil-nitrát) és szmogot alkotnak. A reggeli órákban, a csúcsforgalom kezdetekor, a járművek nagy mennyiségű nitrogén-monoxidot (NO), szén-monoxidot (CO) és szénhidrogéneket juttatnak a levegőbe. A délelőtti folyamán a nitrogén-monoxidból és a szénhidrogénekből nitrogén-dioxid (NO_x) keletkezik, amely fény hatására nitrogén-monoxiddá és atomos oxigénné bomlik. Délutánra az

oxigénatom oxigénmolekulával reagálva ózonná (O₃) alakul. Ezzel párhuzamosan nitrogén-dioxidból a rendkívül mérgező peroxi-acetil-nitrát (PAN) és salétromsav is keletkezik. (LEIGHTON, 1961)

A jelentős mértékű helyi szennyezések mellett, amelyek káros hatásai elsősorban a nitrogén-oxidok, füst és szemcsés szennyezőanyagokon keresztül jutnak érvényre, regionális, a légköri szállítófolyamatok által regionális hatótényezővé váló nitrátos és kénes savak, majd a belőlük képződő savas eső, hó és köd formájában is károsítják a talajt, természetes vizeinket és az épített környezet elemeit is. A közlekedés eredetű légszennyeződések a szétterjedés folyamán felhígulnak, az útpályától távolodva számos környezeti tényező által befolyásolva csökkenő tendenciát mutatnak. A meteorológiai tényezők (a légállapot stabilitása, szélesebbesség és szélirány) mellett, az útpálya magassága, az út környezete (beépítettség, erdősáv, felszínborítás, stb.) és az egyes légszennyező anyagok átalakulása is befolyásolja a kialakult immissziós állapotot (26. ábra).

2.7.1.3. A közút zajhatásai

A zaj az emberi környezetet zavaró, kellemetlen vagy káros, de bizonyos esetekben figyelemfelkeltő hang is lehet. A közlekedési zaj zavaró hatásának megítélése szubjektív, embertől függő. Egyértelműen környezetszennyezés, de nincs tárgyiasult formája, csak az élő szervezetben. A zaj alapvető jellemzőjeként említendő, hogy a terjedési sugara kicsi, ennek ellenére tipikusan a civilizált kultúrára jellemző, az élet- és lakótér beszűkülése miatt. A zaj hatása a szervezet anyagcseréjét szabályozó vegetatív idegrendszerre már 65 dB-nél kezdődik. Hatására megváltozik a keringési rendszer működése, emelkedik a vérnyomás és a pulzusszám, valamint pupillatágulás következik be. Megnö az agy-folyadék nyomása, fejfájásos panaszok jelentkezhetnek.

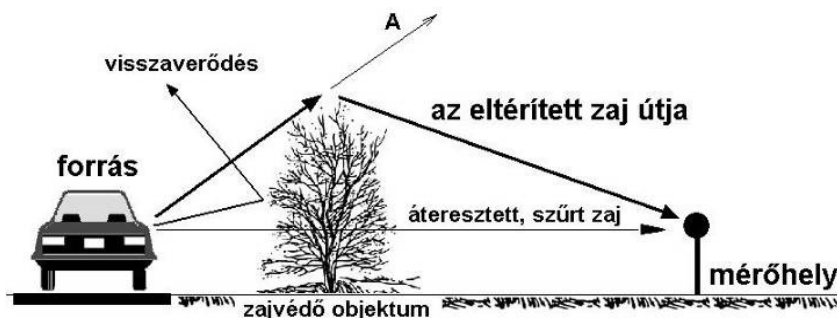
A közlekedési zaj, a motorizáció fokozódásával párhuzamosan, már évtizedek óta gyors ütemben növekszik. Jóllehet a közlekedési eszközök zajkibocsátása csökken, a folyton növekvő forgalommal összességében nő a közlekedési zajszint. Különösen a közúti közlekedés zajkibocsátása növekszik érzékelhetően. A közlekedési zajkibocsátás a jármű zajkibocsátásától, a forgalom nagyságától és összetételétől is függ. A közúti gépjárművek zajkibocsátása összetett, több részforrástól függ. Általánosan igaz, hogy 60-70 km/óraig a motorzaj, felette a gumiabroncs zaja dominál elsősorban, mindamelllett, hogy növekszik a karosszéria szélzaja is.

A közlekedési zajt a környezetvédelem és a közlekedésbiztonság kapcsolatában kell vizsgálni. A kutatások célja a konkrét szennyező anyag kibocsátásának, és a közlekedés eredetű háttérzaj csökkentésének megvalósítása. A passzív zajcsökkentés egyrészt a zajterjedés útjába állított akadályokkal valósítható meg. A másik megoldás, hogy a védendő objektumot a zaj behatolását megakadályozó módszerrel szigetelik. A közúti és vasúti közlekedésnél egyaránt

alkalmazható szekunder zajcsökkentési lehetőségek közül a közúti környezetben a zajvédő falak, töltések mellett a zajárnyékoló növényzet (erdősáv) hatása közismert. (TULIPÁN, 2004)

Az elég magas, szélesen elterülő és elég sűrű, amelyen már nem látunk át, növényzet képes a közlekedési zaj csökkentésére. Számítások szerint egy 61 méter széles sűrű vegetációs sáv 10 decibellel, azaz hallhatóan a felére csökkenthetné a járművek által kibocsájtott zajt. Általában azonban nem lehetséges ilyen kiterjedésben az út menti sávot fásítani. Ennek ellenére a növényzettel pszichológiai zajtompítást is létre lehet hozni, még ha mérhetően nem is csökkenti nagymértékben az aktuális forgalmi zajokat. Általában elfogadott tény, hogy a közutat kísérő növényzet nem fizikai vagy anyagi hasznot ad, hanem látványával, esztétikumával és határoló szerepével járul hozzá a közúti környezet állapotának javításához. (USDT, 1995)

Mindezek után vitathatatlan, hogy a növényzet anyaga, formái és kiterjedése befolyásolja az akusztikai viszonyokat. A következő 34. ábra azt mutatja, hogy a zaj terjedésének útjába helyezett akadály hogyan befolyásolja a hang útját (A). Az áteresztett zaj vesztesége írható a hangvédő fásítás javára, még akkor is, ha növényzettel pár dB csökkenés érhető el, míg mesterséges anyagokkal 20-50 dB is. Nem hanyagolható el a visszaverő képesség és a levelek suhogásának elfedő zaja sem. Ha a fásítások céljának a zajvédelmet jelölik meg, a kívánt hatás elérése érdekében mesterséges anyagokkal való együttes alkalmazása javasolt. (EPD-HD, 2003)



27. ábra: A közlekedési zaj terjedése akadály esetén

2.7.2. A fásításokat érő környezeti hatások

A közutak szegélyeire telepített szoliter fák, fasorok és erdősávok különleges helyzetűek mind a telepítés helyét, mint az igényelt kezelési (nevelési) eljárásokat tekintve.

A közutakon gépkocsival közlekedő vagy út mentén sétáló emberek számára – az esztétikai élményen túl – mindenképp a fák egészségi állapota a szembetűnő; még akkor is, ha nem szakértői a témakörnek. Egy letört ágból, levélszíneződésből vagy töből kitört törzs látványából bárki megállapíthatja az általános diagnózist: „betegek a fák”. Továbbmenve ez a megállapítás azzal az általánosítással is társulhat, hogy „életveszélyesek” vagy „bármikor rádőlhetnek az alattuk közlekedő autókra”. Ha az úthoz közeli fákról nyilatkozó „laikus” mélyebben belegondolna és rendszerezné, hogy egy fát – az emberi testhez hasonlóan – mennyi

minden legyengíthet és megbetegíthet, hosszú listát kapna. A legalapvetőbb környezeti hatások (szél, hó, stb.) és a melléjük társuló mesterséges károsítók (sózás, vegyszerezés, stb.) már magukban is a fák egészségi állapotának gyors romlását okozhatják. Ha a természet erői és az abiotikus tényezők káros hatásaihoz még hozzáadjuk a növényi és állati (továbbiakban együtt *biotikus*) károsítók vagy kórokozók jelenlétét, azok „megbetegítő szerepét”, akkor nyilvánvalóvá válik, hogy mennyire védtelenek az út menti fásítások és milyen mértékben ember-függő életük és sorsuk. A fák csakúgy mint az emberek, kifáradtan és letörve sokkal fogékonyabbak a leggyengébb betegségekre is. A környezeti stressz-hatások miatt sebezhetőbbé válnak, kiszolgáltatottak lesznek a biotikus károsítókkal szemben is.

2.7.2.1. Környezeti stressz

A fákat érő hatások – gyűjtőnéven stressz – változatos hatótényezők összességéből épülnek fel. A tápanyagháztartás egyensúlyának megbomlása vagy a szárazság tipikus esetei a krónikus (visszatérő és hosszantartó) stresszhatást kiváltó faktoroknak. A korai és kemény fagyok, villám okozta kár, áradás és építési-károk az akut (váratlan és intenzív) stressz kiváltó okai. Bármelyik stresszfaktor kiváltója lehet egy másiknak, így módon fontos tényezője lehet a kialakuló vagy meglévő – az út menti fák esetében komplex – kárláncolatnak. Az 8. táblázat a legfontosabb stresszorokat összegzi. (FDF, 2007)

Forrás	Hatótényezők
Környezeti	ásványi tápanyagok hiánya/többlete, fagy, zúzmara, égés (Nap okozta), szárazság, villámcsapás, szél, jég, tűz, áradás, sózás...
Humán	ipari hulladék, légszennyezés, talajtömörödés, mechanikai sérülések, építkezési károk, talajvízszint csökkenése, helytelen ültetés, helytelen nyesés, túlzott trágyázás, helytelen gyomirtó használat és öntözés, stb.
Állat okozta	nematódák, rovarok, csigák, nagy- és apróvad, haszonállatok...
Növényi	vírusok, mikoplazmák, baktériumok, gombák, fagyöngyök, algák, moszatok, gyomnövények, indás és futónövények, stb.

8. táblázat: A fák sérülésének főbb okai, tényezői

Az építési munkák által okozott sérülések (törzs- és ágtörés, kéreghántás) nyilvánvalóak, azonban a fákra ható stressz gyakran összetettebb, mint amilyennek látszik. Sokkal nehezebb a talajtömörödést, talajvízszint csökkenést vagy a légszennyezést mint hatótényezőt beazonosítani, annak ellenére, hogy ezek is valós faktorok és olykor komolyabb károsodáshoz vezetnek, mint a jól megfigyelhető társaik.

Gyakran nem mutatkoznak külső tünetek, de a fiziológiai változások – mint például a fotoszintézis folyamatainak megbomlása – már megtörténnek. Ha a fa „éhezni” kezd, hamar kimeríti a szükséges tápanyagtartalékait. Ekkor a gyökérzet rendszerint nem tud elegendő vizet és ásványi anyagot felvenni, ezért mennyiségük veszélyesen alacsony szintre csökken, a

növekedést szabályozó hormonháztartás is megbomlik. Mindezek hatására a legyengült fa kitűnő célpontjává válik a kórokozók betegségeinek vagy a károsító rovarok számára.

Ha az akut vagy krónikus stressz felszínre kerül, a fa változatos külső tüneteket mutathat. Például ha ezek hatására a növekedési erénye csökken, fejlődési visszamaradás következik be, a kevesebb új levél is kisebb lesz és sárgább (klorotikus), mint általában. A kifejlett levelek is elszíneződnek, és idő előtt lehullnak. Az ágvégek elhalása megkezdődik, ettől a fa koronája egyenetlenné és hiányossá válik. Ezek a tünetek a külső kifejeződései a belső fiziológiai egyensúlyvesztésnek. Ekkor már a fa egy „rosszindulatú” körbe lépett – stressz-kör vagy végzetes kárláncolat –, életfolyamatai fokozottan hanyatlanak, amely – a megfelelő növényvédelmi beavatkozás nélkül, legyen az permetezés, trágyázás vagy vízutánpótlás – az egyed pusztulásához is vezethet.

A kártevők és betegségek többsége csak akkor támadja meg a fát, ha eléri a kárfolyamat egy bizonyos pontját. Sajnos a kártevő rovarok és bizonyos kórokozók (különösen a gombák) gyorsabban felismerik a gyengülő fákat. Emberi szem számára a fokozott stresszhatásnak kitett egyedek mindaddig felismerhetetlenek maradnak, amíg a „hirtelen” nagymértékű kár vagy pusztulás be nem következett. (FDF, 2007)

2.7.2.2. Az abiotikus károsítók csoportosítása

Az út menti fák saját környezetük kegyeltjei, így alárendeltek az ott fellépő veszélyeknek is. Bizonyos tényezők közvetlenül károsítják a fákat vagy azok részeit, ezzel kiinduló pontjai lehetnek a kárláncolatnak. Amíg mélyebb vizsgálatot nem végzünk, az ilyen kárképek is úgy nézhetnek ki, mintha a rovar vagy gomba károk lennének. Az extrém hőmérséklet és vízellátás közkeletű okai az abiotikus kárfolyamat megindulásának, de a talajban és a vízben jelenlévő kemikáliák, az átültetési sokk vagy a mechanikai sérülések (árok mélyítés vagy például a helytelen nyésés) is végzetesek lehetnek. (Nix, 2007)

Szárazodás, kiszáradás

A kiszáradás tünetei akkor jelennek meg, amikor a levélfelületen elpárolgott vízvesztés meghaladja a gyökérzet által felvett mennyiséget. Ennek oka a hosszú csapadékmentes időszakokkal járó nem elégtelen talajnedvesség. A krónikus száradás tünetei a hervadás, elszíneződés, hajtások növésebeli visszamaradása, a hajtás- vagy ágvég elhalás, száradás, a gyökérszőrök, majd a vékony gyökerek elhalása. Gyakran a másodlagos patogén szervezetek felelősek a szárazság miatt legyengült ágak pusztulásáért.

De a fák kiszáradásáért sok esetben nem is (csak) a csapadékhiány, hanem a rossz talajszerkezet a felelős. A magas homoktartalmú, agyagban és szervesanyagban szegény útmenti bolygatott talajok is okozhatják fáink elszáradását. (WORRAL, 2007)

A magas hőmérséklet és a szárító hatású szelek is gyors vízvesztést okoznak. Ez a nedvességvesztés korai lombhullást és levélegést okozhat. A levél szélei sárgulnak vagy barnulnak és a teljes kifejlődés előtt lehullnak. Nálunk is egyre komolyabban számolni kell a hosszan elnyúló – évszaktól független – csapadékhiányos száraz időszakokkal, ezért a frissen telepített csemeték vízpótlását biztosítani kell. Új utak építését követő fásítások esetén megoldható az alácsövezés is, ahol egy perforált csőhálózat segítségével öntözhető a majdan kifejlett fasorok gyökérszintje is.



6. kép: Aszálykár nyomai ezüst juharon (a szerző felvétele)

Fagy és téli sérülések

Fagyási sérülés kora ősszel vagy késő tavasszal – rügyfakadás után a rügyek akár egyből elfekednek és lehullnak – történhet meg, amikor a fa növésben van és a fagy felsérti vagy elpusztítja a fatörzs szöveteit. A fagy okozta sérülések megelőzésére a fagyzugos helyek elkerülésével vagy egyedülálló fák törzsének burkolásával van lehetőség. A fagyrepedés – például a fagyléc csertölgyön – komoly károkat okozhat az esetleg már meglévő sérülések többszöri újrafagyásával.

A gyors hőmérséklet növekedés a napnak kitett déli oldalon a tűlevelek égését okozhatja. Kiszáradás akkor következhet be, ha a relatív téli felmelegedés miatt fokozódik a növény párologtatása, viszont a fagyott talaj és a fagyott növényi szövetek útját állják a vízutánpótlásnak. Szívós fák kiválasztása, talajfelszín befedése, takarása és a szélsőségektől mentes jó helymegválasztás segíthetik a kármegelőzést. A téli megperzselődés a tűlevelűek egyik általános gondja. A napégés késő télen vagy kora tavasszal fordul elő, amikor a nappali léghőmérséklet fagypont feletti, de éjjel nulla fok alá süllyed.



7. kép: Hasadás fagyléc következtében (a szerző felvétele)

A tél folyamán többször elfagyó és felengedő hajtasok és rügyek a tavaszi lomb elszíneződését vagy az ágvégek elhalását okozhatják egyes

(fél)örökzöld fajokon. Kevésbé gyakori, de az erős napfénynek kitett fák esetében a kéregaszás is előfordulhat a téli kemény fagyos és napfényes napok, napszakok váltakozásakor.

Tápanyaghiány

A fáknak bizonyos tápanyagokra szükségük van, hogy életerejüket megtartsák. A nitrogén (N), a foszfor (P) és a kálium (K) a legfontosabbak, de más tápanyagok és nyomelemek megléte is nélkülözhetetlen. A tápanyaghiány befolyásolhatja a fa növekedését, klorózist vagy nekrozist is okozhat. A hiányok megállapítására legjobb mód a talaj- és levélanalízis. Az erdőben sem figyelhetőek meg a pontos tápanyagkörforgások, de az út mentén elképzelhető, hogy a bolygatott talajra ültetett fák esetében komolyan kell(ene) a hiányokkal számolni.

A tápanyaghiány tünetei a fajokkal együtt és a meglévő tápanyagok függvényében változatos megjelenésűek, épp ezért a pontos „betegség” nehezen diagnosztizálható. Azonban van néhány eset, amit általánosítani lehet.

A nitrogénhiány általában klorózist, lassú növekedést, kókadtt leveleket eredményez a lombos fákon. A nitrogén a növényi testben mobilis, a fejlődő és fiatal részek elsőbbséget élveznek felhasználásukkor, ezért a sárgulás elsőként a régi leveleken jelentkezik.

A vashiány is okozhat klorózist. A vas kevésbé mobilis, ezért a hiánytünet elsőként a fiatal lombon jelentkezik. A talaj vastartalma alacsonyabb pH-val jobban felvehető a növények számára. A savas talajokat kedvelő fák akkor kerülnek vashiányos helyzetbe, ha lúgos kémhatású környezetbe ültetik. A levélerek általában zöldek maradnak, a levéllemez elsárgul. Ha a talaj sok építési törmeléket tartalmaz, az is okozhatja a hiánytünetet. (GRIEGEL, 2003)

A mangánhiány esetén is klorotikusan megsárgulnak a levelek, ha a talajból kimosódott a mangántartalma. Tünetei nyár közepén jelennek meg, a levélerek közt sárga foltok keletkeznek, amelyek gyorsan el is hálnak, a beteg levelek lehullnak. Káliumhiány esetén először az idősebb levelek széle barnul meg, elszáradnak, kanalasodnak, de a fán maradnak.



8. kép: Vas-klorózis ezüst juharon (SAGERS, 2003)

Szélnyomás

Hatásai hazánkban főleg a nyílt, huzatos területeken figyelhetőek jól meg. Magában komoly sérülés az ágak és törzsek – főleg a károsítottak – széltörése, valamint az ágak összeütődése. Az ágak törését – különösen télen – vagy sérülést okozhat a kérgen, amely később táptalajul szolgál a kórokozók megtelepedéséhez. A sekély termőrétegű helyeken, ha az erős szél párosul a helytelenül telepített tányéros gyökérzetű fákkal, akkor egész fák kidőlése is bekövetkezhet. Az alföldi útfásítások esetében jól megfigyelhetőek a zászlós koronájú fák, amelyek már magukban is árulkodnak az erős szélről, és az uralkodó szélirányáról. (WORRAL, 2007)



9. kép: Derékba tört óriásnyár (a szerző felvétele)

Az utak sózása

A só ott okoz sérüléseket, ahol az utak jégmentesítő szórása nélkülözhetetlen. Bár az utat és járdát szárazon tartja, a túlzott használat egyértelműen káros a növényzetre és egész éven át kifejti rájuk ártalmas hatásait. Az út menti fákat és cserjéket háromféleképp érintheti a sózás: szórással (permet), elsodródással, talajba való bemosódással vagy mindhárom együttes bekövetkezésével.



10. kép: Só hatása juharfán (USDA, 2008)

A só káros hatással van a lombzatra.

Az örökzöldek esetében a sószórás hatása először az útfelőli oldalon jelenik meg a levelek hegyétől az alapjukig terjedő barnulásával. Folyományként a levelek lehullnak, és a csupasz ágak miatt lecsökken a fa fotoszintetikus kapacitása. Az éveken át elhúzódó pusztulás évről-évre gyengébb hajtások megjelenésével, a fa gyengülésével annak teljes pusztulásáig vezethet.

A lombhullató fajok esetében a só a rügyfakadást – a virágrügylek a legérzékenyebbek – és a hajtásnövekedést befolyásolja. A sérült rügylek lassan vagy egyáltalán nem nyílnak ki. Az érzékenységet befolyásoló tényezők: a rügy mérete és elhelyezkedése, a hajtások átmérője és kéregvastagsága. A vékony kérgű fajok, mint a platán nagyon érzékenyek. A gyantás rügyű fák, mint a nyárfák, elég ellenállóak ugyanúgy, mint azok a fajok, amelyek rügylei a hajtásba

mélyülnek, mint az akácé. Rendszerint a fedetlen rügyes fajok érzékenyebbek, mint a kemény rügypikkelyesek.

A só hatására lomhullatókon megjelenő tünetek a zöld levelek elszíneződése, a szokásosnál kisebb perzselt szélű levelek, kis korona elhaló hajtásokkal, korai levélszíneződés és lombhullatás, a levélzet „csomósodása” és ritkulása. Az évről évre vékonyodó lomb a növétér körülményeit és a sérülések ismétlődését tükrözi. Mivel a só okozta sérülések főként a fák útfelőli oldalát érintik, a fa egyre jobban „egyoldalal” lesz. Az út szélfelőli oldalán lévő fák kevésbé sérülnek mint a másik oldalra ültetettek, ahol a só felhalmozódik. A permetlé elsodródása által veszélyeztetett növényi részekben a víz folyamatos elpárolgása miatt nő a sókoncentráció, sóbevonat keletkezik, amely olvadás hatására közvetlenül a fa tövéhez jut. (NOVOSZÁTH, 1973)

A sókárok az úttól távolodva mérséklődnek. A fák korával és növekedésével egyenes arányban nő az ellenállóképességük. A károsodás mértéke évről évre változik a kiszórt só mennyiségének függvényében. Az időjárási körülmények – a hó mennyisége, az utak jegesedése, a fagyás-olvadás, a szél, stb. – befolyásolják a növények által felvett só mennyiségét. A 9. táblázat néhány fa- és cserjefa példáján keresztül szemlélteti az út menti fászfűrészek sótűrőképességét.

Tolerancia	Fa- és cserjefajok
Nagyon t.	vadgesztenye, fehér nyár, akác
Toleráns	korai juhar, közönséges nyír, vörös tölgy, nemesnyárok
Közepesen t.	hegyi juhar, magas kőris, kiskevelű hárs
Érzékeny	közönséges dió, közönséges fagyal
Nagyon érzékeny	platán, jegenyefenyő, puszpáng

9. táblázat: Fa- és cserjefajok sótolerancia szerinti csoportosításban (NOVOSZÁTH, 1973)

A talajban és a növényi szövetekben akkumulálódó só mennyisége befolyásolja a víz- és tápanyagfelvételt. A nátrium – mivel a tápelemek helyére lép – csökkenti a kálium, kalcium és magnézium abszorpciót. A talajban gyenge levegőzöttséget okoz és gátolja víz mozgását (szikesedés), levegőtlenységhez, oxigénhiányhoz vezet, valamint csökkenti a gyökerek által felvehető talajnedvességet. A növényi sejtekben megnövekedő ozmotikus nyomás miatt is csökken a gyökerek vízfelvevő képessége. Víz egyáltalán nem áramlik a növényi szövetbe, sőt fordítva, a növényi sejtekből kiáramolhat a nagy sótartalmú talajba. A megnövekedett sótartalom a sóoldatba „vonzza” a vizet. A növény által felvett só kiszárítja a növényi sejteket, barnulást és levélaszást okoz.

A sózás egész évben hatással van az út menti növények anyagcsere folyamataira. Úgy kell megtervezni az út menti fásításokat, hogy minél kisebb legyen a sérülések esélye, illetve olyan fákat kell alkalmazni, amelyek toleránsak a sóval szemben. Esetleg megoldás lehet a sózás felváltása aprókavics (vagy homok, salak, zúzalék) terítéssel, illetve a fasor úttól lehetőleg minél távolabb ültetésével. (CLATTERBUCK, 1999)

A légszennyezés

Az ipar és a közlekedés által kibocsátott légszennyező anyagok ez előzőekhez hasonlóan változatos tüneteket váltanak ki, hasonlóan hatnak a növényekre és hasonló sérülésekhez vezetnek. Terjedésüket és hatásterületüket nehezen lehet nyomon követni vagy behatárolni.

Levegő nélkül nincs élet. Jó levegő nélkül nem lehet egészségesen élni. A légszennyeződést 35 %-ban a közlekedés okozza. A magyarországi CO₂ kibocsátás 69 %-a, a NO_x termelés 60 %-a származik a közlekedésből. A gépjárművek égéstermékében található korom, nitrogén-oxidok, szén-monoxid, ózon és a 10 mikronnál kisebb elemi részecskék kórokozó hatásának vizsgálatával bizonyossá vált, hogy a kipufogó gázok, a kibocsátott ólom és a nehézfémek az emberi szervezetbe jutnak a belégzés során a növényi szervezetben koncentrációjuk többszörösére feldúsulnak.

A légszennyezés közvetlenül vagy közvetve (víz, talaj) jut a növényi szervezetbe. A növények helyhezköttöttségük révén különösen érzékenyek a légszennyezésre. A tűlevelűek általában érzékenyebbek, mint a lombhullatók. A fiatal, osztódó szövetek érzékenyebbek, az idősebbek károsodása maradandóbb (BME, 2005). A szennyezőanyagok beépülnek a sejtekbe, ez növekedési rendellenességhez, szövetek elhalásához (foltosodás, levél- és virághullás) és végső soron a növény elpusztulásához vezetnek. A porszennyezés üledve csökkenti a fotoszintetizáló felületet és az út menti fák párologtató képességét. A SO₂-koncentráció – úgy, mint bármely káros gáz – erősen károsítja a fotoszintézist. A légszennyezés önmagában is minden élő szervezetre hatással van. Legyen a légszennyező anyag PAN, nitrogénoxid, ózon, flour- vagy bármely szénhidrogén származéka, része a növényeket érő stressznek.

A gépkocsik és erőművek által kibocsátott szennyező anyagok egymással történő reakciójaként keletkezik a háromértékű oxigén (O₃). Az O₃ lombhullatókon lilás fehéres pettyezettséget és foltosodást okoz. Fenyőféléken klorotikus pettyesedést és a levélhegyen nekrozist. Nem túl gyakori az oxidatív (O₃, NO_x, PAN) sérülések megjelenése, szennyezettebb helyeken különösen az alacsony növésű növényeken figyelhető meg. A fotokémiai szmog is megemlítendő, mint másodlagosan – O₃ és PAN együtteséből UV sugárzás hatására – kialakuló „urbanizációs betegség”.

Az ózon – csakúgy, mint más szilárd vagy gázszerű szennyezőanyag – a sztómákon keresztül kerül a fák levelébe. A növényi életfolyamatokba kerülve láncreakciót indít, amely károsítja és/vagy elpusztítja a növényi proteinek és enzimek, ugyanúgy mint a sejtmembránt képző zsírvagyületeket. Az ózon (O₃) és etán (C₂H₆) – szárazság vagy egyéb (éppen szabad gyökök) stressz



11. kép: Lombritkulás (KSRE, 2007)

hatására képződik – találkozásakor gyökök szabadulnak fel, amelyek kiváltói a későbbi szöveti sérüléseknek. A szabad gyökök hatására hidrogénperoxid (H_2O_2) is képződik, amely mutagén és enzimgátló. A hidrogénperoxid savas közegben stabilabb, ezért beszélnek a kutatók az „ózon és a savas ülepedés szinergizmusáról”. A hidrogén-peroxid aktivitása a környezeti NO_x koncentráció függvénye is. A H_2O_2 fotoszintézis gátló, fehérjék, nuklein- és aminosavak károsítója. Az ózonkoncentráció a vidéki utak mentén is magas lehet, a nyáarak, egyes fenyő- és tölgyfajok is érzékenyek rá. (BUCKEYE, 2007)

A kéndioxid (SO_2) lomblevélen érkező klorózist és nekrozist okoz. Túlevelűeken klorotikus pettyesedést, csíkokat és hajtásvégi barnulást okoz. A legfontosabb légszennyezés eredetű kártétel nyilvánvalóan a savas csapadék. A NO_x (főként kipufogógázból származik) és SO_2 vizes közegben történő oxidációja során alakul ki – változatos, kénes, nitrátos, pH 5,6-nál savasabb csapadék – a „savaseső”. A Föld túlnyomó részén a csapadékok kémhatása 4-4,5 pH-val rendelkezik, azonban előfordulnak 2 pH alatti észlelések is. Valójában a csapadék által szállítódva lerakódik a növényeken és a talajon, ezért beszélhetünk „savas ülepedésről”.

A savas ülepedés az a folyamat, amikor az aeroszolrészecskék, vagy a vízben oldódó gázok kikerülnek a légtérből és a földfelszínre (talajra, felszíni vízbe, növényekre, létesítményekre) jutnak. Ha a folyamat nedvességben szegény körülmények között játszódik le, akkor száraz ülepedésről, ha csapadékos időszakban, akkor nedves ülepedésről vagy savas esőről beszélünk.

Az ülepedésnek ez a két formája alapvetően különbözik ugyan egymástól, a végeredmény mégis hasonló, savas légköri nyomanyagok, kén- és nitrogénvegyületek kerülnek a felszínre. Kiemelendő az ózon és a savas esők sokkal fogékonyabbá teszik a fákat a szárazsággal, rovarok károsításával és más betegségekkel szemben, mivel gyengítik ellenálló képességüket.



12. kép: SO_2 hatása

Az útfásítás biotikus károsítói

Növényi betegségek. A fák megbetegedéseit is általában mikroorganizmusok okozzák, amelyek a növénybe jutva ellenreakciót váltanak ki. A legjobban megfigyelhető tünetek: az elszíneződés, hervadás, deformáció és az elhalás. (GRIEGEL, 2003)

Amikor a *vírusos megbetegedéseket* okozó elektronmikroszkóppal látható szervezetek bejutnak a gazdanövénybe, egyből sokszorozni kezdik magukat. A vírusok jelenléte a foltos (mozaikos) levélszíneződésekből, torzulásokból és rendellenes sejtszaporulatok megjelenésekor válik szembetűnővé, amely tünetekből kiindulva a betegség végzetes is lehet a fertőzött egyed(ek) számára. Hasonlóan a humán társaikhoz a növényi vírusok is tovább fertőzhetnek, növényi részek vagy szaporítóanyag közvetítésével. Vírusvektorok lehetnek a tetvek, kabócák vagy a fonálférgesek is. A vírusok és terjedésük ellen a legjobb védekezés a megelőzés, illetve a fertőzött egyedek eltávolítása.

A *baktériumok* a vírusokkal ellentétben képesek önálló életre. Osztódással szaporodnak és mozgásra is képesek. A növényi testbe általában nyílt sebeket keresztül – fagylécen, szúrás- vagy rágásfelületen ill. levélripacson keresztül – jutnak. De természetes nyílásokon – gázcsere nyílás, bibe – is fertőzhetnek. Terjedésüket a rovarok, a fertőzött talaj és a vírusok esetén is fennálló fertőzött ápolószerszámok segíthetik elő. A baktériumos megbetegedés kórtünetei a hervadás, a rákos daganatok (törzs, hajtás, gyökér), a rothadás és a levélfoltosodás. A baktériumos megbetegedések kezelésére kevés növényvédőszer áll rendelkezésre, ezért is a legfontosabb védekezési módszer itt a megelőzés.

A *gyomnövények* közvetett károsítóként kezelendők, hiszen jelenlétükkel konkurenciát képeznek. A vizet, tápanyagot elvonva gyengítik a haszonnövényeket. Általában a gyepszintben nedves mikroklímát hoznak létre, amely elősegíti a kártevők, kórokozók és a fertőzések megtelepedését. Egyes gyomfajok kártevő és kórokozó köztesgazdái is lehetnek.

A *kártevő állatok* szöveti sérüléseket okoznak a fákon. Kártételük általában az elszaporodásuk mértékétől, a rendelkezésre álló tápanyag mennyiségétől és az ellenségek jelenlététől függ. A rovarok elsősorban szívogatással és rágással a szövetekben okoznak kárt. Az ebből kialakuló sérülések miatt a növény ki is száradhat. A sebzésen át biztos, hogy kórokozók is bejutnak a növény szöveteibe.

A *rágcsálók, az apróvad és a nagyvad* is előszeretettel fogyasztják a növényi részeket. Amíg azonban az apró földi rágcsálók a fák gyökereit, addig a nagyobbak a fácskák törzseit rágják vagy felhántják. A törzs védelmében egyre elterjedtebb a drót- vagy műanyaghaló használata e károk elkerülése érdekében.

Az *atkák* közös tulajdonsága, hogy szúró-szívó szájszervükkel felsértik a levélszövetet és nedvtartalmát szopogatják. Eközben gyakran mérgező nyálkát választanak ki, amelynek eredménye a gubacsképletek megjelenése. Az atkák felszaporodása – évi 5-10 nemzedék,

nagyszámú tojásrakás – láncreakciót eredményezhet, amely egész fasorokat, erdősávokat is károsíthat. A károsított levelek ezüstösek, majd bronzsínűek és idő előtt lehullnak.

A kártevő állatok legnépesebb csoportja a *rovarok*. A gyökértől a termésig bármelyik növényi szervet károsíthatják rágásukkal és szívogatással. Rágással károsító rovarok a bogarak és lárváik, a légy- és szúnyoglárvák (nyüvek), a darázslárvák és a hernyók. Szívogató rovarok a levélbolhák, a pajzstetvek, a levéltetvek és a levélpoloskák. A levéltetvek és a szűrő-szívó szájszervű kártevők több szempontból is veszélyt jelentenek fáink számára. A lomblevelet megszúrva kiszívják nedveit és a levélen apró sebek keletkeznek. Mérgező nyálkaanyagot választanak ki, így a közvetlen nem veszélyeztetett sejteket is elpusztítják. A sérült felületeken kórokozók jutnak be a növénybe. A veszélyt fokozza, hogy a szívogató kártevők – elsősorban a levéltetvek – vírusos betegségeket terjesztenek. Egyes rovarok jelenléte és az általuk kiválasztott ragacsos anyagok csökkentik az út menti fák esztétikai értékét is.

2.7.3. Az út menti növényzet szűrő hatása

Ha a légáramlás sebessége bizonyos határ alá csökken, a nagy szemcsék – por, korom, pernye stb. – viszonylag könnyen kihullik a levegőből. Ha a levegőt nagy felületű lombos fák, cserjék felett vezetjük el, a por jelentős része kihull. Áramlásuk közben a szemcsék ütköznek, a sebességük csökken. Minél több az ütköző felület, annál jobban kifejti hatását a turbulencia, a levegő annál nagyobb mértékben tisztul. Napsütötte talaj gyorsan felmelegszik, a felszálló légáramlások szétsodorják a levegő szennyeződéseit. Az út menti fásítások nagymértékben elősegítik a levegő tisztulását. A lombos fák között átáramló levegőből a por mechanikai módon kiszűrődik, amelyhez a lomb súrlódása, a turbulencia, a nagy felület szintén hozzájárul (RADÓ, 2004). A leveleken való lerakódást az eső a szennyezést a földre mossa, ezzel a növényiszűrő regenerálódik. Itt az út menti növényzet levegővédelmi funkciója nem merül ki. Az egyes szennyezéseket – fémrészecskéket – a fák és a cserjék a befogadáson túl, el is raktározzák. Védelmi többletet nyújt, ha a fákkal kombinálva cserjéket is telepítenének, mert ezek a legveszélyesebb zónában – a kipufogók és a légzőszervek közt – fejtik ki szűrő hatásukat.



13. kép: Az út menti lágý- és fásszáru növényzetnek nagy szerepe van a káros hatások tompításában (a szerző felvétele)

2.7.4. Kárláncolatok összetett hatásai

Az út menti és hasonló vonalas fásítások (erdősávok, csatornafásítások) kapcsán a legnagyobb figyelmet azokra a kórokozókra és károsítókra kell szentelnünk, amelyek jelentős minőségi romláshoz vezetnek. Mivel ezek nagymértékben befolyásolják az egyedek és a facsoportok egészségi állapotát, szerkezetét és esztétikai megítélését.

Egyes kórokozók gradációtól eltekintve azt mondhatjuk, hogy a legnagyobb károkat, az út menti vagy erdősáv szerkezetalkotó fáinak pusztulását, a káros hatótényezők számára „kedvező” – abiotikus és biotikus –, környezeti adottságok összegződése okozza.

Az abiotikus tényezők okozta rendellenességeknek – felbomlott anyagcsere, csökkent fotoszintézis, száradás, stb. – következménye lehet az, hogy a legyengült növény áldozatul esik több kórokozónak vagy kártevőnek. A tápanyaggal jól ellátott egyedeknek nagyobb az ellenállóképességük. Egy egészséges növény természetes védekező mechanizmusai elegendő védelmet nyújt a külső támadások ellen, egyre nehezebb dolguk van a mesterséges hatótényezők folyamatos szaporodása miatt.

Az elkövetkező évtizedekben elkerülhetetlen lesz az út menti és más „erdőn kívüli” fásítások fenntartási kérdéseinek átgondolása és azok a környezeti feltételekhez igazodó újratervezése. Jelenleg a megyei Közútfenntartó Kht. nem rendelkezik érdemben az út menti zöld sáv ápolására fordítható anyagi és technikai eszközökkel. A folyamatosság biztosítása érdekében döntést kell hozni arról, hogy kinek a felelőssége a külterületi út menti fasorok fenntartása és ezzel együtt a nevelésük, kezelésük, védelmük és felújításuk külterületen.

A hazai közúthálózat fokozott igénybevételnek van kitéve. Létesítményeinek fenntartása évről-évre mind nagyobb ráfordításokat igényel. Tapasztalataim alapján az utakhoz kapcsolódó fasorok, facsoportok vagy erdősávok karbantartása egyszeri baj (hótörés, széldöntés, baleset) utáni „sebészeti” beavatkozásokban merül ki. Előrelátó és rendszeres növényvédelemre itt is szükség lenne, nem csak *ad-hoc* intézkedésekre.

Ezeket a fákat fokozott stresszhatások érik, amelyek kiküszöbölése lehetetlen. A károk megelőzése érdekében célszerű lenne egy közúti-mezőgazdasági-erdészeti kooperatív hálózat létrehozása, amely figyelemmel kíséri az érintett növényzet egészségi állapotát, előrejelzi a potenciális károsodások bekövetkezését és effektíven reagálni tud azok elhárítása érdekében.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

Az útfásításokkal kapcsolatos vizsgálataimat több szakterületen szerzett ismeretek és eredmények alapján foglalom össze. Doktori tanulmányaim megkezdése előtt már megismerkedtem a mezővédő erdősávokkal, a Répce-sík mezőgazdasági területeit védő erdősávrendszeren keresztül. Ekkor a telepítéstől eltelt közel 50 év távlatában vizsgáltam az eredeti tervekben lefektetett célok, elképzelések és azok hatásainak megvalósulását a felnőtt erdősáv-állományokban és környezetükben. Az erdősávrendszerek szerves részeként szükséges volt a közutakat kísérő hófogó erdősávokkal és a vizsgálati területet kísérő fasorokkal és cserjesávokkal is foglalkoznom. Az erdősávok működését követően figyelmem a fásítások szélsőséges csökkenti hatása felé fordult, és ezen belül mindig kiemelt helyet foglaltak el a hófúvások ellen védő biotechnikai megoldások.

3.1. Adatgyűjtés

Szakirodalmi kutatásaim egyik célja az elmúlt évtizedek útfásításokkal kapcsolatos publikációinak áttekintő bemutatása. Ennek segítségével nyomon követhető az útmenti fásításokkal kapcsolatos elvárások és célok időbeli változása, a múlt és a jelen elvárásainak összehasonlítása. A hazai és a nemzetközi szakirodalomban megjelent cikkek, kutatási jelentések, diplomamunkák és egyéb publikációk segítséget nyújtottak terepi kísérleteim megvalósításához, feltevéseim megalapozásához és eredményei igazolásához is. Az NYME Központi Könyvtárán kívül az egyetemi intézeti könyvtárak, a freiburgi Egyetemi Könyvtár, a Magyar Közút Kht. által rendelkezésemre bocsájtott publikációk és tervezési segédletek, kollégáim és a témában jártas szakemberektől kapott szakirodalmi források szolgálták munkám alapjául. Bár irodalmi forrásaimat egy spanyol és két német kapcsolat keretében is gyarapítani tudtam, külön ki kell emelnem az internet hasznosságát, amely lehetőséget nyújtott számos európai és tengerentúli publikációhoz való hozzáféréshez.

3.2. Mezővédő erdősávok felmérése

A mezővédő erdősávokkal kapcsolatos kísérleteim 2002-ig nyúlnak vissza, amikor tudományos diákköri konferenciára való felkészülés kapcsán kezdtem meg erdősávokkal kapcsolatos munkáimat Sopronhorpács külterületén. A sopronhorpácsi felmérések feladata egy kísérleti erdősávrendszer telepítési céljainak és a mai állapotának összehasonlítása volt. Az erdősáv-rendszer elemeiben sávról-sávra haladva transzektet mértem fel, amelyek tartalmazták az erdősávok jellemző méreteit, a megtalálható fásszárú fajokat, a fasorok adatait és számos egyéb paramétert. A sávszintű terepi felmérés és az erdősáv-rendszer légifelvételek

alapján történt térinformatikai feldolgozása (ArcView szoftver segítségével) tette lehetővé, hogy bemutassam az évtizedek alatt lezajlott változásokat. A fényképes dokumentáció, az AutoCad szoftverrel rögzített sávszerkezetek és a terepi tapasztalatok a későbbiekben is segítségemre voltak.

3.2.1. Hófogó kísérletek

A sopronhorpácsi kísérleti erdősáv-rendszer területén 6 erdősávot választottam ki, amelyek belső és külső környezetében 4 éven át hóméréseket végeztem. Mindegyik erdősáv esetében, az erdősáv jellegétől függően 2 vagy 3 mérési pontot rögzítettem GPS-vevő (Garmin Map, Garmin Legend) segítségével, amelyeket jelölő-spray segítségével is megerősítettem a fatörzseken. Ezen pontokon átmenő az erdősáv hossz tengelyére merőleges egyenes mentén méterenként végeztem a hómagasságok mérését a sáv szélétől mért 20-35 méteres távolsáig. A távolságok meghatározásának oka az egy-két állománymagasságnyi távolsággal kialakuló egyenletes hótakaró és a felszín egyenetlensége volt, amely már nem tette lehetővé az alacsony hótakaró objektív felmérését.

Csakúgy, mint az erdősávok felmérésekor mérőszalagok, kitűzőrudak, erdészeti átlalók, mechanikus- és optikai magasságmérők, valamint digitális felvételek interpretációja alapján végeztem a hómagasság mérését és az erdősávszerkezet pontosítását. A számítógépes feldolgozásban a Microsoft Excel, a Maple 11 statisztikai szoftver, az IrfanView és Photoshop Elements képelemző szoftvereket használtam.

3.2.2. Hófogó erdősávok Győr-Moson-Sopron megyében

A Fás biotóprenszerek létesítésének és fenntartásának elemzése című OTKA kutatásban való részvételemmel alkalmam nyílt a Győr-Moson-Sopron megyei Közútkezelő Közhasznú Társasággal együtt dolgozva felmérni a megye területén nyilvántartott hófogó erdősávokat. Főként a 85-ös főút és Győr környékén 12 erdősáv szerkezeti vizsgálatát végeztem el, különös tekintettel a fenntartásuk érdekében szükséges sürgős beavatkozásokra.

3.2.3. Áttörtség-porozitás kísérlet

A hómérések alkalmával az egyes erdősávok uralkodó széliránynak kitett és védett oldalán GPS-el rögzített álláspontokból az erdősáv hossz tengelyére merőlegesen, illetve két erdősáv esetén az uralkodó szélirány figyelembevételével 45 fokos szögben, nagy felbontású (3 megapixeles) digitális felvételt készítettem az erdősávok áttörtségének, illetve porozitásának digitális kiértékeléséhez.

3.3. Útmenti fásítások vizsgálata

Az erdősávvizsgálatokkal párhuzamosan 2005-ben megkezdtem a közútfásítások tanulmányozását is. Személyes és szakmai lehetőségeim szükségessé tették a Győr-Moson-Sopron megyeinél szűkebb vizsgálati környezet kijelölését, így esett a választás a Sopron-Fertőd Kistérség főközlekedési útjait kísérő fásítások vizsgálatára. Ezen belül munkám két nagy területi részre tagozódik. Az első rész a 85. számú főközlekedési út felújított szakaszainak vizsgálata. Ebben az esetben a zöldfelület-rendezerési tervek és a terepi vizsgálatok teszik ki a gyakorlati terepi munkát. Míg a 84. számú főút esetében nem álltak rendelkezésemre korabeli tervdokumentációk, így itt az első feladat a fásítások felmérése volt, amiből következtetni lehet a tervezők eredeti elképzeléseire, az elmúlt évtizedekben alkalmazott fásítási irányelvek felülvizsgálatára, valamint az útfásítások felújítási és továbbfejlesztési lehetőségeire. A fasorok esetén vizsgáltam és rögzítettem az egyes fákat és a fasort leíró körülményeket és paramétereket, mint a fa egészségi állapota, szerkezete és úttól mért távolsága, vagy a fasoron belül mért törzstávolságok, illetve a fasor közlekedésre gyakorolt hatásának látható jeleit.

3.4. Elméleti jellegű kutatások

Az előbbieken felsorolt kísérleti jellegű erdősávokkal és fasorokkal kapcsolatos kutatási folyamatból idő közben több mellékág is fakadt. Ilyenek a védelmi fásítások áramlástanis ismereteiben való elmélyülés, a többcélú hasznosítás lehetőségeinek vizsgálata, az erdősávok modellezési lehetőségei, a felvételezett fásítások minősítése, a közlekedésbiztonság és az út menti fizikai környezet összefüggéseinek vizsgálata, az erdősávok telepítésével és felújításával kapcsolatos lehetőségek kutatása.

A következő fejezetek célja a szakirodalom, az előírások és a vizsgálati területek tapasztalatai alapján a fásítások bemutatása és a bennük rejlő lehetőségekre, szükséges feladatokra való rávilágítás. Ismertetem a vizsgálati terület határain túlnyúló korábbi eredményeket is, mert ezek is hozzájárulnak a következtetések és javaslatok magyarázatához.

3.5. A mintaterületek bemutatása



14. kép: A Sopron-Fertődi Kistérség műholdfelvételen (készült a GOOGLE EARTH felvételei alapján)

A vizsgált fásítások az Alpokalján, a megyei hófogósávok többségének kivételével, a Répce-sík (1), Ikva-sík (2) és a Soproni-medence (3) területén helyezkednek el. A három kistáj felszíni formáiban, felszínük kialakulásában és éghajlati mutatóiban (10. táblázat) is nagy hasonlóságot mutat.

A Répce-sík felszínét 5-15 méter vastag kavicstakaró alkotja, amely a Répce süllyedékterületének hordalékkúpjaiként igazi alföldies síkság jellegét kölcsönöz a tájnak. Az átlagos tengerszint feletti magasság 167 méter. Egységes, alig tagolt felszínét, kavicsos jégkorszaki vályoggal fedett széles, lapos erodált háta és kavicsos völgyelések jellemzik. A talajvízzel átjárt kavicstakaró erősen szennyezett, különösen azokon a helyeken sérülékeny, ahol a mezőgazdasági táblákat olykor 4-5 méter mély, kavicsrétegbe mélyülő vízvezető árkok szegélyezik. A kavicsos aljazaton kialakult vékony termőrétegű agyagbemosódásos barna erdőtalaj 71 %-os részarányban található. A helyenként felszínre bukkanó kavicsréteg néhol vassal cementálódva vízzáróvá vált. Az erdővel borított területek talajaként barnaföld és réti szolonyec is előfordul. Három éghajlati övezet határán helyezkedik el (hűvös-nedves-száraz), a szubatlanti hatás mérsékelten hűvös klímát okoz. A 2,5 %-os települési részaránnyal bíró kistáj jelentős mezőgazdasági hagyományokkal rendelkezik. Területének 68,5 %-a szántó, jellegzetes természetű növénye a cukorrépa. Erdősültsége 24 %, amelyet fiatal és középkorú keménylombos erdők adnak.

Az Ikva-sík szintén kavicstakaróval, kavicstakaró-maradványokkal fedett kistáj. Az aszimmetrikus, teraszos eróziós síkot az Ős-Ikva hordalékkúp-rendszere – 5-6 méteres hordalékkúpok, 2-3 méteres ártér – színesíti. Éghajlata szárazabb, de hasonló, mint a szomszédos területeké. A löszös üledékeken keletkezett erdőtalajok részaránya 82 %. Ebből a barnaföld 63 %-ot tesz ki. A kavicsra kialakult sekély termőréteg szélsőséges vízgazdálkodású, erősen savanyú és igen gyenge termékenységű. A réti talajok (18 %) vízgazdálkodása kedvezőbb. Az északról benyúló fertői lápos réti talajok és nyers öntések részaránya elenyésző. Cseres-tölgyes, gyertyános-tölgyes erdőkkel, szőlővel és gyümölcsösökkel találkozhatunk.

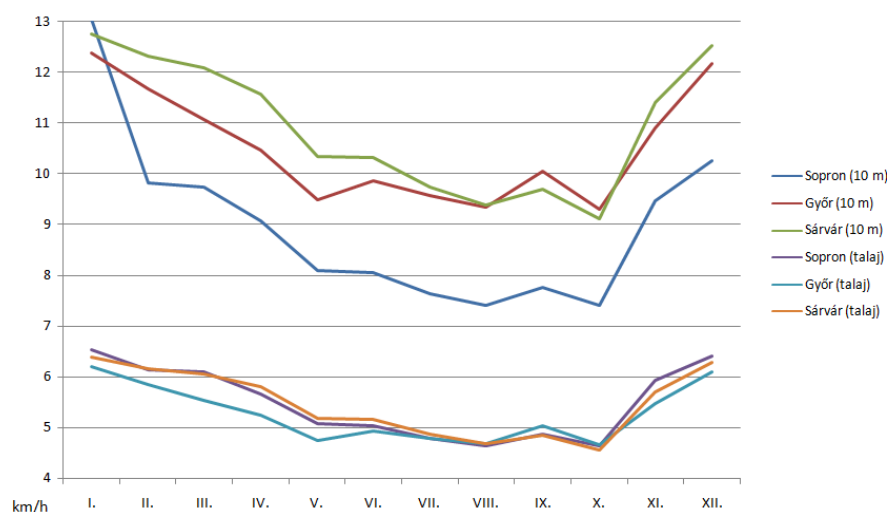
Az északnyugat-délkelet irányú Soproni-medencét a Soproni-hegység, a Fertőmelléki-dombság és a Kismartoni-medence tanúhegyei határolják. Az eredetileg cseres-tölgyes erdős kistáj átlagos tengerszint feletti magassága 240 méter. A medence süllyedéssel alakult ki (kristályos medencealjazat), majd a környezetéből érkező patakok töltötték fel (agyagos üledék,

kavicstakaró), löszös üledék és hordalékanyagok fedik a felszínt. A jó vízgazdálkodású gyengén savanyú löszös üledéken képződött agyagbemosódásos barna erdőtalaj (65 %) mellett a réti- és nyers öntéstalajok arány a 35 %. Soprontól keletre kedvező termékenységű réti talajok találhatóak. Környezetét keménylombos és fenyőerdők díszítik. (MAROSI - SOMOGYI, 1990)

Éghajlati jellemzők	Répcse-sík	Ikva-sík	Soproni-medence
napfénytartam (óra)	1850-1900	1850	1850
évi középhőmérséklet (°C)	9,5-9,7	9,5-10,0	9,4
tenyészidőszaki középhőmérséklet (°C)	15,5-16,0	16,0	15,6-16,0
fagymentes napok száma	185-190	186	179-181
hőmérsékleti maximumok sokévi átlaga (°C)	32,0-33,0	32,0-33,0	32,5
téli minimumok sokévi átlaga (°C)	-15,3 – - 15,5	- 15,5	-14,7 – -15,0
évi csapadékösszeg (mm)	650	650	700
tenyészidőszaki csapadékösszeg (mm)	410-420	400-420	410-450
sokévi átlagos hóborított napok száma	42-45	45	47
maximális hóvastagság (mm)	25	28	30
leggyakoribb szélirány	É, ÉNy	ÉNy	ÉNy
átlagos szélesség (m/s)	3,5-4,0	3,5-4,0	3,5
talajvíz mélysége (m)	2-4	2-4	2-4

10. táblázat: A három kistáj meteorológiai mutatói (MAROSI - SOMOGYI, 1990 alapján)

Témám szempontjából az uralkodó szélirányok ismeretének nagy szerepe van. A fenti táblázat is alátámasztja, hogy a vizsgálati területeken az uralkodó szélirány az észak-északnyugati. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján a Kisalföld és főként annak északnyugati sarka az ország legszeleesebb területei közé tartozik (TÓTH et AL. 2007). Az átlagos szélesség 10 méteres magasságban 7-13 km/h közötti (28. ábra), míg talajközelségben 4-7 km/h. A szélesség éves eloszlására jellemző, hogy a téli és tavaszi hónapokban az átlagos szélesség 10 km/h feletti és gyakoriak az ehhez társuló 30-70 km/h sebességű szellőkések.



28. ábra: Az 1983-1993 között 50 m magas és talajszinten mért 3 órás átlagos szélességek (GAISMA, 2008)

Az alábbi táblázat (11. táblázat) a sopronhorpácsi erdősávvizsgálatok alkalmával, Sopronhorpács és Und községek közötti nyílt területen (É 47° 29' 00.9" K 016° 42' 57.0") végzett szélmérések eredményét mutatja be. A szélirány északi és nyugati összetevője a mérések többségénél meghatározó, és a 10 km/h feletti átlagos szélsébség is gyakori.

Dátum	Szélirány		Szélsébség			
	Fok	Égtáj	m/s	max, m/s	km/h	max, km/h
2004. január 8.	270-40	Ny-ÉK	3,3	6,2	11,9	22,3
2004. január 29.	190-220	D-DNy	0,9	3,1	3,2	11,2
2004. március 2.	330-360	ÉÉNy-É	2,2	5,6	7,9	20,2
2005. február 1.	270-320	Ny-ÉNy	5,3	12,9	19,1	46,4
2005. február 28.	310-360	ÉNy-É	4,5	8,1	16,2	29,2
2005. november 24.	280-300	Ny-NyÉNy	2,7	6,4	9,7	23,0
2005. november 26.	170-260	D-Ny	1,2	1,4	4,3	5,0
2005. november 27.	290-350	NyÉNy-É	3,9	6,1	14,0	22,0
2005. december 13.	270-310	Ny-ÉNy	3,5	5,1	12,6	18,4
2005. december 17.	350-60	É-KÉK	2,9	4,6	10,4	16,6
2006. január 2.	140-180	DK-D	1,1	1,4	4,0	5,0
2007. január 24.	0-360	változó	0,5	1,1	1,8	4,0
2007. március 19.	300-310	NyÉNy-ÉNy	1,3	1,8	4,7	6,5

11. táblázat: Sopronhorpácsi szélmérések (a szerző adatai)

Az uralkodó széliránnyal kapcsolatban figyelembe kell venni, hogy az „uralkodó” jelző nem a mindennapos, állandóan abból az irányból érkező szelet jelenti. A helyes értelmezéshez tudnunk kell, hogy az uralkodó szél csak az összes eset 20-30 %-a, egyébként más szélirányok is jellemzőek lehetnek, jelen esetben a 10-20 %-os gyakoriságú déli szél, amely általában alacsonyabb átlagos sebességű meleg áramlás.

3.5.1. A 85. számú főút a Sopron-Fertődi kistérség területén

A 85. számú főút a kistérség területén 21 kilométert tesz meg. Ez a szakasz magában foglalja a Kapuvár-Nagycenk között megvalósult pályarekonstrukció, amelyet követően a főúthoz tartozó zöldfelület is teljes felújításra került.



15. kép: A 85-ös főút nyomvonala a Kistérségben (forrás: GOOGLE EARTH)

3.5.1.1. Kapuvár-Fertőszentmiklós útszakasz

A 85-ös számú főút 2000. évi rekonstrukciója után a felújított útszakasz mentén az érintett zöldfelületek rekonstrukciójára is sor került. Az út új vonalvezetéséhez és pályaszerkezetéhez

igazodó zöldfelületi tervek mellett és azokkal összhangban az eredeti területhasználatba visszakerült területekre (gyepes területek, szántók, gyümölcsös) is készült újrahaznosítási terv. Az út területe, illetve a fásítható zöldfelület néhány hektárral, az útszelvény szélessége helyenként 1-2 méterrel csökkent. Az útfelújítási munkák során, ahol az útpálya irányvezetése módosult, levágták a régi útkanyarokat, a visszamaradó pályaszerkezetet teljes mélységében és szélességében kiszedték és eltávolították. A kikerült anyagkeverék aszfalttartalma miatt veszélyes hulladéknak minősül, ennek megfelelően került elhelyezésre. (JÓZAN, 2000)

A rekonstrukció előkészítési fázisai során kitermelt és az építkezés alatt depóniákban tárolt felső humuszos talajréteg az újonnan kialakított útpályához tartozó földművek termőrétegének kialakításában, parkosításra, a környező területek terepegyengetésére és a felszínalakító (durva tereprendezési) munkák befejeztével az igénybevett talaj minőségi javítására került felhasználásra. A rekultivált területekre a továbbiakban gyep, szántóföldi növénykultúrák kialakítása vagy gyümölcsösök létesítése az elsődlegesen ajánlott.

A 85. számú főút Fertőendréd-Pereszteg közötti (44+900 - 53+900 km szelvények) közel 15 kilométer külterületi útszakaszán végzett útpálya-rekonstrukció átlagosan a padkáktól mérve 2-6 méter távolságban érintette az út menti területeket. Az út vonalvezetésének korrekciójával 3,4 hektár terület szabadult fel, amelynek nagy része – 2,7 kilométer úthosszon 2,6 hektár, változó szélességben (0-20 méter) – a Magyar Közút Kht. tulajdonát képezi. A kiváltott területek gyep vagy szántó művelési ágba kerültek, rajtuk fasor, ligetes fasor és cserjés területek találhatóak. A gyepes területek a továbbiakban lehetővé tennék védelmi fásítások, fasorok létesítését, különös tekintettel az északi oldalon található területekre. Ez kb. 900 métert jelent, legtöbb helyen 9-20 méter szélességben felhasználható területtel.

A Fertőszentmiklóst Pereszteggel összekötő főút felújítása után került sor a Kapuvár-Fertőszentmiklós közötti szakasz rekonstrukciójára. Az útszerkezet felújítását annak környezetének rendezése követte a Komárom-Esztergom Megyei Parképítő és Kertészeti Rt. tervei alapján. A növénytelepítési tervek készítése során a következő szempontok szolgáltak vezérelvként:

- a telepített növények pótolják a létesítmény okozta hiányokat, egészítsék ki a meglévő növényzetet,
- az út tájbaillesztésének feladata, az utazó szeme elé táruló látkép harmonizálása,
- az út menti műtárgyakat, ha azok tájba illeszthetőek, valamint a zavaró, szemet bántó látványt el lehet takarni növénytelepítéssel,
- az utakat keresztező csatornákat, patakot és bekötőutakat a növényzet segítségével kell hozzákapcsolni a környező tájhoz.

A közlekedés terhelő hatásainak növekedésével az utakat szegélyező hagyományos fasorok szerepe átértékelődött. Elsősorban az utazási sebesség növekedése és a megváltozott közlekedési magatartásformák indokolták a napjainkban korszerűnek nevezhető telepítési minták, és az

alkalmazott fa- és cserjefajok megválasztását. A hagyományos fasorok negatívumaiként értékelhető, potenciálisan balesetveszélyt kiváltó hatások (rácshatás, falszerű fasorok, fatörzsek közelsége) feloldása is kívánatosná vált. A korszerűnek mondható ligetes telepítési forma lett a tájba illesztés széles szakmai körben elfogadott eszköze. A kialakítás folyamán az adott tájegység növénytakaróját, faj- és formagazdagságát próbálták a tervezők az utak környezetére adoptálni. A rendelkezésre álló terület kiterjedésétől függően egymástól 20-25 méter távolságra elhelyezkedő facsoportokat alakítottak ki. A facsoportok közötti szabad területek menekülési útként szolgálhatnak balesetveszély elkerülése érdekében.

A facsoportokat egyes helyeken cserjecsoportokkal társítva alakították ki, amely a magasságkülönbségek és színárnyalatok kihasználását célozta, hogy ily módon mozgalmas térhatást nyújtsanak a telepítések.

A telepített fák zömét a tájra jellemző őshonos fafajok (juharok, hársak, kőrisek, berkenyék) alkotják. Továbbá egyes kertészeti változatok is megtalálhatók (pl. vérjuhar), amelyek főként a figyelemfelkeltés eszközeiként szolgálnak útkereszteződések környezetében. A japánjuhar és a csörgőfa díszes virágaik miatt, míg a fenyőfélék és a nyír az Alpokaljához való közelségből kifolyólag kaptak helyet a fásításokban. A cserjefajok kiválasztásakor is az őshonosság és a díszítőérték volt a meghatározó. Somoknak, galagonyának, kecskerágóknak és kökénynek a tájbaillesztésben szántak szerepet, míg a többi cserjefaj célja, hogy virágával és termésével színesítse a környéket. A telepített növények listáját az 43. melléklet tartalmazza.

A Kapuvár-Vitnyédi szakaszon kerékpárút is épült az útpálya és a hozzá tartozó vízelvezető árok mellett. A tervezők ebben az esetben az árok és a kerékpárút közti területre elválasztó sövény kialakítását tervezték be, 20-20 méteres szakaszokban a cserjésített illetve szabadon hagyandó területek kialakítását célozták meg. Mivel a kerékpárúton közlekedők védelmében erős hajtású vagy tövises cserjék használatának mellőzése kívánatos, ezért hóbogyó, piros levelű borbolya, gyöngyvirágcserje és tűztövis mellett galagonya, kökény, aranyvessző, májusi orgona, Júlia-borbolya és gyeptörzs telepítéséről döntöttek. Ezek természetükkel, virágdíszükkel vagy őszi lombszínükkel hívják fel a figyelmet a párhuzamosan haladó kerékpárútra.

Szaporítóanyagként 8/10-es sorfákat (SF), fenyők esetén 80/100-as minőségű fácskákat terveztek. (A sorfák méretszáma itt a gyökfő felett egy méteres magasságban mért törzskerületet, míg a fenyőknél a famagasságot jelöli centiméterben.) A fák egy irányból történő karózását írták elő. A kiültetésre kerülő konténeres cserjék 40/60-as méretűek. A megfelelő minőségű növénytelepítés elvégzéséhez a rekultivációs feladatok (humuszolás, talajjavítás) maradéktalan elkészülését nevezték meg kívánatos feltételként.

A 85. számú főút 44,9-53,9 km közötti szakaszán 270 db fa és 1900 db cserje került kiültetésre. A fásításhoz rendelkezésre álló terület átlagosan 10-12 méter széles az útpadkától a szántóterületek széléig terjedően. Az útszakasz fásítási jellege ligetesnek mondható, ahol 2-5

többől kialakított, egymástól 50 méteres távolságban álló facsoportok helyezkednek el az út szélétől 4-8 méteren belül. Az általában kettő, de esetenként 5 féle fafaj alkotta facsoportok tőtávja 8-10-12 méter. Egyes helyeken a rézsűben is található fatörzs a padkától mért 5 méteren belül. A ligetes fásítás ott vált igazán megvalósíthatóvá, ahol az út mentén szélesebb terület (15-20 méter) állt rendelkezésre. A facsoportok között 10-15 méter hosszban 2 cserjefajból álló sövények lettek kialakítva. Helyenként a rézsűben is telepítettek cserjéket a padkától mért 3-4 méteren belül. A tervezett iparterület és a kerékpárút közé feketefenyő fasor és fagyal-sövény 40 méterenkénti váltakozásával elfedő fásítás került kialakításra.

A Vitnyédi-pihenőhely 5 fa- és 4 cserjecsoport felhasználásával tervezték át (6 fafaj, 8 cserjefaj). Az útkereszteződések beláthatósági háromszöge általában biztosított, a legkisebb távolság a bekötőút tengelye és a fásítás között 10 méter. (JÓZAN, 2000)

Terepi vizsgálataim alkalmával a fertőendrődi kereszteződéstől (52+000 km sz.) Sopron irányába tartó külterületi főútszakaszokra fókuszáltam. Az első pár száz méteren az út északi oldalán az útpálya szélétől 4-6 méteres távolságban juhar-kőris-hárs facsoportokat telepítettek, egymástól átlagosan 100 méteres távolságban. A 3-5 fából álló facsoportok közé helyenként 2-2 db változatos fajösszetételű sövény is került 10-10 méter hosszban. A fatörzsek az út északi szélétől 6-7 méteres távolságban helyezkednek el a töltésrézsű alján vagy az út vízvezető árokkal rendelkező részein annak szántóföldi oldalán. A déli oldal fásítottsága kisebb mértékű, feltehetően a hóátfúvások elkerülése végett.

Fertőszentmiklós belterületi határáig a 85. számú főutat mindkét oldalán 1-1,5 méter mély árok szegélyezi. A fasorok 300-400 méterenként váltakozva helyezkednek el az út két oldalán. Az 53+220 - 53+550 km szelvények között a korábbi nyomvonalevezetéshez tartozó fásítás található az úttól déli irányba 10-20



16. kép: A régi nyomvonalat őrző fák Fertőszentmiklós előtt (a szerző felvétele)

méter távolságban (24. melléklet). A meglévő régi fasort jó egészségi állapotú nagylevelű hárs, magas kőris és korai juhar fafajok alkotják 6-20 méteres tőtávval. Ezt a 330 méteres szakaszt az útpálya felújítását követően hegyi juhar, magas kőris, madárberkenye, turkesztáni szil és nagylevelű hársból álló ligetes fasorral (6 kísérő cserjefaj) egészítették ki az út déli árkatól mért 1 méteres távolságban (16. kép). A ligetes fásítást a kicsivel több mint 300 méteres szakaszon 4 ligetbe szervezett 16 fatörzs, és kb. 100 méternyi sövény építi fel. A két fasor között fennmaradt 10-15 méter széles zöldterületet földút szeli át. (FODERMAYER, 2000)

3.5.1.2. Fertőszentmiklós-Pereszteg útszakasz

A 85. számú főút Fertőszentmiklós-Pereszteg közötti (57+987,37 - 65+625,52 km. sz.) szakaszára 1999-ben elkészített zöldfelületi tervet a Győri Közútkezelő Kht. kérésére 2000-ben módosították, hogy a fásszárúak telepítése megfeleljen a korszerű elvárásoknak. A tervek módosítása elsősorban a fa- és cserjefajok összetételét és elhelyezését érintette. Az eredeti növénytelepítési terven a fák egymás után fasorként kerültek volna kiültetésre. A módosítás célja a szabályos törzstávolságú sorok helyett a csoportos kialakítás lett úgy, hogy a fásítások közötti 25 méteres távolság menekülési utat biztosítson az esetleges balesetek elkerülése végett. A balesetmegelőzés lehetőségeit keresve kerültek elhelyezésre a cserjecsoportok is. Kitűzött feladatuk, hogy kisodródás esetén csökkentsék a gépjármű mozgási energiáját, „megfogva” azt megelőzzék a komolyabb személyi és tárgyi károsodást. Az általában 25 méterenként elhelyezett facsoportok a vízelvezető árok és a kisajátítási határ közti földszíven helyezkednek el. Kivételt képeznek ez alól azok a területek, ahol az útmenti zöldsáv alatt közmű vagy felette elektromos vezeték található, ezekre a területekre fát telepíteni tilos. Hasonlóképpen a kanyarok belső ívének zöldterületén és a kereszteződések közvetlen környezetében is a fásítások mellőzése volt a cél. Cserjecsoportok elhelyezésére az árkok külső rézsűjét és a facsoportok közvetlen környezetét jelölték ki. Elhelyezésük a kedvező „térhatás” megteremtését is célozza. A veszélyesnek minősülő pontokra (buszmegálló, útkereszteződés) különleges alakú, mintázatú és színezetű növényzet használatával kívánták felhívni a figyelmet. (PINTÉR, 2000)

A tervezői szemlélet azt kívánja hangsúlyozni, hogy a szerepüket veszített fasorok helyett, azok kedvezőtlen hatásainak kiküszöbölésére (fal-, rács-, hangvisszaverő-, fárasztó hatás) vagy legalábbis ezen hatások csökkentésére, a ligetes útkísérő növénytelepítés a legjobb és kötelezően igénybe-veendő eszköz. Továbbá szempont az is, hogy ne csupán mint úttartozékot kezeljük a fásításokat, hanem, mint a táj szerves alkotórészét, amely az épített környezetet hozzákapcsolja a tájképhez. Ezért a 85-ös út felújított szakaszainak növénytelepítéseinél is olyan szaporítóanyag használatát írták elő, amely a lehetőségek szerint a tájegység természetes növénytakarójának illúzióját kelti. A tervezők elsősorban a formai és színbeli gazdagságot kívánták kihasználni és a „harmonikus kialakítással” az út és környezetének ökológiai összetartozását fokozni. Bár első ránézésre a lombkoronák útszelvénybe nyúlása is ezekhez a célokhoz tartozik, a fafajok megválasztásnál cél volt, hogy lehetőleg olyan koronájú fák kerüljenek az útszélekre, amelyek ágai később sem nyúlnak az úrszelvénybe.

Az 7,6 km hosszú útszakaszra a tervek szerint 1200 tő fa és 4600 cserje került kiültetésre. A zöldfelületrendezés központi fafajai a hegyi juhar, a magas kőris, a madárberkenye, a nagylevelű hárs, turkesztáni szil és fekete fenyő, a telepített fák több mint 75 %-át teszik ki. A fennmaradó fafajok közül jelentős számban korai juhar, japánakác, közönséges nyír, bugás csörgőfa és kis számban az erdei fenyő mellett a korai juhar két fajtája, a vörös levelű „Faasen's

Black” valamint az oszlopos „Emerald Queen” is megtalálható. A japánakác alkalmazásának célja a forma- és színgazdaság bővítése hasonlóképpen, mint a vörös levelű korai juharé és a csörgőfáké. Ahol a tervezési zöldfelület összeszűkül, a tér kihasználására jó szolgálatot tesz a korai juhar oszlopos fajtája. A facsoportok összeállításában arra törekedtek, hogy a csoportalkotó fajok habitusban, színben, hajtásrendszerükben, valamint levélformájukban eltérőek legyenek. Az elsősorban határoló szereppel tervezett fekete fenyő sorok mellett az erdefenyő ültetésének célja az Alpokalja közelségének előrejelzése.

A cserjefajok megválasztásakor az őshonosság mellett szintén a forma- és alakgazdagság (virág-, levélszín, térkitöltő szerep) volt az elsődleges szempont. Legnagyobb tőszámában májusi orgona, egybibés galagonya és aranyvessző kerültek felhasználásra. Az orgona és az aranyvessző díszítő hatásához még hozzájárul a gyöngyvessző, a pukkanó dudafürt és a kökény is. A nyáron virágzó csörgőfa és japánakác mellett a borbolya piros levelű fajtája ad még díszítőértéket. A korábban számbavett cserjék őszi színpompájához a tervezők szándéka szerint természetével még hozzájárul a tűztövis, a hóbogyó és az ostorménfa is. A téli „monotonitás” megtörésére egy-egy örökzöld cserjecsoport szolgál. A facsoportokhoz hasonlóan a cserjék kiültetése is csoportosan történt.

A konténeres lombos fákat (8/12-es) sorfa minőségben, 1 m³ gödörösással, 0,06 t/m² tőzeg talajjavítással, 3 éves fenntartással (utógondozással) telepítették. A lombos fákra egyedi védelmet is előírtak a tervekben, bár a részletezése elmaradt. A 40/50-es fenyők ültetése 0,6×0,6×0,6 méteres, a cserjék 0,4×0,4×0,4 méteres gödörösással, hasonlóan tőzeges talajjavítással történt.

A rendelkezésre álló 4-5 méter széles út menti sávban volt lehetőség a fa- és cserjecsoportok telepítésére. A facsoportok egymástól 15-35 méteres távolságban kerültek kialakításra, három-öt tőből állnak, jellemzően 5 méteres tőtávolsággal és két-három fafajból lettek kialakítva. A facsoportok kialakításakor figyelembe vették a régi, még egészséges faegyedek csoportba illeszthetőségét, és bár kis számban, de meghagytak néhányat. A cserjék önálló kis csokrokban, csoportosan vagy facsoportok kísérőjeként a rendelkezésre álló zöldsáv területén változatos úttól mért elhelyezésben kerültek kiültetésre. A feketefenyő kifejezetten térhatároló szereppel bír egy 150 méteres és egy 260 méteres szakaszon, amely egy-egy pihenőhelyet zár el optikailag a főúttól. A fatörzsek padkától mért távolsága 2-4 méter, ami csak a kereszteződések közvetlen közelében nő 7-10 méterre. A légvezetékek környezetében olyan fafajokat (madárberkenye, turkesztáni szil) választottak, amelyek várhatóan nem nőnek bele a védett keresztmetszetbe.

Bár a jellemző szélirány észak-északnyugati, több esetben az útszakasz északi oldalára a rendelkezésre álló szűk földcsáv vagy infrastruktúra (gáz-, távközlési vezeték) miatt nem kerülhetett sor fásításra. Azokon a szakaszokon, ahol az út széle nem teszi lehetővé fák

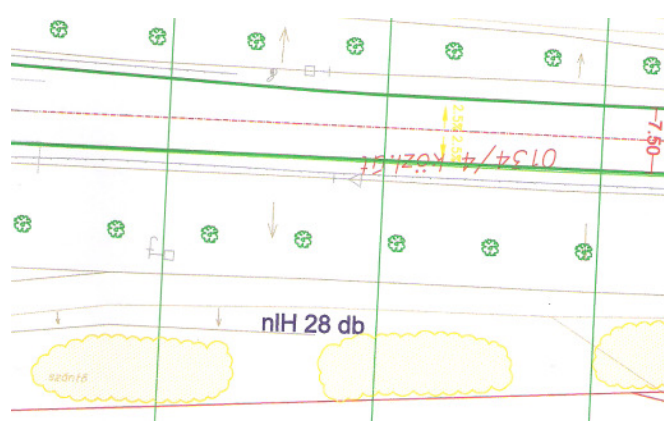
telepítését, kisebb cserjecsoportokat terveztek csakúgy, mint a meghagyott fasorok kiegészítésére vagy a forgalmi sávokat elválasztó szigetek díszítésére.

Az 58+940 és 59+170 km. szelvények között az út északi oldalán található pihenőt egy 9,5 méter széles 7 sorból álló véderdősáv került kialakításra. A két főfafaj (nagylevelű hárs, turkesztáni szil) 6 és 3 méteres tőtávolsággal, a hozzárendelt hét cserjefaj csoportjai 0,5-1 méteres távolsággal kerültek telepítésre úgy, hogy a fafajok esetében 2-3 méteres, míg a cserjék esetében az 1 méteres sortávolság biztosítsa a szükséges növényteret.

3.5.1.3. A Peresztég-Nagycenk útszakasz

A 85. számú főút utolsó, közel 5 kilométeres szakaszának (65+625,52 - 70+500 km sz.) zöldfelületi felújítását az előző szakaszokhoz képest kisebb fajgazdagsággal, de hasonló elvek alapján tervezték meg. A turkesztáni szil helyét átvette a pusztaszil. A már korábban is említett korai juhar, nagylevelű hárs, magas kőris, nyír és madárberkenye mellett új elemként jelenik meg a mezei juhar is. A mindösszesen 7 fafajból álló fásításokat hat cserjefaj egészíti ki. Az orgona, tűztövis és pukkanó dudafürt mellett megjelenik az aranyeső, a gyepűrózsa és a lengyel rózsza. A fák között a kiültetett darabszám alapján a madárberkenye, a nagylevelű hárs és a magas kőris dominál, amelyek együttesen a kiültetett 350 tő fa 62 %-át adják. A cserjék között a rózsák és az orgona a központi elem, a tervezett 4200 darab szaporítóanyag 81 %-ával.

A nyílt útszakaszokon a fákat az út szélétől 4-8 méter távolságban ültették, a rendelkezésre álló zöldfelület és a meglévő árok függvényében. A ligetes facsoportok kialakításánál általában két fafajjal dolgoztak két, az úttal párhuzamos eltolt sorban. A facsoportok út szélétől mért távolsága 5-8 méter, a sortávolság 4-8 méter között váltakozik. A sorokon belüli tőtávolság 8-12 méter. A korábban jellemző 5-10 méteres tőtávolságú fasorokat helyenként teljesen felszámolták. Ahol szélesebb zöldfelület állt rendelkezésre (10-20 méter), rövid (50-150 méteres), 3-4 soros, 2-4 fafajból álló erdősávokkal egészítették ki az út zöldkörnyezetét. Az erdősávokban főfafajként magas kőrist, korai juhart, nyírt, míg kísérőfajként mezei juhart,

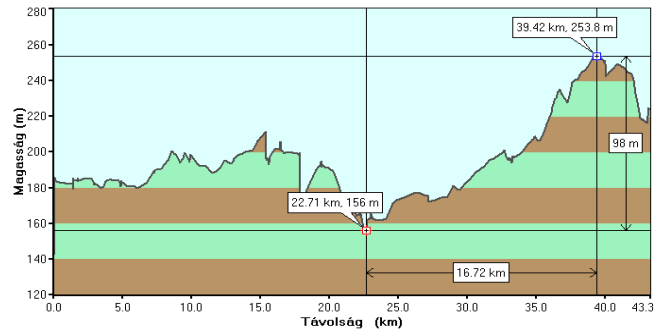


29. ábra: Fasorok Nagycenk határában (FMTR, 2000)

madárberkenyét és pusztai szilt ültettek. Az erdősávokat 100-120 méteres cserjesorok, egy fajból álló sövények váltják úgy, hogy 100-150 méteres útszakaszok maradnak fásítatlanul (FMTR, 2000). A 85. számú főút utolsó 500 méteres szakaszán az utat kísérő magas kőris és nagylevelű hárs fasorokat 20-30 méter hosszú rózsasövényekkel egészítették ki (29. ábra).

3.5.2. A 84. számú főút kistérségi szakaszának ismertetése

A 84. számú főközlekedési út a 87+418 km. szelvénynél lép Győr-Moson-Sopron megye és egyben a Sopron-Fertői Kistérség területére, ahol hat település, köztük Sopron területén is áthaladva 42 kilométert tesz meg északnyugat felé az államhatárig. A főút nyomvonalába külterületen 9 mellékút és a 85. számú főút csatlakozik, illetve metszi azt. A déli megyehatárról 100 méteres szintkülönbséget jár be az utazó tszf. 156 és 254 méter között (30. ábra). A vizsgált útszakasz a megye közúthálózatának 10,6 %-át teszi ki. (KÖZÚT, 2007)



30. ábra: A 84. számú főút térszintjének GPS-adatok alapján készített magassági profilja a vizsgált útszakaszon

A 84. számú főutat kísérő fásítások változatosságára méltán büszkék a környékbeli szakemberek. Nem csupán a települések jelentenek töréspontot az út menti fasorok mintázatában, de számos olyan hely található (útkereszteződés, nagy sugarú kanyar, emelkedő teteje és alja, stb.), amely gyökeresen megváltoztatja az útkörnyezet arculatát. Az általam kijelölt vizsgálati helyszínek, útszakaszok (keresztmetszetek) kiválasztásának egyik fontos célja az volt, hogy rajtuk keresztül bemutassam a sokszínűség értékeit is. A 84. számú főút vizsgálati helyszíneit és egyéb fasorvizsgálatok helyeit mutatja be a 17. kép.

Ha a megyehatárt jelző tábla nem is hirdetné, hogy Győr-Moson-Sopron megyébe értünk, az útfásítások alkalmazott fafajai és a fásítás kivitelezése mutatná, hogy valami megváltozott. Amíg a 84. számú főút megelőző kilométerein nyírfával vagy fenyőfélékkal is gyakran találkozhatunk, a következő 40 kilométeren keresztül nem lesznek jelen, ismét majd Sopron és az államhatár között találkozunk ezekkel a fafajokkal. A fásítások szerkezete is gyökeresen megváltozik a megyehatáron. A főút korábbi szakaszain a fasor jellegű fásítás az uralkodó, a Kistérség területére érve a ligetes fásítások lesznek hangsúlyosak a hagyományos 1-2 fafajú fasorokkal váltakozva.



17. kép: Vizsgálati pontok a fő- és mellékutak mentén

3.5.2.1. A megyehatár-Újkér szakasz

Az első vizsgálati helyszínt közvetlenül a megyehatárt átlépve jelöltem ki (1. melléklet). Az út nyugati és keleti oldalának növényzete egyaránt fasorból ligetes fásítássá változik át. A korábban szabályos tőtávolsággal telepített juhar- és nyírfákat ligetesen összeállított, nyugati ostorfából, ezüst juharból, korai juharból és nagylevelű hársból álló, facsoportok váltják fel. A csoportokon belüli tőtávolságok jellemzően 1-2 méter közöttiek, míg a ligetes facsoportok egymástól mért távolsága négy-tíz méter között változik. A ligetes fásítás ezen a szakaszon jól kihasználja a fásítható zöldsáv szélességét, a fatörzsek az út szélétől jellemzően 4-6 méteren belül helyezkednek el, az időközben feltöltődött árok és a mezőgazdasági terület között. A fák méretei és egészségi állapota alapján ez az útszakasz egyik legkésőbb telepített területe. A mellmagassági átmérők 20-35 cm közöttiek, a fák magasságának átlaga 10 méter körüli, de a legnagyobbak sem haladják meg a 14 métert. A fák jó szerkezeti állapota a lombkorona alakításának (tömött lombkorona), a fiatalkori rendszeres karbantartásnak köszönhető. Az útról a későbbiekhez képest magasan felnyesett és a tősarjaktól is megszabadított tiszta törzsek jó kilátást engednek a szomszédos területekre és a bekötőutak kereszteződéseire egyaránt. A lombkoronák út fölé való benyúlása elhanyagolható.



18. kép: Óriásnyár fasor a csepregi útkereszteződés után (a szerző felvétele)

Az Újkér előtti útszakasz a továbbiakban is színes és összetett képet mutat (2. melléklet). A Csepreg felől betorkolló 8624. számú mellékút kereszteződését követően röviden óriásnyárok szegélyezik az útpályát. A későbbiekben a korai- és az ezüst juhar, és egy-két tő vadgesztenye mellett megjelenik a nagylevelű hárs, amely egészen Újkérig meghatározza az út arculatát. Nyesés hiányában különösen a juharok lombkoronája elterebélyesedett, több helyen a földig ér és benőtt az útkeresztmetszetbe. Jellemzően a fatörzsek közvetlen környezetében bokrot alkotnak a sarjhajtások. A nyári felvételezés időpontjában az út íveinek és környezetének beláthatóságát a belógó ágak és sarjbokrok mellett még a magas aljnövényzet is nehezítette. A felvételezési szakaszon a törzsek mellmagassági átmérője meghaladja a 40 centimétert is, tőtávolságuk 1 és 4 méter között változik. Egyes egyedek törzse veszélyes közelségben (1,5 m) található az út szélétől. A fásítás egészségi állapota összességében jó, a koronák állapota azonban változó. A famagasságokhoz képest széles lombkoronákban több helyen törött ágak láthatóak, több fa hajtásrendszere a helytelen nyesésből fakadóan féloldalas (zászlós). A koronák bár nem nyúlnak be a közúti úrszelvénybe, de az úttest fölé nyúlva veszélyeztethetik a közlekedést. A második felvételezés adatait a 2. melléklet mutatja be részletesen.

3.5.2.2. Az Újkér-Lövő útszakasz

Az Újkért Lövővel összekötő 3,5 km hosszú útszakasz a fásítások kivitelezését tekintve nagy változatosságot mutat. Itt találhatóak a vizsgált útszakasz legméretesebb és legrosszabb állapotú juharfái, cserjesávokkal kombinált fasor és hófogó erdősáv is.

Újkért elhagyva méretes ezüst- és hegyi juharok szegélyezik az utat, a fasorokat egy-egy japánakác színesíti. A korábban a nyárfákon és juharokon megjelenő egy-két fagyöngy bokor még nem volt feltűnő, itt már tömegesen jelennek meg egyes fákon (3. melléklet). A felvételek időpontjában a törött ágak mellett az útszelvénybe benyúló és a vezetőoszlopokat és közlekedési táblákat eltakaró ágak korlátozzák a biztonságos közlekedés lehetőségét. A fatörzsek egymástól és az úttól mért távolsága is aggodalomra adhat okot, annak



19. kép: Beláthatatlan ív Sopronkövesd után
(a szerző felvétele)

ellenére is, hogy az útszakaszon 70 km/h sebességkorlátozás van életben. A fasorok egészségi állapota a tömeges fagyöngy-előfordulás, és a törött, vagy törésre hajlamos lecsüngő ágak jelenléte miatt kevésbé kielégítő, mint a korábbi szakaszoké. Az Újkérről kivezető egyenes szakasz végén a következő jobbkanyar a lecsüngő japánakácok és az összenőtt cserjék miatt teljesen beláthatatlanná vált (19. kép).



20. kép: Terebélyes orgonabokrok, mint díszítőelemek
(a szerző felvétele)

A következő kilométereken a fajösszetétel nem, de a fásítás mintázata jelentősen megváltozik (4. melléklet). Az utat szegélyező sűrű bokrokká összenőtt cserjés felszakadozik, majd meghatározóan orgona sövények, ezüst juhar és japánakác alkotta elnyújtott cserjés fasorrá alakul át. Ez a látvány különösen az orgona virágzásakor megnyerő, ám közelebbről megnézve a korábban már említett beláthatatlan ívek számát szaporítja. Tapasztalataim szerint ez a körülbelül 1

kilométeres szakasz a 84-es főút egyik legveszélyesebb szakasza. Különösen a nyári fényképek szemléltetik jól, hogy a fák és cserjék egyaránt elterebélyesedtek. A főfafajok többsége földig ágas, mellettük az orgonabokrok kiterjedése az úttal párhuzamosan meghaladja a 15-20 métert és

eléri az 5 méteres magasságot is. Amíg a cserjék hajtásai 2-2,5 méterre megközelítik az útpályát, a korábbiakhoz képest a fatörzsek út szélétől mért távolsága 4-5 méterre megnőtt (4. melléklet). Lövő község határára érve az orgonás-juharos útfásítást felváltja egy nagylevelű hárs alapú fásítás, amely a továbbiakban közel a 8627-es kőszegi út kereszteződéséig elkíséri az útpályát. A nagylevelű hárs mellett juharfajok (korai, hegyi), szálanként egy-egy madárberkenye és óriásnyár teszi karakteressé az útszakaszt (5. melléklet). A fatörzsek úttól mért távolsága 3-4 méter között változik, a tőtávolságok nagyok (12-24 méter) és csak helyenként fordul elő az útszelvénybe nyúló faág. Mindezek mellett főleg a vasúttámelőt követően úgy érezheti a gépjárművezető, hogy feje felett bezáródnak a lombkoronák. A fák egészségi állapota jó, koronájuk megfelelően fejlődött, az összképet csupán a sarjbokrok és egy elszáradt madárberkenye rontja.

3.5.2.3. A Lövő-Sopronkövesd útszakasz

A harmadik szakaszon közvetlenül Lövő után és a Sopronkövesd előtti egyenes szakaszon jelöltem ki két felvételi helyet. A Lövő község utáni 2 kilométeres egyenest mindkét oldalán tökéletesnek tűnő, klasszikusnak nevezhető óriásnyár fasorok szegélyezik itt-ott egy nyugati ostorfával vagy madárberkenyével. Az óriásnyárok út szélétől mért távolsága átlagosan 4 méter körüli, tőtávolságuk 3-4 méter vagy ennek többszöröse. A helyes nyésésnek és a korona formájának köszönhetően a lombkorona nem nyúlik az út keresztmetszvényébe, ám több helyen találunk száraz vagy már letört 10 centiméternél is vastagabb ágakat is. A nyugati ostorfák mellett elszórva tatár lonc bokrok színesítik a fasorokat. (6. melléklet)

A nyárfasorokat rövid ostorfás-hársfás átmenet után japánakác fasorok váltják fel. Az



21. kép: Óriásnyár fasorok Lövő határában
(a szerző felvétele)

eddig égbeszökő arcukat egymásba boruló lombátor által alkotott „zöld alagúttá” változik át. Az alagút-hatást tovább erősíti, hogy az út nyugati oldala bevágásban halad, így a fatörzsek az útpálya szintje felett 50-70 cm magasból erednek. A famagasságokhoz (8-10 m) képest terebélyes lombkoronák láthatóan benyúlnak az útszelvénybe, sokszor átnyúlnak a másik közlekedési sáv fölé (3-4 méteres benyúlás). A fasorok és az útpálya

között 4-4,5 méteres zöldsáv található sekély árokkal. Az átlagos tőtávolság 4 méter, ami szintén a fásítás bezártságát erősíti. Sok a sérült fa, törött ág. (7. melléklet)

3.5.2.4. A Sopronkövesd-Nagyecenk szakasz

A Sopronkövesd-Nagyecenk útszakaszon már ismert fásítási mintákkal is találkozunk, de új elemként megjelenik a vadgesztenye-sor és a hársfa-sor is. A Sopronkövesd vége táblát követő egyenest mindkét oldalon nyugati ostorfa sorok szegélyezik (SKNC-1), egy-egy madárberkenyével és vadgesztenyével, amelyek már a kanyar utáni gesztenyesor (SKNC-2) előhírnökei. Az ostorfák úttól mért távolsága 4-4,5 méter, egymáshoz mért tőtávolságuk 5 méter (8. melléklet). Bár a fasorban a lombkoronák összenőttek és koronaalakító nyésésnek nem lehet nyomát felfedezni, az útszelvénybe csak kis mértékben (0,5-1,0 m) nyúlnak be a faágak. A lecsüngő hajtások eltakarják az enyhén jobbra ívelő útszakaszt. A madárberkenyék csakúgy mint a korábbi szakaszokon is megfigyelhető volt, részben vagy egészben elszáradtak.



22. kép: Sopronkövesdi nyugati ostorfák, száradó madárberkenyével (a szerző felvétele)

A fásítás rövid cserjés-hársas átmenet után rövid vadgesztenye fasorral folytatódik (9. melléklet). Megközelítőleg 200 méter hosszon 5-10 méteres tőtávolsággal, az út szélétől 4-4,5 méter távolságban változó egészségi állapotú fákat találunk, egészségest, töröttet és száradtat is. A vadgesztenyék ágai az útszelvénybe csekély mértékben benyúlnak, de a forgalmat nem veszélyeztetik, kivéve az ágtörött és száradt egyedek. A keleti oldalon lévő korábbi fasort felújították, a 15-20 éve ide ültetett egyedek kitűnő állapotúak.



23. kép: Vadgesztenye fasor (a szerző felvétele)

A 103. kilométerszelvényénél ismét választóvonalhoz értünk. A vadgesztenyét egy korábban megismert fásítási minta (LÖSK-2) váltja. Az SKNC-3 mintaterület bugás csörgőfái az úttól 5-6 méter távolságban, szabályos 5 méteres tőtávolsággal találhatóak meg. A fasort helyenként lonc- és fagyalbokrok egészítik ki. Egészségi állapotuk a korábban ismertetett okokból fakadóan (törékeny terebélyes korona) a jó minősítésnél gyengébb.

Ágasságuk általában 1-1,5 méteren kezdődik, ez párosul a lecsüngő alsó ágakkal, amelyek sokszor földig érnek, így takarva el a kilátást a területekre. (10. melléklet)



24. kép: Szabályos tőtávval ültetett japánakácok (a szerző felvétele)

utat elhagyó jármű a töltésre felfutva könnyen nekiütközhet az út szélétől csupán 4-5 méterre telepített fasoroknak. Mivel a fasor ültetési síkja magasabban (1-5 méter) található, mint az úttest pályasíkja, a lehajló ágak sem érnek az út úrszelvényébe, de az emelkedő felső szakaszán földig érő ágak és tősarjak akadályozhatják a kilátást. A tőtávolság 4-6 méter, a fák magassága meghaladja a 12 métert és egyes fák jelentős mellmagassági átmérővel rendelkeznek.

A Peresztegre vezető 8629-es út kereszteződése után ismét ismerős fásítási típus következik (SKNC-5). Óriásnyár fasorok a maguk tekintélyes méreteivel, jelentős mellmagassági átmérővel, szabályos tőtávolságokkal (4-6 méter), valamint néhány nagylevelű hárssal, madárberkenyével, és a szomszédos, erdőfoltról származó egybibés galagonyával, kökénnyel. A nyárfák törzse 5-6



25. kép: Hársfasor a peresztegi kereszteződés előtt (a szerző felvétele)

méter magasságig ágmentes, a faágak úrszelvénybe érésétől nem kell tartani, de az úttest fölé érő hosszú ágak veszélyesek lehetnek, annak tudatában, hogy több helyen találhatunk törött és elszáradt, fennakadt vagy az úttest mellé hullott faágakat. A fatörzsek úttól mért távolsága 4 méter körül változik, ez a sűrűség csak az ívekben okoz gondot, főként ahol cserjékkel is kiegészül a fasor, a kanyarulat beláthatóságát még nagy sugár esetén is megnehezíti. (12. melléklet)



26. kép: Óriásnyár fasor a peresztegi kereszteződés után (a szerző felvétele)

3.5.2.5. A Nagycenk-Kópháza szakasz

A Nagycenket követő erdőtömbből kiérve a korábbi változatos útfásításokhoz mérve szegényesebb látkép tárul elénk (NCKH). A megközelítőleg 1 km hosszú fásított útszakasz egy rövidebb, összefüggő kislevelű hárssorból és szétszórva óriásnyár, ezüstfa, valamint cserjebokrok (aranyvessző, bodza) szabálytalan elegyéből áll. A főút az erdőtől kiérve töltésen, utána a nyugati oldala bevágásban halad. A jelentős cserjefoltok nagy része és a fásítás is a bevágás részsíjében található. A fatörzsek út szélétől mért távolsága 2,5-4 méter közötti, tőtávolságuk 6-10 méter, nem számolva a fásítatlan szakaszok hosszával. (13. melléklet)



27. kép: Fasor Sopron határában (a szerző felvétele)

3.5.2.6. A Kópháza-Sopron szakasz

A Kópháza-Sopron közötti útszakaszon ismét a nyárok, majd kislevelű hárs és juhar összetétel dominál. Az óriásnyárok magassági méretei képeznek kiugró értéket a fasorokban, amelyekben a tőtávolságok 2-25 méter között változnak. A fatörzsek úttól mért távolsága csökkent, 2,5-3 méter a burkolattól mérve. A fák egészségi állapota jó, az úrszelvénybe ágak nem érnek be. Az út széles padkával érkezik a város határába, ahol a hársfákat az utolsó száz méterre vadgesztenyesor váltja fel eltávolodva az úttól, sejtetve a régi út nyomvonalát és ezen a rövid szakaszon javítva az út beláthatóságát. (14. és 15. melléklet)

3.5.2.7. A Sopron-államhatár szakasz

A 84. főközlekedési út Sopron várost elhagyva a domb- és erdőoldalban halad az államhatár felé. A közel 3 kilométer hosszú útszakasz nagy változatosságot mutat. A főút korábbi fásításaiban felhasznált fafajok mellett új elemként megjelenik a közönséges nyír, jegenye- és fehér nyár, valamint magas kőris, fenyők és az erdőszegélyek jellemző kísérőfajai. Fafaj-összetételében és ültetési mintákban sokszínű útszakasz, nagy változatosságot



28. kép: A határra vezető utat szegélyező fásítás (a szerző felvétele)

mutat. A fatörzsek általában 4 méteren belül helyezkednek el, de a cserjecsoportok 1,5-2 méteren belül zavarják a forgalomban való tájékozódást.

3.5.3. Egyéb mintaterületek

A 84. számú főút kistérségi szakaszának fásításai mellett a korábbi munkáim kapcsán megismert 8627-es mellékút Répcevis és Lövő közötti szakaszán több mintaterület leírását is elvégeztem. Hasonlóképpen ebben a fejezetben szeretném ismertetni a 8622-es és 8531-es mellékutakon felvételezett út menti fásításokat, mert az itt szerzett tapasztalatok is alakították az útfásításokról alkotott elképzeléseimet.

3.5.3.1. Vizsgálatok a 8627-es mellékúton

A Lövőt Kőszeggel összekötő 8627-es mellékút Zsira-Sopronhorpács szakasza közelében 2001. óta végzek mezővédő erdősávokkal kapcsolatos vizsgálatokat. Már korábbi munkáim is rámutattak az utakat kísérő fasorok fontosságára az erdősávrendszerekkel összefüggésben. Ezen megfontolásból határoztam úgy, hogy a fent említett mellékúton is kijelölök néhány mintavételi helyet, a 84. számú főút és a megyehatár közötti szakaszon.

A Répcevis-Zsira közötti útszakasz Répce-partjához közeli északi oldalán két sorban közönséges dió található. A közút 1,5 méter magas töltésen halad, a fasorok a töltés lába és a szántó közötti 15 méter széles zöldsávban helyezkednek el az úttól 5 illetve 7 méteres távolságokban. A suháng és fa méretű egyedek egyaránt tőtől ágasak, az általuk kialakított sáv, a töltés szélesebbeség csökkentő hatásával együtt, a hófogó szerepet tökéletesen betölti. (17. melléklet)

A Zsira és Sopronhorpács közötti szakasz első mintaterülete egy ritkásan fásított útszakaszt köt össze egy kisebb erdőrészlettel, ami összeköttetésben áll egy 16 km²-es mezőgazdasági területet védő erdősávrendszerrel (TAKÁCS, 2003). Az útszakaszt (ZSSH-1) ligetes jelleggel ezüstjuhar fasorok szegélyezik. A kisebb csoportok úthoz közeli tagjai több helyen megközelítik az úttest szélétől mért 1 métert, ami balesetveszélyt hordoz magában, különösen ha arra gondolunk, hogy a mezőgazdasági területet átszelő utat nagy számú mezőgazdasági erőgép és teherautó is használja. A fák ágai több helyen benyúlnak az út fölé, a 4-5 méter magas kamionok érintik, de törnek is a benyúló hajtásokat. A változó tőtávolságú fasorok többsége tősarjas, de ez a szépséghiba eltörlődik a rossz állapotú útpadka, és a feltöltődött vízelvezető árok látványa mellett. A vastagabb fatörzsek az út- és az árok széléhez is túl közel (árok külső „élén”) találhatóak. (18. melléklet)

Sopronhorpáchoz közeledve utunkat ligetes jellegű juhar-fasorok szegélyezik, ahol a 3-4 fából álló rövid tőtávú (1-2 méteres) facsoportok követik egymást 15-20 méteres közökkel. A

Sopronhorpácsra bevezető 500 méteres egyenes szakasz mindkét oldalát a korábbi mintára korai- és hegyi juhar sorok ékesítik. A tőtávolság itt csoportokon belül 1,5-2 méter, és a csoportok közötti távolságok 6 méterre csökkennek. Az utat szegélyező árok az előbbiekhöz hasonlóan már nem rendelkezik éles peremekkel, ezért nehéz meghatározni a fatörzsek ároktól mért távolságát, de a szilárd útburkolat szélétől mért 1,5-2,5 méteres távolság nagyobb sebességnél kevésnek tűnhet az utazó számára különösen, amikor nagyméretű járművek, járműszerelvények mellett kell elhaladnia. Az ZSSH-2 szakaszon a fák egészségi állapota kiváló, hozzá kell tenni azonban, hogy nyesésre, koronaalakításra szükség lenne, hogy ezt hosszú távon megőrizzék. (19. melléklet)

A Sopronhorpács és Völcsfej közötti útszakasz fásított déli oldalán néhány magas körissel találkozunk, amelyek bár jó állapotban vannak, de az út korábban ismertetett szakaszaihoz hasonlóan itt is szűk az útpálya és a fasor közötti távolság (1,5-2 méter). Az útszakasz alacsony fásítottsága mellett mégis számolni kell a lombkorona ürszelvénybe való beleérésével. (20. melléklet)

A Völcsfej-Lövő közötti mindössze 400 méteres külterületi fásított útszakasz megmutatja a kislétföldi északi szelek erejét (29. kép). A két oldalán, szabályos 4-6 méteres tőtávolsággal telepített, utat szegélyező korai- és hegyi juhar sorok a szélnyomás hatására láthatóan déli irányba dőlnek. Ez önmagában nem probléma, bár előrevetíti az állandósult hóátfúvások kialakulását. Az egyenetlen útburkolat és a fatörzsek úthoz való közelsége azonban aggodalomra ad okot. Egészségi állapotuk kiváló, a közlekedést benyúló hajtások nem zavarják. (21. adatlap)



29. kép: Szélnyomásnak kitétt juharok jellemzően hófúvamos útszakaszon (a szerző felvétele)

3.5.3.2. Vizsgálatok a 8622-es mellékúton

Csapod és Fertőd térségében felvételezési munkám kezdetekor, próba jelleggel (nyugodt környezetben, kis járműforgalom mellett) négy útfásítási mintát vizsgáltam meg közelebbről: a Csapodot Fertőszentmiklóssal összekötő 8622-es mellékúton egy mezőgazdasági táblák között haladó fehér akác sor és egy erdőterületet átszelő madárcseresznye fásítást. Az akácos esetben az útszakaszt a keleti oldalon nagy tőtávolságokkal (10-20 m) telepített fák változó úttól mért távolsága és a felverődött sarjcsoportok teszik változatossá (22. melléklet). A mezőgazdasági területről erdőterületre érve akácos és erdeifenyves határát képezi a közút, amelynek keleti oldalát nagy tőtávolsággal (15-30 m) vadcsereznye fasor szegélyezi. A felvételezéseim során

tapasztalt legrosszabb egészségi állapotban lévő faegyedek lombkoronája törött, kérgük több helyen mélyen sérült, az úthoz való közelségük és a szemmel láthatóan törékeny út fölé nyúló ágak balesetveszélyt rejtenek magukban (23. melléklet).

A 85. számú főút mellett felvételezett FEFSZ fásítást a 3.5.1.1. fejezetben már ismertettem, a felvétel adatait a 24. melléklet tartalmazza.

A 25. mellékletben leírt Fertőd-Nyárliget közötti juharlevelű platán fasor felvételezésére az adott útszakaszon (8531-es mellékút) történt hófogó erdősáv vizsgálata során kerítettem sort. A hófogó sávhoz kötődő juhar fasorok szabálytalan formavilágával



30. kép: Platán fasor szegélyezi a Fertődről az államhatárra vezető utat (a szerző felvétele)

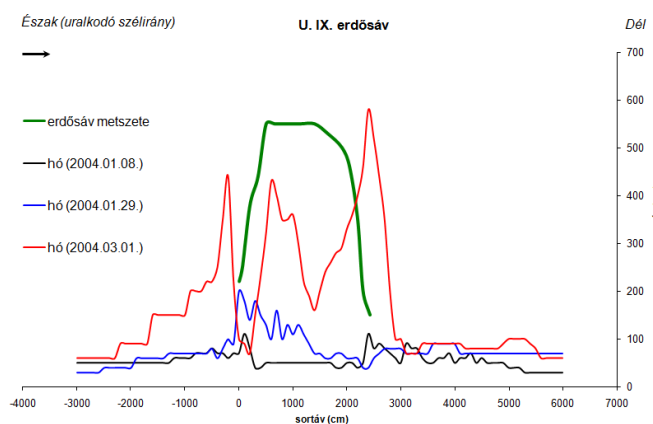
figyelemfelhívóan áll szemben a Fertődről kivezető platán fasor. Figyelemfelhívó jellege jól lehatárolja az útszelvényt, amelyben egy széles zöldsávval elválasztott kerékpárút is halad. Az úrszelvénybe való benyúlás nem jellemző, de 5-10 méter magasban egyes egyedek ágai a műút elválasztó felfestése fölé is behajlanak. (25. melléklet)

3.6. Mezővédő erdősávrendszerek

A 2003/2004-es tél alkalmával elég hó hullott a Kisalföldön ahhoz, hogy terepi megfigyelésekből a gyakorlatban hasznos következtetéseket vonhasson le bárki, aki a hófúvásnak kitett területeken közlekedett nap, mint nap. Ez a jelenség évről évre megismétlődik, a közutak fenntartóinak is sok bosszúságot okoz.

Egy jól elhelyezett hófogó erdősáv nagy szolgálatot tehet télvíz idején. A hiedelmekkel ellentétben nem kell, hogy túl nagy területet elfoglaljon az utakat szegélyező területekből, csak ésszerűen, a helyi viszonyokat szem előtt tartva kell megtervezni és kivitelezni, mert egy utat szegélyező erdőt, erdősávot, de még fasort sem helyettesíthet a tüneti kezelést szolgáló hófogó rács vagy más erre a célra alkalmas „hóakadály”.

Hazánkban sokhelyütt még a hófúvásoknak legjobban kitett utak mentén sincs összefüggő védelmi rendszer (erdő, erdősáv vagy legalább fasor), annak ellenére, hogy ez közös érdekünk



31. ábra: 10 éves akác erdősáv hófogó képessége (Takács, 2005)

lenne. A tapasztalatok és a mérések is azt mutatják, hogy már pár sorból álló, 2 méteres suhángokkal telepített erdősáv is jelentős szolgálatot tud tenni a veszélyes irányból érkező szél által szállított hó „megfogásában”. Bárki megfigyelheti, hogy egy sűrűbb fa- vagy bokorsor (sövény) is a szél felőli oldalon feltorlaszolja, magában tárolja, a sáv után pedig teríti a havat.

A hófogó sáv működésének lényege, hogy csökkenti a szél vízszintes sebességét, így hólerakódást idéz elő. Ezt a hatást a szakirodalom az áttörtségi tényezővel jellemzi, ami egy kitűnő jelzőszám, de előre, a sávok tervezésekor sajnos nem számolható.

Az erdősávtelepítési program megindulását követően többen vizsgálták az erdősávok mikroklímára és ezáltal a terméshozamra gyakorolt kedvező hatásait és a hófogó erdősávok viselkedését. Az erdősávok jótékony hatásait azáltal érik el, hogy a szél sebességét lecsökkentve a talaj- és hórészecskék mozgási energiáját, a növényi felületeken és a talajfelszínen az erős párologtatást fékezik.



31. kép: 84-es út menti hófogó telepítés (a szerző felvétele)

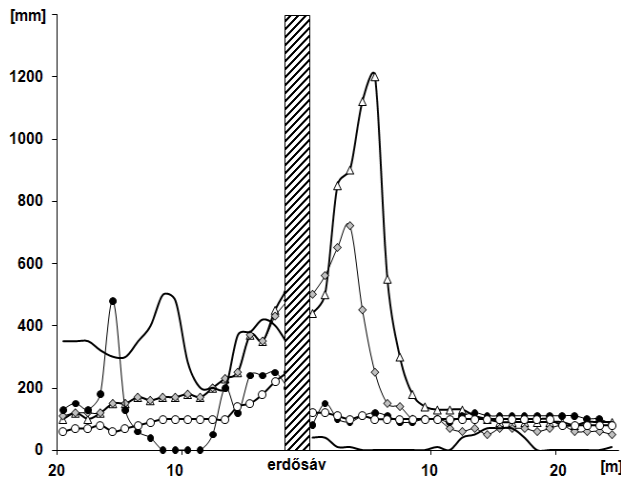
Egy kifejezett állományban, mint a Lövőt Kőszeggel összekötő út mentén lévőben (40-50 évesek) már lehet mérni, de a pontos mérések értelmüket veszítik akkor, amikor már nem célunk drasztikusan beavatkozni az állományszerkezetbe.

A tervezés „hiányosságait” a későbbiekben viszont lehet pótolni. Akár hófogó rácsokkal, szalmabálákkal vagy bármilyen kiemelkedéssel vagy mélyedéssel (árok), amelyben megbukik a szél és feltorlódik a hó. Mindezek közül azonban a legjobb a hófogó sáv elé vagy mögé (vagy mindkettő) létesített 1-2 méter magas és széles bokorsor. Ez a kis hófogó sáv hasonlóan viselkedik, mint a nagy és segíti annak munkáját. Fontos megemlíteni, hogy a hófogó sávokat erdősávrendszerek elemeiként tervezték, tehát nem egyedülálló sávoknak. Ha a hófogó sávot párszáz méterrel megelőzi egy vele párhuzamos fősáv, akkor a határfok csak növekedhet. Ahol nincs ilyen elővéd, ott az úton mindig nagyobb a hó vagy vastagabb a hóréteg.

Természetesen mindez területet igényel, a mezőgazdasági termelés elől elvett területet. Ha költségvetést készítünk, hogy mekkora kiesést okoz egy 7-8 méteres földsáv kivonása a mezőgazdasági termelésből és a másik oldalon felírjuk a közútkezelés elmaradó és az „erdő” megtérülő hasznait, előzetesen úgy gondolom, hogy támogatás is adható a földtulajdonosnak, de akkor is nyereséges a vállalkozás. Egy hektár erdősávval foglalt terület bevétele évekre lebontva 50-80 000 Ft között van, de profitot csak 15-20 év elteltével termel. Ha ezen a területen búzát termesztünk, akkor az éves tiszta haszon, az első évtől kezdve 100-120 000 Forint hektáranként. Repce esetén ez akár duplája is lehet. Ha az egy hektár erdősávunk 500 méter hosszan védi az útszakaszt és ezzel megtakarítja a nagyobb hóesemények utáni átfúvások takarítási költségét, az

alkalmanként 5 500 forint megtakarítást jelent (hóeke és útsózás költsége 5 500 Ft/km forgalmi sávonként). (PFAU, 2002; FILE, 2006; IVELICS et AL. 2008)

Az erdősávokat alakjuk és áttörtségük szerint tervezzük és osztályozzuk, figyelmen kívül hagyva majd minden más környezeti tényezőt. Tudomásom szerint nincs olyan a gyakorlatban jó használható számítási módszer, amely figyelembe vesz minden meteorológiai és környezeti



32. ábra: Erdősávok hódeponáló képessége (IVELICS - TAKÁCS, 2005)

paramétert.

Nyilvánvaló, hogy bizonyos szélességi tartományban, kedvezőtlen szélirány és bizonyos hőmennyiség esetén az erdősáv, akárcsak minden más hófogó objektum, elveszti hatását. Az átlagos téli csapadékmennyiség (elmúlt években 6-10 cm, a vizsgált nyílt területen) és jellemző széljárás (északias, 1-5 Bft) esetén azonban már az 1-2 soros cserjesáv is nagy mennyiségű havat (befoglaló méreteitől

függően) fog meg és deponál a közvetlen környezetében. Ez a közvetlen környezet, vagyis a hófogók – az 32. ábra által szemléltetett – pufferzónája, tapasztalataink szerint cserjéknél 5-10 méter, több soros hófogó sávok esetén 20-25 méter széles.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a kísérleteinkben szereplő erdősávok esetén, a hófogó tulajdonságot nem maga az áttörtség, hanem a fák magassága, az erdősáv és a környező felületek tagoltsága befolyásolja.

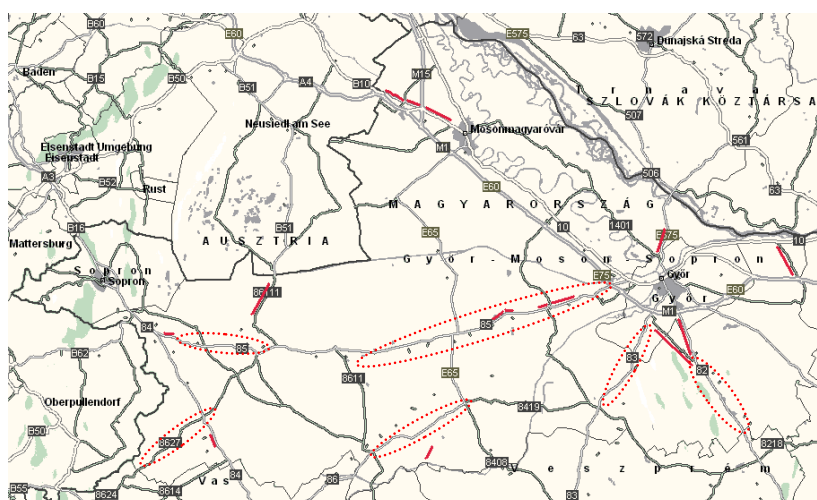
Minél összetettebb akadályt állítunk fel a szél irányára lehetőleg merőlegesen, annál jobb a várható eredmény. Télvíz idején a közlekedési út mellett kellő távolságban (min. 20 méter) elhelyezett, fasorral és cserjeszegéllyel kombinált összetett (például a 2 részre tagolt) erdősáv jobb hatást fejt ki a maga 4 sorával, mint egy 8-10 sorból álló hagyományos mezővédő erdősáv. A tagolt szerkezet, és a hatására kialakuló turbulencia megváltoztatja a szélvektorok mozgási irányát és az általa szállított részecskék energiáját, lerakva azokat a sáv szélnek kitett oldalán, 20 méteren, a sávban, a sáv és a fasor (cserjesor) közti szabad területen és a fasor-út közti árokparton. Sok esetben a spontán létrejövő hóakadályok (szalmabálák, nyesett ágakból rakott máglya) is nagy szolgálatot tesznek. (IVELICS - TAKÁCS, 2005)

3.6.1. Hófogó erdősávok Győr-Moson-Sopron megyében

A közúton közlekedőknek és az utakat üzemeltetőknek is meglepetést okozott a hirtelen beálló 2005. január-márciusi igazi tél, amely számos útvonalat tett járhatatlanná és településeket zárt el a külvilágtól. Főként a nyugat-kelet irányú intenzív hófúvások a már utakról eltávolított és

a közelben deponált havat is visszahordták a pályára, a folyamatos gépi takarítás ellenére. A járhatatlan utakat nem a kevés emberi- és gépi erő okozta, hanem a kedvezőtlen időjárás által kialakult közúti szükségállapot, hiszen ezek túlnyomórészt ott állandósultak, ahol más hófogó objektum hiányában – a megváltozott áramlási viszonyok miatt – maga az útpálya és környezete (árok, közlekedési táblák, fák) szolgáltak hófogóként. A legtöbb veszélynek kitett útszakaszon természetesen találkozhattunk szabályszerűen elhelyezett hófogó rácsokkal, amelyek feltöltődésükig ellátták a feladatukat, de azon túlmenően az állandóan fújó erős szél, a hó mennyisége és porszerű szerkezete miatt már nem érvényesült a hatásuk.

A Győr-Moson-Sopron megyében hivatalosan nyilvántartott hófogó erdősávok területe csupán 36 ha, amely 17 km hosszon védi a különösen hófúvásveszélyes szakaszokat. Az erdősávterület csökkenése számos gazdasági és történeti okra vezethető vissza. Ezen okok feltárását nem tekintem célnak, de meggyőződésem, hogy a hófogó erdősávok területének növelésével, új fa- és cserjesorok telepítésével kezelhetőek lennének az évről évre visszatérő téli problémák. Egy fasor vagy hófogó rács önmagában még nem megoldás, de erdősávval kombinálva jó eredmény érhető el. A mezőgazdaság érdekeit is szem előtt tartva olyan megoldást szeretnék közzétenni, amely részben eloszlatja az erdősávokkal és védelmi szerepet is betöltő fasorokkal szembeni ellenszenvet és jövedelmezőséget is biztosít annak, akinek területén ez elhelyezésre kerül.



**33. ábra: Győr-Moson-Sopron megye úthálózata
(piros vonal a felmért hófogó erdősávokat, a pontvonalas jelölés
a kiemelten hófúvásveszélyes útszakaszokat jelöli)**

A megye 472,3 km hosszú főközlekedési útjaira (főutak és az autópálya) mindössze 16,7 km – a Magyar Közút Kht. Nyilvántartása alapján (12. táblázat) – hófogó erdősáv jut. A 2004/2005-ös tél hivatalosan nyilvántartott hófúvásveszélyes útszakaszain (összesen 9,8 km) nem található hófogó erdősáv vagy sövény, itt a védekezés (hófogó rácsok) és a gépi hómentesítés a jelenlegi megoldás.

Községhatár	Út		Hófogó erdősáv		Íránya	Fő fajok
	száma	rendűség	szélesség [m]	hossza [m]		
Győrújbarát	83129.	2	20	700	ÉÉNy-DDK	nyár, dió, lepényfa
Hegyeshalom	1.	1	27	2500	ÉNY-DK	akác, (bodza)
Kisbajcs	1301.	2	16	1000	ÉK-DNy	nyár, ezüstfa, szil
Kóny	85.	1	13	2200	DDNy-ÉÉK	juhar, akác, lepényfa
Levél	1.	1	22	2700	ÉNy-DK	kőris, akác, szil
Lövő	84.	1	25	600	ÉÉNy-DDK	juhar, nyár, dió
Nagycenk	85.	1	14	400	Ny-K	ezüstfa, dió, (bodza)
Fertőd	85111.	2	28	1400	É-D	nyár, juhar, ezüstfa
Nyúl	82.	1	26	2700	ÉÉNy-DDK	nyár, dió, lepényfa
Rábapatona	85.	1	17	1200	DDNy-ÉÉK	juhar, akác, (bodza)
Sopronkőhida	8527.	2	20	900	ÉÉK-DDNy	juhar, nyár, lepényfa
Vág	8604.	2	28	400	É-D	akác, juhar, ezüstfa
Összesen			átlg. 21	16700	*	**

* veszélyes szélirány: É-ÉK

** szerkezetalkotó fajok

12. táblázat: A Győr-Moson-Sopron Megyei Állami Közútkezelő Kht. illetékességi területén felmért hófogó erdősávok adatai

A megye úthálózata nagyobb téli csapadék esetén, a Kisalföld szélviszonyai és domborzatának következtében, fokozottan kitett hóátfúvások képződésének, és így a forgalmi problémák kialakulása is gyakoribb. Ezen problémák mérséklése csak úgy érhető el, ha a közutakhoz szervesen kapcsolódó útmenti fásításokat helyesen, tervszerűen, a helyi adottságoknak megfelelően alakítják ki: szélirányra merőleges sávok, az úttól 10-20 méterre a szél felőli oldalon, optimális sávmagasság és szélesség, stb.

A káros szél elleni védekezés nem csupán az erdősávok feladata, ebben a fasorok, sövények és a domborzat is nagy szerepet játszanak. A kiegészítő eszközök (rácsok) használata önmagában nem megoldás, funkciójukkal csak egy meglévő erdősáv, fasor vagy sövény védő hatásához járulhatnak hozzá. Természetesen olyan helyeken, ahol nem lehet fásítani (út, nyiladék, stb.) a rácsok használata lehet az egyetlen megoldás, de egy közeli (5-10 méteren belüli) fásítás már önmagában befolyásolhatja a hólerakódást és az átfúvások kialakulását.

3.6.2. Hófogó erdősávok ismertetése

A Magyar Közút Kht. munkatársaitól kapott adatok alapján összesen 12 hófogó erdősávot kerestem fel, amelyből négy a Sopron-Fertőd Kistérség területén található. Elsősorban ezek részletes ismertetésére, de röviden a többi hófogósáv leírására is kitérek.

Az erdősávok elhelyezése mind az uralkodó északias erős téli szelek, illetve a hóátfúvások kialakulása ellen védi a hozzájuk tartozó útszakaszokat. Közös jellemzőjük, hogy folyamatos gondozás híján általában összenöttek az utat szegélyező fasorral, vagy teljesen elfoglalták az út

és az erdősáv közötti 10-20 méter széles zöldterületet. Esetenként a lombkoronák szélesedtek akkorára, hogy elérik a közút szélét, másutt a sarjak (akác, nyárok, zöld juhar) vagy cserjék (fekete bodza, kökény, gyalogakác, rózsák) foglalják el a hólerakás helyüül kihagyott területeket. Az erdősávok szerkezeti állapota lakóterület közelségétől vagy forgalomnagyságtól függetlenül rosszabb, mint ami betölthetné a neki szánt szerepet. Egyes erdősávok láthatóan telepítésüktől fogva magukra hagytak, másokban arra utaló nyomokat lehet találni, hogy egyes fafajokat időközben pótoltak vagy lecseréltek, valamint a hófogó sáv szélességét csökkentették.

A Sopronhoz közelebbi hófogó sávok távolság szerinti első tagja a Sopron-Sopronkőhida közötti, több mint 2 kilométeres erdősáv a 8521. számú mellékút északnyugati oldalán (26. melléklet). Az erdősáv nettó szélessége (sorok távolsága alapján) 4 és 6 méter között változik.

Valójában a térkitöltése ennek többszöröse, köszönhetően az óriás nyár, mint a tengelyt alkotó főfafaj és a három sor lepényfa fejlett hajtásrendszereinek. A gledícsia sorokon látható, hogy évtizedeken keresztül nyesték őket, valamint 1 méteres magasságban csonkolták a fatörzseket, és az onnan fakadó hajtásokból alakult ki a most 6-8 méter magas és 5-8 méter széles alsó sűrű, áthatolhatatlan sövényszerű lombsátor. A főfafajok mellett még számos fa és cserjesor található elszórtan



32. kép: A Sopront Sopronkövesddel összekötő mellékút gledícsia-óriásnyár hófogó erdősávja (a szerző felvétele)

az erdősávban vagy a sáv és út közötti területen. Sopronhoz közeledve ez a hólerakó terület fokozatosan elcserjésedik, befásul. Az erdősáv látszólag egységet alkot, bár számos bekötőút és villanypászta tagolja. Szerkezetét tekintve két részre osztható: az alsó sűrű lepényfás és a magasan fölé nyúló óriásnyáras részre.

A Nagycenk keleti szélén a 85. számú főút mellett található ezüstfa-dió erdősáv különlegessége, hogy az utat szegélyező árok és az erdősáv közötti terület is mezőgazdasági művelés alatt áll. Ez biztosítja a terület folyamatos karbantartását, így a közel 10 méter széles lerakósáv nem cserjésedik el. Az alacsony (6-10 méter), de elterülő (14 méter széles keresztmetszet) hófogó sáv 400 méter hosszan biztosítja a hófúvás elleni védelmet. Az ezüstfa és közönséges dió mellett a mezei juhar és eperfa is megjelenik az erdősávban, jellemző cserjefaj a fekete bodza. (27. melléklet)

A 84. számú főút Újkér-Lövő szakaszán a 3.5.2.2. fejezetben ismertetett fasorok mellett egy az út nyugati oldalán található 600 méter hosszú hófogó erdősáv vizsgálatára is sort kerítettem, amely a Nemeskéri kereszteződéstől Újkér irányában terül el. A főút ezen szakaszán vizsgált útfásításokhoz hasonlóan az erdősávnak is számos hiányossága van. Szélességét tekintve jóval nagyobb, mint szükséges, viszont az út felőli oldalán nincs megfelelő szabad sáv, ahova a

szél által szállított havat le tudná rakni. Az út felőli sorokban található óriásnyárok az út fölé hajolnak, a belső sorokat pedig a széldöntés tizedelte meg, nem csak törött ágakat, de kidőlt törzseket is találunk. Helyenként az erdősáv jelentősen kiritkult, zárt és nyílt szakaszokra osztható. A szél általi átjárhatóságot még az is erősíti, hogy az északi és nyugati oldalán nem található cserjeszegély (33. kép). Így a szél könnyen a sáv belsejébe jut és a szélnyomás veszélyezteti a mért mellmagassági átmérőkhöz (50-70 cm) és a hajtásrendszerhez viszonyítva szűk sortávolságokra található egymást kifelé hajlító fatörzseket. (28. melléklet)



33. kép: A 20-23 méter széles erdősáv belső sorai hiányosak és szegély sem véd az északi szelek behatolása ellen (a szerző felvétele)

Az óriásnyár típusú hófogó erdősávok következő példáját láthatjuk a Fertőd-Nyárliget közötti mellékút nyugati oldalán is. A közel másfél kilométer hosszban elnyúló erdősáv jellemző fafajai az óriásnyáron kívül a közönséges dió és az ezüstfa. Az utat kísérő juhar-platán-jegenyenyár fasortól számított 14-15 méteres szabad sávot bodza- és rózsabokrok díszítik. A cserjésedés ebben az esetben nem befolyásolja a védelmi szerepet, hiszen a 2-3 méter magas cserjék mellett a 16-18 méter magas erdősáv és a tengelyétől 20-25 méter távolságban található fasor megtöri a havat szállító szél erejét. (29. melléklet)

Az 1. számú főút mentén Levél és Hegyeshalom települések határában összesen 4100 méter hosszban található akác típusú hófogó erdősáv. Az átlagosan 13 illetve 20 méter széles sávokban kísérő fafajként megjelennek a már ismert kísérő fafajok, mint az ezüstfa, dió, juharok vagy a kökény. Ezeken kívül még egybibés galagonya, mezei szil, virágos kőris és szálsként fehér nyár is megtalálható. A levéli szakaszon a lerakósáv hiányzik, a hegyeshalmi erdősávnál a rendelkezésre álló 10-15 méter széles lerakósáv elakácosodott. (30. és 31. mellékletek)

A Győr környéki hófogó erdősávok – Kisbajcs, Győrújbarát, Nyúl – is óriásnyár típusúak. Közel öt és fél kilométer hosszban biztosítanak védelmet a Győrből induló 82. számú főút (2,7 km útszakasz) illetve a 83-as valamint a 14-es főutakról leágazó két mellékút nyugati és északi oldalán. A sávok törzsét 3-4 óriásnyár sor építi fel, soronként 4-6 méteres tőtávolsággal. Az erdősávok úttól mért távolsága 6 méter, de helyenként a lerakósáv becserjésedése ezt még jobban leszűkíti. Mindhárom erdősáv szegélyét nagyrészt ezüstfa alkotja, a győrújbaráti hófogó sáv szegélyében gyalogakác is megtalálható. A szántóföld felőli oldalon a cserjék több esetben szabálytalanul benyúlnak a szántóföld területére. Az óriásnyár mellett állandó kísérőfajként az ezüstfa és több esetben a közönséges dió és akác van jelen. Az erdősávok egészségi állapota a kisebb szerkezeti hibáktól eltekintve jónak mondható, a nekik szánt szerepeket betöltik. (32., 33., 36. mellékletek)

A 85. számú főúton közlekedők két helyen találkozhatnak hosszabb kiterjedésű hófogó erdősávval. Először a Győrtől számított hetedik kilométert követően, Rábapatoná előtt található 1200 méter hosszban, majd Kónytól északra 2200 méter hosszban kísérik hófogó erdősávok a főutat. Mindkét fiatal erdősáv juhar-akác típusú, szegélyek nélkül 7-9 sorból állnak, de szélességük nem haladja meg a 13-15 métert. A rábapatonai erdősáv fő fafajái az akác és a korai juhar, a kónyi sávban megjelenik a hegyi juhar és a gledícsia is. A hófogó szerepkör betöltését az erdősávok 12-14 méteres magassága, az északi oldalon meglévő szegélyek és a 8-10 méteres lerakósávok is segítik. A kónyi erdősávot az úttól mért 5 méterre kiegészíti egy akác-juhar-nyár fasor. A fasor és az erdősáv közötti terület karbantartás híján elakácosodhat, ennek jelei az akác- és nyársarjak, amelyek évről-évre megjelennek az erdősávotól egészen a közút széléig. Szórványosan jelen van a nyugati ostorfa, gledícsia, fehér nyár és a fehér fűz. (34., 35. mellékletek)

A mellékutakat védő hófogó erdősávok közül még egy helyszínen, Szil-Vág települések között vizsgáltam meg egy akác-juhar típusú erdősávot. A mindössze 400 méter hosszú erdősáv útfelőli szegélye összenőtt az utat szegélyező hegyi juhar fasorral. Helyenként hiányoznak a szerkezetalkotó fák, és a hegyi juhar sorok, valamint az ezüsthék is csoportosan kiszáradtak. A lerakósávot benőtték az akácsarjak és a juharfák ágai az út úrszelvényébe is behajlanak. A sáv felújítására lenne szükség, a lerakósáv tisztítása és esetleges bővítése (erdősáv területének) mellett, a hiányzó sor- és szegélyelemek pótlásával. (37. melléklet)

4. EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az emberi lét fenntartásának alapvető feltétele az épített és természetes környezet legmagasabb szintű fenntartása. Az útfásításokkal kapcsolatos tapasztalataimat egy vezérszál mentén – szükség esetén azt szétválasztva a hófogó erdősávok, fasorok és egyéb fásításokra – szeretném összefoglalni, mivel az eddig leírtak alapján meggyőződésem, hogy célszerű a közös tervezési és fenntartási alapelvek összeegyeztetése.

A szűkös anyagi- és munkaerőforrások megkövetelik, hogy a közutat kísérő fásítások tervezése, kivitelezése és fenntartása során is ésszerű alapelvek valósuljanak meg. Dolgozatom nem tér ki a közlekedésbiztonság és a faszor-gazdálkodás minden kérdésére vagy olyan részletekre, amelyeket elődeim az útfásítások témában rögzítettek. Elméleti és gyakorlati tapasztalataimmal és a belőlük leszűrt javaslatokkal elsősorban azokra a pontokra szeretném ráirányítani a figyelmet, amelyekben megújulásra és rövid időn belüli cselekvésre van szükség.

4.1. A 85-ös főút vizsgált szakaszának értékelése

A 85. számú főút Kapuvár - Nagycenk közötti felújított útszakaszát a korszerűsítést követően a minden közlekedő megalapozottan használja. Annak ellenére, hogy az útszakasz nem többsávos, a műszaki paraméterei, a pályaburkolat minősége, a forgalomtechnikai megoldások a közlekedés biztonságát szolgálják, és korszerű tervezési szemléletet tükröznek. Az utat kísérő fásítások kivitelezési minősége azonban elmarad a környék 20-30 évvel korábban telepített útfásításai mögött.

A közút megfelelő szélességű zöldterülettel kísért szakaszainak zöldfelület-rendezése cserjés fasor és ligetes facsoportok ültetésével került kivitelezésre. A kiültetett fák és meglévő telepítési minták nagy része nem tükrözi az eredeti terveket. Mai méreteikből arra lehet következtetni, hogy sorfászerű fiatal ültetési anyagot használtak fel, ami azonban minőségileg még a suháng minőséget sem érte el.

A fákat a támasztókarókhöz rögzítő kötések idővel tönkrementek, így a fácskákat a szél ereje formálta, növekedésüket komolyan befolyásolta (34. kép). A helyzet kialakulásában nyilvánvalóan szerepet játszott az utóbbi évek száraz időjárása és a mostoha termőhelyi adottságok. A 85. számú főútnak, mint a Nyugat-dunántúli Régió egyik fontos közlekedési útvonalának, is hasonlóan tekintélyes és tájba illő zöldfelülettel kellene rendelkeznie mint a karakteres mellékútjainak, vagy a 84. számú főút egyes szakaszainak. A hagyományos útfásítási kép eléréséhez az elmúlt évtizedekben



34. kép: Rossz minőségű magára hagyott sorfák a 85-ös út mentén (a szerző felvétele)

rendelkezésre álló technikai megoldások köre csak bővült, ezért reális cél, hogy az útfásításokkal szemben már fiatal korukban is nagy elvárásokkal legyünk a vizsgált útfásításokkal szemben.

Nem szükséges új zöldfelület-rendezési és fásítási tervek készítése ahhoz, hogy a fásítások teljesítsék a velük szemben támasztott követelményeket. De folyamatos felülvizsgálat, pótlás és gondozás elengedhetetlen. A fejletlenebb szaporítóanyaggal szerzett rossz tapasztalatok azt indokolják, hogy a lehetőség szerint idősebb, karózott és megfelelően gondozott fák ültetése kívánatos. A faiskolai terminológia szerinti sorfa kategóriás szaporítóanyag (legalább kétszer iskolázott, minimum 220 cm törzsmagasság, 6 cm körméret) nagy megeredési esélyű egyedei lennének kívánatosak. A fasorokat kiegészítő sövények fenntartására és pótlására az első években nagyobb hangsúlyt kell helyezni, mivel ezek segítségével a fák megerősödéséig karakteres képet lehet teremteni az utak mentén.

4.1.1. Fásítások telepítése és pótlása

A fásítások gondozása időnként háttérbe szorul az út- és környezetének egyéb jellegű karbantartási munkái mellett (útjavítás, padka- és árokrendezés, stb.). Az útüzemeltetés növénygondozási feladatai – anyagi források híján – a kötelező kaszálásokban, és a veszélyes vagy már letört fák eltávolításában merül ki.

Az út menti növényzet karbantartási feladatai közé az útkorona és földműveinek védelme is beletartozik. Sok helyen a padka és rézsű gyepesítése, továbbá az eredési hiányosságok miatt hosszabb rövidebb szakaszokon rézsűkimosások tapasztalhatóak, amelyek javítása folyamatos munkát igényel. Az útpadka és az út közvetlen környezetének szennyezőanyagokkal való terheltsége láthatóan és hátrányosan befolyásolja a növényzet megélhetését. Az útpálya szélétől távolodva 5-10 méterrel már fenntarthatóak az elégséges fásszárú növények megmaradását szolgáló termőhelyi viszonyok. Az időjárás szélsőségei tovább nehezítik a körülményeket. Az egyre gyakoribb zivatarok miatt az árkok tisztítása és a vízvezető kapacitásának növelése



35. kép: Jó minőségű szaporítóanyaggal kivitelezett fásítás a fertőhomoki kereszteződés előtt (a szerző felvétele)

kívánatos, ami viszont a talajvízszint és a növények gyökérzete számára rendelkezésre álló talajnedvesség csökkenéséhez járul hozzá.

A bejárás során megállapítható, hogy a telepített növények utógondozása nem felelt meg az elvárásoknak. A teljes útszakaszra jellemző volt a facséméték és cserjék nagyszámú elhalása, ami az öntözés elégtelenségére vezethető vissza. Ezeknek a növényeknek az eltávolítása és pótlása az

első három évben folyamatos volt. A telepített növényzetben keletkezett veszteségek oka a nem megfelelő ápolás, az öntözés és metszés hiánya. Az újonnan telepítendő facsometék és cserjék gondozása az új telepítéstől számított 3 évig továbbra is a kivitelező feladata volt. Tudomásom szerint az utolsó szerződésben foglalt ilyen jellegű pótlási kötelezettség 2007-ben járt le.

A fák megeredési aránya 50 % körüli volt. Általában elmondható, hogy a pusztaszil, ostorfa, csörgőfa és a juhar fajok vészelték át az utóbbi évek aszályos időjárását és a szélsőséges termőhely hiányosságából adódó limitáló tényezőket. E tényezők közé tartozik az is, hogy a szűk zöldfelületű szakaszokon (36. kép) a fásítást az árok külső élétől számított 20-25 centiméterre végezték és ezeken a helyeken öntözés hiányában rossz kilátásai vannak a faegyedeknek.

Az útkorszerűsítési munkák műszaki előírásai röviden rendelkeznek a növénytelepítés elvárásairól. A célkitűzésben elsőként említik a közlekedés biztonságát, majd az út és a környezetének védelmét és végül az esztétikus kialakítást. A terület előkészítése kaszálással és a nagyobb gyomnövények kiemelésével kezdődik, majd a talajelőkészítés folyamán felszínre kerülő idegen anyagok és kártevők eltávolításával,



36. kép: Sűrű facsoport az út szélétől alig 2,5 méterre (a szerző felvétele)

elégítésével vagy elszállításával zárul. A növénytelepítési tervek célja, hogy a növények kifejlett állapotukban se akadályozzák a közlekedők látását. A lombos fák részére 1×1×1 méteres ültetőgödört ásunk és azt a kártevők ellen fertőtlenítjük. Az ültetőgödör visszatöltését 2 kg szerves talajjavító anyaggal keverve kell visszatölteni úgy, hogy a szerves trágya ne érintkezzen a gyökérzettel. Az ültetésre kerülő csemetek gyökérzetét és koronáját megmetszik, majd a gödörbe helyezve a gyökérnyakig betemetik és a talajt tömörítik. Az ültetőgödört száraz időben még a betemetés előtt 20 liter vízzel beöntözik. Őszi ültetésnél a fák tövét 30 centiméter magasan feltöltjük, tavaszi ültetés esetén tányérozzák. A magas törzsű fákat már ültetéskor úgy karózzák, hogy a veszélyes szélirányból nyújtson védelmet. A karózás elvégzését csak annyiban szabályozzák, hogy a karók 10-25 centiméterre nyúljanak bele a fa koronájába.

Nemcsak az árokszéleken, de a zajvédő dombokon is a fák és a cserjék nagymértékben kipusztultak, ennek oka a szárazság mellett, az eső okozta termőtalaj kimosódás. A gyökérzet ezért nem tudott a felületen megkapaszkodni. Ezeken a helyeken csak az egybefüggő füves felület esetén előzhetőek meg az eróziós károk.

A hárs fajok és a nyírek nagyrészt kiszáradtak, csak helyenként lehet az első telepítésből származó élő egyedeket találni (37. kép). A kiszáradt fák pótlására mezei juhart, pusztaszilt, virágos kőrist és ostorfát alkalmaztak. A cserje- és a fafajok veszteségéhez hozzájárult azt is, hogy a telepítések – a jelzés (karózása) hiányában – egyes szakaszokon a fűkaszálás áldozatául



37. kép: Az első kivétel nyírfái mögött a karózott pótlás sorakozik (a szerző felvétele)

estek. A kiszáradt és hiányzó fenyőfélék pótlására az egyes szakaszokon cserjék kiültetésével került sor.

A Fertőszentmiklós-Pereszteg közötti szakaszon találhatóak meg a legjobb állapotú fásítások. Bár időközben itt is történt pótlás és hasonló gondot okoz a füves felületek hiánya, ennek ellenére az út menti véderdő, illetve egyéb fás, erdős területek előtt az elszáradt növények pótlására nem volt szükség.

A Pereszteg-Nagycenk szakaszon a fák megeredése 70-75 % körüli volt (38. kép). A madárberkenye és nyírfák kivételével a többi fafaj egyedei átvészelték az első éveket. Az elszáradt facsometék és cserjék pótlását a szélsőséges száraz időjárás figyelembevételével szárazságtűrő fajokkal vitezelték ki. Sokáig általános hiányosság volt, hogy a vékony termőtalaj miatt a füves területek nehezen záródtak, ez a probléma folyamatos újrafüvesítéssel sokhelyütt láthatóan megoldódott.

A Pereszteg-Nagycenk szakaszon a fák

A fás szárú növényzet közül sok helyen főként a cserjék pusztultak el a területtel szomszédos ingatlantulajdonosok mezőgazdasági tevékenységei, illetve a rézsűfelületek gyomosodása elleni mechanikai védekezések következtében. A növényeken a kötelező metszéseket elvégezték, de a kivitelezés vitatható, mivel a koronaalakítás célja a szomszédos mezőgazdasági területek árnyalásának megelőzését célozta (féloldalassá vált a hajtásrendszer), és nem a közlekedés biztonságosabbá tételét.



38. kép: A pótlások után a fasorok kielégítő és változatos képet nyújtanak (a szerző felvétele)

A Nagycenk előtti fás-bokros szakaszon és az Ikva patak mentén (nádasodás miatt) a korábban telepített fák pótlásai nem az eredeti helyükre, hanem az út túlsó oldalára kerültek újratelepítésre. Csak a Nagycenk- Pereszteg közötti szakaszon 220 db fa pótlására került sor kislevelű hárssal, és magas kőrissel.

A facsometéket támasztó karókat a hiányzó helyeken folyamatosan pótolták, a kidőlt,

sérült karókat megigazították, az erős szélnyomás miatt ezek védő szerepét legalább a 10 centiméteres mellmagassági átmérőig célszerű fenntartani.

4.1.2. A fásítások állapota és fenntartási nehézségei

A 85. számú főközlekedési út Kapuvár - Nagycenk közötti szakaszának korszerűsítése 1999-től 2002-ig több ütemben zajlott. Az út menti növényzet telepítése különböző kivitelező vállalkozásokon keresztül valósult meg. A tervezők a növénytelepítési tervek készítése során facsoportos, ligetes jellegű tájfásítások kialakítására törekedtek. A ligetes jelleget csak részben lehetett megvalósítani, mivel a terület kisajátítási határa sok helyen egybeesett az árokérsű külső élével. Azokon a szakaszokon, ahol a kisajátítás után visszamaradó terület lehetővé tette, a ligetes fás-cserjés telepítések megvalósultak.

A korszerű irányelvek alapján balesetveszély kiküszöbölése és a fenntartási nehézségek miatt rézsűbe fás szárú növények ültetésére nem került sor. Ennek következtében 3-5-7-től álló facsoportok kerültek kialakításra a rézsű élekre telepítve, amelyek a víz gyors árokfenékre való szivárgása miatt folyamatosan vízhiánynak vannak kitéve. Az elültetett cserjéknél is ugyanez a probléma áll fenn. A kiszáradt fákat évente pótolták, a pótlásokra kerülő fajok megválasztásánál a szárazságtűrőket helyezték előtérbe.

A telepített fák méreteinél a sorfa minősítésű fák ideálisabbak lennének, viszont a tervezésnél a pénzügyi lehetőségek miatt nem jöhettek számításba. A növények fenntartására a kivitelezők szerződésben három év utógondozást vállaltak, kötelezettségüknek eleget tettek.

Amennyiben a közútfasítások nagyobb projekt részeként (útszakasz korszerűsítése) kerülnek kivitelezésre, a közbeszerzés kiírásánál 3 éves fenntartási kötelezettséget kell a kivitelezőnek vállalnia.

Sajnálatos módon az útkörnyezet esztétikus kialakítása időben és pénzügyi források tekintetében napjainkban az utolsó helyen áll a kivitelezésnél, mert innen kerül a legtöbb anyagi eszköz elvonásra, hogy a pályázók a legkedvezőbb ajánlat érdekében alacsonyabb költségvetést tudjanak benyújtani. Ebből adódnak a növénytelepítési tervtől való eltérések (méret, faj), valamint az alacsony költségen tervezett fenntartási munkák elmaradása. Az öntözések és metszések nem az előírt mennyiségben teljesülnek, a vállalkozónak olcsóbb pótolni az elszáradt csemetéket, mint 3 éven át megfelelően gondozni azokat.

A közútkezelő éves költségvetésével (Európai Unió és állami támogatások) adott évben el kell számolnia, a vállalkozói számlákat ki kell egyenlíteni és utólag nehéz számon kérni az elmaradt munkákat. A számonkérés egyetlen módja a bankgarancia lehívása, de ez a legkritikább esetben fordul elő, mivel akkor a vállalkozót egy ideig kitiltják a piacról. A nem megfelelő és rossz minőségben kivitelezett, de átadott növényanyagot, személyi és pénzügyi források hiánya miatt a Magyar Közút Kht. nem tudja megfelelően fenntartani. A meglévő egyéb zöldfelületek és

fásítások fenntartási problémái is a forráshiányra vezethetők vissza. A nélkülözhetetlen munkákat a közútkezelő elvégzi (közúti úrszelvény biztosítása, belátási háromszögek biztosítása, forgalomra veszélyes fák kitermelése, stb.). Végül meg kell említeni, hogy a fás szárú növényzet sok esetben a fűkaszálnál is problémát jelent, nagyobb figyelmet igényel a gépkezelőtől, illetve kézi erővel kaszálva háromszor annyiba kerül.

Az utógondozás tekintetében a meg nem eredt csemeték pótlásáról, a megmaradt metszéséről, gyommentesítéséről és szükség esetén az öntözésről és a vadkár elleni védelemről kell a kivitelezőnek gondoskodnia a telepítés évét követő két évben.

A tételesen a felújított útszakaszra az első évben a meg nem eredt fák pótlását, a háromszori öntözés, háromszori kapálást és egyszeri metszési munkákat írtak elő. A két utógondozási évben a fák évenkénti 5-6 alkalommal való öntözését, háromszori kapálását, egyszeri alakító metszését és pótlását vállalták fel a kivitelezők. A cserjék esetében is ugyanezek a kötelező utógondozás feladatai.

A kivitelezők által vállalt 3 évig fennálló teljesítéseket a Magyar Közút Kht. illetékes üzemmnökségének fenntartási munkái váltják fel. Az üzemmnökségek munkája elsősorban a forgalombiztonságot zavaró és az útesztétikát rontó növényzet eltávolítására korlátozódik. Ilyen esetekben a közútfenntartó szakemberei erdőgazdálkodási, szolgáltatási (zavartalan közlekedés biztosítása) és a társadalmi igényeket kielégítő fenntartási (pl. emlékhelyek karbantartása) munkákat végeznek.

Ezen tevékenység körébe tartoznak a – települések külterületén, mezőgazdasági, illetve erdőgazdasági területen húzódó magasfeszültségű villamos-, gáz- és egyéb csővezeték alatti, valamint utak és vasutak mentén a mezőgazdasági és erdészeti tevékenység biztonságát szolgáló – fakivágások, gallyazások, bozótirtások, stb. Kiemelt feladat a közúti úrszelvény és a beláthatósági háromszög biztosítása, jelzőtáblákat takaró növényzet, a balesetveszélyes fák eltávolítása. A közútfenntartási munkák körébe tartozik a padkán, az árokban, a rézsűfelületeken, továbbá a közút határán belüli egyéb területen a forgalom biztonságát zavaró növényzet észlelést vagy bejelentést követő eltávolítása.

4.2. A 84-es út fásításainak elemzése

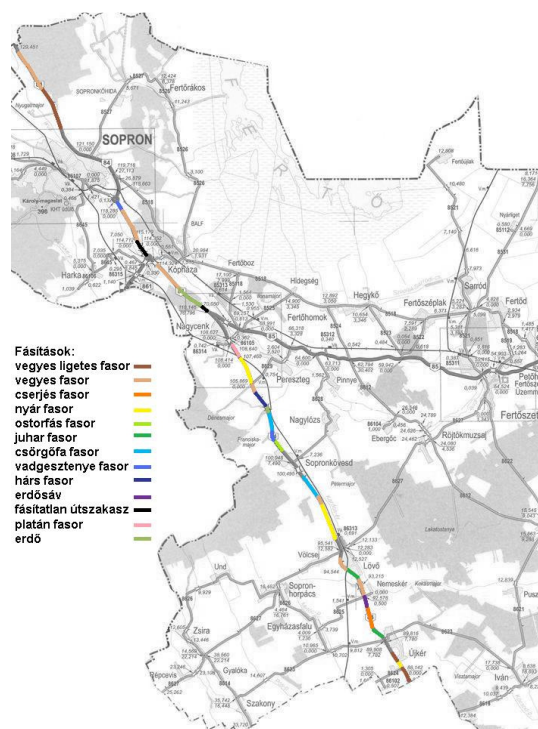
A 84-es számú főút megyei szakaszának fásítását több szakember kedvelt példaként említi, amikor útfásításokról esik szó. Meg kell hagyni, a jegenyenyárok égbetörő „oszlopsora” vagy a japánakácok lombalagútja első benyomásra lenyűgöző, helyenként festői képet nyújt. Több fasorminta váltja egymást fafaj, tőtávolság és mintázat tekintetében változatos képet fenntartva. A 42 kilométeres útszakaszon 23 önálló fásítás, ebből egy erdősáv (Újkér és Lövé között), lakott területek és elenyésző fásítatlan útszakasz különíthető le. Az útszakasz fásítottsága, eltekintve lakott területektől, közel 100 %-os. Fásítatlan pár száz méteres útszakaszok Nagycenk-Kópháza és Kópháza-Sopron között találhatóak. Ezekkel szemben különleges példa, hogy Sopront elhagyva a határ felé először a fasor és az erdő között futó út több mint egy kilométer hosszan az erdőszegélyben halad tovább.

A fák méreteiből és az elmúlt 5-6 évtized közismert telepítési mintáiból és közkedvelt fafajaiból következtetni lehet a fasorok korára, a felújítások és pótlások idejére (RADÓ, 1999). Az útfásítások többségét az 1950-es években telepítették, de ennél idősebb szakaszokról is árulkodik



39. kép: Az óriásnyár fasorok Lövé és Sopronkövesd között az 1960-as évek elején (fotó: EMEVI archívum)

néhány méretes vadgesztenye és hársfa. Az 50-60 éve telepített fasorok egyedeit évtizedekig pótolták és néhány útszakaszt át is alakítottak. Az Újkér előtti útszakasz csoportos fásításai fiatalabbak, 30-35 évesek és az eredeti fasorokat 15-20 éve alakították át ligetessé. Az Újkér-Lövé közötti útszakasz első részén a fásítás gerincét idős, 50-60 éves juharok alkotják. Ezek 1-2 évtizeden belül egészültek ki a középső szakasról ismert japánakáccal. Lövéhöz közeledve fiatalabb út menti fákkal találkozunk, az idős juharok és a náluk egy évtizeddel fiatalabb hársak mellett 20-25 éve madárberkenye és a juharfák új generációja jelent meg. A Lövé utáni óriásnyár fasorok kora szintén több mint fél évszázados és kb. 30 éve tették változatosabbá egy-két nyugati ostorfával illetve madárberkenyével. A vizsgált útszakaszok mindegyikén a japánakác és nyugati ostorfa



34. ábra: A 84-es főút különböző fásítási szakaszai

sorok életkorát négy évtizedesre becsülöm, tekintettel méreteikre és a fásítások kialakítási hasonlóságára. Sopronkövesd és Nagycenk között található egy 150 méter hosszú idős vadgesztenye fasor, amelyet két évtizede fiatal egyedekkel egészítettek ki, hasonlóan a Peresztegi bekötőút előtti tekintélyes korú kislevelű hársfasorhoz, amelyben szintén felfedezhetünk pótlásokat. A Sopron-közeli fasorok bizonyosan fiatalabbak 50 évesnél, ez alól csak a város előtti rövid vadgesztenyesor kivétel.

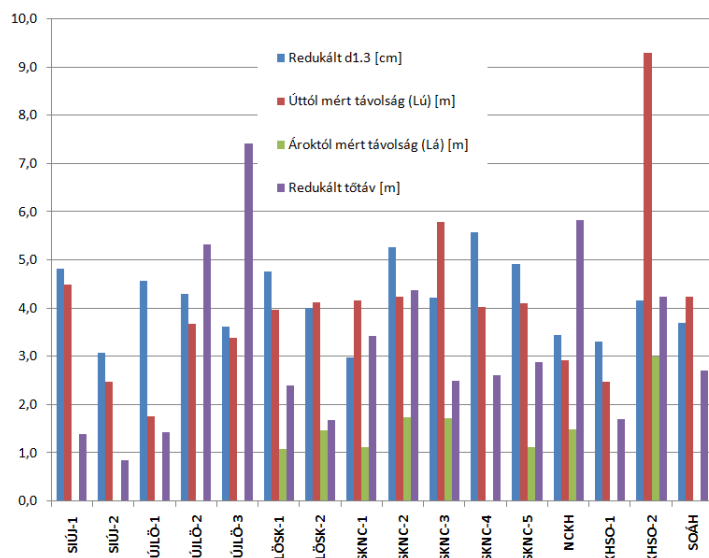
A fasorok, csoportos- és ligetes fásítások, valamint az egyetlen erdősáv 18 fafajból és néhány cserjefajból áll. Kimondottan csoportos fásításról, amelyet több egyedből és fafajból változatos ültetési hálózatban állítottak össze, mindössze egy pár száz méteres rövid szakaszon Újkér előtt találkozhatunk. Ligetes fásítás is csak egy szakaszon, Sopron és az államhatár között figyelhető meg. Több szakaszon klasszikus „monokultúrás” fásítások találhatók óriásnyárból, csörgőfából, nyugati ostorfából, hársakból, két rövid szakaszon platánból és vadgesztenyéből. A fennmaradó fasorokban a juharfajok dominálnak, amelyekben elegyfajként a többi fafaj található, kiegészülve egy-egy változatos mintával (orgonasövény, szivarfa, jegenyenyár, fehér nyár, nyír). Kísérő cserjefajként a közönséges orgona, fagyal, loncok, fekete bodza, ezüstfa, valamint a kőkény van jelen nagyobb mennyiségben. A fasorokban az orgona és az ezüstfa van jelen hosszabb szakaszokon szerkezetalkotóként, az egyéb fajok csak elszórtan fordulnak elő.

4.2.1. Közlekedésbiztonság és az út menti fizikai tényezők kapcsolata

A közúton közlekedők biztonságát a burkolat állapota, a forgalomirányító jelzések és a KRESZ szabályai mellett számos helyi adottság és független környezeti tényező befolyásolja. A helyi adottságok közé tartozik az út közvetlen környezetében a felszín formája, domborzati viszonyai. A vizsgált szakaszon csak pár száz méteren találkozhatunk 1 métert meghaladó magasságú töltéssel vagy ennél mélyebb bevágással. A vízelvezető árkok mélysége (ahol megtalálható és mérhető) is általában kisebb, mint fél méter. Ezt a mélységet csak a települések közelében, illetve a Nagycenk környékén 2007-ben felújított árkok haladják meg. A terepi bejárások alapján megállapítható, hogy az út menti domborzat kis mértékben lehet befolyással a közlekedés biztonságára.



40. kép: Csoportos fásítás Újkér határában. A kis tőtávolságokkal és egymáshoz közel kialakított csoportok is veszélyt jelentenek a közlekedőkre (a szerző felvétele)



35. ábra: A fatörzsek elhelyezkedésének jellemzői

nagy mellmagassági átmérővel és rövid tőtávolságokkal párosul. Ha a csoportos fásítások esetén a statisztikai átlagolásban a fatörzsek, és nem a csoportok, tényleges egymástól mért tőtávolságait vizsgáljuk, a tőtávolságok itt alakulnak a legkedvezőtlenebben (SIÚJ-1, SIÚJ-2). Ezen a veszélyforráson enyhíthet az úttól való távolabbi elhelyezkedés vagy a kis mellmagassági átmérők, amelyek csökkentik a végzetes ütközés kockázatát.

A felvételezett számszerű adatok alapján olyan mutató kidolgozására törekedtem, amely a fizikai környezet közlekedési veszélyét szemlélteti. Feltételezésem, hogy a fásítások esetén a fő veszélyt a fatörzsek jelentik, azok úttól és a fatörzsek egymástól mért távolságával csökken a veszélyesség. Minderre befolyással lehet több kisebb hatású tényező, mint az ágasság, az egészségügyi állapotból fakadó hatások, stb.

$$V_f = \frac{d_{1.3}}{L_{\bar{u}} \cdot D_t} + K$$

a faszakasz veszélyességi mutatója (V_f), ahol

$d_{1.3}$ = mellmagassági átmérő,

$L_{\bar{u}}$ = úttól mért távolság,

D_t = tőtávolság

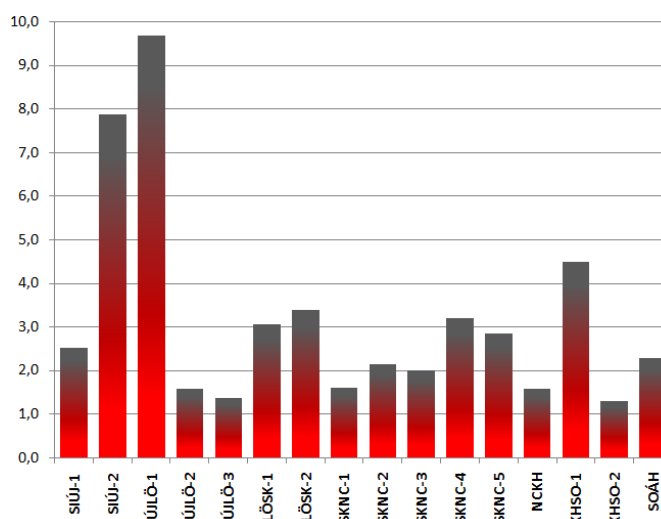
K = korrekciós tényező,

$$K = \frac{(\bar{A} + E_{\bar{u}} + x_i)}{10}$$

\bar{A} = ágasság,

$E_{\bar{u}}$ = egészségügyi mutató,

x_i = egyéb befolyásoló tényezők.



36. ábra: A faszakaszok veszélyességi mutatói

Az összefüggés alapján számolt értékeket a 36. ábra mutatja be. Jól láthatóan a kis úttól mért távolsághoz tartozó nagy törzsátmérő és a 4-5 méter alatti törzstávolságok a meghatározóak. (41. melléklet)

4.2.2. Veszélyes helyek

A külön biztosított és köztudottan veszélyes útszakaszokon (vasúti átkelő, kereszteződés, stb.) kívül a közúti úrszelvénybe nyúló vagy az ívek beláthatóságát zavaró lombkorona, a fasor fáinak sarjtelepei és a kilátást zavaró vagy korlátozó cserjesávok jelentenek akadályt. Az úrszelvénybe való benyúlást vizsgálva nincs olyan szakasz, amelyen ne találkoznánk a problémával, hogy a benyúló ágak



41. kép: Beláthatatlan belső ív. Újkér és Lövé közötti útszakasz több rövidebb ívből tevődik össze, a beláthatóságot benyúló lombok korlátozzák (a szerző felvétele)

korlátozzák a látástartományt vagy a forgalmi sáv fölé benyúlva, azon átnyúlva (szélső esetként „alagútszerűen” záródva) más veszélyforrást rejtse magukban. Ilyenek a saját súlyuk alatt roskadó csörgőfák ágai, a széltörött óriásnyár hajtások vagy a téli olvadás esetén az ágakról leolvadó jégdarabok. A kereszteződések beláthatóságát is erősen korlátozzák az úthoz közel ültetett fatörzsek, alacsony lombkoronák, sarjak vagy a cserjecsoportok. A fajok közül ki kell emelni a korábban már említett csörgőfát és az óriásnyarat. Évek óta visszatérő gondot jelent egy nagyobb hóesés vagy szélvihar utána törött ágak és törzsek eltakarítása. Az egészségügyi szempontból gyengébbnek minősített útszakaszokon nem csak a száraz lombban található vagy



42. kép: Derékba tört óriásnyár Lövé határában

félíg már letörött ágakról kell megemlékezni, hanem a kiszáradt egyedekről, amelyek bármelyik pillanatban eltörhetnek, kidőlhetnek.

Az útmenti sarjak gondozása, szükséges visszavágásuk, a terepen látottak alapján irányítás alatt van. A vékonyabb vesszejű sarjtelepeket kaszálással évente karbantartják. A vastagabb gyökér- vagy tősarjakra, amelyek komolyabb beavatkozást igényelnek, sajnos csak pár évente kerül sor.

Fontos kérdés az ágtisztaság. A fák ritkán metszettek magasabban, mint 1-1,5 méter. A metszetlenség még tősarjak alkotta „sarj-szoknyával” is párosul, amely a gondozatlanság érzését keltheti az utazóban.

Összefoglalva a megyehatár és Újkér között a legnagyobb problémát a tőtávolságok szűkössége, Újkér és Lövé között a fák és cserjék zavaró takarása és a száraz, törött ágak esetleges aláhullása jelenti. Lövé után a hosszú egyenes útszakasz az óriásnyár fasorok monotonitásával, majd

Sopronkövesd előtt a japánakácok alagúttá záródásával kelthet bezártság-érzetet. A további szakaszokra és a kistérségi útszakasz egészére érvényes a fasorok úthoz való közelsége, a rövid tőtávolságok, a környezet és a lombkoronák gondozatlansága, helyenként a rossz egészségügyi állapot és a szerkezeti hibák (száraz fák ottléte, helytelen metszés, törött ágak a koronában, stb.). Amire mindenképp szükség lenne: az elszáradt fák eltávolítása, a beteg fák cseréje, a koronák helyes metszése, a sarjak visszaszorítása, a tőtávolságok növelése, a pótlás úttól távolabb történő megvalósításával az úttól mért távolság kitolása, az út beláthatóságának javítása, a belátási háromszögek tisztítása, a hiányzó fásítások pótlása, az üres helyek feltöltése, a hófúvások elleni védelem fejlesztése, a veszélyes fásítások védelemmel történő kiegészítése. Mindezekre a következő bekezdésekben részletesen kitérek.

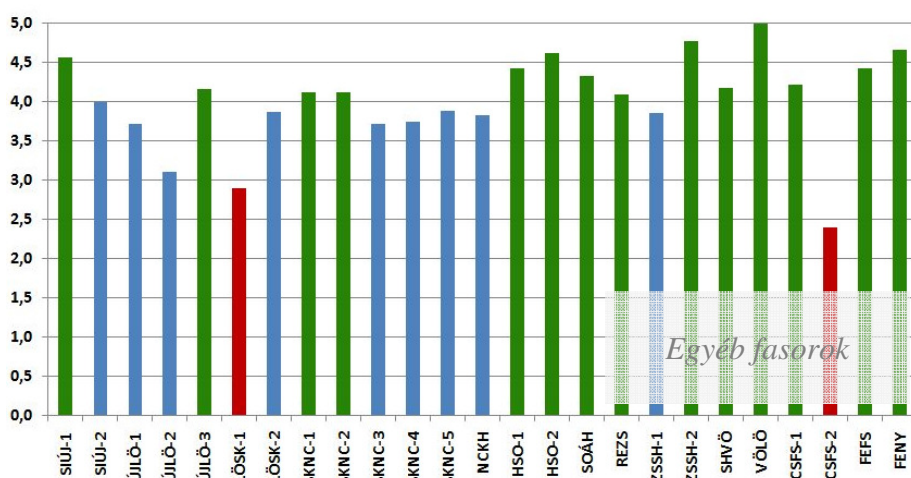
4.2.3. Egészségügyi értékelés

A közút menti fák szélsőséges termőhelyi adottságok mellett a víz- vagy tápanyaghiány, illetve az életfolyamatait károsan befolyásoló szennyeződések mellett fokozottan ki vannak téve a károsító folyamatoknak és nehezen regenerálódnak. A termőhelyi feltételeket megismerve nélkülözhetetlen a fasorok egészségügyi állapotának megismerése és leírása. A közúti biztonság megőrzésének egyik fontos eleme a folyamatos állapotfelmérés és a szükséges beavatkozások elvégzése. Míg a helyes fafaj megválasztásával megelőzhetőek az egészségügyi problémák, továbbmenve a hajtásrendszer karbantartása az egészségmegőrzést szolgálja, addig a sérült egyedek eltávolítása és a pótlás a fasor mint táji elem egészségének megőrzését biztosítja.

A fák és fasorok egészségi állapotának minősítését külső jegyeik alapján végeztem, amelyhez útmutatást az Európai Unióban javasolt fasorértékelés adott. A módszert egyszerűsítve az egészségügyi minősítést a gyökérzet-, a törzs-, a korona állapota, az ápolás mértékének minősítése és a fa életképességének becslése alapján határoztam meg. A vizsgálati pontokat úgy választottam meg, hogy azok jellemzőek legyenek az egyes útszakaszokra, ezért az egyes pontokkal jellemezhető az útszakaszok állapota.

A *kiváló* kategóriába (4-5 pont) azok a fasorok tartoznak, amelyek fáinak gyökérzetén és a törzsein nem tapasztalható károsodás. A lombkorona ép, a fa optimális fejlettségű, így a fák élettartama a vágásérettségig becsülhető. A *jó* kategóriába (3-4 pont) tartozó fasorok egyedeinek törzsén és a hajtásrendszerén kisebb hibákkal már találkozhatunk. A helytelen metszés nyomai is felfedezhetők, ezek a hibák hosszútávon károsodáshoz vezethetnek. A lombkoronában megjelennek a törött ágak, a hajtásrendszer gondozatlan. A *kielégítő* állapot (2-3 pont) károsodott törzset és hajtásrendszert takar. Törött, száradt hajtások és kisebb mértékű lombvesztés van jelen. A felszínre került gyökérzet láthatóan károsodott. Az ápolás hiánya egyértelmű. Egyes fák állapota alapján javasolt az egy évtizeden belüli felújítás. A *gyenge* osztályzat (1-2 pont) esetén az elszáradt ágak mennyisége meghaladja a hajtásrendszer 25 %-át.

Az erős lombvesztés és gyökérkárok mellett nyilvánvaló, hogy a fák igényeit nem elégítik ki a termőhelyi adottságok. Elhanyagolt, leromlott állapotú fasor, amelyet pár éven belül időszerű lenne lecserélni. A legrosszabb osztályzat a teljesen lombját veszített, elhalt koronájú fákból álló fasoroknak jár. Ez a visszafordíthatatlan állapot egyértelmű pótlást és fafajcserét kíván.

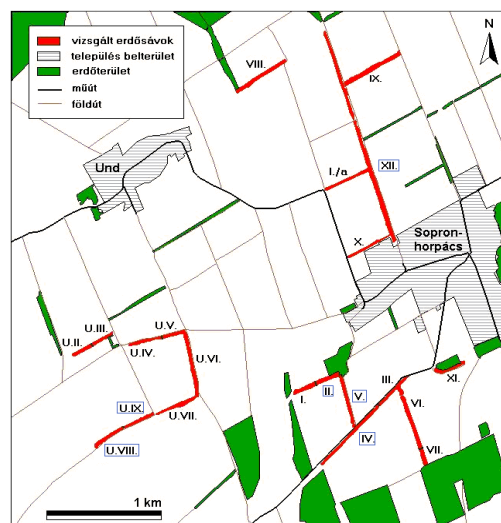


37. ábra: A vizsgált fasorok egészségi állapota

A 84-es főút mentén vizsgált 16 fasor közül 7 teljesen egészségesnek bizonyult. További 9 esetén a fák törzsén és a koronában kisebb károk figyelhetők meg. Ez többségében szélkárra vezethető vissza, illetve a helytelen gondozás nyomai vagy a koronaalakítás elmaradása fedezhető fel. Mindössze egy esetben, a Lövő és Sopronkövesd közötti útszakaszon találhatóak olyan fasorrészek, amelyekben egyszerre vannak jelen az elszáradt, törött és fokozottan balesetveszélyt jelentő fák.

4.3. A sopronhorpácsi erdősávrendszer

A címben említett Győr-Moson-Sopron megyei erdősávok jól dokumentált múltra tekintenek vissza. Az első fontos évszám 1949, amikor is LAURINGER VILMOS vezetésével megindul a Sopronhorpácsi Kísérleti Gazdaság erdősávjainak telepítése. A munkálatok közel 11 éven át tartottak, amíg kialakult a rendszer alaprajza. Ez idő alatt több mint 17 hektáron, közel 9 kilométer hosszban 22-féle különböző fafaj-összetételű és szerkezetű erdősáv került telepítésre. A mély és közép-mély barna erdőtalajok az uralkodók a területen, amelyek kedvező termőhelyi feltételeket jelentenek. A terület vízszegény vidék, sem vízfolyás, sem nagyobb vízfelület nem található a környékén.



38. ábra: A sopronhorpácsi erdősávrendszer digitális térképe (TAKÁCS, 2003)

Az erdősávok területileg három jól elkülöníthető egységet alkotnak. Sopronhorpáctól északra egy több mint 1700 méteres sáv kezdődik, amelyhez merőlegesen kapcsolódó sávok képezik az első egységet. Az Und községtől délre található undi major sávjai egy nyugat felé nyitott „kiflibe” rendeződnek. A harmadik egység, a kőszegi út két oldalán található sávok összetett szerkezetet mutat.

Az erdősávok fő fafajai a kocsányos tölgy, a fehér- és jegenyenyár, az erdei fenyő, a fehér akác, a korai juhar, a magas kőris, valamint a vörös tölgy. Elegyfajként megtalálható a vadkörte, a vadcserezsnye, a nyugati ostorfa, a kései meggy, a közönséges dió, a hegyi juhar és a gyertyán. A cserjeszintben előforduló fajok közül a leggyakoribb a fagyal, a gypúrózsa és a fekete bodza. Az erdősávok szegélyének karakterét a kőkeny, a zöld juhar, a virágos kőris, a narancseper, a fehér- és kecskefűz határozzák meg. A gyepszint alacsony záródású és kevés faj alkotja.

Vizsgálataim célja az eredetileg tervezett és a jelen állapotok összehasonlítása volt. Az eredeti állapotok rekonstruálásához segítségemre volt az Erdősávok Telepítési Dokumentációja, valamint az 1950-1960-as években a területen folytatott mikroklíma vizsgálatok leírásai és eredményei. Az 1960-as években GÁL JÁNOS és az akkori Erdőmérnöki Főiskola Erdőtelepítés és Fásítás Tanszékének munkatársai végeztek itt kísérleteket az erdősávok környezetükre gyakorolt hatásaival kapcsolatban. A kutatások eredményeiről az Erdészeti és Faipari Egyetem Tudományos Közleményeiben olvashatunk. A mai kép leírásához az Erdészeti Adattár szelvényleírásain túl számos térképi információ és légi-fénykép elemzése, valamint a helyszíni felmérések segítettek hozzá. Terepi bejárások alkalmával feltérképeztem a jellemző erdősávrészek keresztmetszetét, mértem a mellmagassági átmérőket és a magasságokat. A sávok területi adatait a légifelvételek digitalizálásával nyertem.

Az eredeti leírásoktól eltérően különböző sávszerkezeteket és tagoltságot is fel lehet fedezni a területen. Egy undi sáv kivételével az eredetileg megtervezett összes sáv megtalálható. Továbbá két olyan sáv található, amelyet az elmúlt 10 évben felújítottak, szerkezetük teljesen eltér az eredetitől, új, nem kívánatos szerkezetet mutatnak (akác-kései meggy).

Az erdősávrendszerben az elsődleges feladat a nem őshonos fafajok visszaszorítása. Az akác, a zöld juhar és a kései meggy fő jellemzője, hogy gyorsan nagy területeket vesznek birtokba a javafák rovására. Terjedésüknek jelen esetben a rendszeresen művelt mezőgazdasági területek szabnak gátat, azonban a faállományon belüli terjedésüket is vissza kell szorítani.

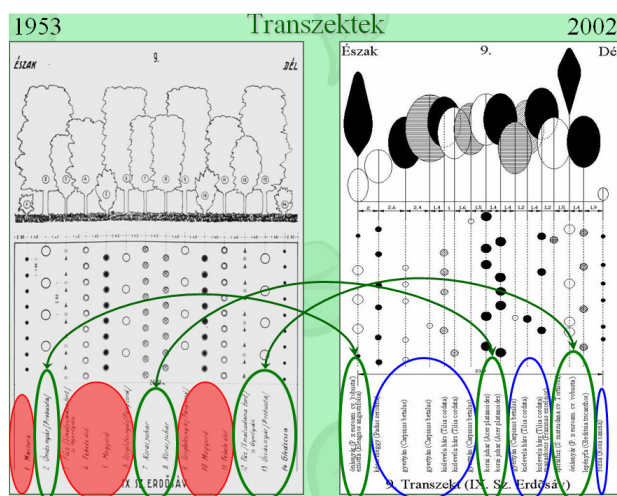
A tájidegen fafajokon kívül a másik gondot az illegálisan lerakott hulladék jelenti.

Több-kevesebb szemét az egész területen fellelhető. Kerítésdróttól a műanyagok nagy skáláján a bomló szerves hulladékig minden megtalálható. A probléma kezelése nagy energia ráfordítással, a gazdálkodók és a lakosság összefogásával oldható meg.

Fel kell még hívni a figyelmet olyan fontos pontokra is, mint a szegélyzónák védelme, a zöldfolyosók megléte vagy a tájképi szerep. A mezőgazdasági területekhez kötődő állatok számára nem csak a faállományok, hanem az erdősávok peremei is fontos életeret biztosítanak. Az esetenként több kilométer hosszú sávok különböző élőhelyeket kötnek össze, így vándorlási útvonalat, búvóhelyet és genetikai változatosságot is biztosítanak. A sopronhorpácsi erdősávrendszer meghatározó eleme a tájnak. Állományaival tagolja és változatossá teszi azt. Azt mondhatjuk, hogy az erdősávok hálózata nemcsak gazdasági- vagy természeti rendszer, hanem az emberi életközösség részévé is vált.

A területen dolgozva azt tapasztaltam, hogy túlnyomórészt életerős mezővédő erdősáv állományokkal foglalkozom. Ez mind az egyes fajokról, mind az általuk alkotott életközösségekről elmondható. A környékbeli jó termőhelyi adottságok nemcsak a mezőgazdasági termények (kukorica, cukorrépa, búza) számára kedvezőek, hanem az ezek védelmére rendelt erdősávok gyarodását is kellő mértékben szolgálják.

Az erdősávok ilyen jó állapotban való fennmaradása nem csak a jó termőhelynek köszönhető. Figyelembe kell venni azt is, hogy határ menti terület, sokáig csak szigorú felügyelet mellett lehetett rajta gazdálkodni. E múltbéli korlátozás is óvta a fiatal erdősávokat. Van még egy ok-okozati összefüggés, amely segítette az erdősávrendszer mint egész kialakulását és mai napig való fennmaradását. Ez a Sopronhorpácsi Gazdaság, amely bizalmat fektetett az



39. ábra: A korabeli és a jelen szerkezet összehasonlítása (TAKÁCS, 2003)

általára létesített erdősávokba, akkor még csak sejtve, hogy mekkora értéket képviselnek majd 50 vagy 100 év múlva.

Az erdősávokról elmondható, hogy még most is érlelik gyümölcsüket, hiszen a bennük lévő fák 30-40 év múlva lesznek vágásérettek, addig még éreztetik kedvező hatásaikat. Ezen kedvező hatások gyakorlati vizsgálata az utóbbi 30 évben elmaradt. Megfelelő anyagi háttér esetén érdemes lenne, egy az 1960-as évek-béli vizsgálatok folytatásaként, átfogó mikroklíma elemzéseket végrehajtani.

Az erdősávokra szükség van, mert környezetünket ékesítik, másfelől erdőgazdasági értéket visznek a tájba. Jelen sávok – és az országszerte hasonló korú erdősávrendszerek – főfajainak vágásérettségi kora 50-90 év közötti, e szerint vágásérettségi mutatóik 5-45 közöttiek. A közeljövőben gondoskodni kell a folyamatos felújításukról. Ismereteim szerint erre nincs bevált eljárás, ezért fontos lenne azt vizsgálni, hogy a korábban létesített erdősávok szerkezet és fafaj szempontjából mennyire érték el céljukat. Továbbá olyan felújításon kell gondolkodni, amely minél kisebb mértékben zavarja a mezőgazdasági termelést, a környező élővilágot és amelynek szükségszerűségét a helyi lakosság is elismeri.



43. kép: A 9-es számú erdősáv keresztmetszete, téli és nyári látképe (a szerző felvételei)

A további kezelési eljárások az akác, a kései meggy és a zöld juhar kiszorítása mellett a kialakult természetes élőhelyek megőrzésére és a természet közeli állapot fenntartására irányulnak. Az erdősávok fokozatos felújítása azt jelenti, hogy lehetőség szerint biztosítani kell a faállománnyal való folyamatos borítottságot a termőhelynek megfelelő, őshonos fajokkal. A közeljövőben a mezőgazdasági művelés alól kivont területek hasznosítása a tulajdonviszonyok mihamarabbi rendezését és a gazdálkodók együttműködését igényli.

További vizsgálatokra lenne szükség nemcsak az itt vizsgált erdősávrendszerrel kapcsolatban, hanem országszerte is érdemes lenne felmérni, hogy a múlt század hasonló védelmi törekvései mennyiben valósultak meg, mennyire maradtak fenn és milyen eredményekhez vezettek. A kutatásokat a T 043417. számú OTKA pályázat tette lehetővé.

4.3.1. Hómérések az erdősávrendszer területén

A sopronhorpácsi erdősávrendszerben (38. ábra) végzett korábbi vizsgálataim során megismert erdősávok közül hatot választottam ki az erdősávok hófogó képességeinek vizsgálatára. A kiválasztáskor szem előtt tartottam a sáv szerkezetét és annak állapotát, az

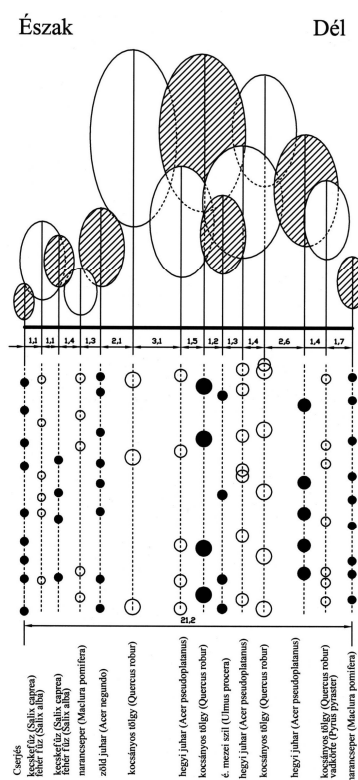
erdősávok megközelíthetőségét, az uralkodó szélirányhoz, illetve a sávok egymáshoz viszonyított elhelyezkedését. A lehullott hőmennyiségek ábrázolásához készített grafikonok vízszintes tengelyén az erdőssáv egyik szélén rögzített nulla ponthoz képest mértem fel a keresztmetszet szélességi kiterjedését. A függőleges tengely segítségével a hőmagasságok kerültek felvitelre centiméteres pontossággal, valamint az erdőssáv kontúrja M 1:10 (U-VIII, U-IX) vagy M 1:20 méretarányal. Az erdőssáv magasságát külön méretvonalon is megjelöltem. A hőmennyiségi görbék esetén a negatív irányba haladó szakaszok az erdőssávban vagy mellette található árokban felgyűlt hőmagasságot jelzik. A grafikonok tartalmazzák az erdőssávok tájolására szolgáló égtájak megnevezését és a bal alsó sarokban az uralkodó szélirányt pirossal jelző iránytűt.

A mérési pontok koordinátái:

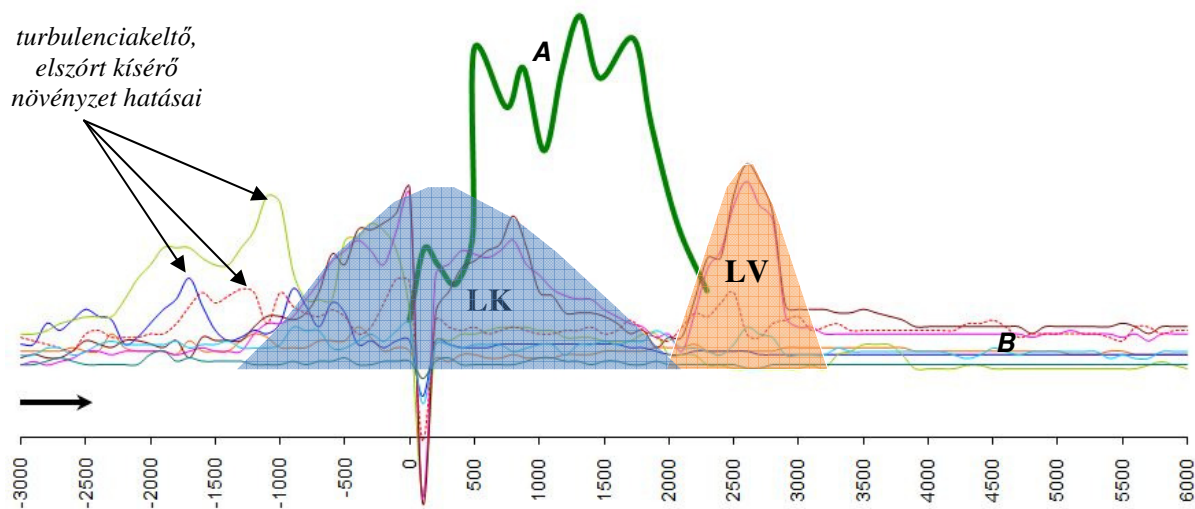
II. erdőssáv	É 47 fok 28'27.9" K 016 fok 43'15.4"
IV. erdőssáv	É 47 fok 28'15.1" K 016 fok 43'25.3"
V. erdőssáv	É 47 fok 28'24.1" K 016 fok 43'19.4"
XII. erdőssáv	É 47 fok 29'05.7" K 016 fok 43'40.9"
U-VIII. erdőssáv	É 47 fok 28'16.8" K 016 fok 41'57.5"
U-IX. erdőssáv	É 47 fok 28'18.8" K 016 fok 41'48.6"

4.3.2. A II. számú erdőssáv

Egy hozzá kapcsolódó szerkezetileg hasonló erdőssávval együtt 520 méter hosszú erdőssávként zárja el az északi szelek útját, egyben összeköt két erdőfoltot is. Északon földút és az azt szegélyező fácskák, foltokban cserjék, kisebb mezőgazdasági parcellák, délen szántó föld határolja. Szélessége 21-23 méter között változik. Az 40. ábra a sáv szerkezetet mutatja. Északról kezdődően 3-7 méter magas cserjesáv határolja, amelyet felváltva kimagasló kocsányos tölgy, majd annál 3-5 méterrel alacsonyabb hegyi és mezei szil sorok követnek. A sávot a déli oldalon egységes vadkörte-narancseper szegély zárja. Az erdőssáv telepítésekor ültetett *kanadai nyár* sorok teljesen hiányoznak, a mezei szil sorok alászorultak. A szegélyekben megtalálható a kecskefűz, fehér fűz, narancseper, zöld juhar és elszórva 1-2 nyársarj. A faállomány záródása első ránézésre megfelelő. A cserjeborítás a sávban 40 %, a szegélyben 70 %. Az utolsó fakitermelés éve 1987 volt.



40. ábra: A II. erdőssáv szerkezete



41. ábra: A II. számú erdősáv hófogó képességének elemzése

(A - a vastag zöld vonal az erdősáv keresztmetszetét jelöli, az LK a szélnek kitett, az LV a védett oldali lerakóteret, B - a vékony színes görbék a hőmérsékek átlagait mutatják a távolság függvényében)

Az uralkodó északi szélirányt az erdősávot U-alakban kiegészítő erdőfoltok úgy terelik, hogy az merőlegesen éri az erdősáv szélnek kitett oldalát. A sáv szélnek kitett oldalán a földutat elszórtan fűcskák és kisebb bokrok szegélyezik, amelyek már a sáv előtt 20-30 méterrel az áramlás torlódását okozzák, turbulenciát képeznek, jelentősen lelassítják a levegő áramlását, ezzel

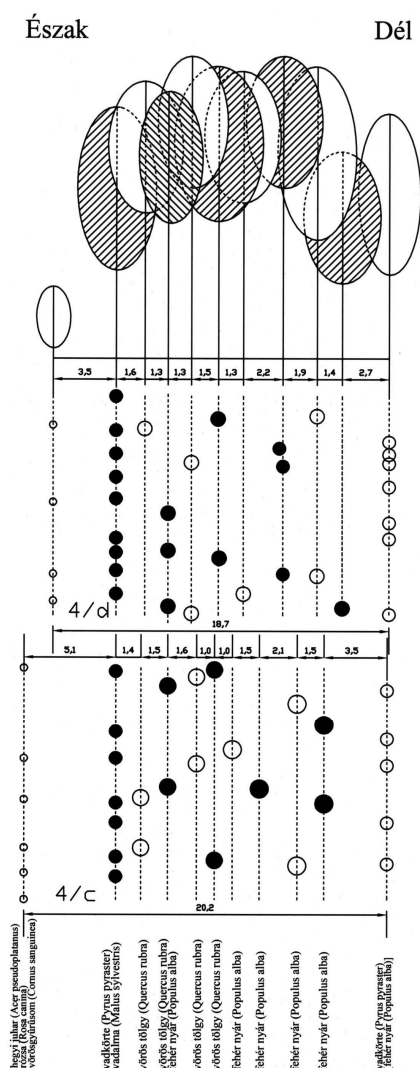


44. kép: A nyílt erdősávnál a belső sorokban is jelentős hó mennyiség rakódhat le (a szerző felvétele)

jelentősen kiszélesítik az erdősáv előtti lerakózónát. Több hómagasságot ábrázoló görbe egyértelműen ennek a hatásnak a nyomait ábrázolja (41. ábra). Az északi szélnek kitett oldal LK hólerakó területe a sáv előtt 15 méterrel kezdődik és átnyúlik a sáv keresztmetszetének utolsó harmadába (44. kép), így éri el a 30-40 méteres szélességet. Ennek a jelenségnek közvetlen oka, hogy a szélnek kitett cserjeszegély és a belső sorok között

hiányoznak a magassági átmenethez eredetileg tervezett szil-sorok. Ezek hiányában a havat szállító szél behatol a cserjesáv és a felső lombkorona közötti ágüres térbe (2-6 méter magas nyílt rész), ahol a törzsek között lelassulva az erdősáv belsejében rakja le a havat. Az erdősávot követő LV lerakótér (amely magában foglalja a leválási buborékot is) szélessége kb. 10 méter. A 16-20 méteres koronater szélvédett peremének hatására viszonylag szűk lerakótér alakul ki, amelyben a vízszintes áramlás kismértékű, ezért az erdősáv után leváló turbulencia függőleges összetevői és a gravitáció hatására jelentős lerakódás történik. A hóesemény után hetekig tartó szélfúvás és napos idő hatására az északi lerakósáv az erdősáv árnyékszónájára korlátozódott (5-8 méter), míg a szélvédett oldalon a napsütés ellenére is esetenként 50-100 méter hosszan megmarad a hótakaró.

4.3.3. A IV. számú erdősáv



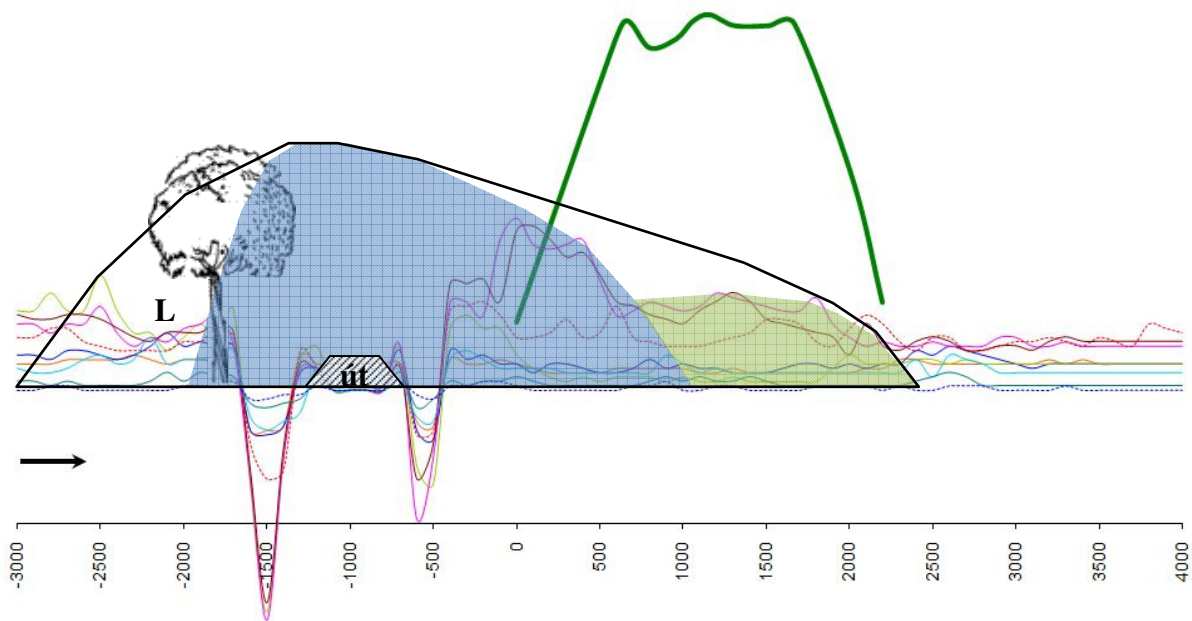
42. ábra: A IV. számú erdősáv szerkezete

Az általában rossz példának felhozott hófogó erdősáv rossz elhelyezése miatt sem tudja megfelelően betölteni a neki szánt szerepet. Az uralkodó északi szelek ellenére az erdősávot a 8627. számú mellékút déli oldalára telepítették, így a szélesebbség megtörésének hatására rendszeresen az útra rakja le a havat. Az utat északról szegélyező juhar fasorok is láthatóan segítik a hófogó szerepet, de ezek is csak a rossz helyre történő deponáláshoz járulnak hozzá.

Északi oldalán 10 méter széles füves sáv, árok, majd a műút található. Déli oldalát egy csemetekert kerítése határolja. Hossza 720 méter, szélessége 19-22 méter között változik. Az erdősáv északi oldalán a 2-8 méter magas szegélyt 14-19 méter magas vadkörte vagy fehér nyár sorok követik. A belső sorok famagassága 16-17 méter. A sortávolságok a sáv belsejében 1-2 méter szélesek, a széleken tágabbak.

A terület nagy részén, illetve a déli oldalon teljes egészében hiányzik az eredetileg oda ültetett gyalogakác, mint szegélyező cserjesor. A fő sorokat vadkörte, fehér nyár, erdei fenyő és vörös tölgy alkotják. Szórtan megtalálható a hegyi juhar és a vadalma. Csak az északi oldalon található 1-3 soros (juhar, nyár, kőris és rózsa)

sávszegély. A faállomány záródása megfelelőnek tűnik, a cserjeborítás változó (30-70%). Láthatóan szükség lenne a fehér nyár és vörös tölgy gyengébb, egészségügyileg veszélyeztetett egyedeinek kivágására. A sávot északon – és szórtan délen is – szegélyező vadkörte sáv jó egészségi állapotát szem előtt tartva, itt annak védelme is lehet a cél.



43. ábra: A IV. számú erdősáv hófogó képessége

A II. sávhoz hasonlóan a trapéz-szerűen kialakított erdősávot itt is megelőzik széltörő objektumok. Ebben az esetben az utat az uralkodó szél irányából szegélyező juhar fasor és a környezetéből 10-30 centiméterrel kiemelkedő úttöltés (út) is hozzájárul a hólerakódáshoz. A fasor útját állja az áramló levegőtömegnek, már a fasort megelőző szántóterületen látható lerakási-hullámok alakulnak ki. A fasor koronáin átbukó és a törzsek között átfújó szél hatására

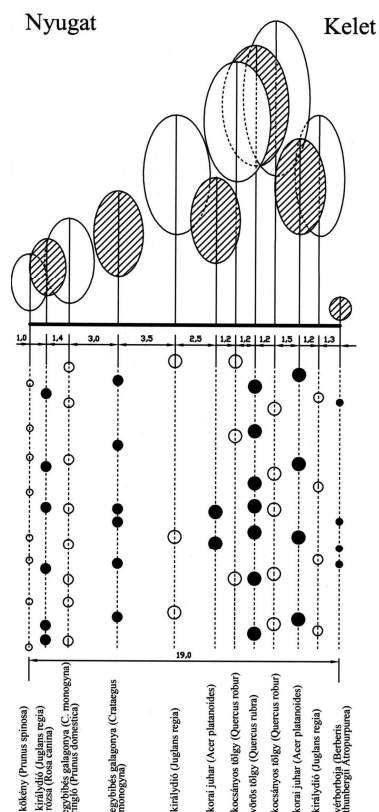


45. kép: Gyakori hófúvások helyszíne, a 8627-es mellékút

nem csak egyszerű lerakó-zóna, hanem állandósult hóátfúvási formák alakulnak ki az úttesten. Az erdősáv közvetlen környezetében a sáv torlasztó hatása tovább erősíti a hófelhalmozódást. A sáv nyílt szerkezetének köszönhetően a hófelhalmozódás egészen a szélvédett szegélyig tart, azt követően a szomszédos csemetékert minden esetben egyenletes hó fedte. A különféle torlasztó hatásoknak köszönhetően az erdősáv és a fasor közös hófogó hatásaként több mint 50 méter

széles közvetlen lerakósáv (L) alakult ki, amelynek hátránya, hogy lefedi a közút területét (45. kép), viszont a tapasztalatok szerint a szomszédos csemetékert területén egyenletes fedést biztosít.

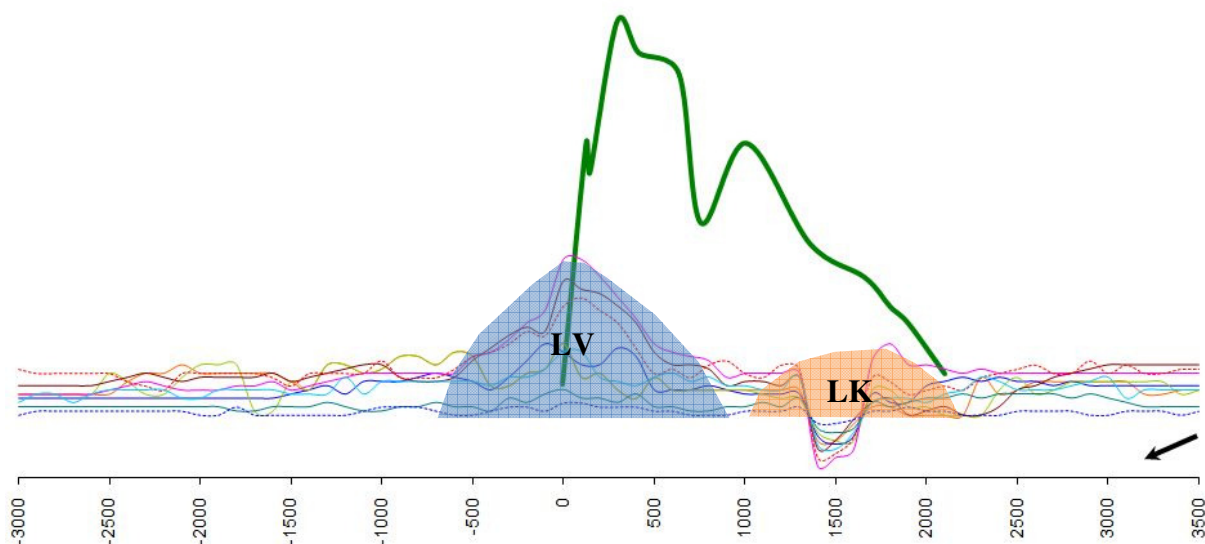
4.3.4. Az V. számú erdősáv



44. ábra: Az V. számú erdősáv szerkezete

amelynek egyetlen hibája a lerakott háztartási hulladék jelenléte. Ennek felszámolása a község érdeke is lenne.

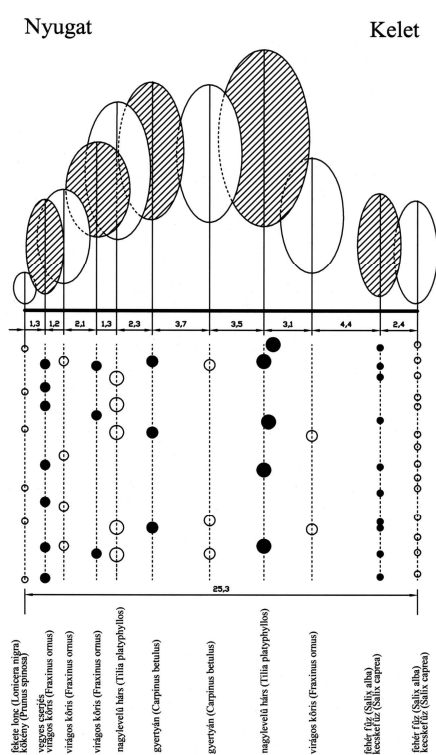
A kőszegi útra, annak északi oldalán, közel merőlegesen helyezkedik el. A sáv nyugati oldalán szántó föld, a keletin közvetlenül földút található. 450 méter hosszú és 19 méter széles sáv. Nyugati oldalról átjárhatatlan egyenletesen emelkedő rózsá-galagonya-kökény szegély határolja, majd dió és alacsonyabb juhar sorok előzik meg a kocsányos- és vörös tölgyes központi részt. Az eredeti 14, ma 12 soros erdősávból teljesen hiányzik a nyugati oldalra szánt berkenye és a keleti oldalról a som, a boróka és a galagonya sor. Ez utóbbi 3 sor hiánya egyértelműen annak tudható be, hogy helyükön ma a sáv egész hosszában földút fut végig. A fő sorokat dió, korai juhar, kocsányos tölgy és vörös tölgy alkotja. A szegélysorokat galagonya, rózsá, kökény és a fő fajok sarjai alkotják. A faállomány záródása megfelelő, a cserjeborítás 20-80 %-os. A faállományban két feladat elvégzése kívánatos. Az első az alászorult, gyenge egészségi állapotú kocsányos tölgyek kivétele. A második a keleti oldalon lévő dió sor kiszáradt egyedeinek egészségügyi kitermelése. Jó állapotú sáv,



45. ábra: Az V. számú erdősáv hófogó képessége

Az V. számú közel, háromszög keresztmetszetű erdősáv területén is két hófogó-zónát lehet elkülöníteni. Az erdősávot itt az uralkodó észak-északnyugati szelek hegyesszögben érik, mivel az erdősáv tájolása közel észak-déli. A szinte átjárhatatlan cserjesorok alkotta szélnek kitett szegély hatására kisebb hatású lerakó-zóna alakult ki a szegély soraiban (**LK**). A szélvédett oldal hófelhalmozódása (**LV**) jelentősebb, köszönhetően a koronaélen kialakuló turbulenciának és a sáv hiányos belső szerkezetének, amely elősegíti a törzstérbe jutott hó lerakódását már az erdősávon belül is. A védett oldalon a sávszegély rovására mezőgazdasági utat létesítettek, ennek következtében a szegélyalkotó fák és cserjék csak foltokban találhatóak meg.

4.3.5. A XII. számú erdősáv

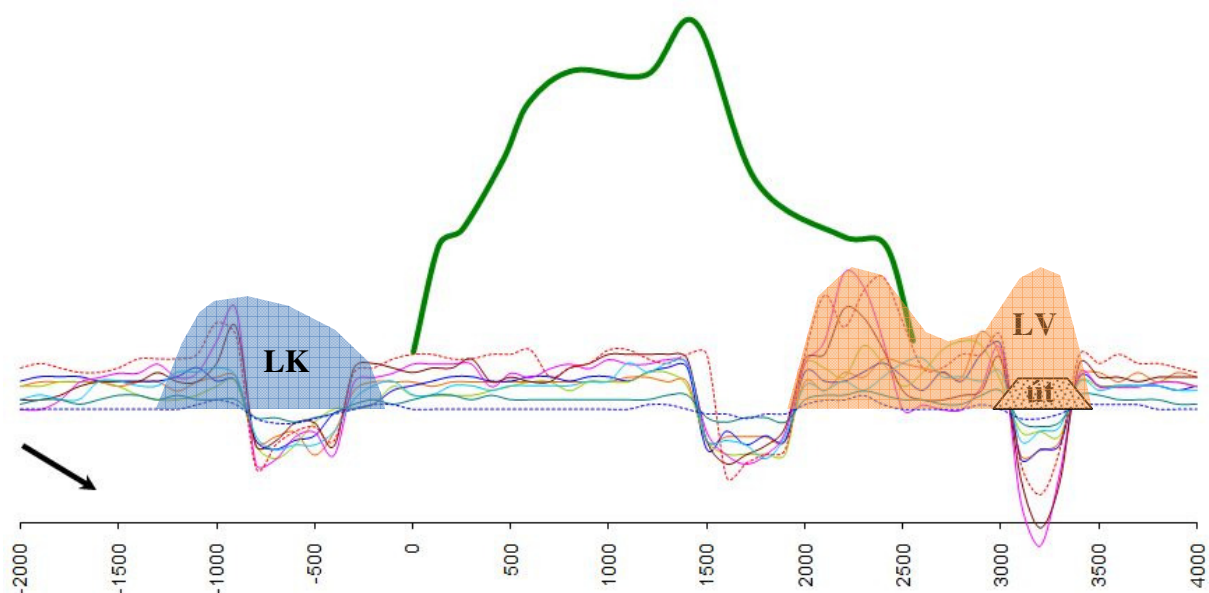


46. ábra: A XII. számú erdősáv szerkezete

Az erdősávrendszer leghosszabb eleme, a maga 1740 méterével, amely a sopronhorpácsi magtározótól 300 méterre északi irányban kezdődik. A sáv átlagos szélessége 15 méter, déli részén a hozzá kapcsolódó füzesekkel együtt elérheti a 25 métert is. Az erdősáv keleti oldalán 8 méter széles és 3-5 méter mély árok fut végig. A nyugati sávszegély 3-4 méter széles, 3-7 méter magas, egyenletes átmenetet képez a belső sorok koronái felé, amelyek 13-15 méter magasba nyúlnak. A keleti oldal szegélye 6-8 méter szélesre is elnyúlik, köszönhetően az árokparton elterjedt fűzsarjaknak.

A sáv egész hosszában megtalálható a virágos kőris, a gyertyán, a kislevelű- és a nagylevelű hárs. Szórtan megtalálható a vörös tölgy, a korai- és a hegyi juhar. A sávszegély szerkezete nagy változatosságot mutat, a szegélyt fekete lonc rózsával, keleten a

gyepűrózsa magában képezi. A sáv déli harmadának jellemzője, hogy a mellette lévő árokban megtelepedett füzesek, fehér fűz, kecskefűz, összeolvadtak az erdősávval. Az árokban megtalálható még a fehér nyár, az ezüstfa, a csigolyafűz és egyéb sarjak. A faállomány záródása megfelelő, cserjeborítása az északi végén hiányos, azonban a sáv egészére elmondható, hogy egyöntetű (30-70%). Ahol a füzes sűrű, ott annak tisztítása, az alászorult egyedek kivágása javasolt.



47. ábra. A XII. számú erdőszak hófogó képessége

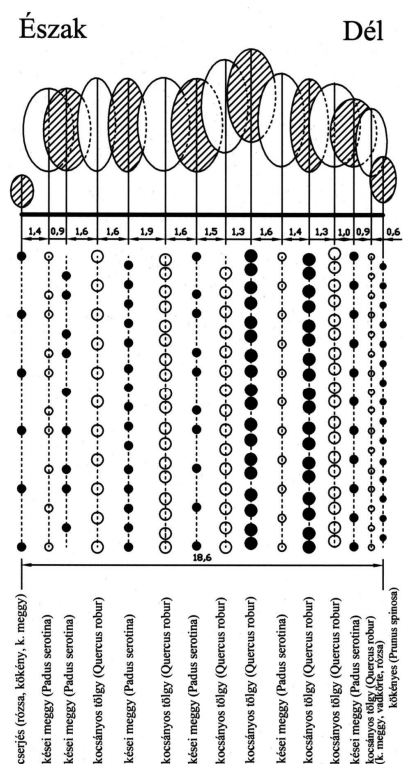
A XII. számú erdőszak trapéz keresztmetszetét a keleti oldalán kialakult nyár-fűz szegély egészíti ki. Az erdőszak tagoltságát gazdagítja a nyugati sávszegélyben és az erdőszak belsejében



46. kép: A hiányos sávszegély sarjtelepekkel
(a szerző felvétele)

található 1 és 2,5 méter mély árok. Az erdőszak nyugati sávszegélye hiányzik (46. kép), az első sort már a virágos kőris törzsek adják. Ennek ellenére hódeponálás mégis történik (**LK**), mivel az árok partján feltörő sarjak 1-1,5 méter magas cserjesort alkotnak a sáv előtt 5-7 méterrel. Jelentős lerakótér a védett oldalon alakul ki (**LV**), ahol a sávszegély és a földút 15 méter széles területén rakódik le jelentős mennyiségű hó.

4.3.6. Az U-VIII. számú erdősáv



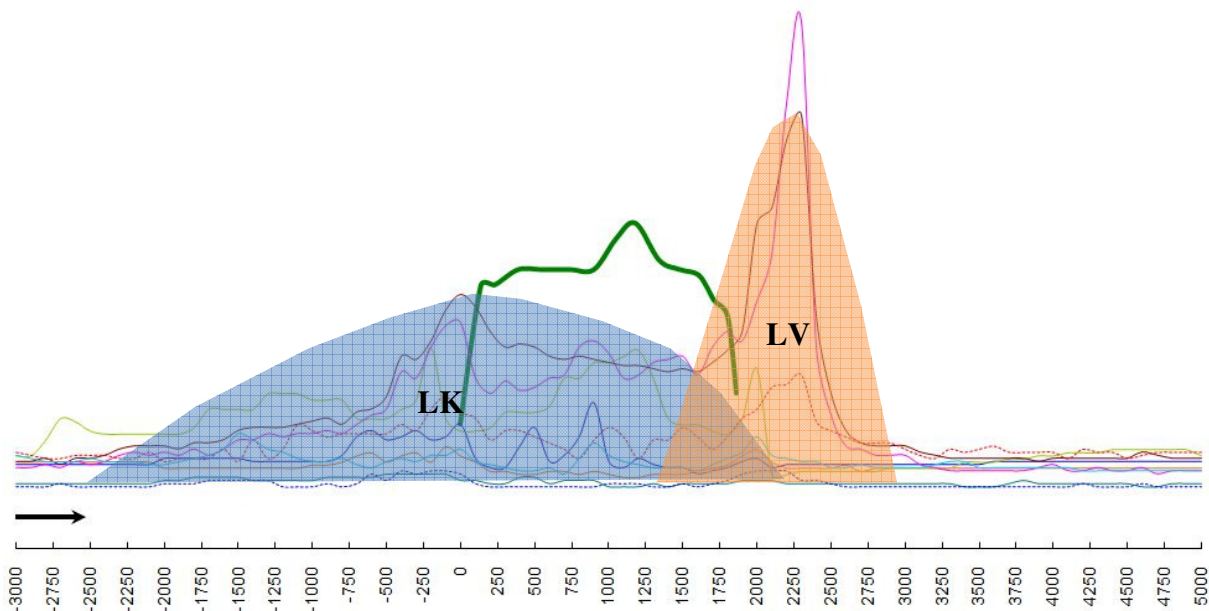
48. ábra: Az U-VIII. számú erdősáv szerkezete

tölgyek számára teremtik meg a kedvező fejlődési körülményeket.

Az erdősáv-rendszer undi részének déli oldalán helyezkedik el. Hossza 310 méter, szélessége 17 méter. 1992-ben teljesen felújították. Távlati célként kocsányos tölgy állomány felnevelését tűzték ki. Az átlagos sortávolság 1,5 méter, a tőtávolság 1-1,5 méter, a sávok átlagmagassága 8,5 méter. A szegélyeket leszámítva, amelyet 2-3 méter magas cserjesor alkot, az erdősáv átlagos soronkénti magassága 6-7 méter, ezt csak a kocsányos tölgy sorok haladják meg 1-1,5 méterrel.

A sorokat kései meggy és kocsányos tölgy alkotja. A szegélyekben kökény, gyepűrözsa, kései meggy és elszórtan vadkörte található. A faállomány záródása megfelelő, a cserjeborítás legfeljebb 30%.

A felújítás óta több mint 10 év telt el. A famagasságok és az átmérők alapján a faállomány a vékony rudas korba lépett. A következő művelési feladatkör az elegyarány-szabályozás, amellyel majdan a kocsányos



49. ábra: Az U-VIII. számú erdősáv hófogó képessége



47. kép: Védett oldali hófelhalmozás (a szerző felvétele)

mérhető és a sáv belsejében is csak kissé csökken. A védett oldal hófelhalmozása meghaladta a 1,5 méteres magasságot (47. kép). A védett oldal lerakó-területe (LV) láthatóan szűkebb és a nyílt mezőn egyenletes hófedés követi. A várakozások ellenére az erdősáv sűrű sor- és törzstávolságai ellenére nem viselkedett falszerűen.

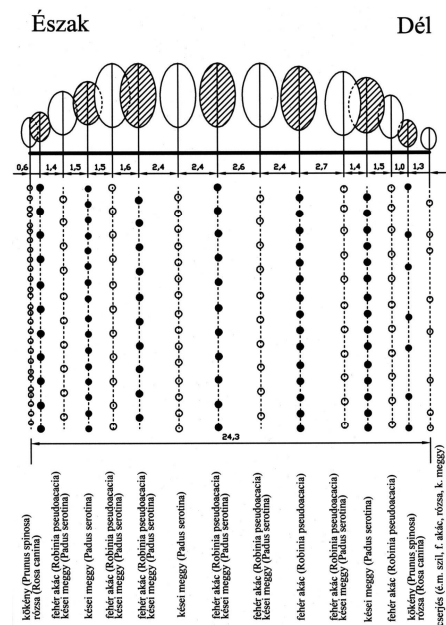
4.3.7. Az U-IX. számú erdősáv

Az előző sáv folytatása, attól 5 méter széles nyiladék választja el. Hossza 310 méter, szélessége 24 méter. 1992-ben teljesen felújították. 15 sort tudtam elkülöníteni. A sáv 15 sorból áll, amelyek átlagos távolsága 1,5 méter. A tőtávolság 1-1,5 méter, a sávok átlagmagassága 5,5 méter. A sávszegélyek 1,5-2,5 méter magasságból indulva a negyedik sorokban érik el a belső sorok átlagos 5 méteres magasságát.

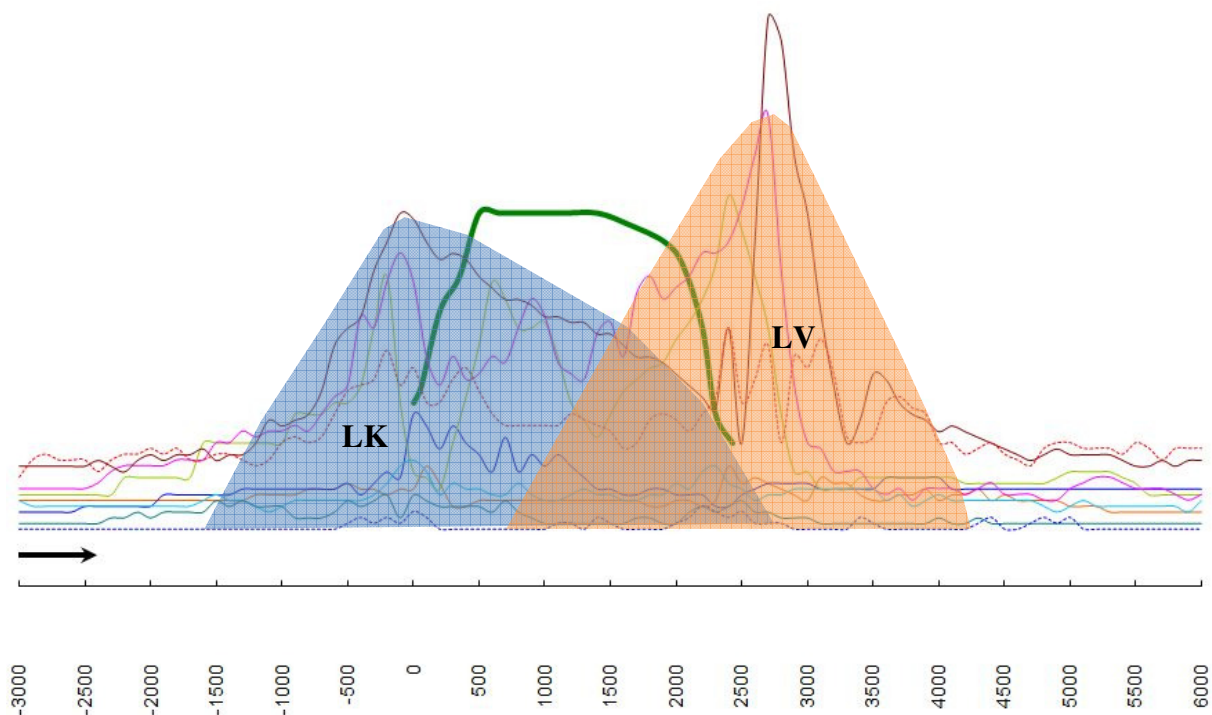
A sorokat akác és kései meggy alkotja. A szegélyekben kökény és gyepűrózsa található. A faállomány záródása megfelelő, a cserjeborítás legfeljebb 30 %-os.

A felújítás óta eltelt 10 évben a sáv láthatóan egyenletesen fejlődött. Fejlődési foka alapján sűrűség korú, így tisztításra szorul. Az elegyarány-szabályozó tisztítás is lassan időszerű munka lesz e sávban. E sávnak is van hibája, a háztartási és egyéb, főleg papír és műanyag hulladék jelenléte, ami nem csupán az esztétikusság kérdése, de a faállományban dolgozó emberre, a megpihenő vadra is hatással lehet. Ezért a szennyezettebb helyeken fontosnak tartom ezek felszámolását.

Az Und községhatárában található fiatal és tömör erdősávok bizonyultak előljáróban is a legjobb hófogóknak. A közel 20 méter széles és 15 sorból álló erdősáv egész területén a szántóföldi hómagasság többszörösét mértem. Az erdősáv közvetlen hatása a szélnek kitett oldalon 25-30 méterig jelentős feltorlasztott hómennyiséggel jelentkezik (LK). A kitett oldalon mért maximális hómagasság a sávszegély előtti 0,5-1 méteren



50. ábra: Az U-IX. számú erdősáv szerkezete



51. ábra: Az U-IX. számú erdősáv hófogó képessége

Az Und IX. erdősáv az előző sávhoz hasonló eredményt hozott. A hasonlóan sűrű sáv szerkezet két jelentős felhalmozási zónát alakított ki. A szélnek kitett oldal feltorló hatása (LK), már a sáv szegély előtt 20-25 méterrel jelentkeznek, a maximumot a szegély közelében éri el és fokozatos csökkenés kísérelhető nyomon egészen a védett oldali szegélyig. A védett oldal „leválási buborékjában” (LV) magasabb hőtömeg halmozódik fel és 10-15 méterre eltávolodva a sávtól ismét egyenletes vastagságú hó fedeti a védett oldali mezőt.

4.4. Statisztikai kiértékelés

A hófogó erdősávokkal kapcsolatos hőmérséklet adatait a számok tükrében statisztikai módszerekkel is feldolgoztam. Amikor először ábrázoltam egy grafikonon a különböző időpontokban mért hómagasságokat a sáv körüli távolság függvényében, láthatóvá vált, hogy az egyes erdősávok jellemző minta alapján alakítják a hólerakódást környezetükben és a sávon belül is. Vizsgálataim során a szerkezet és a mért hőmennyiség összefüggését kutattam. A kiválasztott hat erdősáv hőmérési adataiból (44-49. mellékletek) átlagértékeket képeztem a sáv előtti, utáni és belsejének átlagos hóviszonyainak szemléltetésére. A sávonkénti átlagokból készített diagramokra lineáris regressziós egyenest és negyedfokú polinomiális regressziós görbét fektettem Microsoft Excel szoftver segítségével (38-39. melléklet).

A lineáris illesztés segítségével igazolható, hogy a hólerakódás a szélnek kitett oldal felől haladva a szélvédett oldal irányába általában csökkenő tendenciát mutat. Ez alól kivétel az V. és a XII. erdősáv esete, ahol a szélnek kitett oldali sűrű illetve a második esetben a hiányzó szegély miatt a sáv hófogó képessége a szélvédett oldalra esik. (Az V. erdősáv esetén az origó a védett

oldali szegély szélén van, a XII. sáv esetében a pozitív x-tag utal a megváltozott körülményekre.) Ezekben az esetekben a törzstérnek, a koronaszintnek és a védett oldali szegélynek nagyobb szerepe van mind a szél erejének megtörésében, mind a hőmegtartásban. Az $x=0$ helyen az y -értékek a szegélyben várható hómagasságot jelölik (13. táblázat).

Erdősáv	Lineáris regresszió	$y(x=0)$	R^2	R
U-VIII.	$y = -0,0036x + 132,9$	133	0,0170	0,1304
U-IX.	$y = -0,0019x + 125,55$	126	0,0080	0,0894
II.	$y = -0,0063x + 105,49$	105	0,1714	0,4140
IV.	$y = -0,0045x + 86,034$	86	0,1279	0,3576
V.	$y = -0,0001x + 75,279$	75	9,00E-05	0,0095
XII.	$y = 0,0038x + 64,244$	64	0,1223	0,3497

13. táblázat: A lineáris regresszió egyenletei

Az átlagos hómagasságokat ábrázoló pontokra jó közelítéssel (14. táblázat) negyedfokú polinom illeszthető. Az ábrákra felvitt regressziós görbék szemmel láthatóan és a korrelációs együtthatók (R) alapján is jól követik a mérési átlagértékeket összekötő görbét. Azon túl, hogy a sáv hőmegkötő képessége jól jellemezhető egy negyedfokú polinommal, a függvény deriválásával kapott szélső értékeiből meghatározható a lerakó-zónák várható középpontja, vagyis a felhalmozás maximuma. (15. táblázat)

Erdősáv	4. fokú polinomiális regressziós egyenletek	R^2	R
U-VIII.	$y = 1E-12x^4 - 4E-09x^3 - 2E-05x^2 + 0,0368x + 187,71$	0,6025	0,776208735
U-IX.	$y = 5E-13x^4 - 2E-09x^3 - 1E-05x^2 + 0,036x + 167,81$	0,7736	0,879545337
II.	$y = -1E-13x^4 + 2E-09x^3 - 8E-06x^2 - 0,0077x + 138,4$	0,6077	0,779551153
IV.	$y = 5E-13x^4 - 1E-09x^3 - 5E-06x^2 + 0,0024x + 92,26$	0,1279	0,357631095
V.	$y = 1E-12x^4 + 7E-10x^3 - 2E-05x^2 - 0,0045x + 104,45$	0,4938	0,702709044
XII.	$y = -9E-13x^4 + 2E-09x^3 + 4E-06x^2 - 0,0002x + 62,152$	0,3728	0,610573501

14. táblázat: A negyedfokú egyenletek

Erdősáv	Szélsőértékek	Max [cm]
U-VIII.	-3494.027636, 516.3818644, 32977.64577	516
U-IX.	-2817.301527, 1469.499352, 4347.802176	1469
II.	-414.9084611, 4100.644731, 11314.26373	-415
IV.	-1749.668796, 226.8920771, 3022.776719	227
V.	-6714.385565, -106.6498550, 1571.035420	-107
XII.	-892.6173054, 24.55447048, 2534.729502	-893, 2535

15. táblázat: A negyedfokú függvények szélsőértékei

Az U-VIII. és IV. erdősávok esetében a sáv szélétől mérve az erdősáv első soraiban, az U-IX. erdősáv esetén a sáv belsejében (a 9. sor környékén) alakul ki a hólerakás maximuma. A II. erdősáv esetében még a sáv előtt található a deponálás csúcspontja, míg az V. erdősávnál a szélvédett oldalra esik. A XII. erdősáv esetén két maximum is megfigyelhető. A szélnek kitett oldalon még a sáv széle előtt (a sarjcsokrok hatására), illetve a szélvédett oldalon tapasztalható a hólerakódás maximális érték.

A regressziós görbék (f_i) egyenleteinek integrálásával megkapjuk a függvény alatti terület, jelen esetben a hóval fedett keresztmetszet terület nagyságát. Ha ismert az erdősáv szélessége és hossza, számszerűsíthető a sáv éves átlagos hőmegkötő képessége (16. táblázat).

Erdősáv	Hőmennyiség méterenként [m ²]			Szélesség [m]	Hossz [m]
	előtt (-20 m)	sávban	után (20 m)		
U-VIII.	2,71	3,62	2,02	18,6	310
U-IX.	3,76	4,57	3,28	24,3	310
II.	2,47	2,78	1,75	23,0	270
IV.	1,76	1,91	1,48	22,0	720
V.	1,9	1,9	1,81	21,0	450
XII.	1,37	1,82	0,88	25,5	1740

16. táblázat: A függvény alatti területek, valamint az erdősávok szélessége és hossza

Mivel a sávok felvételezése során a környezeti adottságok függvényében eltérő sáv előtti és védett oldali oldalon eltérő szélességben vizsgáltam a hólerakódást, ezért egységesen 20-20 méterre számoltam ki a hófogó képességet (17. táblázat).

Erdősáv	Hőmennyiség sávhosszra [m ³]			Összesen [m ³]
	előtt (-20 m)	sávban	után (20 m)	
U-VIII.	840,1	1122,2	626,2	2588,5
U-IX.	1165,6	1416,7	1016,8	3599,1
II.	666,9	750,6	472,5	1890,0
IV.	1267,2	1375,2	1065,6	3708,0
V.	855,0	855,0	814,5	2524,5
XII.	2383,8	3166,8	1531,2	7081,8

17. táblázat: Hőmegkötő képesség a sávok hosszára

A példák alapján előre jelezhető egy ismert szerkezetű erdősáv hőmegkötő képessége és az ebből adódó útfenntartási munkák költsége. A IV. számú, 8627. mellékút Sopronhorpács-Zsira közötti szakaszán található, rosszul elhelyezett hófogó erdősáv esetén a téli időszakban átlagosan 187 m³ hótól kell megszabadítani. Ha ugyanez az úttest az erdősáv védett oldalán helyezkedne el, ez a mennyiség 144 m³ lenne a 720 méteres útszakaszra.

A hófogó erdősávok ismert regressziós görbéi esetén meghatározható egy tőrésérték, hogy mennyi lehet a megengedett hőmennyiség az út felületén, ennek alapján meghatározható a kívánt távolságtartás az erdősáv széle és az úttest szegélye között. A tőrés határt (h) az átlagos hőmennyiségek függvényében határozzuk meg (az $f_h=100$ egyenesnek legyen metszéspontja f_i görbével) és behelyettesítjük az egyenletbe, akkor megkapjuk az erdősáv előtti és utáni kívánt távolságot (18. táblázat).

Erdősáv	Kített [m]	Védett [m]	h [cm]
U-VIII.	7,6	3,8	10
U-IX.	4,5	17,7	15
II.	20,8	-0,3	10
IV.	18,2	16,3	8
V.	1,8	5,4	10
XII.	19,4	11,3	5

18. táblázat: Az erdősávok kített és védett oldali ideális távolságai

A táblázat és a kisszámú minta alapján nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket az erdősáv úthoz viszonyított elhelyezéséről, de az elmondható, hogy a hófogó képességgel szemben támasztott követelmények számszerűsítése néhány rögzített környezeti változó mellett nem megbízható. Megállapítható, hogy a hólerakásra nem csak a sáv szerkezetének (áttörtsége, telepítési hálózata, szegélye, stb.) van hatása, hanem arra a környezet (környező domborzat, fásítások, felszín, légköri állapot, stb.) is nagy befolyással bír, de mindenképp kizárólag a korábbiakban ismertetett áramlási viszonyokkal összefüggésben értelmezhető.










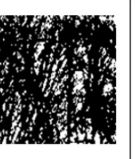
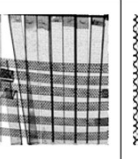
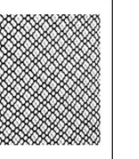
4.5. Áttörtség, porozitás, digitális áttörtségi elemzése

Mezővédő és hófogó sávok szerkezeti elemzésén keresztül számtalan bizonyítékot gyűjtöttem az erdősávok létjogosultságára. Bebizonyosodott, hogy többcélúságuk által mind a közvetlen környezetre, a hozzá szervesen kapcsolódó életközösségekre, mind az őket körülvevő tájra kedvező hatással vannak. (TAKÁCS - FRANK, 2005)

Kutatásaim során elértem arra a pontra, ahol az erdősávokat már nem csupán mint komplex rendszert, hanem egyenként mint egyedi egységeket is minősíteni kellett. Ez a minősítés a faj szintű szerkezeti- és egészségi vizsgálatokkal ugyan elvégezhető (TAKÁCS, 2004), de az erdősávok eredeti gondolatához visszatérve fontossá vált még egy szempont, a mai erdősávok áttörtség szerinti osztályozása.

A védelmi célra létesítendő erdősávok telepítésekor a legfőbb feladat a megfelelő tájolás megválasztása mellett a helyes szerkezet meghatározása és kialakítása. Az elmúlt évtizedek kísérleti tapasztalatai alapján kiderült, hogy a széles (15-20 soros) erdősávok nem hoznak nagyobb hasznot, mint a 3-5 sorból állók, mivel már pár sor után – szerkezettől függően – a szél ereje az állomány belsejébe jutva belátható távolságon belül felörlődik. Az erdősávoktól nem is azt várjuk, hogy falszerűen útját állják a szélnek, hanem annak erejét annyira mérsékeljék, hogy az már ne legyen veszélyes a védendő területre (út, szántó, település, stb.) érve. Ezért a sorok számának függvényében olyan porozitást kell kialakítani az erdősávok természetes építőköveinek (fák, cserjék, lágyszárúak) segítségével, amellyel az erdősáv várhatóan betöltheti a tervezéskor neki szánt szerepet.

Az erdősávok tervezésekor mindenekelőtt meg kell határozni, hogy mit is szeretnénk a széllel szemben megóvni. A védendő objektum fizikai jellemzőitől függően megállapítandó a védőtávolság. Fel kell arra is hívni a figyelmet, hogy nem az erdősáv az egyedüli védekezési módszer. Amíg a frissen telepített erdősáv növekedése során el nem éri az effektív magasságot és sűrűséget, addig más fizikai akadályokat is célszerű igénybevenni, továbbá a kiritkulóban lévő erdősávok esetében is alkalmazhatunk egyéb természetes vagy mesterséges akadályokat (fémrács, hófogó rács, stb.). A következő táblázat természetes és mesterséges akadályok porozitását, felületi nyitottságát (nyílt és zárt felületek arányát) hasonlíttja össze (19. táblázat).

					
					
Erdősáv 57 %	Fasor 33 % - 62 %	Bozót 68 %	Útszéli bokor 81 %	Rács (fém) 38 %	Kerítés (műa.) 36 %

19. táblázat: Példák különböző védelmi eszközök felületi nyitottságára (TAKÁCS - FRANK, 2007)

Már az erdősávok pontos helyének és tájolásának meghatározásakor érdemes a tervezett fásszárú fajok megválasztását véglegesíteni. A szerkezet nemcsak a telepítési hálózat (sor- és tőtáv) leírását, hanem a változatos lombosítú fajok és szegélyalkotó cserjék kiválasztását is jelenti egyben. Mindezeket együtt vizsgálva olyan erdősávot kell kialakítani, amely áttörtségével biztosítja a kívánt szélsébség csökkentő hatás kialakulását, illetve a hófogó sávok esetén a lerakási zóna megfelelő távolságban való kialakulását.

4.5.1. Az áttörtségi tényező

Felmerül a kérdés, hogy milyen veszélyes szélsébségre méretezzünk? Mennyivel csökkentünk a szél erejét? Ez milyen hatással lesz a védett környezetre? Vizsgálataimmal ezekre a kérdésekre próbáltam válaszokat találni a számítástechnika segítségével.

A klasszikus szakirodalom az erdősávok jellemzésére az áttörtségi tényezőt (**L**) vezette be. Ez a tényező a szélvédett oldali (Lee) és a szélnek kitett oldali (Luv) nyílt területen mért szélsébségek hányadosa adja.

Típus	Nyílások, hézagok	Áttörtségi tényező
I. Zárt (tömör)	< 10 %	< 0,35
II. Hézagos (áttört)	10-30 %	0,35-0,7
III. Nyitott (széláteresztő)	> 30 %	> 0,7

20. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása (DOBOS, 1972)

Az erdősávok fenti kategóriákba történő besorolása hézag-százalékuk becslése alapján történt. Ebből és a sáv összetételéből (szélesség, fajok, profil) következtetni lehet az áttörtségi tényezőre is. Természetesen ez nem precíz mérnöki megoldása az erdősávok minősítésének, de az 1950-60-as évek kutatási eredményeire alapozva elegendőnek bizonyult.

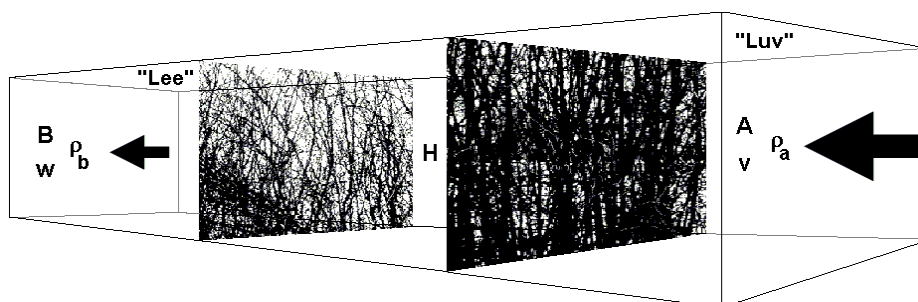
Napjainkig is sokan és sokféle módon igyekeztek leírni, modellezni az erdősávok környezetében és belsejében zajló áramlásokat, szélsébség csökkenést vagy éppen gyorsulást (csatorna-hatás). Tapasztalataim szerint a témával foglalkozó kutatók többsége arra az álláspontra jutott, hogy bizonyos pontossági tartományban meg lehet adni a szélsébség csökkentő hatást, de a sok függő és független környezeti változó miatt univerzális formula leírása nem lehetséges. A modellezés rámutathat bizonyos törvényszerűségekre, útmutatást adhat

a tervezés során, de egy adott helyen jobb a már megismert, a gyakorlatban is bevált erdősáv típus alkalmazása. A már meglévő erdősávok tanulmányozásából és minősítéséből juthatunk a legtöbb hasznos tapasztalati információhoz, amelyet hatékonyan felhasználhatunk új mezővédő- vagy hófogó erdősávok tervezésekor. (GÁL, 1961)

4.5.2. Porozitásmérés

Ha egy erdősávot egyszerű áramlási rendszerben képzelünk el – figyelmen kívül hagyva a szélességen és a sáv fizikai méretein kívül a többi meteorológiai és környezeti paramétert –, már az „ütközési felületek” tanulmányozásával közelítő és jellemző szélesség csökkenési mutatóval tudjuk az erdősávokat jellemezni. Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy egyszeri úgynevezett szembecsléssel nem állapítható meg – az áttörtséget is jellemző – hézagszázalék (nyílt és zárt terület aránya). A szélnek kitett oldal hézagfelületének (**A**) és a szélvédett oldal hézagfelületének (**B**) mérésével, meghatározható a sáv adott nyílt területi szélesség (**v**) melletti klasszikus áttörtségi tényezője (**L**), hézagszázalékai (továbbiakban porozitás: **P_A**, **P_B**) és a sáv **v/w** arányú sebességcsökkenését jellemző veszteségtényező (**ξ**), ahol a folytonosság tétele alapján **w** (1) a szélvédett oldalon kilépő szélesség (LAJOS, 2004). A veszteségtényező (2) magát az erdősávot, mint áramlási rendszert jellemzi, értéke kedvező esetben $\xi \geq 1$, tehát erdősáv esetén azt mutatja, hogy milyen pozitív hatással van az erdősáv összetett szerkezete a szélesség csökkentésére.

$$(1) \quad w = \sqrt{\frac{(2P_A - H)}{(2P_B - H)}} v^2 \quad (2) \quad \xi = 4 \frac{(1 - w/v)}{(1 + w/v)}$$



52. ábra: Az erdősáv, mint leegyszerűsített áramlási rendszer (TAKÁCS - FRANK, 2007)

A hézagfelületek arányából (P_A/P_B), amit itt porozitásnak (**P**) nevezünk el, már előre becsülhető, hogy várhatóan az erdősáv a szélesség csökkenését vagy növekedését eredményezi. Ha $P < 1$, várhatóan csökkenés következik be, ha $P > 1$, az a csatornahatás kialakulásához és a szélesség növekedéséhez vezethet. Természetesen minden esetben szem előtt kell tartani, hogy az erdősávok hatása főként a méreteitől, a szélességtől és a széliránytól

is függ. Ha egy szélnek kitett oldalán 30 %-ban nyitott 10 méter magas (H) sávra érkeznek a $v=10$ m/s merőleges támadóirányú szél és a sáv szélvédett oldalán 70 %-ban nyitott, akkor a várható kilépő szélesebbesség (nem számolva egyéb meteorológiai tényezővel) várhatóan 6 m/s körül lesz (21. táblázat). A számolt kilépő szélesebbesség (w) segítségével megadható az áttörtségi tényező (L) is.

P_A [%]	P_B [%]	H [m]	v [m/s]	w [m/s]	L	ξ
15	70	10	10	3,9	0,4	1,8
20	70	10	10	4,8	0,5	1,4
25	70	10	10	5,5	0,6	1,2
30	70	10	10	6,2	0,6	0,9
35	70	10	10	6,8	0,7	0,8

21. táblázat: Különböző jó kialakítású erdősávok jellemzői

Fordított esetben, ha a szélnek kitett oldal jóval nyitottabb, előfordulhat, hogy a szélesebbesség a többszörösére erősödik (22. táblázat). Ez a növekedett érték ugyan pár száz méter után lecseng, de útmenti hófogó erdősáv esetén megengedhetetlen, hogy a rossz szerkezet az átfúvásokat erősítse.

P_A [%]	P_B [%]	H [m]	v [m/s]	w [m/s]	L	ξ
15	10	10	10,0	14,1	1,4	-0,7
20	10	10	10,0	17,3	1,7	-1,1
25	10	10	10,0	20,0	2,0	-1,3
30	10	10	10,0	22,4	2,2	-1,5
35	10	10	10,0	24,5	2,5	-1,7

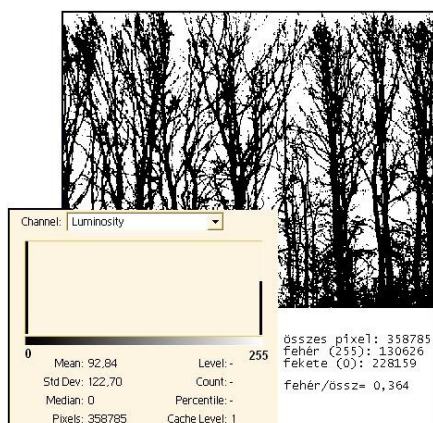
22. táblázat: Kedvezőtlen kialakítású erdősávok jellemzői

A vizsgálatok során tehát a porozitás illetve az erdősáv nyílt felületeinek vizsgálatából indultunk ki, hogy a majdani végeredményként az áttörtségre jellemző tényezőt kapjuk.

A gyakorlati felhasználás lehetőségeit szem előtt tartva egyszerű fényképezőgépet és ingyenes digitális feldolgozó szoftvert használtam. Első lépésként az erdősáv közelében rögzítettem egy pontot, ahonnan felvétel készült a sáv felületéről. A lehetőségekhez képest a felállási pont sáv szélességtől mért távolsága megegyezik a sáv magasságával (H) vagy annak egész számú többszörösével. Bár több tizedesjegy-pontosságú eredményeket nem várhatunk, a felvételt rögzített körülmények közt készítettük úgy, hogy az objektív tengelye párhuzamos a felszínnel és merőleges a fényképezendő felületre. Az elkészült kép képelemző program segítségével szürkeárnyalatúvá transzformálható, ahol a képkockák (pixel) még megőrzik fényintenzitásukat (53. ábra). Az egyszínű (szürke) skálán ezután intenzitásuknak megfelelően csoportosíthatóak a színek. Legegyszerűbb eset, amikor két komponensre osztjuk a színeket, ekkor a fehér és fekete képpontok aránya megadja a felvétel (vagyis az erdősáv) százalékos arányban mérhető felületi nyíltságát. Szemléletesebb az az eset, amikor több színcsoportot vizsgálunk, hogy kiszűrjessük az erdősáv mélységében elhelyezkedő fasorokat vagy a háttérben lévő épületet, terepalakulatot.



53. ábra: Egy minta különböző színmélységű változatai (TAKÁCS - FRANK, 2007)
(balról jobbra: az eredeti felvétel, a 6 színű és a 2 színű digitális képek)



54. ábra: Hisztogram-elemzés
(TAKÁCS - FRANK, 2007)

A feldolgozó szoftverek többségében adott hisztogram-elemzéssel csatornánként leválogathatóak a képpontok fényességük szerint. Az 54. ábrán egy ilyen elemzés végeredménye látható a fehér szín arány az összeshez viszonyítva 36,4 %. Ezt a vizsgálatot az erdősáv mindkét oldalán elvégezve egymással összehasonlítható porozitási értékeket kapunk, amely alapul szolgálhat az áttörtségi tényező kiszámításához.

Tisztában kell lenni az eljárás fizikai korlátaival, és itt sorolhatnám a feltételezhető hibaforrásokat. Ezzel szemben arra szeretném a figyelmet fordítani, hogy ez a közelítő eljárás terepi mérések kiértékelésére több mint elegendőnek bizonyulhat, ha az erdősávokat minősítés alkalmával a jól ismert áttörtségi kategóriákba szeretnénk besorolni.

Az erdősávkutatások eredményeit és tapasztalataimat alapul véve, javaslatot teszek egy új minősítési osztályozás kidolgozására. Teszem ezt azért, mert mérési tapasztalataim azt mutatják, hogy az elméleti modellezésen túlmenően a meglévő mezővédő erdősávok olyan eredményeket mutatnak, amelyek értékelése a korábbi skála helyett, javaslatom szerint az alábbi 3 kategória alapján lenne célszerű az erdősáv mindkét oldalára (23. táblázat).

Típus	Áttörtség (L)	Porozitás (P)
zárt	0-0,3	0-20 %
áteresztő	0,3-0,8	20-60 %
nyílt	0,8+	60+ %

23. táblázat: A mezővédő erdősávok osztályozása

Sűrűnek tekinthető az az erdősáv, ahol a faszorainak (feltételezett 1 méteres) faátmérőjéhez olyan kis törzstávolság tartozik, amelyiknél összeérnek a fatörzsek felületén az áramlás hatására kialakuló határfelületek. Ha a fatörzsek felszínén kialakuló érdességi felületet $h_0=10$ cm-nek vesszük, akkor a fatörzsek közötti törzsteret akkor nevezhetjük sűrűnek, ha a két szomszédos fatörzs egymástól $2h_0$ távolságnál közelebb helyezkedik el, feltételezve, hogy ennél a távolságnál a törzsek között kialakuló turbulencia gátolja az áramlás bejutását az fásítás belsejébe ($P=20\%$). Nyitottnak nevezhetjük a két fatörzs közötti távolságot, ha a $(100-2h_0)/2=40$ cm tiszta

távolságnál nagyobb szabad tér van a két szomszédos határréteg között, ekkor a nyílt felületek aránya $P > 60\%$.

Megvizsgálva a szélnek kitett oldal és a szélvédett oldal sűrűségét a szélesebességre (v_k - *kitett oldalon mért*, v_v - *a védett oldalon mért szélesebesség*) gyakorolt hatás alapján, a következő mátrix írható fel:

A hófogó kitett/védett oldala	<i>nyílt</i>	<i>áteresztő</i>	<i>zárt</i>
nyílt	$v_k \approx v_v \neq 0$ A törzstér nincs számottevő hatással a szélesebességre. A szél áthatol az erdősávon, az erdősáv nem befolyásolja a hólerakódást. A kitett és a védett oldalak szélesebessége közel egyenlő.	$v_k < v_v$ A szél bejut a sáv belsejébe, havat rak le, de át is halad a sávon, nem rakódik ki a maximális hó mennyiség. Hófelhalmozódás a sáv belsejében és a védett oldalon alakul ki.	$v_k \gg v_v, v_v \approx 0$ A szél könnyen bejut a sáv belsejébe, a hó mennyiség nagy részét a kitett oldalon és a sáv első felében rakja le. A védett oldali sáv szegély sűrűsége miatt csekély hó mennyiséget raktároz.
áteresztő	$v_k > v_v$ A kitett oldali szélesebesség az erdősávban jelentősen csökken, ennek hatására a hó egyenletesen rakódik le az erdősávban és annak környezetében.	$v_k \approx v_v$ A szél bejut az erdősávba, havat rak le a sáv belsejében, de közel változatlan sebességgel át is fúj rajta. Az erdősávban nem rakódik ki a maximális hó mennyiség.	$v_k, v_v \approx 0$ A szél bejut a sáv belsejébe, az áramlás a védett oldali sáv szegély előtt torlódik fel, a hó nagy része az erdősáv első felében rakódik ki.
zárt	$v_k \approx 0, v_v \gg 0$ Az összes hó a sáv környezetében rakódik le, főként előtte. A sáv belsejébe kevés hó jut. A kitett oldal szegélyén átbukó szél a védett oldalon ismét sebességet nyer.	$v_k \approx 0, v_v > 0$ Az összes hó a sáv környezetében, főként a sáv előtt rakódik le. Az erdősáv belsejének hó viszonyait nem az erdősáv hófogó képessége határozza meg.	$v_k \approx v_v \approx 0$ A zárt erdősáv hatására nagy hó mennyiség rakódik le a sáv előtti torlódás és a sávot követő turbulens áramlás leválási buboréka hatására. A sáv belsejének hófogó képessége elenyésző.

24. táblázat: A nyílt- és kitett oldal viszonyának mátrixa

A 24. táblázat alapján látható, hogy a hófogó sávok szerkezete esetén a legjobb megoldás a szélnek kitett oldalán áteresztő, a szélvédett oldalon nyílt erdősáv. Ebben az esetben biztosítható a megfelelő sebességcsökkentő hatás és ennek következtében kialakuló egyenletes hólerakódás. Hasonló szélesebesség csökkentő hatás e mellett még 4 esetben (nyílt-áteresztő, nyílt-zárt, áteresztő-áteresztő és áteresztő-zárt) érhető el, de ezekkel az egyenletes hóeloszlás nem biztosítható, továbbá a zárt-nyílt és zárt-áteresztő erdősávok esetében a szerep részben érvényesülhet.

Az általam vizsgált hat hófogó erdősáv szélnek kitett és védett oldalán elvégeztem a porozitási vizsgálatokat, amelyek megerősítették korábbi feltevéseimet. A porozitásmérések alapján számolt P_v/P_k arány további segítséget nyújt az erdősávok minősítésében.

Erdősáv	Porozitás (%)		P _v /P _k
	Kitett oldal (P _k)	Védett oldal (P _v)	
II.	10,3 <i>zárt</i>	36,3 <i>áteresztő</i>	3,5
IV.	18,5 <i>zárt</i>	63,5 <i>nyílt</i>	3,4
V.	8,9 <i>zárt</i>	35,6 <i>áteresztő</i>	4,0
XII.	46,1 <i>áteresztő</i>	30,5 <i>áteresztő</i>	0,7
U-VIII.	20,5 <i>áteresztő</i>	8,9 <i>zárt</i>	0,4
U-IX.	24,5 <i>áteresztő</i>	9,8 <i>zárt</i>	0,4

25. táblázat: A vizsgált hófogó erdősávok porozitási értékei

Számításaim és megfigyeléseim alapján a 0-1,6 P_v/P_k arány kedvezőtlen, az 1,6-5 közötti érték kedvező és az 5-10 közötti érték kevésbé kedvező kialakításról árulkodik. Természetesen ezek az értékek önmagukban nem alkalmasak az erdősávok védelmi szerepének leírására, de jó tájékoztató értékül szolgálnak.

Az áttörtséget tudományos alapon nehéz megfeleltetni a porozitásnak, továbbá könnyen belátható, hogy egyoldali szemrevételezéssel nem állapíthatóak meg a sávokban lezajló áramlási viszonyok. Ha az erdősáv szélnek kitett oldala sűrűbb (de nem zárt, P>20 %), mint a szélvédett oldal, akkor szélesebbé csökkenésére és ebből fakadóan pozitív veszteségi tényezőre számíthatunk. Hogy az áttörtségi tényező kedvezően alakul-e, azt már csak helyi szélmerések alapján állapíthatjuk meg pontosan. Azonban azt sem szabad elfelejteni, hogy az erdősávval való gazdálkodás lehetősége egy olyan eszköz, amellyel módosíthatjuk a védő hatást kiváltó sávszerkezetet, illetve a folyamatos erdősáv-borítottsággal biztosíthatjuk a veszélyes szelek elleni védelmet. Itt elérkeztünk egy újabb kapcsolódó ponthoz, amelyről csak említést tennék, a mezővédő erdősávok felújításához, amelynek során szintén megszívlelendők a korábban említett tapasztalatok és törvényszerűségek.

Az erdősávok szélvédő hatásának vizsgálata során tisztában kell lenni azzal is, hogy a képletek alapján megtervezett szerkezet nem pontosan a matematika törvényei alapján fog működni. Minden leegyszerűsített modell részleteket ragad ki az egész élő áramlási rendszerből és mindig maradnak olyan tényezők, amelyek a helyi körülmények és a meteorológiai viszonyok kiszámíthatatlansága miatt eltéréseket okozhatnak a jól megtervezett mezővédő erdősávunk környezetében. Ilyen egyszerű ok a szél változó beesési szöge, ahol a pár fokos eltérés is – a relatív „szerkezetváltozás” miatt – már különböző szélesebbé csökkenéssel jár. De hasonló előre nem számítható változásokat okozhatnak a sáv környezetének változásai: a felszín tagoltsága, a mezőgazdasági kultúra jellege, stb.

4.6. A telepítés kérdései

A jól kivitelezett fasorok és hófogó erdősávok a közút tartozékai. A célnak megfelelő ültetési minták és fafajok alkalmazásával telepített és karbantartott fásítások a közlekedés zavartalan üzemét szolgálják. Ellenkező esetben – rosszul megválasztott telepítési hely, elégtelen egészségi állapot, gondozatlanság, elégtelen termőhelyi adottságok, stb. – potenciális veszélyforrást jelentenek a közlekedés résztvevőire. A felgyorsult közlekedés velejárójaként az utak terezői kénytelenek számolni az utat elhagyó járművek érdekében tervezett óvintézkedésekkel. Ezek egyik eleme, hogy minimalizálni kell a végzetes kárt okozó ütközésveszélyes objektumok számát, illetve növelni azok úttól mért távolságát. A vizsgált útszakaszok fásításainak úttól mért távolsága és a fatörzsek egymástól mért távolságaival szemben támasztott követelmények elmaradnak a modern elvárásoktól.

4.6.1. A telepítés területi lehetőségei

A fasorok és hófogó erdősávok telepítési helyét az úthoz tartozó területek nagysága, a közutakat kísérő rendelkezésre álló földszalagok szélessége határozza meg. Pár évtizede még majdnem minden úttal szomszédos földterület állami (termelőszövetkezeti) tulajdon volt. A kilencvenes évek elején meginduló kárpótlások idején a magánbirtokba visszajuttatott területek kitűzésénél az állami közútkezelőkkel nem történt egyeztetés, ezért a legtöbb helyen napjainkban nem áll rendelkezésre a tulajdoni határvonal (a határkarók régen megsemmisültek). A kataszteri térképek léptéke miatt napjainkban nehéz pontosan eldönteni, hogy mekkora az igénybe veendő terület és kihez tartozik. A felmerült földtulajdoni kérdések megoldását a földhivatalok digitális teleknnyilvántartásának megvalósulásától várják. A számítógépes adatbázis rendelkezésre állása esetén GPS-technológiával felmérve a Magyar Közút Kht. rendszerébe is átvezethetővé válnak a területi adatok. Mindaddig általánosan elfogadott megoldás, hogy a jelenleg fásított terület, illetve füves sáv kerül gondozásra és felújításra. Természetesen az újonnan létesített, illetve felújított vonalvezetésű utak esetén az újonnan kimért kisajátítási terület pontosan meghatározza a fásítások elhelyezésének területi lehetőségeit.

4.6.2. Erdősáv telepítése

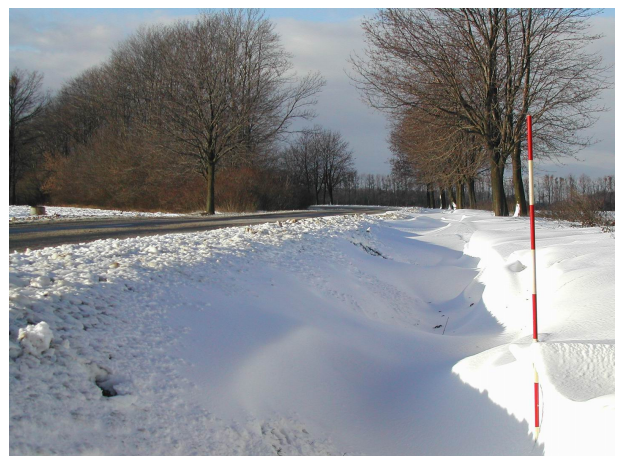
A hófogó erdősávok a közútnak a téli hónapokra jellemző veszélyes hófúvást okozó uralkodó szélirány felőli oldalára telepítendőek. Ki kell emelni, hogy az erdősáv védelmét nem a hóesés alkalmával, hanem a havazást követő általában derűs és az átlagosnál szelesebb időkben fejtí ki, amikor a szabad felületekre hullott havat a szél elhordja és a felszínből kiemelkedő akadály környékén lerakja. A havat szállító szél különösen ott okoz gondot, ahol a sík terepből a



48. kép: Az utat szegélyező fa- vagy cserjesornak nagy jelentősége van a lerakódott hó megtartásában is (a szerző felvétele)

kialakuló homorú oldalú hófalak és garmadák súlyuknál fogva idővel saját súlyuk alatt összeomlanak és „kiegyenlítik” a terepszintet. Az eltűnő árkok esetében, egyéb jelek hiányában is jó viszonyítási alapul szolgálnak az árokparti fák törzsei és a lombkoronák, amelyek az űrszelvény szélét jelzik.

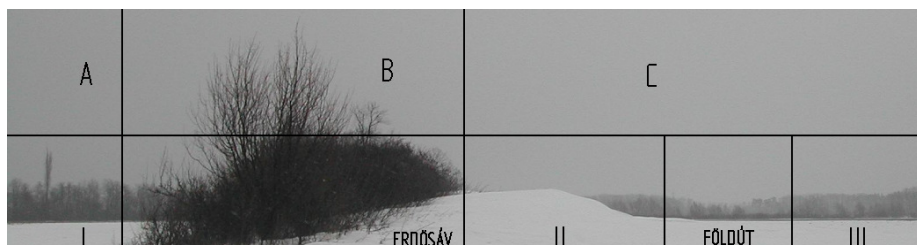
Ezt a jótékony hatást érdemes kihasználni az erdősávok tervezésekor. A védelmi vonal nem egy önálló erdősáv, hanem cserjesáv, fasor, erdősáv és a környező domborzati elemek kombinációja. A hófogó erdősáv feladata amellet, hogy lelassítja az áramló közeg sebességét, a sáv környezetében és belsejében lerakódott havat meg is tartsa, a depóniákat ne tudja újra kikezdeni a szél. Az erdősávok terepi tanulmányozása során azt tapasztaltam, hogy az erdősáv szélnek kitett oldalán található fasor és cserjék hatása megváltoztatja a lerakó-zóna képét (49. kép). Az erdősáv előtt 10-15 méterrel elhelyezkedő fasor annak magasságában hasonlóan, mint az erdősáv, visszatorlasztja az áramló levegőt és a szállított havat szabályos hullámokban történő lerakódásra készíti és megnöveli a szélnek kitett oldal sáv előtti métereken mérhető hómagasságot. A védett oldali utat szegélyező fasor „hófogó” feladatát az uralkodó szélirány ellentétesre fordulásakor nyeri el, csökkentve a lerakódott havat felkeverő szél sebességét. Új erdősávok telepítésénél a terep- és meteorológiai viszonyok függvényében következtethetünk a hófúvások várható irányára és gyakoriságára. Felújítás alkalmával a jól működő sávelemek megőrzése és a funkciót javító átalakítás a cél.



49. kép: A terepszintből 10-20 centiméterre kiemelkedő útkorona és a környező lágyszárú növényzet is befolyásolja a vízelvezető árkok feltöltődését (a szerző felvétele)

4.6.2.1. A hófogó erdősávok részei

Az előző fejezet és a szakirodalmi ismeretek összegzése alapján az erdősávokat sávon belüli és sávon kívüli (B) területre, amely a kitett (A) és védett (C) oldalból áll, oszthatjuk. Ha a sávhoz és az úthoz viszonyított helyzete alapján határozzuk meg a részeit (55. ábra), beszélünk kell az erdősáv előtti kitett oldalról (I), az út és erdősáv közötti lerakósávról (II) és az út utáni szakasról (III).



55. ábra: Az erdősáv és környezete

Ha az erdősávot több szempont (ökológiai, szerkezeti, összetételi) alapján összehasonlítjuk környezetével, belátható, hogy kedvező tulajdonságait a környező térrészhez viszonyított nagymértékű változatosságának köszönheti. Ez a változatosságot legjobban fizikai szerkezetével lehet szemléltetni.

Az erdősáv keresztmetszetének méretei és formái befolyásolják az áramlási viszonyokat, úgymint a szegély és a törzstér sűrűsége, a szintezettség, az ágasság vagy a lombkorona tagoltsága. Az erdősáv profilja, amely általában trapéz keresztmetszetű, a kitett oldali és a védett oldali szegély, valamint az összefüggő lombkorona függvényében alakul. A helyes profilkialakításnál a kitett oldali szegély feladata, hogy az áramló közeg jellemző sebességvektorát eltérítse a közel vízszintes állapottól. Az erdősáv szegélyén végbemenő feláramlás hatására a vízszintes sebességvektor csökken, a függőleges kezdetben nő, majd a nehézségi erő hatására csökken, és eközben az energiájukat vesztett széllel szállított hó és egyéb ülepedő anyagok kihullását eredményezi. Természetesen nem csak feláramlás történik a szegély előtt, hanem a szegély sűrűségétől függően, a szél pár méterre be is hatol a sáv belsejébe, amit a hómérések is jól szemléltetnek. Az erdősáv profiljából és annak turbulenciakeltő hatásából adódó jelentős kihullás a védett oldali sávszegélyben és az utána következő 10-15 méteres nyílt szakaszon történik.

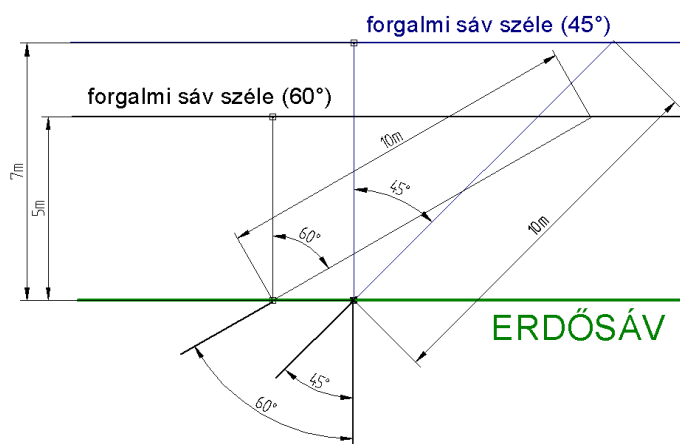
Az erdősáv hófogó képessége tovább növelhető, ha változatos fasormagasságokkal megtörjük az erdősáv ideális szerkezetét. Ennek egyik megoldása, hogy az erdőszegély utáni átmeneti fasort kihagyva beengedjük a szelet a törzstérbe (II. erdősáv), ahol lassulva lerakja szállítmányát. Továbbá megfigyelhető, hogy azokban az erdősávokban amelyekben alacsonyabb és magasabb fasorok váltják egymást, magasabb a sáv belsejében mérhető hómagasság, ami a tagolttá vált lombkoronában keletkező örvénylő áramlásnak tudható be.

Ha hűek szeretnénk maradni az áramlástan törvényeihez, akkor a törzshálózatot úgy kell kialakítani, hogy a kitett oldal felől fokozatosan csökkenjen a sűrűsége, a növekvő tőtávolságok mellé nagyobb sortávolság társuljon. A fokozatosan híguló törzsterre is érvényes, hogy érdemes „hullámtörő” akadályokat (örökzöldek, sűrű hajtásrendszerű cserjék) beépíteni, amelyek növelik a belső tér turbulenciafokát. Ebből a szempontból érdemes fasorok közti cserjesorokkal vagy alsó lombkoronaszint kialakításával tervezni, például úgy, hogy a vastagabb szerkezetalkotó fákat a védett oldal felé árnyéktűrő, alacsony növésű fafajokkal váltjuk fel.

Az erdősávot a szélnek kitett oldalán kiegészíthetjük egy kis területű 1-2 méter széles és 1-2 méter magas hófogó cserjesávval. A cserjesáv hatékony hőmegkötő képessége hozzá fog járulni az erdősáv munkájához. Közös hatásuk a sáv előtt az erdősáv magasságának többszörös hosszában megfigyelhető.

4.6.2.2. A hófogó erdősávok méretei és telepítésük

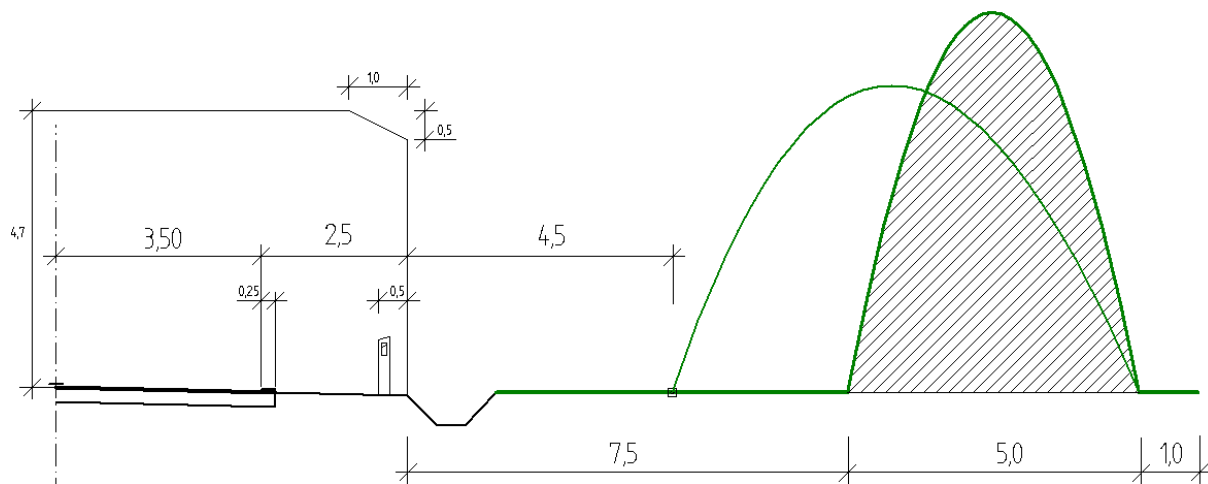
A hófogó erdősávok általában a közúttal párhuzamosan helyezkednek el, de a tájbaillesztés szempontjából célszerű azt a domborzati mintákhoz, patakhöz, árokhoz vagy területhatárhoz igazítani. Az erdősáv szélességét általában a rendelkezésre álló terület szélessége határozza meg. Általános szabályként elfogadható, hogy az erdősáv védett oldala legalább 10 méterre legyen a forgalmi sáv szélétől. Ennél kisebb oldaltávolság csak abban az esetben indokolt, ha az úttal párhuzamosan futó erdősáv tengelyére a sokéves átlag vagy az azt befolyásoló környezeti viszonyok alapján a veszélyes szélirány bizonyíthatóan hegyesszöget zár be. Ekkor sem lehetne kisebb ez a távolság, saját megfigyeléseim alapján 5 méternél, a biztonságos oldaltávolság szempontjából viszont 7 méternél. A közlekedés biztonságát szem előtt tartva a 7-10 méter közötti oldaltávolság még elfogadható, ha az uralkodó szélfúvások beesési szöge $45-90^\circ$ közé esik (56. ábra). A szűk oldaltávolsághoz keskenyebb sávkeresztmetszet is társul. A hófogó sáv rovására az oldaltávolságot lehet növelni, de a biztonságos oldaltávolság rovására az erdősáv szélességét növelni nem szabad.



56. ábra: A hófogósáv úttól mért távolsága

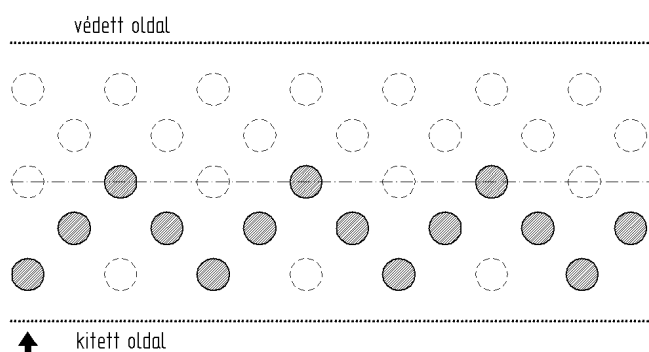
A fasor meghatározásából kiindulva a 3 párhuzamos sorból álló fásítást már erdősávnak tekinthetjük, ha mindkét oldalán rendelkezik sávszegéllyel. Ebben az esetben a minimális sáv szélesség 5 méter úgy, hogy a fasorok közötti távolság 1,5 méter, míg a cserjeszegély tengelye és a fasor között 1 méter mérhető. Az erdészeti gyakorlat a mezővédő

erdősávok mezőgazdasági tevékenységek elleni védelmében mindkét oldalon 1-1 méter gyepes sáv fenntartását szorgalmazza. Abban az esetben, ha az erdősáv és az út közötti terület művelt, az erdősáv tényleges helyfoglalása minimálisan 7 méter, ha gyepes terület található az út és a sáv között, akkor 6 méter széles. A 57. ábra egy a minimális távolságra (7 m) elhelyezett erdősávot és az úttól 10 méterre kezdődő 5 méter széles erdősávot szemlélteti.



57. ábra: Erdősávok elhelyezkedése az úttesthez képest

4.7. Az erdősávok felújítása

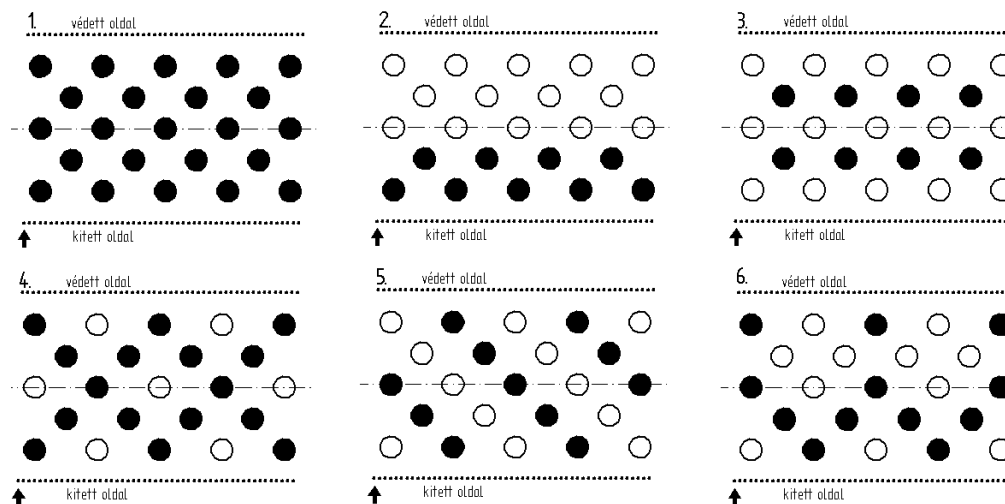


58. ábra: Erdősáv felújítása a 3 faszor meghagyása és a szélvédelem minden irányú biztosítása mellett

Az erdősávok felújítása esetén biztosítani kell a folyamatos védelmet és az erdősáv egyéb funkcióinak fenntartását. A legfontosabb szempont a szél elleni védelem fenntartása, ezért a felújítás az erdősáv szélvédett oldalán kezdődik. Az erdősáv fa- és cserje sorainak száma a felújítás alatt sem csökkenhet 3 alá, mert így elveszhetné erdősáv mivoltát. Az

erdősávszegélyek a felújítás alatt is biztosítják a szélvédelmet, ezért azok kímélése fontos. Ha a szegélyek megőrzése nem lehetséges, a kitermelt fatörzsekről levágott ágak kitett és védett oldalon sávokban történő felhalmozása ideiglenes védelmet nyújthat.

A nagy átlagos szélességű területeken a felújítás kizárólag a védett oldalon kezdődhet, akár egész sorok kitermelésével. A szerkezetalkotó fák egészségügyi vizsgálata után lehetséges a kitett oldal ritkítása is, de mindenképp kisebb mértékben, mint a védett oldalé, hogy a kedvező áramlási viszonyok megfelelőek maradjanak.



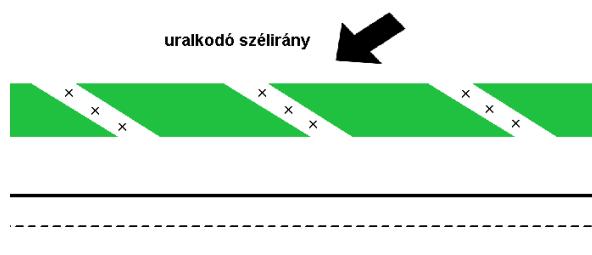
59. ábra: Az erdősávok felújítási lehetőségei

Az 59. ábra alapállapotéból (1.) kiindulva számos lehetőség kínálkozik a felújítások kivitelezésére. A 2. eset a legegyszerűbb felújítási minta, amely során az erdősáv hossz tengelyéig, vagy megfelelő sorok száma esetén azon túl is egy menetben letermelhető több fasor. Mivel ekkor a védett oldal segítő szerepe megszűnik, és valószínűleg a védett szegély is sérül, az erdősáv kitett szegélyének és legalább egy fasornak a maradéktalan megőrzése nélkülözhetetlen. A soros felújítás (3.) előnye, hogy mindkét oldalról támadó veszélyes szelek esetén hasonló védelmet nyújt. A felújítás során eltérő karakterű sorok megtartása a cél. Az

egész sorok kivágása sortávolság növelésnek minősíthető, amely hatással van a légáramlás alakulására, de az erdősáv ennek ellenére megtartja jellegét. A 4. változat szálankénti felújítást szemléltet, amely magában rejti az erdősáv elnyújtott felújítását, hasonlóan, mint az erdőgazdálkodási gyakorlatból ismert szálalás. Ez a felújítási változat a legköltségesebb, a legtöbb fenntartási munkát és évenkénti visszatérést igényel. A kijelölt vágásvonalakon történő sávos felújítás (5.) hasonló lehetőségeket rejti magában, mint a soros felújítás. Azokon a széles és az uralkodó széliránnyal hegyesszöget bezáró erdősávoknál alkalmazható, ahol a vágások után megmaradó sávreszletek is biztosítani tudják az uralkodó szél elleni védelmet (60. ábra).



50. kép: Kombinált erdősáv-felújítás tél végén a sáv szélére gyűjtött ágakkal Postel (Belgium) határában (a szerző felvétele)



60. ábra: Sávos felújítás

A 6. kombinált változat ötvözi a soros és szálszerű, esetleg csoportos (több szomszédos fára kiterjedő) felújítási lehetőségeket (50. kép).

4.7.1. Az „ideális” erdősáv

Számos érv szól amellett, hogy az erdősáv szélnek kitett oldala sűrűbb, míg az ültetési hálózat (sortávolság és/vagy a tőtávolság) a védett oldal felé ritkuló kell hogy legyen. Az erdősáv szélnek kitett oldali szegélye az erdősáv talán legfontosabb része, azt sorrendben az első-második fasor követi.

Terepi vizsgálataim azt mutatják, hogy a sűrű sávszerkezet fiatal erdősáv esetén nem áll falszerűen gátat a szélnek és 5-10 év elteltével jelentős hófelhalmozást idéz elő, valamint hőmegtartó képessége jobb, mint az idősebb erdősávoké. Hasonlóan működnek, mint a cserjesávok. A fasorok felújítása vagy alakítása során is lehetőség van a kiszélesített törzstávolságú szakaszok cserjesávokkal való kitöltésére. Erdősávoknál a szél- és hófúvások csökkentése érdekében a törzshálózat ritkítását követően, de még az új fasor véglegesítése előtt az alkalmazott cserjesávok átmeneti védelmet nyújthatnak, és a későbbiekben a fasor részét is képezhetik. A közutak, árkok szélén megtalálható cserjesorok hófogó képességükkel bizonyítják, hogy hasonlóan az erdősávokhoz, nagy befolyást gyakorolnak a szélviszonyokra.

Erdősávok esetén a szélnek kitett oldal lerakási zónája általában szélesebb és a mért hómagasság minden esetben kisebb, mint a védett oldalon, ahol szűkebb lerakó-téren magasabb hófal halmozódik fel. A tömör és elnyúló sávszegély a kitett oldalon csökkenti, míg a védett oldalon elősegíti a hófogó és a hőmegtartó képességet.

A szerkezeti hiányok (hiányzó fasor, hiányos szegély) elősegítik a szél sávba való beáramlását, ezzel egy időben kedvezően befolyásolják a hófogó képességet. Az erdősáv környezetében található fa- és cserjesorok, domborzati formák (töltés, árok) kiegészítik és segítik az erdősávokat, növelik az együttes szerkezet hóbefogó képességét.

A tagolt sávszerkezet, alacsonyabb-magasabb fasorok váltakozása, szintben jelentősen eltérő szegély és belső sorok turbulenciát keltő hatása növeli a sáv kapacitását. A védett oldalon hiányzó sávszegély nem befolyásolta hátrányosan a sávok funkcióját, kivéve ahol az erdősáv földútra rakta le a havat. A sáv szélesség kevésbé befolyásolta a hófogó képességet, a szerkezeti hibák és változatosság annál jobban. A magasságkülönbségek (turbulenciakeltés) hasonló befolyással vannak a hófogó képességre, mint az erdősávok magassága. Nagy felület és változatos kialakítás mellett a kitett oldalon lehet áttört, a védett oldalon pedig zárt, ha az átmenet egyenletesen biztosítható.

Az ideális erdősáv felépítését az alábbi pontok alapján képzelem el:

- szélnek kitett oldalát fa- vagy cserjesor egészíti ki 10-20 méter távolságon belül,
- kitett oldali sávszegélye széláteresztő, a kísérő cserje- vagy fasornál magasabb,

- a sávszegély és koronaszint közötti nyílt rész szélbeeresztő,
- a törzstér a kitett oldalon sűrű, a védett oldal felé ritkul,
- a belső sorok famagasságai változóak (kétszintes állomány),
- a védett oldal meredek vagy lépcsős letörésű,
- a védett oldali szegély nem nyúlik túl a szélső fasor koronavetületén.

A védett oldalról indulva még a sáv előtt 10 méterre található egy 2 méter magas cserjesáv. A sávszegély 3-4 méter széles, 5-6 méter magas, 2 soros, 1 méteres sortávval, és benyúlik a törzstérbe. A fasorok közti távolságok 1-1,5 métereseek, a fasor törzsei egymástól eltolva helyezkednek el. Az első fasor 15-16 méter, a 2. sor 10-12 méter, a 3. sor 18-20 méter és a 4. sor 10-12 méter magas. A védett oldalt egyszerű, 2-3 méterre az állományba nyúló sávszegély adja. Így a maximális sáv szélesség kialakítása 10-12 méter szélességben megoldható.

4.7.2. Erdősávok telepítésével és fenntartásával kapcsolatos javaslatok

A növényávok telepítésének lépései a fa- és cserjesorokhoz hasonlóan a talaj-előkészítés, ültetés, pótlás és ápolás. A talaj-előkészítés technológiáját a talaj állapota (pl. tuskós, gyökeres) és a terepviszonyok határolják be. A talaj kötöttségének és a fásítás vagy felújítás függvényében teljes (mélyforgatás) vagy részleges (altalajlazítás, pásztás) talaj-előkészítés szükséges. A vizsgált területeken a teljes talajelőkészítés középmező szántással és altalajlazítást követő pásztakészítéssel történhet. A talaj-előkészítési módok szükség szerint kombinálhatóak, a terep-, talaj- és egyéb adottságok függvényében vagy növényávon belül több gépi vagy kézi módszer is alkalmazható. A megfelelő ültetési technológia megválasztásának és betartásának célja, hogy a szaporítóanyag megfelelő mélységre kerüljön a talajba, ezzel elkerülhető a kiszáradása, ha öntözésre nincs is lehetőség.

A Nyugat-Dunántúlon az ültetés legjobb időszaka a tavasz. Enyhe tél, hómentes és nem fagyott talaj esetén télen is lehet ültetni. Általános szabály, hogy szabadgyökerű ültetési anyagot május 10. után már nem szabad ültetni. Fenyőket augusztus végén, szeptember elején, valamint kora tavasszal, simadugványokat kizárólag a vegetációs folyamatok megindulásakor, tavasszal ültethetünk. A legtöbb fa- és cserjefaj, a gyökeres fűz- és nyárdugványok ősszel és tavasszal is ültethetők. A konténeres ültetési anyag csak aszályos és fagyos talajú időszakban nem ültethető, de lehetőség szerint ezek ültetését is a szabadgyökerű anyagokkal egy időben kell végezni.

A hófogó erdősávok telepítéséhez a lehető legfejlettebb csemeték alkalmazása javasolt. A telepítés eredményességének növelése érdekében iskolázott, szabadgyökerű, konténeres vagy földlabdás csemete alkalmazható a kiültetést követő mostoha viszonyok miatt. A nedves klíma mellett magvetéssel történő telepítés is lehetséges. Jó talajviszonyok mellett a tölgyfélék, hársak és a juharok megtelepedése is kielégítő lehet, ha a gondos ápolás 4-5 évig biztosítható. Ez ellen szól, hogy a csemetékkel történő telepítés gyorsabb, látványosabb eredményre vezet. A magvetés

mellett szólhat, hogy a sűrűn kelt csemeték széles sávban már nagy hómegkötő képességet adnak az első években is.

Alapos talajelőkészítésű ültetést követően nincs szükség nagymértékű pótlásra. De számítani kell a vad- és egyéb károsításból, károsodásból adódó hiányzó csemeték szükséges pótlására. Súlyos kár esetén fordulhat elő jelentős pótlás. A kiültetett csemetéket a telepítést követően ápolni kell, hogy egészségesen fejlődjenek. A sikeres hófogó sáv telepítéséhez az első és második évben kézi kapálás, illetve gépi tárcsázás szolgálja a sorközápolást. A sérült fák és cserjék évenkénti metszése a helyes hajtásrendszer-fejlődést, cserjék esetében a bokrosodást segíti elő. A negyedik-ötödik évre kézi kaszálás, valamint gépi tárcsázás többszöri alkalmazása is javasolt. A telepítés utáni ötödik évtől lép a fásítás a befejezett ápolási időszakba. Ekkor ismét szükség lehet kézi kaszálásra és a gyengébben fejlődő, kevésbé bokrosodó cserjék töre vágására.

A talajszint feletti, általában nagyobb, hóval telített szegélyben található cserjék sűrűségének fenntartása az egyik legfontosabb munka a növény-sávok hófogó képességének



51. kép: A szélnek kitett oldalszegély sarjai 2-3 év alatt megerősödve jelentős hófogó szerepet töltenek be (a szerző felvétele)

folyamatos biztosításához. A gyökérsarjtelepet nem képező vagy földig nem ágas cserjéket az ültetés utáni években többször vissza kell vágni, hogy többől bokrosodjanak. A metszések és visszavágások során keletkező holt faanyag a belső sorokban vagy szegélyben deponálva évekig jelentősen javítja a hófogóképességet (51. kép).

A hófogó erdősávok fasorainak és a fásítások cserjeszegélyének, valamint a cserjesávok felújító visszavágását is, néhány év eltéréssel kell végezni, hogy az egyik oldalon mindig működőképes cserjeállomány legyen. A hófogó cserjesávok esetében először a szélvédett és/vagy naposabb oldal cserjesorait kell visszavágni, majd néhány év múlva az árnyékosabb oldal cserjesorait. A cserjesorok és szegélyek felújítását célszerű a fasorok felújításától eltérő időben végezni.

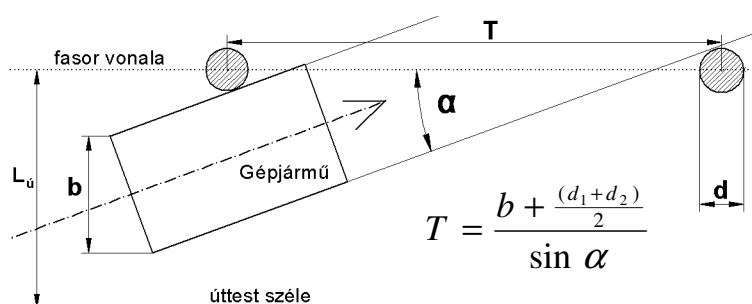
4.8. A közút menti fasorok felújítása

Az ismertetett mintavételi helyeken és a zöldfelületi tervek alapján megvizsgált útszakaszok többségén (kivétel két olyan szakasz, ahol a korábbi nyomvonalvezetés fasorai még megvannak) sem éri el a forgalmi sáv és a fatörzsek távolsága a 7 métert. A 84-es főút mentén átlagosan 4,1 méter ez a távolság, viszont szélsőségesen alacsony: 1,8-2,9 méteres oldaltávolságok is előfordulnak több szakaszon. A legtöbb helyen ez az érték 4 méter körüli és csupán két esetben beszélhetünk nagyobb oldaltávolságokról (SKNC-3: 5,8 m, KHSO-2 9,3 m).

A 85-ös számú főút rekonstrukcióját követő fásításnál sem teljesül a 7 méteres biztonságos oldaltávolság. Annak ellenére, hogy 13 útszakaszon a megváltozott pályavezetés következtében 2-20 méter széles sávokban történt területhasználati ág váltás (területek visszaadása), a tervezők a közutat kísérő fásítás céljára használható földszél szélességét 2-6 méter közötti, átlagosan 4,9 méteres szélességgel tervezték. A csapadékelvezető árok szélétől mért távolságok, ahol az út szélén megtalálhatóak, meghaladják az előírt 1 méteres oldaltávolságot. Itt kell megjegyezni, hogy több útszakaszon teljesen feltöltődtek az árkok, amelyek hirtelen lehulló nagyobb csapadékmennyiség esetén megnehezítik a víz távozását.

4.8.1. A biztonságos oldal- és tőtávolság

Az oldaltávolságok elégtelen mivolta mellett a fasorok törzstávolságairól is említést kell tenni. A 84-es főút menti fasorok átlagos tőtávolsága 6,4 méter. Az egyes szakaszok közül a legkisebb tőtávolságokkal a csoportos fásítások és az egyfafajú fasorok esetében találkozhatunk (2,8-5,8 m). Míg a legnagyobb törzstávolságok a hiányos illetve cserjés fasorok esetében fordulnak elő (8,5-14,8 m). A 85-ös főút esetében a csoportos fásítási minta dominál, amelyben



61. ábra: Az utat α -szögben elhagyó jármű helyigénye

négyes-hetes facsoportok (rövid fasorszakaszok) általában 20 méteres távolságokban ismétlődnek. Ebben az esetben a csoportok közötti távolságokat is figyelembe véve a törzstávolságok átlagosan 10-12 méter körüliek, de a csoporton belüli távolságok

átlaga 2-2,5 méternél nem nagyobb. Közlekedésbiztonsági szempontból azok az útszakaszok a legmegnyugtatóbbak, ahol a szűk oldalsáv híján a facsoportok csak százméterenként ismétlődhetnek.

A legtöbb jármű 5-20° között hagyja el az útpályát. Ha az 61. ábra szerint figyelembe vesszük a jármű szélességét (a), az út szélével bezárt szöget (α) és az útszéli fák átmérőit (d_1, d_2), akkor az (1) képlettel kiszámolható a minimális ültetési távolság (T).

A fenti összefüggésből számított (26. táblázat) fasoron belüli tőtávolságok (T) minimálisan elfogadható értéke 6 méter, ami már közelíti a gyakorlati átlagos tőtávolságokat, ha feltételezzük, hogy a jármű a statisztika szerinti legnagyobb szögben tér le az útról és az utat

átlaga 2-2,5 méternél nem nagyobb. Közlekedésbiztonsági szempontból azok az útszakaszok a legmegnyugtatóbbak, ahol a szűk oldalsáv híján a facsoportok csak százméterenként ismétlődhetnek.

α [°]	b [m]	d_1 [m]	d_2 [m]	T [m]
5	3	0,6	0,6	41,3
5	3	0,4	0,4	39,0
5	3	0,3	0,3	37,9
5	3	0,1	0,1	35,6
5	2	0,05	0,05	23,5
10	3	0,6	0,6	20,7
10	3	0,4	0,4	19,6
10	3	0,3	0,3	19,0
10	3	0,1	0,1	17,9
10	2	0,05	0,05	11,8
20	3	0,6	0,6	10,5
20	3	0,4	0,4	9,9
20	3	0,3	0,3	9,6
20	3	0,1	0,1	9,1
20	3	0,05	0,05	8,9
20	2	0,05	0,05	6,0

26. táblázat: Elméleti tőtávolságok

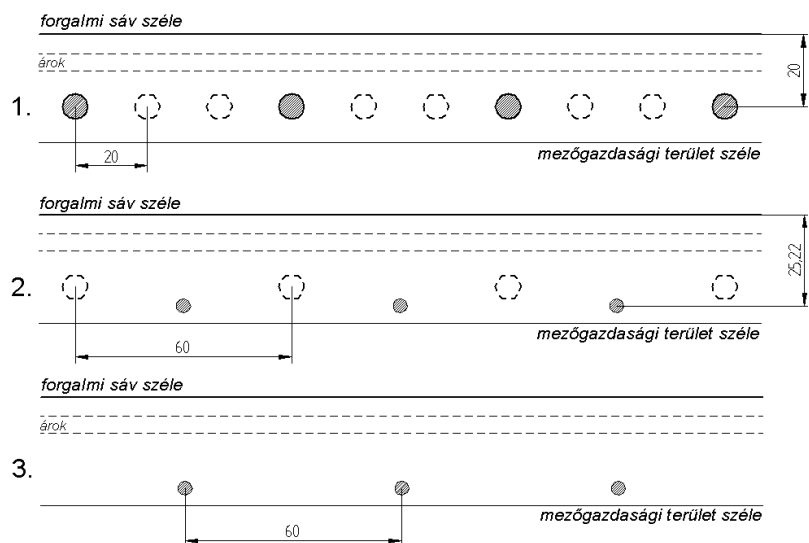
szegélyező fák 5 centiméter átmérőjűek. Ha reálisan szemléljük a lehetőségeket, akkor egy nagyobb jármű szélességével (pl. 3 méter széles autóbusz) és a már fokozott baleset veszélyt jelentő 10 centiméteres törzsmérvővel számolva a minimális törzstávolság 9,1 méter, ami az ismertetett fasoroknál jelenleg 9,6-9,9 méter kellene hogy legyen.



52. kép: A fásítások átalakítására kihasználható terület (a szerző felvétele)

Az úttól mért távolság és a fasoron belüli tőtávolság függvényében a fasorokat úgy kell ki- vagy átalakítani, hogy a lehető legbiztonságosabb legyen a közlekedők számára. A telepítéshez rendelkezésre álló földszívet általában a fásítások nem használják ki teljes szélességében. Vagy az út menti terület középvonalára, vagy annak külső oldalára esnek úgy, hogy a fasor és a szántó között általában 1-1,5 méter terület még kihasználható lenne (52. kép).

Az úttól mért távolság és a fasorok törzstávolsága a fasorok felújítása során néhány lépésben megoldható (62. ábra). Az eredeti, általában 4-5 méteres tőtávolságú fasorok (a) ritkításával első lépésként növelhető a fatörzsek távolsága. Ezt követően a fasor eredeti tengelyén kívül, de még a felhasználható területen belül lehetséges egy második fasor kialakítása, amellyel a biztonságos oldaltávolság javára a helyi adottságok függvényében 1-2 méter is nyerhető (e-d). A fasor kijelölt egyedeinek első évben történő kitermelését (1.), majd a második év tavaszán történő ültetést (2.) követően a második télen kivitelezhető az eredeti fasor teljes felszámolása. Így a közlekedésbiztonságot célzó fasor-felújítások 2 év alatt lezajlódhatnak, az ekkorra kialakított (c) törzstávolságú új fasorral (3.) biztosítható az út menti fásítottság folyamatossága is. A fasorok felújítását célszerű a szélvédett oldalon kezdeni, így a másik oldal felújítása 3-5 évvel eltolódhat az újonnan ültetett fák megerősödéséig. Abban az esetben, ha az útszakasz mindkét oldalának felújítását egy időben kell kezdeni, egyéb eszközökkel (karózás vagy szélterelő rácsok) biztosítani kell az ültetési anyag védelmét a lehetőségek szerint 3-5 éven át.



62. ábra: A fasorok átalakításának lépései

4.8.2. Fasorok telepítése és gondozása

A növénytelepítések célja a közlekedés biztonságának szem előtt tartása mellett a növénytelepítési tervek segítségével az útkörnyezet esztétikus kialakítása és fenntartása. Ez csak úgy valósítható meg, ha a növénytelepítések kivitelezését e célnak alárendelve a lehető legnagyobb odafigyeléssel, megfelelő szaporítóanyaggal és a folyamatos utógondozás biztosítása mellett végezzük.

Fasorok kialakítása és pótlása céljára elsősorban sorfa, csoportos telepítés estén parkfa és suháng minőségű szaporítóanyag ültetése javasolható. A méretbeli különbség, a szabadgyökerű vagy földlabdás csemeték között a piaci ár jelenetős beszerzési tényezővé vált. A suhángok száz forintos értékétől a sorfák néhány ezer és akár százezer forintos árai között változnak. A szaporítóanyag megválasztását az anyagi és műszaki lehetőségek is befolyásolják, de mérlegelni kell, hogy a fejlettebb csemetéhez kisebb utógondozási költség és jobb megmaradási ráta társul.

A növénytelepítési tervek alapján a fák és fasorok helyét karókkal ki kell jelölni. A kijelölt területen az ültetés időpontjától függetlenül a terület előkészítését el kell végezni. Felújítandó erdősávok vagy fasorok esetén ez főként az időközben odakerült idegen anyagok (hulladékok) eltávolítását és a szükséges terület kaszálását jelenti.

A csemeték ültetésének legjobb időpontja a kora ősz, amikor a lomb már lehullott a csemetékről, de a fagyok veszélye még nem fenyeget. Az október végén, november elején ültetett facsemeték gyökérzetének sebei a tél folyamán behegednek, és tavasszal erőteljes fejlődésnek indulnak. A később ültetett csemeték azonban ki vannak téve annak a veszélynek, hogy sebei nem parásodnak és tavasszal nehezen erednek meg. Gondos munkával a tavasszal ültetett fák is biztonságosan megerednek, ha az ültetésre a fagyok elmúltával kerül sor. Az ültetést rügyfakadás előtt be kell fejezni, mert a később ültetett csemeték meggyökeresedése már nehéz.

Lombos fák esetén 1×1×1 méteres, míg cserjék számára 0,4×0,4×0,4 méteres, a nagyobb növésű cserjékhez vagy törmelékes talajon 0,6×0,6×0,6 méteres ültető gödröt célszerű alkalmazni. Szerencsés esetben, például útpálya rekonstrukció esetén, ahol a nyomvonal is változott, rendelkezésre állhat humuszban gazdag feltalaj, amelyet a gödörből kiásott talajjal keverve javítható az út menti talaj minősége. Ha a talaj idegen és káros anyagokban gazdag (építési törmelékkel kevert, magas só- vagy olajtartalom), talajcserét kell alkalmazni a kiásott gödörben, idegen termőtalajjal kell feltölteni. A feltöltésre használt talajt szerves trágyával és komposzttal javíthatjuk, ezzel hosszútávra biztosítható a csemete jó tápanyag és vízellátása. Cserjesávok esetén a feltalaj foltokban vagy sávokban az ültetési mélységig kiemelhető, majd termőföld terítésével pótolható. (SCHMIDT - VARGA, 2004)

A visszatemetést követően a tömörödéssel számolva a földet a fa tövével 20-30 centiméterre fel kell kupacolni. Később a földkupacból tavasszal tányér alakítható ki, amely 5-10

cm magas peremmel megakadályozza az öntözővíz szétfolyását. A földlabdás és konténeres csemeték telepítésekor a burkolóanyagot ültetés előtt meg kell lazítani, a gödröt és a földlabdát vízzel kell átítani.



53. kép: A karózás hiányában az állandó, erős szél deformációt okozhat (a szerző felvétele)

A szabad gyökerű csemeték ültetés során elveszthetik gyökereik egy részét, fejlődésük érdekében metszéssel kell egyensúlyba hozni azt a föld feletti részekkel. Az ültetés utáni metszéssel kezdődik a fa koronaalakítása, a vezérvessző és a 2-4 oldalvessző kiválasztása. Az erőteljes visszametszés erőteljes hajtásképződést eredményez, amely már meghatározó az ágrendszer kialakítása szempontjából. A földlabdával telepített csemetéket ültetés után nem kell visszavágni, kivéve a továbbnevelt

fákat, amelyeket a csupasz gyökerűekhez hasonlóan vissza kell metszeni a gyökérszettel arányosan. A csemetéket és a fejlődő fákat keveset és csak szükség esetén kell metszeni. Figyelembe kell venni a természetes növekedési jellegüket, elsősorban a fejlődési hibákat és rendellenességeket kell kezelni.

A magas törzsű vagy erős szélnek kitett csemetéket karózni kell. A karót vagy karókat úgy kell elhelyezni, hogy a veszélyes szélirányból nyújtson védelmet. Olyan hosszú karót kell alkalmazni, amelyik legalább 15-25 centimétert belenyúlik a koronába. A karózás fenntartása hasonlóan fontos feladat, mint az öntözés vagy a metszés. Szélveszélyes szakaszokon a karózást vagy kikötést még a sorfák esetében is meg kell valósítani legalább 3 irányból, de lehetőség szerint ezen túl is, vagy amíg biztonságosan megállapítható, hogy a fatörzs szél hatására történt meghajlása már nem befolyásolja a közlekedés biztonságát.

A fasorok utógondozása elsősorban az ültetést követő években az öntözést, a karózást, az egyedi védelem fenntartását és az elszáradt egyedek pótlását jelenti. Az öntözéshez biztosítani kell a gyommentes tányér fenntartását vagy a felszínről a gyökérszintbe vezető műanyag öntözőcső eltömődésének megakadályozását. A karózás a mechanikai hatások (pl. kaszálás) ellen is védi a fák törzsét, ezen kívül perforált műanyag csővel, drótfonattal vagy textil burkolóanyaggal biztosítható a vadrágás elleni védelem. A kiültetett csemeték védelmére anyagi források híján nem biztosítható összetett megoldás (54. kép), de a karózás és a fiatal törzs védelme nélkülözhetetlen.



54. kép: Túlzott védelem? (BOSKY, 2008)

4.9. Az alkalmazandó fafajok kiválasztása

Vizsgálataim elsődleges céljai között nem szerepelt az alkalmazható fafajokra való javaslatétel, de terepi tapasztalataim arra sarkalltak, hogy a vizsgált fásítások bevált fafajait felsorolásszerűen ismertessem és a szakirodalomból ismert ilyen jellegű fásításokra ajánlott számos faj mellett különböző okokból egyetértésemet fejezzem ki.

Számos szerző és szerkesztő ajánlása alapján megismerve az útmenti fásításokhoz javasolt fa- és cserjefajokat, valamint tanulmányozva a kistérség fásításait, véleményem szerint minden fásításnál a környezeti feltételeknek legjobban megfelelő fajok megválasztása kívánatos. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a szélsőséges „termőhelyi” feltételek kedvező irányba mozdításával nem kell foglalkozni. De a helyesen megválasztott fásítástól sem indokolt elvárni azt, hogy minimális fenntartási munkák mellett a legnagyobb hasznot és esztétikai élményt hozza. Még a szárazság és savanyúságtűrő fajok esetében is szükséges a legjobb kezdeti (ültetési) feltételek biztosítása, védelmük, környezetük és állapotuk folyamatos felügyelete, és szükség esetén beavatkozások kivitelezése.

Az útfásítások során alkalmazott növényfajoknak mindenekelőtt három szempontot kell kielégíteniük: ökológiai-, funkcionális- és esztétikai megfelelőség. Ezen szempontok részletes ismertetésével és a fafajok alkalmazási lehetőségeivel számos kiadvány foglalkozik, mint például KONKOLYNÉ (1997) „Fasor és sövénytelepítési útmutató” című jegyzete vagy a SCHMIDT - VARGA (2004) szerzőpáros „Famutató” című könyve.

A fajok megválasztását számos objektív és szubjektív tényező is befolyásolja. Az előbbieket közül ilyen jellemzők a fák vagy cserjék növekedési üteme, várható magassága, ágsűrűsége, a lombkorona alakja, a fatörzs átmérője vagy a környezetszennyezéssel szembeni ellenállósága. Ezek megválasztását a rendelkezésre álló terület nagysága és a fásítási cél egyértelműen meghatározza. Annak eldöntése, hogy a választott faj tájbaillő-e, már rendelkezik némi szubjektivitással. Ha az útkörnyezetet mint épített tájjelemt nézzük, szélesebb körben válogathatunk a fa- és cserjefajok között. De amikor a fásítások tájbaillesztése a cél, nélkülözhetetlen, hogy a fa- és cserjefajok hasonló összetételben és mintázatban jelenjenek meg az út környékén, mint annak tágabb környezetében, a kis-, közép- vagy nagytáji léptékben. A 42. mellékletben gyűjtöttem össze a tapasztalataim szerint alkalmazható és a kipróbálásra érdemes fajokat. (GERZSON et AL.)

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Doktori tanulmányaim kezdetekor egyik célom az volt, hogy aktualizáljam az Erdőmérnöki Karon oktatott út menti fasorokkal és hófogó sávokkal kapcsolatos ismereteket. A mezővédő- és hófogó erdősávokkal kapcsolatos munkáimon keresztül jutottam el az út menti fásítások vizsgálataihoz. Gyakorló sofőrként számtalanszor nyílt lehetőségem megfigyelni az útkörnyezetben zajló időjárási eseményeket és a fásításoknak a közlekedésre gyakorolt hatásait. Kutatásaimmal azt is be szerettem volna bizonyítani, hogy a fásításokkal szemben támasztott igények nagyot változtak az elmúlt évtizedekben, ezért maguknak a fásításoknak is változniuk kell.

Dolgozatom korlátozott terjedelméből adódóan számos fontos kérdésre nem tudtam vagy kompetencia híján nem is akartam kitérni. Ezek közül kiemelendő az út menti fasorokkal való gazdálkodás lehetőségének kérdése, amellyel megfelelő anyagi források mellett megoldható lenne a fasorok, hófogó sávok vagy sövények fenntartása és felújítása. A nyereségre törekvő gazdálkodás során például biztosítható lenne a fatörzsek biztonságos mellmagassági átmérő alatt tartása rövidebb vágásfordulókkal, a fasorok átalakítása a lehető legnagyobb oldal- és törzstávolságok kihasználásával.

Az út menti fasorok és erdősávok jövőbeli telepítését és felújítását a közlekedésbiztonság növelésének szem előtt tartása mellett kell végezni. Törekedni kell arra, hogy a kívánt 10 méteres biztonsági zónából, az elnéző padkából minél több megvalósítható legyen. A fasorokat úgy kell átalakítani, hogy a pályaelhagyó járművek minél kisebb eséllyel ütközzenek fatörzsnek és lehetőség szerint cserjesávok is segítsék a járművek lassulását. Nem szabad elfelejteni, hogy a fásításokat a közlekedés védelme érdekében sem szabad túlzásba vinni, csak olyan mértékben kell alkalmazni, amely nem veszélyezteti a közlekedés akadálymentességét. A hófogó erdősávok hasznos tulajdonságai mellett tekintettel kell lenni arra is, hogy bármilyen kiemelkedő út menti objektum – legyen az fasor, szalmabála vagy domborzati forma – is az áramlások megváltozásához vezethet. Nemcsak a közút és a fásítások fizikai jellemzőit kell részletesen ismerni, hanem egyéb környezeti feltételeket is. Ezek megismeréséhez az éghajlati adottságok lehető legrészletesebb vizsgálata vezethet, amelyben nagy szerepet játszanak a légáramlási viszonyok is.

TÉZISEK

1. **Megállapítottam, hogy az erdősávok széláteresztő képessége az erdősáv szélnek kitett illetve szélvédett oldalán mérhető porozitás (P) alapján minősíthető.** Az erdősávok két oldalán mért nyitott és zárt felület aránya számszerűsíthető, a két érték viszonyából következtethetünk a szélesebb erdősávon belüli alakulására. Ha a szélvédett oldal és a szélnek kitett oldal porozitásának hányadosa (P_v/P_k) 1,6-5,0 intervallumban van, jó szerkezetű erdősávról van szó. A korábban használt áttörtségi érték helyett egyszerűen és pontosan meghatározható mérőszámokat kapunk az erdősáv jellemzésére. Míg az áttörtségi tényező (L) – az erdősáv előtt és azt követő – szélmerések alapján számítható érték, és nem vizsgálja az erdősáv belső szerkezetét, addig a porozitás a törzstér sűrűségének változását veszi figyelembe.
2. **Megállapítottam, hogy a fasorok és erdősávok fájának úttól mért távolsága közlekedésbiztonsági szempontból, legalább 10 méter kell hogy legyen. A fasoron belüli tőtávolság legalább 20 méter, vagy legfeljebb a kifejlett lombkorona átmérőjének kétszerese lehet. A fák mellmagassági átmérője 10-30 centiméter között tartandó.** Így válik garantálhatóvá a legnagyobb biztonság, amellett, hogy az út menti fásítások megőrizték fasor jellegüket is. Amennyiben a biztonságos oldaltávolság nem teljesülhet, a rendelkezésre álló területen a legnagyobb oldaltávolságot kell fenntartani. Az átmérőjükönél fogva veszélyessé vált fák eltávolítása, az oldal- és törzstávolságok növelése tervszerű gazdálkodással átalakítható és fenntartható.
3. **Az erdősávok vizsgálatakor megállapítottam, hogy a tagolt szerkezet turbulenciakeltő tulajdonságából fakadóan a hiányos, szélbeeresztő, lépcsőzetes vagy többszintes állományok jobb hófogó képességgel rendelkeznek, mint a hagyományos háromszög vagy trapéz keresztmetszetűek, ahol a lombkoronák átmenete egyenletes kontúrral valósul meg.** A hiányos és tagolt hófogó erdősávok hófogó képessége 2-3 szorososa is lehet egy szabványos hófogó erdősávénak. A hófogó erdősávokat vizsgálva megállapítottam, hogy szélnek kitett oldaluk mindenképp sűrűbb kell hogy legyen, mint a szélvédett oldal. Kimutattam, hogy az erdősávokat hófogó képességük növelése érdekében a kitett oldalon elkülönülő fasorral vagy cserjesávokkal célszerű kombinálni. A statisztikai módszerekkel végzett hófogó-képesség elemzés rámutatott, hogy a sáv előtti és azt követő deponált hó mennyiségre az erdősáv közelében elhelyezkedő vonalas fásítások kedvezően hatnak.

4. **A fasort alkotó fák úthoz viszonyított elhelyezkedése, a szerkezeti állapotukat leíró fizikai jellemzők és a megfigyelések felhasználásával számolt veszélyességi tényező (V_f) alkalmas a fasorok egyes szakaszainak és a különböző útszakaszok fásításainak balesetvédelmi szempontból tekintett fenyegetésének összehasonlítására.** A veszélyességi tényező képlete a következő: $V_f = d_{1,3} / (L_u * D_t) + K$ (A képletben $d_{1,3}$ a fasor fájának mellmagassági átmérője, L_u az úttól mért távolság, D_t a tőtávolság és K az ágasság, az egészségügyi állapot és egyéb tényezők függvényében számított korrekciós tényező.) Kimutattam, hogy a veszélyességi tényező segítségével meghatározható a fasorok közlekedésre irányuló lehetséges káros hatásainak valószínűsége. Amennyiben a rendelkezésre álló terület nem engedi meg a fasorok biztonságos fenntartását, helyettük más fásítási módszert kell alkalmazni (cserjesáv, cserjés fasor).
5. Hófogó erdősáv alkalmazása esetén a forgalmi sáv szélétől mért távolság szegéllyel legalább 7 méter, szegély nélkül 10 méter, de a 20 métert meghaladó oldaltávolságnál nagyobb helykihagyás nem indokolt. A veszélyes irányú szélnek kitett oldalán két cserjesorból, majd két-három fasorból, és a védett oldalon egy cserjesorból álló 5-6 méter széles erdősávnak alkalmazása elegendő hófogó sávként. Az ennél szélesebb erdősávnak – védelmi szerepén túl – fatermesztési célt is kell szolgálnia, hogy a telepítése gazdaságilag indokolt legyen.
6. A hófogó erdősávok elemzése alapján azt a következtetést vontam le, hogy az erdősávok folyamatos védelmi hatása csak akkor biztosítható, ha a felújításuk megvalósításakor is biztosítottak maradnak a védelmi szerepek. Az erdősávok felújítására több módszert is meghatároztam, ezek között a kisebb sérülést okozó, pontszerű vagy csoportos, szállaló jellegű megoldások a legkíméletesebbek; de gépesíthető, fasorok vagy erdősávrészek kivágásával is kialakíthatóak, a megmaradó – erdősáv rész védelmi hatását élvező – felújítandó területek.

Takács Viktor
Útfásítások közlekedésbiztonsági vizsgálata
a Sopron-Fertőd kistérség területén

Kivonat

Néhány évtized alatt nagyot változtak a közúti közlekedéssel, ezáltal a közút tartozékaival szemben támasztott követelmények és igények is. Amíg korábban a fasorok jelölték az út szélét, napjainkban szerepük a közlekedésbiztonság, mint elsődleges szempont miatt, fokozatosan háttérbe szorul. Az útmenti fásítások ma is szerves részét képezik a közútnak, hatással vannak a közlekedési pályára, annak közvetlen környezetére és a közlekedés résztvevőire is. A közutak terheltségének növekedése, a közlekedésbiztonság javítása és a gazdasági lehetőségek egyaránt indokoltá teszik a közútfásítási előírások folyamatos felülvizsgálatát, a beavatkozások megvalósítását és az útfásítások hosszú távú fenntartáshoz nélkülözhetetlenek tűnő gazdálkodási rendszer alapjainak kialakítását.

A disszertáció a Sopron-Fertőd kistérség két főútjának fásításain, hófogó- és mezővédő erdősávok vizsgálatain keresztül tárja fel az útmenti fásítások átalakítása és felújítása során alkalmazható eljárásokat. A mérési eredményekre és terepi megfigyelésekre alapozott javaslatok segítik az utat kísérő fák veszélyességének csökkentését úgy, hogy megoldást jelentenek a fasorok és hófogó erdősávok felújítására, valamint útmutatást adnak az új fásítások telepítésekor.

A klasszikus fasorok esetén a legfontosabb feladat a fatörzsek forgalmi sáv szélétől mért távolságának a helyi adottságok szerinti növelése. Ez általában csak 1-2 métert jelent, de bizonyítottan hozzájárul a balesetek számának csökkenéséhez. A fasor törzstávolságainak növelése nélkülözhetetlen. Az általában 4-8 méteres tőtávolságok legalább 20 méteresre kell növelni. A fatörzsek biztonságos távolságba történő telepítése mellett a fenntartási munkák feladata a közlekedési úrszelvény tisztántartása és a fásítások káros hatásainak elhárítása.

A hófogó erdősávok elsődleges célja a hófúvások kialakulási lehetőségének csökkentése, ami a megfelelő védelmi távolság betartásával és a hófogó-hómegetartó képességhez leghatékonyabb szerkezet fenntartásával érhető el. Az út szélétől mért 10 méteres lerakósáv a szélnek kitett oldalra telepített sövényvel vagy fasorral optimalizálható az erdősáv működéséhez.

A közútkísérő fásítások fafajainak megválasztása különleges kérdés, mert számos feltételnek (szélsőséges talajviszonyok, levegőszennyezés, szélnyomás, stb.) kell, hogy megfeleljenek. A tájbaillőség és az őshonosság mellett a kifejlett egyed alakja és méretei is mérvadóak. Bár helyes választással csökkenhetnek a fenntartási költségek, de az egészséges és biztonságosan „üzemeltethető” fásítások záloga a telepítési és az ápolási munkák maradéktalan megvalósulítása.

Viktor Takács

Analysis of traffic safety of roadside afforestations in the Sopron-Fertőd Region

Abstract

Besides creasing load of public road-system and poor financial support, the accessories of roads like roadside forestations should secure the safety of traffic. By windbreak-, shelterbelts- and tree alley studies, the dissertation takes focus on the possibilities of renewal, reformation and utilization methods of afforestation on extreme site conditions along the examined road-sections. Although trees and forested areas along roads have positive functions like defending against snowdrift, and they must agree with several specifications, nowadays the roles of trees have to take a backseat after traffic-safety. Insuring the minimum 10 meters secure distance of tree stems from the traffic line, the adequate distance (minimum once, maximum twice the height of trees) between stems in the row, proper tree species and suitable maintenance all together are able to guarantee the conformance, development and sustainability of roadside afforestations.

FELHASZNÁLT IRODALOM

1. ÁBRAHÁM, 1972 Ábrahám, K. (1972): Útmenti fásítások tervezéseinek műszaki irányelvei. – Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 127-144. pp.
2. ÁESZ, 2002 Magyarország erdőállományai, 2001. – Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
3. ANDRÁSSY, 2003 Andrassy, J. (2003): Faállományok szélklimája. – Diplomaterv, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Sopron.
4. BARNA, 2004 Barna, T. (2004): Miért van szükség erdősávrendszerekre? – Növényvédelmi tanácsok. XIII./2. 38-39. pp.
5. BARNA, 2007 Barna, T. (2007): A dél-békési erdősávrendszerek megvalósíthatósági koncepciója. – KEFAG Rt., Kecskemét, 25 pp.
6. BÉKY, 1942 Béky, A. (1942): Útmutatás az Alföld fásításának munkájához. – Beke-nyomda, Debrecen, 101-105. pp.
7. BÍRÓNÉ, 2005 Bíróné, K. A. (2005): Bioklimatológia. – Előadásjegyzet, Debreceni Egyetem TTK, Debrecen.
8. CLATTERBUCK, 1999 Clatterbuck, W. K. (1999): Tree susceptibility to salt damage. – Agricultural Extension Service, Tennessee, US. 4 p.
9. CSIZMADIA, 1981 Csizmadia, I. (szerk., 1981): Tervezési segédlet. Mezőgazdasági nagyüzemek erdősítése és fásítása. – MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest, 55-57. pp.
10. DANSZKY, 1972 Danszky I. (szerk., 1972): Erdőművelés I. – Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat, Budapest, 420-448 p.
11. DOBOS, 1972 Dobos, T. (szerk., 1972): Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet. – EFE jegyzet, Sopron, 47-49. pp.
12. EBPRD, 2005 D06 (2005): European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads. – European Community R&TD Project, 5th Framework Programme „Growth”, Project „RISER” GRD2/2001/50088. 96 pp.
13. EBPRD, 2003 D08 (2003): European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for Maintenance and Operations of Roadside Infrastructure. – European Community R&TD Project, 5th Framework Programme „Growth”, Project „RISER” GRD2/2001/50088, 33 pp.
14. EPD-HD, 2003 Environmental Protection Department - Highways Department (2003): Guidelines on design of noise barriers. – Second Issue. Government of Hong Kong SAR, 3-5. pp.
15. FALKENBERG et AL. 2003 Falkenberg, J. A. – Persson, B. – Hojsholt, U. – Rokjaer, A. – Wahid, M. – Andersen, J. S. (2003): Characterization of urban soil pollution. Report, Danish Environmental Protection Agency, Copenhagen, 12 p.
16. FI, 1999 Fi, I (1999): Úttervezés. – Jegyzet, BME, Budapest, 126-133. pp.
17. FI, 2002 Fi, I. (2002): Utak és környezetük tervezése. – BMGE, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 364 pp.
18. FILE, 2006 File, S. (2006): Fehér akác, mint energianövény. – Előadásjegyzet, Holland Alma Kft., Píricse, 36 pp.
19. FLEMMING, 1964 Flemming, G. (1964): Das Klima an Waldbestandsrändern. – Ber 71 Hidrologischer Dienst DDR, Berlin.
20. FMTR, 2000 Fővárosi Mérnöki Tervező Rt. (2000): 85. sz. főközlekedési út V. szakasz 65+625,52-70+500 (Pereszteg–Nagyecenk) korszerűsítése. – Budapest.
21. FODERMAYER, 2000 Fodermayer, Á. (2000): 85. sz. főút reaktivációs terve. – Komárom-Esztergom Megyei Parképítő és Kertészeti Rt., Tata.
22. FRITSCHEN et AL. 1969 Fritschen, L. J. - Driver, C. H. - Avery, C. - Buffo, J. - Edmonds, R. - Kinerson, R. - Schiess, P. (1969): Dispersion of air tracers into and within a forest domain. – Tech Rep Atmosph Sci Lab Ft Huachuca, AZ
23. GÁCS - KATONA, 1998 Gács, I. – Katona, Z. (1998): Környezetvédelem. – Jegyzet, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest.

24. GÁL - KÁLDY, 1977 Gál, J. - Káldy, J. (1977): Erdősítés. – Akadémiai Kiadó, Budapest, 640 pp.
25. GÁL, 1961 Gál, J. (1961): Az erdősávok hatása a szél sebességére. – Erdészettudományi Közlemények, 2. 5-20 p.
26. GÁL, 1972 Gál, J. (1972): A mezővédő fásítások tervezési és kivitelezési irányelvei. – Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem, EFE Erdőmérnöki Kar, Sopron, 47-59. pp.
27. GATTI et AL. 2007 Gatti, G. – Polidori, C. – Mallschützke, K. – Van de Leur, M. – Dietze, M. – Ebersbach, D. – Lippold, Ch. – Weller, G. – Wyczynski, A. – Iman, F. (2007): Safety Handbook for Secondary Roads. – RIPCORDER-ISEREST Road Infrastructure Safety Protection, Increasing safety and reliability of secondary roads for sustainable Surface Transport. Politecnico di Bari, 162 pp.
28. GERZSON et AL. Gerzson, L. - Schmidt, G. - Tóth, I. (szerk., dátum nélkül): Korszerű településfásítás. – TOPen Bt., 20 pp.
29. GORICSÁN, 2004 Goricsán, I. (2004): Szennyezőanyagok légköri terjedésének modellezése szélcsatornában. – Előadásjegyzet, BME, Budapest.
30. GÖNYEI, 1961 Gönyei, G. (1961): Korszerű közúti fásítás és tájrendezés. – Közlekedési Dokumentációs Vállalat, Budapest, 1961, 68 p.
31. GRIEGEL, 2003 Griegel, A. (2003): Kertgyógyítás. – Silvanus Kiadó, Fertőszentmiklós. 161 p.
32. GROß, 1993 Groß, G. (1993): Numerical simulation of canopy flows. – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
33. HOLDREN, 1990 Holdren, J. P. (1990): Nem vész el, csak átalakul? – Tudomány 6. évf. 11., 114-122. pp.
34. HOLLÓ et AL. 2000 Holló, P. - Kajtár, K. - Schwáb, J. (2000): Az út menti fasorok és a pályaelhagyásos balesetek egyes összefüggései. – Közúti és Mélyépítési Szemle, 50. évf. 10. szám, 358-365. pp.
35. HOLLÓ, 2005 Holló, P. (2005.): Különböző közúti közlekedésbiztonsági intézkedésekkel kapcsolatos költségek és elérhető hasznok. – Közlekedéstudományi Szemle, LV. évf. 10. szám, 362-373. pp.
36. IVELICS et AL. 2008 Ivelics, R. - Barkóczy, Zs. - Marosvölgyi, B. (2008): Energetikai faültetvények ökonómiai elemzése. - Energetikai Faültetvények III., 6 pp.
37. IVELICS - TAKÁCS, 2005 Ivelics, R. - Takács, V. (2005): Erdősávok hiánya - energetikai faültetvények, mint erdősávok. – Erdészeti Lapok, CXL. 10. sz., 290-291. pp.
38. JÁMBOR, 1982 Jámbor, I. (1982): Zöldfelületrendezés. – Kertészeti Egyetem. Jegyzet, 181. p.
39. JÓZAN, 2000 Józán, T. (2000): 85. sz. főút (Kapuvár-Fertőszentmiklós) 44,9-53,9 mk sz. közötti szakaszának növénytelepítési terve. – Komárom-Esztergom Megyei Parképítő és Kertészeti Rt., Tata.
40. KÁDÁR, 1993 Kádár, I. (1993): Adatok a közlekedés, település és az ipar által okozott talajszennyezés megítéléséhez. – Növénytermelés 42., 185-190. pp.
41. KERESZTESI, 1991 Keresztesi, B. (1991): Forestry in Hungary 1920-1985. – Akadémiai Kiadó, Budapest. 477 p.
42. KONDORNÉ, 2004 Kondorné, Sz. M. (2004): Fás biotópok szerepe a mezőgazdaságban, vadgazdálkodásban és természetvédelemben. – Szigorlati dolgozat, NYME Erdőmérnöki Kar, 20 pp.
43. KONKOLYNÉ, 1997 Konkolyné, Gy. É. (szerk., 1997): Fás és sövénytelepítési útmutató. – Soproni Egyetem, 32 pp.
44. KONKOLYNÉ, 2004 Konkolyné, Gy. É. (2004): A zöldfelületek és a zöld hálózat. – in Schmidt, G. - Varga, G.: Famutató. Hillebrand Nyomda Kft., Sopron. 82-83. pp.
45. KÖZÚT, 2007 Magyar Közút Kht. (2007): <http://web.kozut.hu/index.php?id=8812> (letöltve: 2007.09.10)
46. LÁDY, 1952 a Lády, G. (1952): Országfásítás. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 92-93. pp.
47. LÁDY, 1952 b Lády, G. (1952): Mezővédő fásítások a szovjet természetátalakító terv nyomdokán. – Az Erdő, 3-4. füzet.
48. LAJOS, 2004 Lajos, T. (2004): Az áramlástan alapjai. – Műegyetemi Kiadó, Budapest.

49. LEIGHTON, 1961 Leighton, P. A. (1961): Photochemistry of Air Pollution. Academic Press, New York, 1961. IX, 300 pp.
50. LINDENBACH, 2003 Lindenbach, A. (2003): Strassen und Eisenbahnwesen II. BMEEOUV-N40, 74. p.
51. MAGYAR KÖZLÖNY, 1950 2500/1950. XII. 1. B. M. sz. rendelet. – Magyar Közlöny, 196. szám
52. MAROSI - SOMOGYI, 1990 Marosi, S. - Somogyi, S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere I. – MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 386-417. pp.
53. NOVOSZÁTH, 1973 Novoszáth, J. (szerk., 1973): A közúti jégmentesítés és annak káros hatásai. – Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, Budapest, 86 p.
54. NÜTZMANN, 1999 Nützmann, E. (1999): Modellierung des turbulenten Austausch zwischen der Prandtl-Schicht und der Waldatmosphäre. – Doktori disszertáció, Georg-August-Universität, Göttingen.
55. PFAU, 2002 Pfau, E. (2002): Gabonatermesztés ökonómiája. – Előadásjegyzet, Debreceni Egyetem, 26 pp.
56. PINTÉR, 2000 Pintér, G. (2000): 85. sz. főút korszerűsítése az 57+987.37-65+625.52 km. sz. között. Módosított zöldfelület. – Prenor Kft., Szombathely
57. RADÓ, 1999 Radó, D. (1999): Bel- és külterületi fasorok EU-módszer szerinti értékelése. – A Lélegzet, 1999/7-8. 20 p.
58. RADÓ, 2004 Radó, D. (2004): Az út menti növényzet szűrő hatása. – Lélegzet XIV. 1.
59. RISER, 2006 RISER (2006): Roadside Infrastructure for Safer European Roads. – Final Publishable Report. European Community R&TD Project, 5th Framework Programme „Growth”, Project „RISER” GRD2/2001/50088. 58 pp.
60. ROTH, 1953 Roth, Gy. (1953): A magyar erdőművelés különleges feladatai. – Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 189-190. pp.
61. SAFESTAR, 1998 SAFESTAR (1998): Safety standards for road design and redesign. – European Community R&TD Project, 4th Framework Programme, RO-95-SC.0204
62. SCHMIDT - VARGA, 2004 Schmidt, G. - Varga, G. (2004): Famutató. – Hillebrand Nyomda Kft., Sopron, 203 pp.
63. SZÁSZ - TÖKEI, 1997 Szász, G. - Tökei, L. (szerk. 1997): Meteorológia. – Mezőgazda Kiadó, Budapest.
64. SZINI, 1972 Szini, B. (1972): A közutak, közlekedési útvonalak és a környezet kapcsolata. – Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 115-125. pp.
65. SZLIVKA, 1998 Szlivka, F. (szerk. 1998): Hő- és áramlástechnika. – Előadásjegyzet, BME, Budapest.
66. TAKÁCS - FRANK, 2005 Takács V. - Frank N. (2005): Shelterbelts ensure the multifunctionality on cultivated fields and diversify the landscape of Small Hungarian Plain. – Multifunctionality of Landscapes - Analysis, Evaluation, and Decision Support, Justus-Liebig-University Giessen (Germany)
67. TAKÁCS – FRANK, 2007 TAKÁCS, V.-FRANK, N. (2007): Erdősávok áttörtségének meghatározása: az elmúlt fél évszázad alkotásai a digitális technika lehetőségeinek tükrében. – 2005. évi Kutatói Nap kiadványa, Alföldi Erdőkért Egyesület, Kecskemét, 62-67. pp.
68. TAKÁCS, 1983 Takács, M. (1983): Az ólomtartalom változásának vizsgálata az Általér környezetvédelmi modellterület néhány talajtípusán. – Agrokémia és Talajtan 32., 510-513. pp.
69. TAKÁCS, 2003 Takács, V. (2003): A sopronhorpácsi mezővédő erdősávrendszer állapotfelmérése, a további hasznosítás lehetőségeinek vizsgálata. Diplomaterv, Sopron, 2003.
70. TAKÁCS, 2004 Takács, V. (2004): A sopronhorpácsi mezővédő erdősávrendszer állapotfelmérése, a további hasznosítás lehetőségeinek vizsgálata. – Erdészeti Lapok, CXXXIX. 127-130. pp.
71. TAKÁCS, 2005 Takács, V. (2005): Green lines and structured land use in north-western Hungary. – Greenways, Conference Presentations, Sopron, 71-82. pp.

72. TIHANYI, 1972 Tihanyi, Z. (1972): Útmenti fásítások tervezésének végrehajtása. – Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 157-168. pp.
73. TIHANYI, 1991 Tihanyi, Z. (1991): Erdősítés. – Erdészeti és Faipari Egyetem, kézirat, Sopron, 241-261. pp.
74. TOMPA, 1972 Tompa, K. (1972): Az útmenti fásítások tervezéseinek erdészeti irányelvei. – Erdészeti tájrendezés és környezetvédelem B. kötet, Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron, 145-156. pp.
75. TOMPA, 1999 Tompa, K. (1999): Az útfásítás is mostohagyermek lett. – Erdészeti Lapok, CXXXIV. évf. 9. sz., 286-287. pp.
76. TÓTH, 2004 Tóth, L. (2004): A szél energetikai célú jellemzése, a várható energiatermelés. – Szent István Egyetem, Gödöllő.
77. TÓTH et AL. 2007 Tóth, L. - Tóth, G. - Schrempf, N. (2007): Az újabb fejlesztésű szélérőművekkel a várható energiatermelés meghatározása, energetikai célú szélmérések alapján, Magyarországon. – http://www.szel-mszte.hu/readarticle.php?article_id=4
78. TREAT et AL. 1977 Treat, J. R. – Tumbas, N. S. – McDonald, S. T. – Shinar, D. – Hume, R. D. – Mayer, R. E. (1977): Tri-level study of the causes of traffic accidents. Volume I: Casual factor tabulations and assesment. – Final report (No. DOT-HS-034-3-534). Washington, National Highway Traffic Safety Administration.
79. TULIPÁN, 2004 Tulipán, G. (2004): A zajhatások vizsgálata a közlekedés területén. – Közlekedéstudományi Szemle, LIV. évf. 1. szám, 22-27. pp.
80. UTAK, 2006 Utak, Gyakorlati segédlet (2006). – BME-UVT, Budapest, 15-32. pp.
81. VDI, 2000 VDI 3783 PART 12 (2000): Environmental meteorology, Physical modelling of flow and dispersion processes in the atmospheric boundary layer. – VDI/DIN- Reinhaltung der Luft, Band 1b. Handbuch

Internetes Hivatkozások

82. BME, 2005 BME Áramlástan Tanszék (2005): <http://Simba.Ara.Bme.Hu/Oktatas/Letolt/Ea7.Doc>
83. BOSKY, 2008 Bosky trees (2008): www.boskytrees.co.uk/images/IMGplanting.jpg
84. BUCKEYE, 2007 Buckeye Forest Council (2007): http://www.buckeyeforestcouncil.org/Winter1999/Articles/air_forest.html
85. CFS, 2007 Canadian Forest Service (2007): http://www.pfc.forestry.ca/diseases/ctd/Group/Abiotic/lrg_images/fig64h.gif
86. FDF, 2007 Florida Division of Forestry (2007): http://www.fl-dof.com/Pubs/Insects_and_Diseases/injury_stress.htm
87. GAISMA, 2008 <http://www.gaisma.com/en/>
88. GARDINER, 2003 Gardiner, B. (2003): Airflow over forests and forest gaps. – http://www.bwea.com/pdf/trees/Barry_Gardiner.pdf
89. GOOGLE EARTH <http://earth.google.com/>
90. HUSZVAI et AL. 2004 Huszvai, L. - Rajkai, K. - Szász, G. (2004): Az agroökológia modellezéstechnikája. – <http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b114/index.html>
91. KSRE, 2007 K-State Research and Extension (2007): http://www.oznet.k-state.edu/entomology/extension/KIN/KIN_2006/kin-9/Chlorosis.jpg
92. MÁTYÁS et AL. 2005 Mátyás, Cs. et al. (2005): Erdészeti ökológia. – <http://www.hik.hu/tankonyvtar/site/books/b137/index.html>
93. MICROSIMULATION, 2007 <http://www.microsimulation.drfox.org.uk/paramics1.jpg>
94. NDSR, 2006 IP/06/1316 (2006): New directives for safer roads in the EU. – http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/index_en.htm

95. MILJØSTYRELSEN, 2004 Miljøstyrelsen (2004): Diffuse Soil Pollution and Traffic. – <http://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2004/87-7614-216-7/html/sum.htm>
96. NIX, 2007 Nix, S. (2007): Common Non-infectious Tree Diseases. – http://forestry.about.com/od/forestdiseases/p/abio_tree_dis.htm
97. PHANEUF et AL. 2004 Phaneuf, T. J. - Jackson, P. L. - Wang, Y. - Novak, M. D. (2004): Two and three dimensional numerical airflow modelling along forest edges. – http://ams.confex.com/ams/AFAPURBBIO/techprogram/paper_79957.htm
98. RUCK, 2008 Ruck, B. (2008): <http://www.ifh.uni-karlsruhe.de/science/aerodyn>
99. SAGERS, 2003 Sagers, L. (2003): Tree diseases. – http://ag.utah.gov/plantind/utahpest/tree_diseases/tsld062.htm
100. TONIBACSI, 2007 Tonibacsi (2007): Fasoron túl... – <http://www.amatormuveszek.hu/modules.php?name=News&file=print&sid=60202>
101. USDA, 2008 USDA Forest Service (2008): <http://www.umass.edu/urbantree/factsheets/18roadsalttrees.html>
102. USDT, 1995 U.S. Department of Transportation (1995): Highway Traffic Noise Analysis and Abatement Policy and Guidance. – <http://www.nonoise.org/library/highway/policy.htm>
103. VIZIFLOW, 2008 Fluid Flow Software: <http://www.viziflow.com>
104. WILSON, 1985 Wilson, J. D. (1985): Numerical Studies of Flow through a Windbreak. – <http://faculty.eas.ualberta.ca/jdwilson/jdw52.html>
105. WORRAL, 2007 Worrall, J. (2007): Abiotic diseases. – <http://www.forestpathology.org/abiotic.html>

Törvények, rendeletek

106. 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről
107. 1996. évi LIV. törvény az erdőről és az erdő védelméről
108. 1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről
109. 2000. évi XXXV. törvény a növényvédelemről
110. 30/1988. (IV. 21.) MT rendelet a közúti közlekedésről szóló 1988. évi I. törvény végrehajtásáról
111. 29/1997. (IV. 30.) FM rendelet az erdőről és az erdő védelméről szóló 1996. évi LIV. törvény végrehajtásának szabályairól
112. 253/1997. (XII.20.) kormányrendelet az országos településrendezése és építési követelményekről (OTÉK)
113. 128/1999. (VIII. 13.) kormányrendelet a fák védelméről szóló 21/1970. (VI. 21.) Korm. rendelet módosításáról
114. 88/2000. (XI. 10.) FVM rendelet az Erdőrendezési Szabályzatról
115. ÚT 2-1.163:2005 A külterületi közutak menti fásítás szabályozása a forgalombiztonsági szempontok figyelembevételével
116. ÚT 2-1.201 Közutak tervezése (KTSZ)