

Koronikáné Pécsinger Judit

AZ ÚTKÖRNYEZET HATÁSTERJEDÉST BEFOLYÁSOLÓ
SZEREPE TERMÉSZETI TERÜLETEKEN

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:
Dr. Pájer József
egyetemi docens

Nyugat-magyarországi Egyetem
Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskola
Környezetpotenciál-elemzés program

2008

**AZ ÚTKÖRNYEZET HATÁSTERJEDÉST BEFOLYÁSOLÓ SZEREPE
TERMÉSZETI TERÜLETEKEN**

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
*a Nyugat-magyarországi Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori Iskolája
Környezetpotenciál-elemzés programja

Írta:
Koronikáné Pécsinger Judit

Témavezető: Dr. Pájer József egyetemi docens

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron/Mosonmagyaróvár

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el

Sopron/Mosonmagyaróvár,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	5
1.1	<i>Probléma megfogalmazása és célkitűzés</i>	5
1.2	<i>Kutatási hipotézisek</i>	6
1.3	<i>Fejezetek indoklása</i>	6
1.4	<i>Alkalmazott módszerek</i>	7
1.5	<i>Alapfogalmak</i>	7
2.	Környezeti hatásvizsgálat.....	13
2.1	<i>A környezeti hatásvizsgálatok történeti fejlődése</i>	13
2.2	<i>A környezeti hatásvizsgálat lényege</i>	14
2.3	<i>A környezeti hatásvizsgálatok alapelvei</i>	16
2.4	<i>A környezeti hatásvizsgálat folyamata</i>	17
3.	A környezeti hatások és fajtái	20
4.	Utak környezeti hatásaival foglalkozó külföldi szakirodalmak	22
5.	Utak jellemző hatótényezői	25
5.1	<i>Létesítési (építési) fázis hatótényezői</i>	25
5.2	<i>Üzemelési fázis hatótényezői</i>	34
5.3	<i>Felhagyás fázisának hatótényezői</i>	50
5.4	<i>Baleset, rendkívüli esemény (havária)</i>	51
5.5	<i>Fejezet összefoglalása</i>	51
6.	Hatásviselők	54
6.1	<i>Talaj</i>	54
6.2	<i>Víz</i>	57
6.3	<i>Levegő</i>	58
6.4	<i>Élővilág</i>	59
6.5	<i>Művi elemek (létesítmények, települések)</i>	64
6.6	<i>Táj</i>	64
6.7	<i>Ember</i>	65
6.8	<i>Fejezet összefoglalása</i>	65
7.	A hatásterület.....	67
7.1	<i>Hatásterület típusok</i>	67
7.2	<i>A hatásterületek becslése</i>	69
7.3	<i>A hatásterület érzékenysége</i>	71
7.4	<i>Szemponatok a különféle hatásviselők hatásterületeinek lehatárolására</i>	72
7.5	<i>A fejezet összefoglalása</i>	75
8.	Hatásterjedési jellemzők	77
8.1	<i>A szennyezés hatásterülete és a szennyezőanyagok</i>	77
8.2	<i>Szennyezőanyagok megoszlása az egyes környezeti elemek között</i>	79
8.3	<i>A fejezet összefoglalása</i>	81
9.	Mintaterületi vizsgálat.....	82
9.1	<i>A kutatás alapját képező út bemutatása</i>	82
9.2	<i>Mintaterületi jellemzők</i>	84
10.	Terjedési vizsgálatok.....	86
10.1	<i>Mintavétel</i>	86
10.2	<i>Növényntani felvételezés</i>	87
10.3	<i>Talajtani vizsgálatok</i>	89
11.	Eredmények.....	93
11.1	<i>Növényntani felvételezés</i>	93
11.2	<i>Talajtani vizsgálatok</i>	95

11.3 A fejezet összefoglalása	99
12. Útkörnyezeti típusok meghatározása	101
12.1 Kiemelten érzékeny útkörnyezet	101
12.2 Érzékeny útkörnyezet	102
12.3 Normál útkörnyezet	103
13. Összefoglalás	105
Irodalomjegyzék	109
Táblázatok jegyzéke	114
Ábrák jegyzéke	115
Képek jegyzéke	115
Melléklet I.	116
Melléklet II.	118
Melléklet III.	130

„*Quidquid agis, prudenter agas et respice finem*”
(Amit teszel, okosan tedd és gondold végig)
Gesta Romanorum

1. Bevezetés

1.1 Probléma megfogalmazása és célkitűzés

Magyarország területének egyharmada természeti terület illetve védett természeti terület, s csaknem valamennyi erdőt ide sorolhatjuk. Az ilyen területeken lévő, illetve épülő utak és forgalmuk környezeti hatótényezői közvetlenül veszélyeztethetik a természeti értékeket, a területek természetközeli állapotát. Tényleges károkozás a hatásterületen következhet be. A hatásterület mérete függ a hatótényezők jellegétől és nagyságától, de az útkörnyezet hatáskorlátozó képességétől is. Az utak mentén fellépő hatások különféle hatásfolyamatokat indítanak el az érintett környezetben és annak hatásviselőiben, melyek lefolyását azonban nagymértékben meghatározzák a környezet tulajdonságai, adottságai.

A kutatás célja az, hogy meghatározzuk a természeti területeken lévő utak hatástovábbító közegeit, illetve azok olyan tulajdonságait, amelyek befolyást gyakorolnak a hatásterjedésre. Minél pontosabban ismerjük a hatástovábbító- és korlátozó elemek tulajdonságait, valamint a hatásterületen lezajló folyamatokat, annál pontosabban tudjuk meghatározni a hatások terjedésének távolságát. Ezek az adatok aztán segítséget nyújtanak az utak mentén fellépő hatótényezők káros hatásainak hatékony csökkentéséhez. Cél továbbá az, hogy a környezeti hatásvizsgálatok készítéséhez készüljön egy ellenőrző lista a hatótávolságokra vonatkozóan. Vizsgálataim szerint a hatástanulmányok készítésekor nem fordítanak kellő figyelmet a hatásterület lehatárolására, csak általános értékeket adnak meg a hatótávolságra vonatkozóan. Célom, hogy a hatások terjedését eltérő módon befolyásoló útkörnyezeti típusokat határozzak meg, további segítséget nyújtva ezáltal a hatásvizsgálatok egyik fontos lépéséhez, a hatásterületi lehatárolásához.

Ahhoz, hogy a kutatás céljai teljesüljenek, többek között vizsgálni kell az utak különböző fázisaiban (létesítés, üzemelés, felhagyás) fellépő hatótényezőket, azok jellemzőit, az érintett környezeti elemek, hatásviselők tulajdonságait, közülük is részletesebben azokat, melyek a hatások terjedésében szerepet játszanak. Ezzel összhangban foglalkozni kell a különféle kibocsátások terjedését befolyásoló útkörnyezeti jellemzőkkel.

Dolgozatomban a következő kérdésekre keresem a választ:

- ◆ Melyek az utak mentén fellépő legfontosabb hatótényezők?
- ◆ Az utak környezetében milyen hatásviselőket találunk?
- ◆ Hogyan alakul az utak hatásterülete?
- ◆ Az egyes hatótényezők milyen változásokat eredményeznek a hatásviselők állapotában?
- ◆ Melyek a hatásterjedést legjobban meghatározó hatásterületi adottságok, illetve tényezők?
- ◆ Az eredmények alapján milyen útkörnyezeti típusok határozhatók meg a hatásterjedés szempontjából?

1.2 Kutatási hipotézisek

A kutatás során a céljaim közé tartozik az útkörnyezet, mint hatásterület jellemzése, a hatástovábbítási folyamatokban résztvevő környezeti elemek tulajdonságainak felmérése, valamint egy olyan rendszer kidolgozása, melynek segítségével a környezeti hatásvizsgálatokban a hatásterület kijelölése, azonosítás könnyebbé válik.

A kutatás hipotézisei az alábbiak:

1. Az utak különböző fázisaiban (létesítés, üzemelés, felhagyás) eltérő hatótényezők figyelhetők meg, melyek jelentősége az általuk okozott hatások függvényében változik.
2. A hatótényezőknek köszönhető hatásfolyamatok közvetlenül és közvetett módon változásokat eredményeznek az érintett környezeti elemek, a hatásviselők mennyiségi és minőségi jellemzőiben. A változások nyomon követésével következtetni tudunk a hatásterjedésre.
3. A hatásterjedés területe, ami azonos a hatásterülettel, függ az útkörnyezet hatáskorlátozó képességétől, azoktól az útkörnyezeti jellemzőktől, amelyek befolyásolják egy-egy hatótényező terjedését. A legfontosabb hatótényezők terjedésére irányszámok adhatók meg, amelyek segítik a környezeti hatásvizsgálatok kivitelezését.
4. A hatáskorlátozó képesség összefüggésben áll a hatásviselők érzékenységeivel és terhelhetőségével. Ezek alapján különböző útkörnyezet típusok határozhatók meg a hatástovábbítás szempontjából. Az útkörnyezeti típusok hatásviselőinek hatástovábbítása irányszámokkal jellemezhető.

1.3 Fejezetek indoklása

A Ph.D. dolgozatban összesen 13 fejezetben elemzem a kutatott témakört. A dolgozat megalapozó fejezetei tartalmazzák a környezeti hatásvizsgálatot, valamint az utakat általánosságban bemutató dolgozatrészeket. Az 5. és 6. fejezetben részletesen bemutatom az utak különböző fázisaiban jelentkező hatótényezőket, azok hatásfolyamatait, valamint jellemzem az útkörnyezet érintett elemeit, a hatásviselőket, és azok mennyiségi és minőségi tulajdonságaiban az utak hatására bekövetkező változásokat.

A következő fejezet (7.) a hatásterületekkel foglalkozik. A kutatás egyik fontos eredményét jelenti a különféle hatásviselők hatásterületeinek lehatárolására szolgáló szempontok összegzése, valamint a hatótávolságokra vonatkozó terjedési irányszámok táblázatos formában történő bemutatása. A 8. fejezet szintén fontos megállapításokat tartalmaz a hatásterjedésre, valamint a szennyezőanyagok környezeti elemekben történő megoszlására vonatkozóan.

A 9. és 10. fejezet a saját mintaterületen végzett hatásterjedési vizsgálatokat mutatja be, külön részletezve a talajtani mintavételezés és a növényfelvételezés folyamatát, amelynek eredményei a 11. fejezetben találhatóak. A 12. fejezetben található az általam meghatározott útkörnyezeti típusok és a hozzájuk kapcsolódó hatótávolság értékek. A 13. fejezet a kutatásom eredményeit és a végső következtetéseket foglalja össze.

1.4 Alkalmazott módszerek

A kutatás eredményességének érdekében munkám során a következő módszereket alkalmaztam:

- Irodalomkutatás

A kutatás során több külföldi (angol, német) és magyar szakirodalmat is feldolgoztam. Az átnézett szakirodalmak legtöbbje általánosságban foglalkozik a hatásvizsgálatokkal. Ezen belül azonban a hatásterületekkel, a hatásterjedéssel és a hatótávolságokkal kapcsolatos anyagrészek többnyire még elég hiányosak.

Munkám során nagyon fontos szerepet töltött be a hatástanulmányok elemzése. A Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Szakkönyvtárban közel 100, különféle útra készült hatástanulmányt dolgoztam fel és összegeztem a hatásterületre vonatkozó megállapításokat. Hatásterületi kiterjedésre vonatkozó konkrét számadatod a hatástanulmányok csak 30%-ában találtam. A feldolgozás során kapott eredmények világítottak rá az egyes környezeti elemek hatótávolságával kapcsolatos értékhiányosságokra. Meg kell még említenem az Egyetemen eddig folyt, témához kapcsolódó kutatásokat is, amelyek eredményei szintén fontos kiindulási alapot szolgáltatottak.

- Hatásterületi vizsgálatok a célzott mintaterületen

A vizsgált létesítmény a Bakonyban, Farkasgyepű térségében található, Iharkút-Szamarhegyi II.o. erdészeti feltáróút, amelyen az erdészeti célú szállítás mellett bauxit-szállítást is folytattak. Az út hatásterületén ismételt növény-felvételezést végeztem 2003 és 2005 években. A felvételezés alapját az 1999-ben készített hatástanulmány keretében készült felmérés fajlistája jelentette. Talajvizsgálatokat szintén 2003-ban és 2005-ben végeztem. Ezek a vizsgálatok egyrészt a hatásterjedéssel kapcsolatos feltételezések igazolását hivatottak szolgálni, hiszen a mintavételi helyek az úttól meghatározott távolságokra helyezkednek el, másrészt segítséget nyújtottak az útkörnyezeti típusok meghatározásában.

- Laboratóriumi vizsgálatok

A talajmintákat az Egyetem talajtani laboratóriumában vizsgáltuk meg. A vizsgálatok során olyan paramétereket néztünk, melyek az utak és a rajtuk folyó közlekedés hatótényezőinek függvényében változhatnak. Ezek egyrészt a talaj-pH értékeire, másrészt a fémtartalomra vonatkoznak.

1.5 Alapfogalmak

A kutatást természeti területeken futó utakkal kapcsolatosan végeztem, mivel az utak hatótényezői okozta változások jól nyomon követhetők.

Természeti terület meghatározása az 1996. évi LIII törvény szerint:

- a) az erdő, gyepek, nádasok, művelési ágú termőföld;
- b) a művelés alól kivettként nyilvántartott földterület, ha nem építmény elhelyezésére szolgál, vagy ha e törvény hatálybalépésekor, jogerősen jóváhagyott bányászati műszaki üzemi terv alapján nem áll bányaművelés alatt;
- c) a mező- és erdőgazdasági hasznosításra alkalmatlan földterület.

A környezetvédelem gyakorlatában a környezeti hatás valamilyen emberi tevékenység következtében a környezetben bekövetkező változás. A környezeti hatások azonosítását, felmérését és értékelését magába foglaló eljárás a környezeti hatásvizsgálat.

A környezeti hatás a hatásfolyamat eredménye, amely meghatározott térben és időben lejátszódó, a hatáselemek jellemzőitől függő folyamat. (Pájer, 1998)

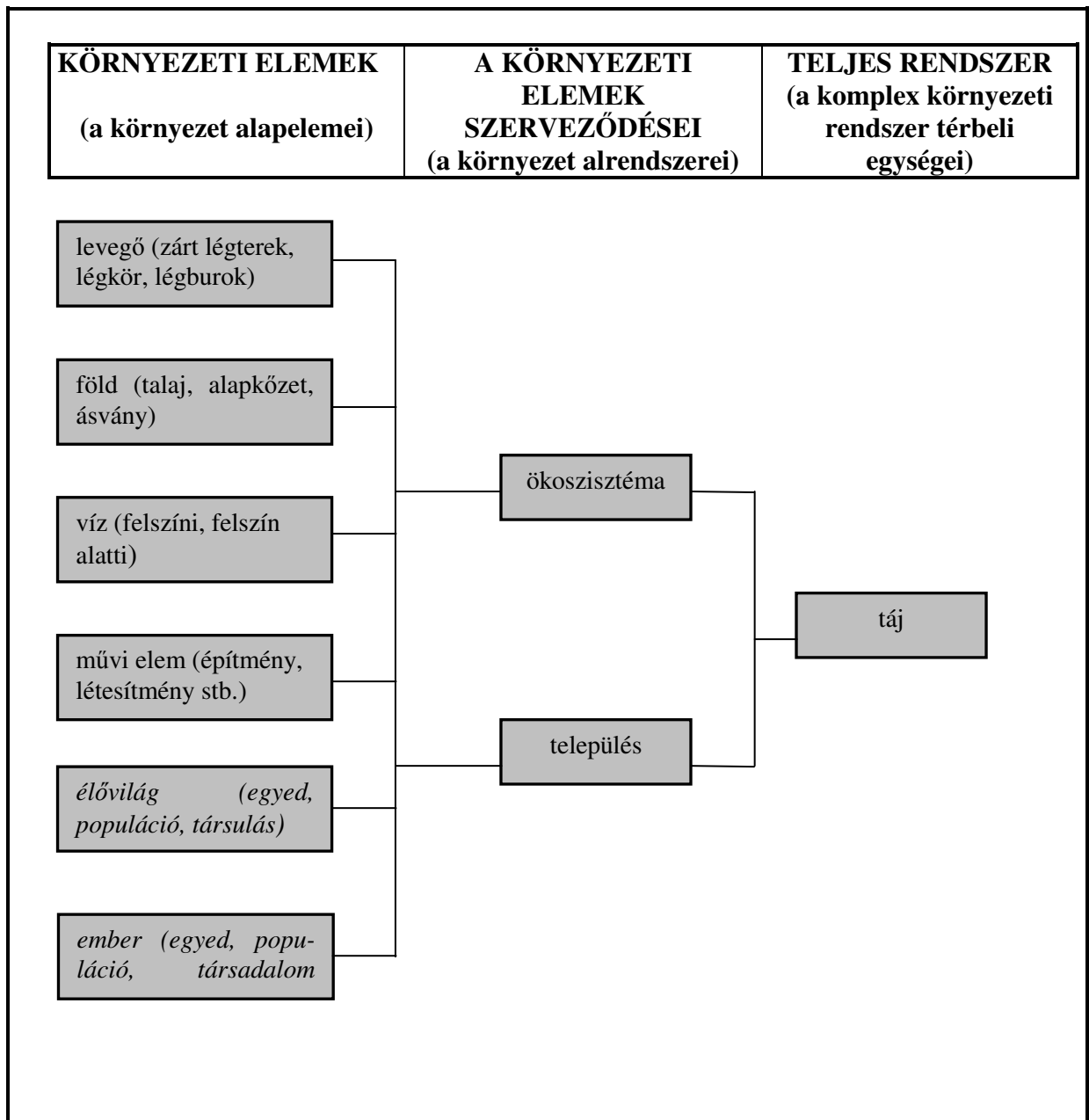
A hatáselemek a hatásfolyamat eltérő szerepkörű tényezői. Ezek a tényezők a következők:

- * a hatótényezők,
- * a háttérhatás,
- * a hatásviselők,
- * a hatástovábbító elemek,
- * a hatásterület.

A környezeti hatást eredményező tevékenység jellemzői közül azokat nevezzük hatótényezőknek, amelyek a bekövetkező változást befolyásolják. A hatótényező lehet esemény, jelenség, konkrét anyag- ill. energiaáramlás, tevékenység, területelvonás ill. bármely más tényező, amely a változások okaként azonosítható.

A háttérhatás azon tényezők és hatások összessége, amelyek befolyásolják ugyan a hatásfolyamat eredményét, de létük független a vizsgálat tárgyát képező tevékenységtől. A háttérhatás forrása lehet azonosított (pl. egy konkrét, működő üzem), vagy azonosítatlan, mint például a háttérszennyezettség.

Azokat a konkrét környezeti elemeket, elemegyütteseket, amelyek jellemzőiben a hatásfolyamat eredményeképpen változás érzékelhető, hatásviselőknek nevezzük. A hatásviselőket a környezet elemei és részrendszerei szerint csoportosítjuk, miként azt az 1.5.-1. sz. ábra bemutatja.



1.5-1. sz. ábra
Hatásviselők csoportosítása

Egy-egy hatásviselő jellemzőinek megváltozása újabb változásokat eredményezhet más környezeti elemekben, ezért a hatásviselők egy-egy hatásfolyamatban való "elhelyezkedését" minősíteni kell. Az elsődleges hatásviselők meghatározott hatótényezővel állnak közvetlen hatáskapcsolatban. Az elsődleges, majd a további hatásviselők változásai következtében - láncszerűen - módosuló elemek a másodlagos, a harmadlagos (és így tovább, majd végül) a végső hatásviselők.

A hatótényezők okozta környezeti változások meghatározott (földrajzi) területen belül érzékelhetők. Ez a hatásterület, amelyet konkrét hatótényező és az azzal hatáskapcsolatban lévő konkrét hatásviselő figyelembe vételével határozhatunk meg. Mivel a változások a hatótényezők forrásától távolodva általában fokozatosan mérséklődnek, a hatásterület meghatározásakor valamilyen figyelembe vehető legkisebb változási

küszöbértéket is definiálni szükséges. Egy-egy létesítmény, tevékenység összes hatásterületét magába foglaló terület a teljes hatásterület.

A környezeti változás következményét, az ember számára vett pozitív vagy negatív jelentőségét értékeléssel határozzuk meg, amely aztán alapul szolgál a környezeti hatás minősítéséhez, a változások elfogadhatóságáról szóló döntéseinkhez. A minősítés kritériumaira mutatok be példát az 1.5-2. sz. ábrán.

**AZ ELEMÉK ÉS RENDSZEREK ÁLLAPOTÁBAN BEÁLLT
VÁLTOZÁSOK MINŐSÍTÉSE /forrás: Pájer J., 1993./**

Besorolás: A = elviselhető B = terhelő C = károsító

1. Víz

Olyan mennyiségcsökkenés, amely a hatásterületen

A - a jelenlegi és a tervezett vízhasználatokban olyan hiányként jelenik meg, ami még gazdaságosan pótolható (a beruházás megvalósítása megéri ezt a többletráfordítást),

B - olyan hiány, amely csak jelentős ráfordítással pótolható (a beruházás megvalósítása nem éri meg ezt a többletráfordítást),

C - olyan hiány, amely nem pótolható.

Olyan minőségi romlás, amely:

A - az emberi egészséget nem veszélyezteti, a vízi élővilág nem védett fajait károsítja, de a társulások fennmaradását nem veszélyezteti, a vizek használatát alig korlátozza, a vizek minőségi besorolása összességében nem változik, a vizek öntisztuló képessége számottevően nem csökken (a feltételeknek együttesen kell teljesülniük),

B - a vízi élőlénytársulásokat veszélyezteti, az emberi egészséget tartósan nem károsítja, a vízhasználatok korlátozódnak vagy többletráfordítással oldhatók meg.

C - minden B-nél jelentősebb változás.

2. Levegő

Mennyiségi változás nem értelmezhető.

Olyan minőségi romlás, amely:

A - az ember ill. az élővilág egészségét nem veszélyezteti, a területhasználatot alig korlátozza,

B - egyes nem védett fajokat veszélyeztet, az emberi egészséget tartósan nem károsítja.

C - ennél jelentősebb, pl. az emberi egészséget, védett értékek állapotát veszélyeztető változás.

3. Talaj, alapkőzet, ásványvagyron

3.1. Mezőgazdasági művelés alatt álló területek talajai

Olyan mennyiség csökkenés, amely:

A - más, környező területek művelésbe vonásával gazdaságosan pótolható,

B - csak jelentős ráfordítással pótolható, a terméskiesés országos szinten hiányként jelentkezik,

C - nem pótolható, vagy védett természeti területet érint.

Olyan minőségi romlás, amely:

A - következtében létrejövő termőképesség-romlás talajjavító, illetve talajerőpótló beavatkozásokkal még gazdaságosan visszafordítható,

B - csak a vetésszerkezet módosításával előzhető meg a terméskiesés,

C - semmilyen beavatkozással nem korrigálható, vagy védett természeti területet érint.

3.2. Természetes növénytakaróval fedett talajok

E talajok változását a természetes növényvilág állapota tükrözi a legjobban (lásd 4.1)

3.3. Egyéb területek talajai, alapkőzet, ásványvagyon

A változás értékeléséhez az országos átlagtól való eltérés mértékének változását lehet alapul venni. Védett természeti területet, vagy barlangot érintő változás a C kategóriába kerül.

4. Élővilág

4.1. Természetes élővilág

Olyan változás, amely adott területen:

A - a védett fajok jegyzékében nem szereplő faj(ok) egyes egyedeit érinti, de populációik fennmaradási esélyeit nem csökkenti,

B - a védett fajok jegyzékében nem szereplő faj populációjának elpusztulásával jár, vagy védett fajt tartalmazó növénytársulás nem védett alkotójának egyes egyedeit érinti,

C - minden B-nél jelentősebb változás, pl. védett faj egyedét érintő változás.

4.2. Domesztikált növény- és állatfajok (fajták)

A domesztikált növényfajok mennyiségi állapotváltozásait a talajnál már számba vettük.

Állatfajok esetében olyan állománycsökkenés, amely:

A - jelentősebb termékcsökkenést eredményez de a keletkező hiány - helyben vagy másutt - gazdaságosan pótolható,

B - csak jelentős ráfordítással pótolható,

C - a termékkiesés országos szinten hiányként jelentkezik, nem pótolható, vagy a kipusztulástól fenyegetett domesztikált fajták jegyzékében szereplő fajta tenyésztési létszámát csökkenti.

Olyan növény- vagy állatállomány-károsodás, amely:

A - az értékesítést és a tenyésztést megnehezíti, a termékben egészségkárosító anyagok halmozódnak fel, de mennyiségük határérték alatti, nem teszi lehetetlenné az értékesítést,

B - a termék csak csökkent áron értékesíthető,

C - minden B-nél jelentősebb minőségromlás, pl. a kipusztulástól fenyegetett domesztikált fajták jegyzékében szereplő fajta egyedének egészségkárosodása .

5. Művi elemek

A művi elemek állagában, küllemében, ill. felhasználhatóságában olyan változás, amely

A - átmeneti funkcionális zavart és/vagy esztétikai romlást okoz,

B - tartós, de jelentős ráfordítással korrigálható funkcionális zavart és/vagy esztétikai romlást okoz,

C - vissza nem fordítható, vagy védett műemléki vagy természetvédelmi értékben funkcionális zavart, vagy esztétikai romlást okoz.

6. Ökoszisztéma

Itt az élővilághoz hasonlóan a mennyiség és a minőség együttes értékelése szükséges, mert az élő rendszerek szintjén a két fogalom nem választható el.

Olyan változás, amely

A - az ökoszisztémák kiterjedését elenyésző mértékben csökkenti, a természetes ökológiai folyamatokat tartósan nem zavarja,

B - az ökoszisztémák kiterjedését maradandóan csökkenti (részleges élőhely megszűnés) és/vagy kedvezőtlen ökológiai folyamatokat erősít, vagy ilyen folyamatok beindulását valószínűsíti,

C - minden B-nél jelentősebb változás.

7. Települési környezet

A települési környezet állapotát leíró paraméterek a települést, mint az emberi tartózkodásra szolgáló speciális területet értékelik. A települési környezet állapotának változása az ott élő emberek életminőségének változását jelenti. Ezért a települési környezet változását az ott élő lakosság állapotának változásával jellemezzük.

Olyan változás, amely a vizsgált településen

A - a lakosság közérzetében kedvezőtlen változást okoz, de kimutatható egészségkárosodást és/vagy érzékelhető migrációs folyamatokat nem indít meg,

B - a lakosság közérzetében, egészségi állapotában és/vagy számában, eloszlásában kimutatható, kedvezőtlen átmeneti változást okoz,

C - a lakosság közérzetében, egészségi állapotában és/vagy számában, eloszlásában kimutatható, kedvezőtlen és tartós változást okoz.

8. Táj

Olyan változás, amely

A - a tájképben és/vagy a tájhasználatban átmeneti, vagy lokális módosulást jelent,

B - a tájjelleg meghatározó elemeit nem módosítja, de kiterjedt változást okoz a tájképben és a táj használatban,

C - a tájjelleg meghatározó elemét érinti, és/vagy a tájhasználati lehetőségeket irreverzibilisen csökkenti.

1.5-2. sz. ábra
Hatások minősítése

2. Környezeti hatásvizsgálat

A környezeti hatásvizsgálat (KHV) olyan jogi értelemben szabályozott eljárás, melynek a lényege az, hogy feltárja a különféle emberi tevékenységeknek, így például egy tervezett létesítménynek az érintett környezetre kifejtett hatásait. Ezen keresztül a tevékenységre vonatkozó döntés megalapozását szolgálja.

2.1 A környezeti hatásvizsgálatok történeti fejlődése

A környezeti hatásvizsgálat az 1970-es években jelent meg először az Amerikai Egyesült Államokban. Ekkor alkották meg a Nemzeti Környezetpolitikai Törvényt (The National Environmental Policy Act 1969, NEPA), amelynek keretében azokra a tevékenységekre írtak elő hatásvizsgálatot, melyek jelentős mértékben hatnak az emberi környezet minőségére. Amerika után Kanada (1973), majd Franciaország (1976) alkotta meg a hatásvizsgálati törvényét.

Európában 1985-ben jelent meg, amikor az Európai Gazdasági Közösség elfogadta a környezeti hatásvizsgálatokra vonatkozó határozatot „Council Directive of 27 June 1985 on the Assessment of the Effect of Certain Public and Private Projects on the Environment (85/337/EEC)” címmel. (*European Economic Community. 1985. Council Directive (No. 85/337/EEC) on the Assessment of the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment. Luxembourg.*)

Ebben a határozatban minden tagországnak előírták a beruházások hatásvizsgálatának bevezetését.

Főbb tulajdonságai közé tartozik:

- „a döntéshozatal komplex környezeti információk alapján történik,
- a döntéselőkészítésbe bevonják a nyilvánosságot,
- a hatásvizsgálat beépül vagy a meglévő vagy a célkitűzések elérésére bevezetendő engedélyezési eljárásba,
- meghatározza a hatásvizsgálat alapvető tartalmi követelményeit,
- a jelentős környezeti hatású tevékenységeket egy kötelező és egy ajánlott listával adja meg”.

Környezetvédelmi és területfejlesztési Miniszter. 1993. Előterjesztés a Kormány részére az egyes tevékenységek környezeti hatásvizsgálatának átmeneti szabályozásáról. Bp. 1260/1993 sz.

Hazánk esetében a környezeti hatásvizsgálatok tárgyát különféle beruházások jelentik, azok engedélyezési eljárásához kapcsolódnak a vizsgálatok. Beruházásokon kívül a területi tervezési folyamatok, valamint olyan ágazati jellegű koncepciók és programok részét is képezik a hatásvizsgálatok, melyek azután konkrét fejlesztési tevékenységekben is megjelennek.

Magyarországon már az 1980-as években létezett olyan szabályozás (44/1984./XI.6. MT rendelet a beruházások rendjéről), amely már előírt környezeti hatásvizsgálatokat különféle beruházásokra.

1983-ban az Országos Környezet- és Természetvédelmi Tanács jelentetett meg egy határozatot, mely kitér arra, hogy „a környezeti hatásvizsgálatokat - a döntéselőkészítés szerves részeként - a jövőben minden jelentős beruházás tervezésével egyidejűleg el kell végezni”. (Tombácz E., Radnai A., 1989)

Hivatalosan 1985-ben jelent meg a környezeti hatásvizsgálat jogszabályban előírt alkalmazási kötelezettségként. Ekkor még azonban hiányoztak az eljáráshoz szükséges szakmódszertanok, szakmai irányelvek, így az előírás tulajdonképpen formális volt.

1990-ben aztán, a megfelelő jogi, és tudományos előkészítések után, műszaki irányelv jelent meg, amely általános fogalmi, tartalmi és részletes módszertani ajánlásokat tartalmazott a beruházások környezeti hatásvizsgálataira vonatkozóan (MI-13-45-1990).

1993-tól kezdődően jelentek meg részletes jogszabályok környezeti hatásvizsgálattal kapcsolatosan (a Kormány 86/1993. /IV.4/. sz. rendelete egyes tevékenységek környezeti hatásvizsgálatának átmeneti szabályozásáról). Ebben rögzítették a tárgyi, eljárási, tartalmi kereteket és követelményeket, valamint ebben a szabályozásban határozták meg a környezeti hatásvizsgálatokra épülő engedélyezési eljárások „helyét” a szakigazgatás rendszerében.

A jelenleg érvényben lévő legmagasabb szintű jogszabály a környezet védelmének általános szabályairól szóló 1995. évi LIII. törvény, valamint a 314/2005 (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról.

A törvény rögzíti a környezeti hatások vizsgálatának felelősségi, eljárási, valamint tartalmi előírásait. A törvény bevezette a „környezeti hatásvizsgálat” mellett a „Környezetvédelmi felülvizsgálat” és a „Környezetvédelmi teljesítményértékelés” eljárásokat, kibővítve ezzel a környezeti hatások vizsgálatához kapcsolódó eszköz- és eljárásrendszert. A környezeti hatásvizsgálatok elkészítésének szabályait először az 152/1995. (XII.12.) sz. kormányrendeletben határozták meg. Ez a rendelet tartalmazta a környezeti hatásvizsgálat elvégzéséhez kötött tevékenységek listáját, a hatósági eljárás szabályait, valamint a hatásterület meghatározásának előírásait. (A 12/1996 (VII.4.) sz. rendelet a környezetvédelmi felülvizsgálat tartalmi követelményeit határozza meg.)

A rendelet egyesíti a környezeti hatásvizsgálat és az egységes környezethasználati engedélyezés feltételrendszerét. Emellett megszűnt a korábbi, két szakaszból álló hatásvizsgálat, helyette egy szakaszt ír elő. Azon tevékenységek esetében pedig, amelyek hatásvizsgálat és egységes környezethasználati engedélyezési kötelezettség alá egyaránt tartoznak, csak az egységes környezethasználati engedélyt kell a környezethasználónak beszereznie. A rendelet előírja az előzetes vizsgálati eljárást, illetve annak dokumentálását, amely alapján meghatározható, hogy az adott tevékenység környezeti hatásvizsgálat- vagy egységes környezethasználati engedély-köteles e. A rendelet kibővítette azon tevékenységeknek a listáját, amelyek megkezdése előtt környezeti hatásvizsgálat és/vagy egységes környezethasználati engedély szükséges.

2.2 A környezeti hatásvizsgálat lényege

A környezeti hatásvizsgálat „az az eljárás, melynek célja, hogy egy megvalósítani kívánt tervezet, létesítmény, beruházás, eljárás vagy tevékenység tényleges megvalósításának megkezdése előtt annak várható környezeti hatásait felmérje, azokat lehetőség szerint meghatározza, értékelje, és annak alapján befolyásoló tényezője legyen a megvalósítás engedélyezéséről való döntésnek”. (Láng I. (szerk.), 1993. Környezetvédelmi lexikon)

A környezeti hatásvizsgálati eljárás tehát a környezeti hatásvizsgálat-köteles tevékenységeknek a környezeti elemekre (föld, levegő, víz, élővilág, épített környezet), ezek rendszereire, folyamataira, szerkezetére kifejített hatásait vizsgálja.

A vizsgált tevékenység hatásait főbb életszakaszok – telepítés, üzemelés, felhagyás – szerint kell felmérni és elkülöníteni.

Az alábbiakban bemutatott fázisok lépései, hatótényezői a meghatározóak az esetek többségében, amelyeket természetesen egy-egy létesítmény esetében aktualizálni kell.

A létesítés a beruházástól függően az alábbi fontos lépésekből, hatótényezőkből tevődik össze (Cserey, 1994):

- az építés területének, területfoglalásának meghatározása,
- a létesítés során szükséges infrastruktúrák kiépítése, melyek lehetnek átmeneti jellegűek,
- a létesítéshez a szükséges alap- és nyersanyagok, víz, energia stb. szállítása, tárolása, deponálása,
- a terület előkészítése, szükséges tereprendezési munkálatok (növényzet irtása, talajelhordás stb.),
- a létesítmény alapjának elkészítése, kiépítése,
- az építés folyamatához ideiglenesen használt szerkezetek felállítása,
- a létesítmény kivitelezése, megépítése,
- az építés utáni utómunkálatok, mint például az ideiglenesen használt szerkezetek, eszközök eltávolítása, végleges tereprendezés, növénytelepítések, rekultiválás stb.,
- a létesítés során keletkező hulladékok elszállítása minőségüknek megfelelő helyekre (például útépités esetében a megmaradt aszfaltmaradványok veszélyes hulladéktárolókban történő elhelyezése),
- hatáscsökkentő beavatkozások, egyes hatásviselők védelmét szolgáló intézkedések, eszközök,
- haváriák, mely események leggyakrabban balesetekhez, üzemanyag-elfolyásokhoz, tüzesetekhez stb. köthetők.

Az üzemelés folyamatának és résztvevő tevékenységeinek főbb hatótényezői:

- létesítményhez kapcsolódó kiszolgáló, főként szállítási tevékenységek (energia, üzemanyag, nyersanyagok stb.),
- alap- és nyersanyagok tárolása, deponálása,
- szinte minden tevékenységhez, termelési folyamathoz kapcsolódik a szállítás, így fontos tényező az ahhoz kapcsolódó üzemanyag-elégetés,
- sok tevékenység működése során elengedhetetlen különféle tüzelőanyagok használata, elégetése, ami szintén jelentős hatással bír,
- létesítmény állapotfenntartása, karbantartása, felújítási munkák, keletkező hibák kiküszöbölése,
- keletkező hulladékok megfelelő kezelése, elszállítás, esetleg helyben történő újrahasznosítása,
- létesítményhez kapcsolódó másodlagos tevékenységek, további szükséges infrastruktúrák kiépítése,
- a vizsgált létesítményhez vagy tevékenységhez tartozó alkalmazottak közlekedése, szociális helységek használata,
- hatáscsökkentő intézkedések, beavatkozások, a különféle hatásviselőkre kifejtett hatások mérséklését szolgáló eszközök kiépítése (pl. zajvédő falak),
- haváriák stb.

A felhagyáshoz kapcsolódó tevékenységek:

- létesítmény elbontása, tevékenységek felhagyása, építőelemek eltávolítása,
- a keletkező hulladékok elhelyezése, helyben történő újrahasznosítása vagy megfelelő helyre történő elszállítása, ártalmatlanítása,

- a felhagyott terület eredeti állapotának visszaállítása, rekultiváció (tereprendezés, talajvisszahordás, növénytelepítés stb.),
- esetleges hatáscsökkentő beavatkozások,
- haváriák stb.

2.3 A környezeti hatásvizsgálatok alapelvei

(Pájer 1998 alapján)

1. Komplex és koncentrált vizsgálat:

Egy-egy vizsgálat tárgyát képező tevékenység, vagy létesítmény valamennyi hatótényezőjét, hatásviselőjét és hatásterületét egyszerre, egy időben kell vizsgálni. Ehhez több szakterület szakértőjének együttes munkájára van szükség.

2. Teljeskörű:

A változást eredményező hatótényezők lehető legteljesebb számbavételét és a várhatóan fontos következményekkel járó folyamatok kiválasztását és elemzését jelenti.

3. Preventív:

Csak feltételezett, kedvezőtlen környezeti hatások, problémák megjelenésének korlátozására irányulnak a hatásvizsgálatok.

4. Nyilvános:

Egy hatásvizsgálati tanulmány minden érintett számára megtekinthető. Alapkövetelmény az eltérő érdekek figyelembevétele, ez alapján a környezeti konfliktusok megelőzése, valamint kezelése.

5. Alternatíva szemlélet:

A vizsgálat tárgyát képező beruházás, tevékenység alternatíváira vonatkozik. Lehetőséget biztosít az érdekeltek és az érintettek közti megegyezés létrejöttéhez és elősegíti a döntési folyamatokat. A változatok lehetnek technológiára, vagy helyre vonatkozóak.

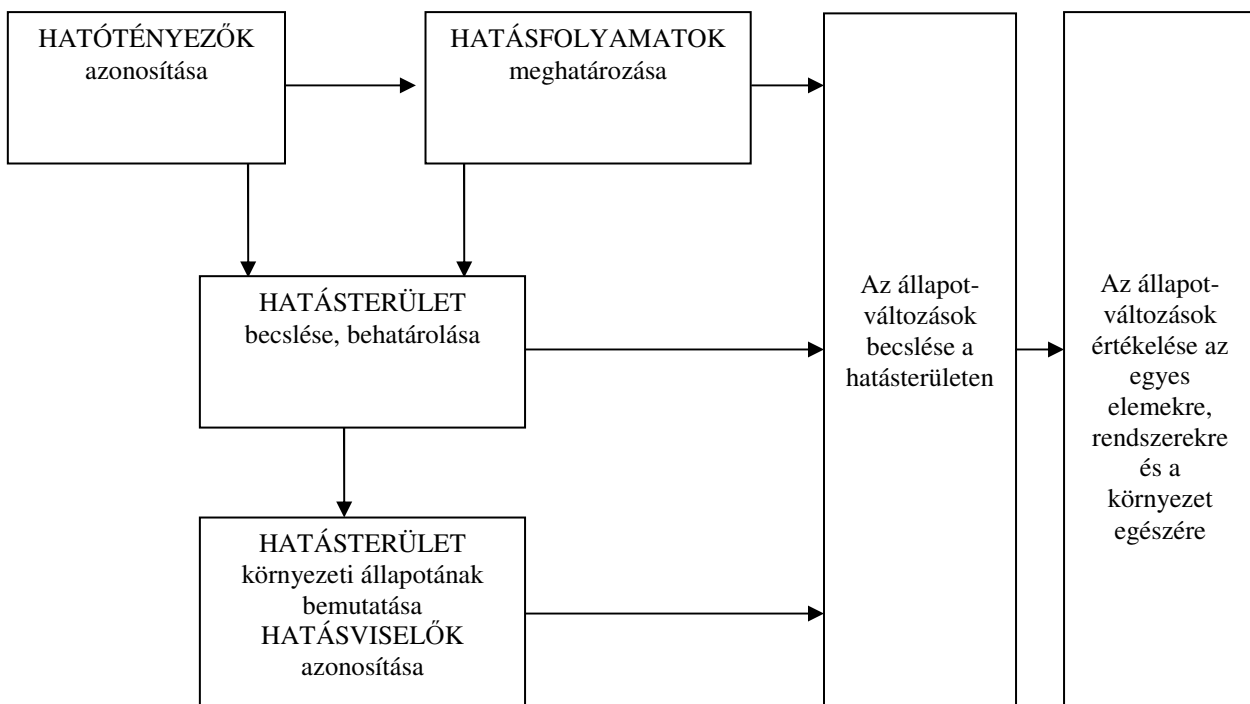
6. Kreatív szemlélet:

A hatásvizsgálatok készítése megköveteli a tervezési és problémamegoldó képességet, a kreativitást.

7. Iteratív:

Fokozatosan közelítjük meg a problémákat. Először a nagy, átfogó kérdések szintjén vizsgálódunk, utána a lényeges problémákat egyre részletesebben elemezzük.

2.4 A környezeti hatásvizsgálat folyamata



2.4-1. sz. ábra
A hatásvizsgálat készítés alapfolyamatai

A hatásvizsgálatok alaplogikája, főbb lépései a jogszabályok változása ellenére nem változnak. A következő, egymásra épülő lépéseket minden esetben meg kell tenni:

a) *Hatótényezők azonosítása*: a hatásvizsgálat tárgyát képező tevékenység hatótényezőkké alakítása.

b) *Hatásfolyamatok meghatározása*: a hatótényezők ismeretében lehet vizsgálni a folyamatokat. Minél pontosabban ismerjük a tényezőket, annál részletesebben írhatók le a folyamatok. Ebben a lépésben még csak feltételezzük a folyamatokat. Hogy ezek a folyamatok megjelennek-e a vizsgált létesítmény esetében, függ a konkrét technológiától és a hatásterület adottságaitól. A hatásfolyamatok feltérképezése történhet mátrixok (pl. Leopold-féle hatásmátrix), vagy hatásfolyamat-ábra segítségével. A mátrixok hátránya, hogy ugyan a hatásviselőket jól össze tudja kötni, de a folyamatokat nem képes leírni. A hatásfolyamat-ábrák teljességében ábrázolják a főbb hatásfolyamatokat, és figyelembe veszik a környezet összességét, valamint azt, hogy egy paraméter változása szétágazó és közvetett hatásokat kelthet befolyásolva ezzel az egész rendszert.

c) *Hatásterület előzetes behatárolása*: a hatásfolyamatok meghatározása után meg kell becsülni, hogy ezek milyen területeket érintenek, hol jelennek meg a változások. Fontos, hogy ebben a fázisban inkább túlbecsüljük a hatásterület nagyságát.

d) *A környezetállapot bemutatása*: a hatásterületen lévő környezeti elemek, és rendszerek állapotának leírását foglalja magába. Ide tartozik még a hatásfolyamatok során érintett környezeti elemek, rendszerek érzékenységének a meghatározása. Az érzékenység a

hatásokra való reagálóképességet jelenti. Az érzékenységet több tényező befolyásolja. Így például az érintett hatásviselő belső, fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai, ugyanakkor szerepet játszanak, a külső, emberi eredetű hatások eredményeként kialakult állapotok.

Az érzékenységnek további fontos tulajdonságai:

- az érzékenység hajlamot jelent negatív tulajdonságú állapotváltozásra,
- mindig valamilyen hatótényezőhöz kapcsolódva értelmezhető,
- a különféle környezeti elemek érzékenységének az összessége adja a környezeti rendszer érzékenységét.

e) Hatásfolyamatok és a bekövetkező változások becslése: a becsléshez szükség van a hatótényezők és a hatásterület állapotának ismeretére. A folyamat során először a közvetett hatásoknak köszönhető változásokat kell felmérni, ezek után pedig a közvetetteket. Mindig azokra a hatásokra kell kitérni, melyek lényegesnek tekinthetők. A lényeges hatások pedig azok, amelyek az élővilág, az ember és a művi elemek, valamint az ökológiai és települési környezeti rendszerek valamelyikében minősíthető, értelmezhető állapotváltozást eredményeznek.

A változások becslése véglegesíti a hatásvizsgálatban a hatásfolyamat-ábrát és a hatásterület nagyságát.

Az állapotváltozások lehetnek:

- Ideiglenes változások: ha megszűnnek a hatótényezők, visszaáll az eredeti állapot (pl. építkezés folyamata).
- Tartós, stabil változások: az adott hatótényezők folyamatosan, azonos mértékben fejtik ki a hatásukat és a hatásviselők reagálása stabil (pl. egy építmény megléte).
- Halmazódó változások: amikor romlik az adott hatásviselő állapota, felhalmozódnak benne a hatótényező következményei (pl. talajszennyezés).
- Szakaszosan ismétlődő, tartós állapotváltozások: amikor vagy a hatásviselő, vagy a hatótényező mutat periodikusságot (pl. idényjellegű tevékenységek).
- Egyszeri, de végleges változások: irreverzibilis változások következnek be (pl. növényzet kiirtása).
- Csökkenő intenzitású változások: helyreáll az eredeti hatásviselő-állapot a csökkenő vagy megszűnő hatótényező-intenzitás következtében.

f) Állapotváltozások értékelése: az értékelés egy folyamat eredménye, amelybe beletartozik a becslések módjának leírása, a kiértékelések. Az értékelést mindig az alábbi szempontok alapján végezzük:

- egészségügyi szempont,
- ökológiai szempont,
- településkörnyezeti szempont,
- tájhasználati szempont.

Ezek a szempontok összefüggenek egymással, de az értékek meghatározásánál, a problémák minősítésénél, az állapotváltozások értékelésénél különböző eredményeket kapunk, ha más-más szempontot tekintünk alapnak.

A 2006 januárjától érvényes szabályozás tartalmát figyelembe véve a környezeti hatásvizsgálat folyamata három szakaszra osztható:

- előkészítő vizsgálat,
- részletes vizsgálat és
- utóellenőrzés.

Az előkészítő vizsgálat célja, hogy megállapítást nyerjen a részletes vizsgálat szükségessége, illetve, hogy meghatározza annak tartalmi követelményeit.

Az előkészítő vizsgálatot a területileg illetékes Felügyelőségnél kell kezdeményezni abban az esetben, ha a tervezett tevékenység, létesítmény megtalálható a jogszabályban kiadott jegyzékben.

Az előkészítő vizsgálat eredménye az előkészítő vizsgálati dokumentáció, amely bemutatja a tevékenység célját, alternatíváinak alapadatait, illetve a tevékenységhez, létesítményhez kapcsolódó távlati elképzeléseket. A dokumentum tartalmazza a potenciális környezeti hatásokat (hatótényezőket, érintett hatásviselőket, a hatásterületet és a hatásfolyamatokat).

A részletes vizsgálat végeredménye a környezeti hatástanulmány, amely tartalmazza a tevékenység részletes környezeti hatásait, a hatótényezőket, hatásviselőket és hatásfolyamatok részletes bemutatását, a különféle vizsgálatokon, modellezéseken és elemzéseken alapuló hatás-előrejelzés eredményeit, valamint azokat a megoldásokat, amelyek segítségével csökkenthetők a potenciális hatások következményei.

Az utóvizsgálat célja a tevékenység, létesítmény megvalósításának ellenőrzése, a feltételezett és a ténylegesen bekövetkező környezeti hatások összevetése. Szükség esetén lehetőség van ebben a fázisban arra, hogy az esetlegesen szükségessé váló beavatkozásokat megtervezzék. Az utóvizsgálat fontos és gyakran használt eszköze a monitorozás, amely észlelésre, megfigyelésre szolgáló tevékenységek összessége.

3. A környezeti hatások és fajtái

Környezeti hatásoknak nevezzük a humán tevékenység miatt bekövetkező változásokat, melyek az érintett környezeti elemekben, rendszerekben jelentkeznek, és környezetvédelmi szempontból értelmezhetők és értékelhetők.

A hatásokat több szempont alapján rendszerezhetjük:

1. A hatások okai szerint:
 - a. közvetlen és közvetett hatások,
 - b. anyag-, energia-bevitel, -kivitel vagy átrendezés,
 - c. a nyomvonalas létesítmény és járulékos tevékenységének hatásai,
 - d. a beruházás halmozott hatásai.

2. A hatások fajtái, jellege szerint:
 - a) fizikai, kémiai, biológiai, humán, vagy összetett
 - b) pozitív vagy negatív,
 - c) egyedi vagy kiterjedt,
 - d) átmeneti vagy tartós,
 - e) véletlenszerűen vagy biztosan bekövetkező,
 - f) reverzibilis vagy irreverzibilis,
 - g) rövidtávú vagy hosszútávú.

A hatások *okai* szerint megkülönböztetünk:

a. Közvetlen és közvetett hatásokat:

A közvetlen, más néven elsődleges hatásokat maga, a létesítmény okozza (területigénybevétel, növényzeteltávolítás, területek fragmentálása stb.). Ezek a hatások könnyebben felmérhetők, számszerűsíthetők és ellenőrizhetők, mint a közvetett, másodlagosan, harmadlagosan kialakult hatások. Ez utóbbiak, melyeket hatásláncolatoknak is nevezünk, általában szorosan kapcsolódnak a létesítményhez, a környezetre irányuló következményeik pedig mélyrehatóbbak is lehetnek a közvetlen hatásokénál.

b. Anyag- energiaváltozásokat:

Az egyes létesítmények kapcsán megjelenő hatásokat eredményezheti anyag-, energia-bevitel (pl. aszfaltburkolat megjelenése), anyag-, energia-kivitel (pl. élő vízfolyás elvezetése) vagy anyag-, energia-átrendezés (pl. lefejtett humuszréteg áthelyezése).

c. A konkrét létesítmény, illetve annak járulékos tevékenységei hatásait:

A fellépő környezeti hatásokat nemcsak a létesítmény kisajátítási határán belül, hanem a beruházással összefüggő egyéb területeken is vizsgálni kell (pl. depóniák, anyagnyerőhelyek, kiszolgáló utak és létesítmények, felvonulási területek).

d. Halmozott (kumulatív) hatásokat:

Ezeket együtthatásnak is nevezzük, mivel mélyrehatóbb és területileg is kiterjedtebb lehet az eredményük, mint az őket alkotó hatásoké egyenként összegezve.

A hatások *jellege* szerint beszélhetünk:

a) Fizikai, kémiai, biológiai, humán vagy összetett eredetű hatásokról:

A hatásokat megkülönböztethetjük eredetük alapján. Fizikai eredetű hatás lehet például a zaj és a rezgés, kémiai egy környezetbe kikerült vegyszer, biológiai egy, az érintett területre nem jellemző adventív faj, humán eredetű pedig a kommunális szemét megjelenése. Összetett eredetű hatásokról akkor beszélünk, ha az előbb felsoroltak együttesen jelennek meg.

b) Pozitív és negatív hatásokról:

A létesítmény befejezése utáni, pozitív, kedvező hatások közé tartozik például egy terület könnyebb megközelítése, az eljutási idő és költség csökkenése, amely együtt járhat akár a zaj csökkenésével is. Az, hogy egy hatás pozitív vagy negatív, függ attól is, hogy milyen szempontból vizsgálódunk.

c) Egyedi vagy kiterjedt hatásokról:

Az egyedi hatások a létesítmény közvetlen közelében, annak környezetében érvényesülnek, mint pl. egy vízfolyás medrének megváltoztatása. A kiterjedt hatások több kilométeres sávban is jelentkezhetnek, és elég gyakran hatásláncolatokhoz kötődnek, amelyek az adott létesítmény közép- és hosszútávú üzemeltetése, használata során alakulnak ki (pl. erdők kivágása).

d) Átmeneti vagy tartós hatásokról:

Az átmeneti hatások általában a létesítés fázisában, vagy röviddel utána jelentkezhetnek, majd intenzitásuk folyamatosan lecsökken, és idővel megszűnnek (ilyen lehet az építés során keletkező zaj, por). A tartós hatások ezzel szemben a létesítés után, az üzemelési fázisban is megmaradnak, hatásuk állandósul (pl. táj megváltozása, a forgalomból eredő zajok).

e) Véletlenszerű vagy biztosan bekövetkező hatásokról:

Fontos különbséget tenni a bizonyosan bekövetkező, vagy nagy valószínűséggel várható és az inkább véletlenszerűen, előre nem látható hatások között. A kis valószínűséggel bekövetkező, viszont előfordulásuk esetén súlyos környezeti következményekkel járó hatásokat (pl. baleset következtében mérgező anyagok kikerülése a környezetbe) haváriáknak nevezzük. Mint hatásokkal, velük is számolni kell.

f) Reverzibilis és irreverzibilis hatásokról:

Reverzibilisnek, azaz visszafordíthatónak azokat a hatásokat tekintjük, amelyek bekövetkeztekor a környezet eredeti állapota visszaállítható, vagy legalább nem károsítja a környezetet hosszútávon. Az irreverzibilisek, azaz visszafordíthatatlanok azok, amelyek nem teszik lehetővé az érintett környezet eredeti állapotának visszaállítását, és további terheket jelentenek.

g) Rövid- és hosszútávú hatásokról:

A hatásokat időbeli megjelenésük alapján is el lehet különíteni. A rövidtávú hatások a létesítés fázisában vagy röviddel utána jelentkeznek, a hosszútávúak már a kivitelezés folyamán felmerülhetnek, számos következményük azonban csak az üzemelési fázisban jelentkezik.

4. Utak környezeti hatásaival foglalkozó külföldi szakirodalmak

Számos külföldi kutató foglalkozik különféle utak környezetben okozott hatásaival. Gucinski et al. (2000) széleskörű irodalmi felmérést végzett Amerikában erdészeti utakkal kapcsolatosan. Főként azt vizsgálta, hogy ezek az utak milyen közvetlen és közvetett hatásokat eredményeznek közterületeken. Trombulak és Frissel (2000) összefoglalta, hogy az utaknak milyen általános ökológiai hatásai vannak. Megállapították, hogy az út, mint létesítmény, közvetlen hatásokat fejt ki az élővilágra, a közvetett hatások pedig leginkább az utakhoz kapcsolódó emberi tevékenységekhez (pl. közlekedés) köthetők.

Späth (1992) az erdészeti utak negatív hatásait a következőképpen csoportosította: Az utak és a hozzájuk kapcsolódó tevékenységek az erdő zavarását eredményezik; az utak nyomvonala élőhely-zavarást,- pusztítást okozhat; a zavaró hatásnak köszönhetően egyes érzékeny élőlények veszélyeztetetté válnak; a fragmentáció és az élőhelyek szétDarabolódása módosíthatja a kisemlősök életmódját; a termőhely-idegen fajok használata vegetáció-összetétel megváltozását okozhatja; az érintett terület talajának vízháztartása módosulhat.

Aigner et al. (1998) szerint az utak, mint élőhelyeket romboló tényezők, leginkább olyan ipari tevékenységeknek köszönhetően jelennek meg, mint az erdőgazdálkodás és a bányászat.

Az útépités mindenképp közvetlen élőhely-csökkenéshez vezet, ami egyrészt köszönhető az út által elvont területnek, valamint az út mindkét oldalán lévő „út-hatás zónának” (Forman, 2000). Ez a zóna olyan hatásoknak köszönhető, mint az útépités vagy az útkarbantartás folyamatai által előidézett produktivitás-csökkenés (Smith-Wass, 1979, 1980, Forman, 2000).

Az utak jelentős hatást fejtenek ki azáltal, hogy megváltoztatják a természetes geomorfológiai folyamatokat, befolyásolva ezzel a lefolyási és az eróziós viszonyokat (Gucinski et al. 2000).

Bilby et al. (1989) szerint az utak forgalma befolyásolja az utak ökológiai hatásait. Erre példa, hogy a folyóvizek üledékképződésének aránya kölcsönös összefüggésben van a forgalom arányával.

Az útépités és útkarbantartás által okozott talaj-zavarás nagy szerepet játszik az invazív és általában tájidegen fajok elterjedésében (Hobbs- Huenneke, 1992, Zink et al. 1996). Mindemellett elősegítik természeti (pl. szél, víz) és humán tényezők (pl. járművek) terjedését, ezzel együtt lehetővé teszik azt, hogy az invazív fajok jóval beljebb jussanak egy-egy társulásban, mint az egyébként lehetséges lenne (Greenberg et al. 1997).

Az utak és a mellettük található ökoszisztémák találkozásánál nagy kiterjedésű szegély-élőhelyek jönnek létre, melyek tulajdonképpen megnövelik az utak ökológiai hatásainak terjedési területeit (Forman, 2000, Forman, in press). Az utak tehát megnövelik a szegélyek kiterjedését, megváltoztatják az állománybelsőben lévő élőhelyek állapotát, valamint élőhely-fragmentációt okoznak (Mader, 1984, Reed et al. 1996). Az utak 1,5-2-szer több szegély-élőhely megjelenését eredményezik, mint az ugyanazon a területen végzett tisztítógáz (Reed et al. 1996).

Az utak állatvilágban okozott hatásai Trombulak és Frissell (2000) szerint két csoportra oszthatók:

- Az utak fizikai léte által kifejtett direkt hatótényezők (pl. élőhely-csökkenés, élőhely-fragmentáció, állatok mozgásának akadályozása stb.)
- Indirekt, azaz közvetett hatótényezők, amelyek az utakon zajló közlekedés kölcsönhatásaként jelentkeznek (pl. vadlütések, vadászat, orvvadászat, zavarás stb.)

Természetesen az állatok az érzékenységüktől függően reagálnak az egyes hatásokra. Vannak nagyon érzékenyek, de találtak olyan fajokat is, amelyek úgy tűnik, immunisak az utak hatótényezőire.

A kisebb állatok, mint például a rovarok és a kétéltűek nagy hányada veszi életét az utaknak köszönhetően. Különösen azok a fajok veszélyeztetettek, amelyek az útfelületen melegednek vagy éppen hűsölnek, illetve azok, amelyek a vizes és a magasabban fekvő területek között vándorolnak, és eközben utat kereszteznek.

Az utak nemcsak fizikai mivoltukban gátolják az állatok élőhelyeinek megközelíthetőségét, hanem mert az állatok egyszerűen elkerülik az utakat a zajhatások és egyéb zavaró tényezők miatt. Az őzek és a szarvasok is távol tartják magukat az utaktól (Lyon, 1983, Rowland et al. 2000)

Az utak a vadvilág élőhelyeinek fragmentációjához vezethet azáltal, hogy befolyásolja az állatok mozgását és sok faj terjedését. Ezek a tényezők az érintett populációk genetikai módosulását eredményezhetik (Mader, 1984).

Egyes kutatásokban hatásterjedési területre vonatkozó adatokat is megállapítottak. Így például Hansen (1978) a penészgombákat vizsgálta, és arra a következtetésre jutott, hogy a fekete penészgomba (*Verticicladiella wagnerii*) előfordulása az útmenti duglász fenyők esetében sokkal gyakoribb, mint az úttól 25 m-re vagy távolabb. A vizsgálat során két, duglászfenyő erdőben vezető utat vizsgáltak Oregon nyugati részén. Az utak mentén több vizsgálati sávot jelöltek ki. Egyet az út mellett, egyet 25 m-re, egyet pedig még távolabb. A vizsgálat eredményeként kimutatták, hogy a betegséget okozó gomba sokkal gyakrabban fordult elő az utak közvetlen közelében lévő vizsgálati sávokban. Ez köszönhető annak, hogy a közlekedés okozta szennyezés hatására az út közelében található fenyők egészségi állapota rosszabb, kevésbé ellenálló a fertőzésekkel szemben.

Az utak környezetében található ökológiai hatások zónái (hatásterületek) átlagosan 600 m szélesek, ugyanakkor vannak olyan faktorok (tényezők), amelyek akár az úttól több mint 1 km-re is megjelennek (Forman és Alexander, 1998). A kutatók (Forman, 2000) vizsgálták azt a területet, ahol az utak ökológiai hatásai megjelentek, azaz az utak hatásterületeit („az út-hatás zónákat”). 9 fő ökoszisztéma komponenszt vizsgáltak. Néhány kritériumot a massachusetts-i autópálya 25 km-es sávjában vizsgáltak, néhányról pedig különféle tudományos kutatásokból szereztek információt. Erdőkben (22 mintavételi helyen) azt vizsgálták, hogy a különféle adventív, zavarást tűrő, vagy nitrofil fajok hogyan terjednek el. A vizsgálati területek felén az úttól 120m-re is megtalálták az invazív fajok egyedeit (fagyal, norvég juhar).

Egyéb kutatási jelentésekből megtudhatjuk, hogy az utak meggátolták a szalamandrák tavaszi vonulásait. Az utak még több száz méterre az útszéltől is zavarást jelentenek a madár közösségeknek, ami feltételezhetően elsősorban a forgalom zajterhelésének köszönhető. Az is lehetséges, hogy szaporodási időszakban különösen fontos egyedek közötti kommunikációban is zavart okoz. Az úttól 650 m-ig csökkent egyedsűrűséget tapasztaltak a kutatók. A füves területek madárfajai esetében ez a távolság 1-2 km-re növekszik. Az emlősök, mint például az

őz, fekete medve, esetében az autópálya élőhely-megszűnést valamint a vonulási útvonalak keresztezését eredményezte (Forman, 1995).

Az autópálya hatásterületébe tartozó vízfolyások és vizes ökoszisztémák hatótényezőit is megbecsülték. Az út 30-500 m-es körzetébe tartozó 13 patak és időszakos vízfolyás esetében lefolyási viszony megváltozását tapasztalták. Az útról lefolyó sószennyezés pedig az úttól 1 km-re is kimutatták. Ez az eredmény szakirodalmakból származik, amelyekben a talajvíz és egyéb víznyerőhelyek só-szennyezését vizsgálták (Forman, 1997).

A tudományos irodalmak összegzéseként megállapított, utak 7 általános hatása az ökoszisztémákra:

1. Az út létesítése sérüléseket vagy pusztulást okoz az útszéli növények, a lassan mozgó állatok között, talajtömörödést eredményez, és befolyásolja az út által keresztezett vízi élőhelyeket.
2. Az út által okozott pusztulások befolyásolják a fajok egyedsűrűségét.
3. Az utaknak köszönhetően megváltozik az állatok megszokott viselkedése. Elkerülik az utakat, megváltozik élőhelyeik kiterjedése, szaporodási szokásaik (sikeressége), fiziológia állapotuk, valamint menekülési viselkedésük.
4. Az utak megzavarják a környezet fizikai tulajdonságait azáltal, hogy megváltoztatják a talaj szerkezetét, felszíni viszonyait, és a szedimentációt (üledékes folyamatokat). Módosítják a hidrológiai viszonyokat, patakmedreket, partvonalak kiterjedését, mindemellett korlátozzák az egyes vízi élőlények mozgását.
5. Az utak hatással vannak a környezet kémiai viszonyaira is. Hozzájárulnak az útszéli növény- és állatközösségek, valamint a vízi ökoszisztémák szervesanyag-, só- és nehézfém-szennyezéséhez.
6. Az utak elősegítik az adventív fajok elterjedését.
7. Megnövelik az emberi behatás mértékét, nő az orvadászat, az orvhalászat mértéke, valamint az állatok közvetett zavarása.

A kutatók végeredményként megállapították, hogy a hatásterület (út-hatás zóna) nagyon változékony. Konklúzió: a közvetlen ökológiai hatások általánosságban 300 m-ig terjednek el, míg az út-hatás zónát (teljes hatásterület) is vizsgálva ez az érték elérheti a 600 m-t is (Forman, in press).

5. Utak jellemző hatótényezői

Ebben a fejezetben az utakkal kapcsolatos, általában jelentkező hatótényezőket mutatom be. Az utak hatótényezői eltérő fázisokhoz kapcsolódnak.

Ezek a fázisok:

- megkezdés/létesítés/megvalósítás;
- üzemeltetés/fenntartás;
- felhagyás/elbontás/megszüntetés.

Az egyes fázisokban más-más hatótényező jelennek meg, ezért van szükség azok elkülönítésére.

5.1 Létesítési (építési) fázis hatótényezői

Az építés fázisai általában a következők lehetnek: építési terület felmérése, anyagszállítás és tárolás, tereprendezés (töltések, bevágások) és előkészítés (pl. növényeltávolítás), földkitermelés, alapozás kiépítése, építés folyamata, utómunkálatok (végső terepfeltöltés, növényzet telepítése), létesítés során keletkező hulladékok elhelyezése, jelentősebb haváriák stb..

5.1.1 Területfoglalás, területigénybevétel

Az utak nyomvonalas létesítmények, ebből kifolyólag jelentős, a hatásvizsgálatok szempontjából mindenképp meghatározó területigényük van a nagymértékű hosszanti kiterjedés miatt. A terület foglalásának van egy közvetlen területe, a mely megegyezik az út pásztájának területével. Az esetek többségében azonban ennél jóval nagyobb az építés során igénybevett, hatásfolyamatok által érintett terület, hiszen a létesítési időszak felvonulási területe, az építés során használt anyagok kitermelésének, deponálásának, valamint a szükséges anyagok szállításának területigényei jelentősen megnövelik az utak közvetlen területfoglalását. A területek igénybevételének egy része azonban csak átmeneti jellegű (pl. az építési anyagok deponálásának helye), az építés befejezésével eredeti állapotukat visszaállítják különböző rekultiválási folyamatok segítségével.

A területfoglalásnak köszönhetően minden esetben csökken a biológiailag aktív felületek mennyisége, és bekövetkezik valamennyi, az adott területen megtalálható környezeti elem módosulása. Ezen belül legnagyobb mértékben az élőhelyeket érik jelentős, negatív hatások, úgy mint degradáció, fragmentáció vagy megszüntetés. Ezáltal főleg növények, de alacsonyabb rendű állatok egyedpusztulásával is számolni kell.

Talán a legszembetűnőbb változás az előbb felsorolt hatások közül az élőhelyek megszűnése. Ez egyrészt az utak, másrészt az utakhoz kapcsolódó egyéb kiszolgáló létesítmények területfoglalásának is köszönhető.

Az utak létesítéséből eredő fragmentáció egyik kedvezőtlen következménye a szegélyhatás erősödése. Az élőhelyek szegélyeire kerülő (egyébként zárt állományt alkotó) fajok sokkal kedvezőtlenebb környezeti körülmények között élnek, mint az élőhelyek belsejében. A nyomvonal az állománybelsőben viszont sokszor olyan részeket érint, melyek veszélyeztetett fajok kizárólagos élőhelyei.

A nyomvonal mentén megjelenő új fajok jelentős része gyom vagy zavarástűrő faj, melyek terjedéséhez az útszegélyek jelentik az ökológiai folyosót, és amely fajoknak az elterjedése vegetáció-módosuláshoz vezet.

Mezőgazdasági területeken létesített utak fragmentációs hatásának eredménye lehet a környezeti károk növekedése, a különféle kártevők elszaporodása, az élővilág károsítása és a mezőgazdasági termények szennyeződése. Ugyanakkor a kisebb parcellás gazdálkodás növelheti a biológiai diverzitást, a szegélyek és a mikroélőhelyek arányát.

A természetközeli élőhelyeken átfutó utak a méretüktől, a kapacitásuktól és a kialakításuktól függően eltérő hatásokat eredményezhetnek. A keskeny földutak, turistautak, burkolat nélküli erdészeti utak fragmentáló hatása kisebb mértékű és nem okoz jelentős változást a területhasználatban, ellentétben a burkolt, legalább két forgalmi sávossal. Ezek a létesítmények megnövelik az érintett terület feltártságát, és könnyebben eredményezhetik a területhasználat módosulását. Jellemző, hogy minél nagyobb egy út tervezett forgalma, megengedett sebessége, a nyomvonalvezetéséből és szerkezetéből adódóan kevésbé alkalmazkodik a táj adottságaihoz, így nagyobb a romboló hatása is.

Az urbanizáció esetében az utak kezdetben előnyt jelentenek, hiszen a közlekedés fellendül, könnyebb lesz egyes területek megközelíthetősége. Ugyanakkor csökkennek a zöldfelületek, ami negatív hatásként fogható fel.

Ha az utak fragmentációs hatását kifejező, az utak nélküli állapothoz képest számolt átlagos százalékos foltterületet tekintjük, akkor megállapítható, hogy az élőhelyek érzékenységének megfelelően egyre csökken a fragmentáció mértéke. Egyértelmű összefüggés mutatható ki a fragmentáltság és a meglévő élőhelyfoltok érzékenysége között. A fragmentációs hatását tekintve legjelentősebb mellékutakat kiemelve a nagy érzékenyséű élőhelyeken az átlagos foltterület 84%-ra csökkent az utak nélküli helyzethez képest, 76%-ra a közepesen érzékeny élőhelyek esetében, míg 51%-ra pedig a kevésbé érzékeny élőhelyek esetében.

A nagyon érzékeny erdei élőhelyek közül a kocsányos tölgyesek fragmentáltsága, vagyis az úthálózat kialakítása miatt tapasztalható átlagos foltméret az út nélküli állapothoz képest 83%. A közepesen érzékeny erdei élőhelyek aránya 64%-os. Ezek az erdők mintegy 14-szer akkora területet borítanak, mint a nagyon érzékenyek. (Pallag O. szerk. 2000)

5.1.2 Növényzet eltávolítása, fakivágás

Közvetlen növényzeteltávolítására, fakivágásra a létesítendő út pásztyájának (műszelvény + 1-1m) szélességében kerül sor. Ezen túlmenően az utak esetében arról is gondoskodni kell, hogy út úrszelvényét is szabadon tartsuk, azaz el kell távolítani az út mentén található, behajló ágú fákat. Egyes fafajoknál elegendő a forgalmat esetlegesen veszélyeztető ágak levágása, nyesése, ez azonban olyan sérüléseket eredményezhet a faegyedekben nem megfelelő kezelés esetén, amely kórokozók elszaporodásához, majd akár egyedpusztuláshoz is vezethet.

További közvetlen növényirtással jár az egyes járulékos létesítmények megvalósítása, kiépítése, így például az átvezetett vízfolyások mederkorrekcióinak kialakítása, rakodók, csatlakozások vagy közlekedésbiztonsági célokat szolgáló műszaki és egyéb létesítmények kiépítése.

A növényzet eltávolítása az ott élő állatvilág létfeltételeit is befolyásolja, sőt pusztulását is eredményezheti. A hatások –úgy a növények, mint az állatok esetében is- nem korlátozódnak az irtás területére. Ennek oka a hatás-továbbterjedés, azaz a pásztanyitás (ami az elsődleges hatótényező) miatt másodlagos hatótényezők jelenhetnek meg:

- új, főleg bolygatást jelző gyomfajok megjelenése, melyek a természetes vegetáció fajösszetételét nagyban megváltoztathatják,
- a pásztaban a megnagyobbodott nyílt felület miatt megnő a napsugárzás intenzitása,
- a talajsíntet érő csapadék mennyisége megemelkedik, hisz egyrészt eltűnik a „védelmet jelentő” lombkorona szintje, másrészt a talaj fedetlenné válik a vegetáció letermelése miatt,
- emelkedik a talajpárolgás, csökken a vízvisszatartó képesség, ami szintén a talajborítás megszüntetésének köszönhető,
- növekszik a szél okozta légmozgás, hiszen növekszik a nyílt felület, nincs, ami a szél erejét lefékezne. A szél hatására különféle, főként mechanikai sérülések jelenhetnek meg a faegyedeken, amelyek aztán utat engedhetnek harmadlagos hatótényezőknek számító kórokozókknak,
- a társulások megbontása miatt mélyebb lesz a fagybehatolás az állományban, jelentős fagykárokat okozva ezzel. A károk mértékétől függően egyedpusztulások is bekövetkezhetnek.

Az, hogy a fakivágás, és a közvetlen növényirtás mekkora károkat eredményez az adott terület élővilágában, nem feltétlen mennyiségi tényezőkkel, mutatókkal határozható meg. Sokkal fontosabb tulajdonság az érintett egyedek, populációk, élőhelyek természeti karaktere, természetvédelmi értéke. A növényzet viszonylag csekély területen történő eltávolítása is jelentős hatású lehet, ha védett növényeket vagy állatokat, magas ökológiai értékű társulásokat illetve élőhelyeket érint.

A növényzet eltávolítása különféle műszaki eszközök használatát teszi szükségessé. A lágyszárú fajok és a kisebb fás növények eltávolítása kézi erővel történik, míg a fafajok kitermelésére általában benzinmotoros láncfűrész használják. A motorfűrész használata esetén számolni kell üzemanyag- és kenőolaj elfolyással (Gólya (2006) szerint 0,31 motorfűrész üzemanyag fogy el 1 m³ fa kitermelése esetén, és az üzemanyag közel 20% elégtelenül kerül ki a környezetbe), környezetszennyező gázok kikerülésével, de ami talán az adott környezetre a legkárosabb hatás, az a zajterhelés. A napjainkban is használt gépek zajszintje 1 m távolságban megközelítheti akár a 100 db(A) értéket is. Mindezek mellett azonban ki kell térni arra a tényre, hogy ezek a hatások csak átmeneti jellegűek, nagyon rövid ideig fejtik ki a hatásukat az út létehez viszonyítva.

Az egyes erdőterületek zajterhelésének megítélésében mindenképp figyelembe kell venni, hogy az erdőkben rendszeresen folynak zajhatással járó, főként erdőgazdálkodással kapcsolatos műveletek (motorfűrészek, szállítójárművek alkalmazása), amelyekhez az erdészetileg hasznosított erdő élővilága már mintegy „hozzászokott”, így különösebb többletterhelést nem jelenthetnek egy út területének előkészítésével járó zajok.

5.1.3 Anyagátrendezés: földmunkák, a terület alapjának előkészítése

5.1.3.1 Robbantás

Útépítés esetében akkor alkalmazhatnak robbantást, ha az építési területen az útpásztaba eső fák kivágása után visszamaradó nagyobb tuskók eltávolítása más módon nem oldható meg, illetve ha köves, sziklás alapkőzeten bevágásokat kell kiépíteni.

A csak a tuskók szétrepesztését előidéző töltetek alkalmazása általában nem károsítja a megmaradó fákat, gumiköpeny terítésével a károkozást szinte teljesen meg lehet akadályozni. A robbantásos sziklamunka esetében a védelem nem megoldható, a károkozás kiterjedése

azonban -több kisebb, megfelelően méretezett töltet alkalmazásával- 20-50 méter távolságon belül tartható.

A robbantás zajhatással, rezgéskeltéssel jár. Mindkét tényező befolyásolhatja az állatok mozgását, zavart kelthet a táplálkozás, az utódnevelés folyamatában (pl. fészekelhagyás). A hatótényező jelentősége az érzékeny fajok jelenlététől függ, ezért annak megítélése csak konkrét esetben lehetséges. Az azonban lényeges szempont, hogy ezek a hatótényezők átmeneti jellegűek és rövid ideig tartanak. Ennek ellenére az élővilágban okozott hatásuk maradandó is lehet (nagyobb léptékű sérülések, egyedpusztulások). Az élővilág mellett az alapkőzet és a talaj állapota is megváltozhat, károsodhat.

5.1.3.2 Gépi földmunkák

A gépi földmunkák során történik az egyik legjelentősebb beavatkozás a környezetbe, hatásfolyamatai meghatározóak. Célja a talaj felső, a földmű építésére műszakilag alkalmatlan humuszos talajréteg eltávolítása, (bevágások és töltések, valamint az útarok) és annak kialakítása. (A földmű bevágásban, vagy töltésben elhelyezkedő, rézsúkkal határolt tömörített talajtömeg.) A folyamatok során a nyomvonalat és az úthoz kapcsolódó építmények elhelyezésére szolgáló terepet előkészítik és kiegyenlítik. Ezekhez a tevékenységekhez általában a helyszínen található talajt használják fel. A bevágások és a töltések kialakítása lényeges és elkerülhetetlen az útépités során.

1. A humuszlefejtés a természetes, vagy művelt talajok területének csökkenésével jár. A csökkenés mértékének környezeti szempontú megítélésében az igénybevett talaj minősége, a művelhető talaj mennyisége, pótolhatósága a meghatározó szempont. A lefejtett humusz különösen értékes, biológiailag aktív talajréteg, mely az élővilág számára fontos és nélkülözhetetlen funkciókat (pl. tápanyag, közeg, élőhely) tölt be. Megfelelő elhelyezéséről minden esetben gondoskodni kell, de úgy, hogy a talaj minőségének romlása a lehető legkevesebb legyen (a talaj szerkezetének változása a talaj minőségének romlását eredményezheti). Emellett figyelni kell arra, hogy a kiépítésre kerülő út helyén esetlegesen előforduló talajszennyeződésekkel ne szennyeződjön. A lefejtett humusz egy része a töltési részűre teríthető vissza, elősegítve ezzel a részű begyepesítését.

2. A gépi földmunkák folyamataihoz tartoznak töltések és bevágások földmunkái. A töltések kialakítása az útépités során a terepviszonyoktól és az út tulajdonságaitól függően jelentős anyagmozgatással jár. Gyakori jelenség, hogy a felszínen olyan talajrétegek jelennek meg, amelyek normális esetben csak a mélyben található. Ha nincs elegendő helyi anyag (pl. bevágásokból kikerülő), akkor szállított töltésanyaggal dolgoznak, ami az adott környezetben idegen anyagok megjelenését vonja maga után. A bevágásokból kikerülő, töltéseknél fel nem használt földfelesleget deponálják vagy elszállítják. Kisebb volumenű utak esetében a bevágások során kitermelt talajt a töltések építésénél felhasználják, ami így csökkenti annak a veszélyét, hogy beszállított töltésanyagokból kerüljön szennyezőanyag a környező területek alapközeteibe, illetve nagyobb mennyiségű altalaj jelenjen meg az erdőtalajok felszínén.

Az útépités földmunkái során előfordul, hogy nehéz gépek járnak a nyomvonalon kívüli területeken. Ez a talaj tartós tömörödését okozza, aminek következményeként a következő negatív hatások léphetnek fel:

- csökken a talaj pórustérfogata, kevesebb levegő jut be a talajszemcsék közé, ezáltal romlik a levegőháztartás, így megváltozik a talaj hőháztartása (nehezebben melegszik fel, lassabban hűl le),
- megváltozik a talaj tápanyagháztartása, megváltozik az egyes anyagok kémiai átalakulásnak feltételei, adott esetben nehezen felvehetővé válnak a növények számára, illetve a vízbenoldódási tulajdonságok is módosulhatnak,
- romlik a talajlakó állatok mozgási lehetősége, nehezebben tudnak helyet változtatni, megváltozik a mikrobiális aktivitás, átalakulhat a fajösszetétel is,
- csökken a vízáteresztő képesség, ami egyes helyeken a talajok elvizesedéséhez, máshol pedig a felszíni elfolyások miatt talajszárazodáshoz vezethet,
- a csökkenő légcsere miatt egyes káros anyagok felhalmozódhatnak a talajpórusokban, ami a pórusok oxigéntartalmának csökkenését és a széndioxid növekedését okozhatja, ez a folyamat pedig gátolhatja egyes növények és állatok megfelelő életműködését,
- csökken a növények fejlődési üteme, lassabban növekednek, emellett a termőréteg vastagsága is csökkenő tendenciát mutat.

A talajvíz szintjét elérő bevágások "megcsapolják" a talajvizet, a bevágások és töltések módosítják a vízáramlás irányát, a lefolyási jellemzőket, megváltoztatják az adott terület vízháztartási jellemzőit. (A vízháztartás a tér valamely meghatározott részének a vízforgalmát jelenti, a globális vízkörforgás egy lokális részét. Tulajdonképpen egy adott tér felületén jelentkező bevételekből és kiadásokból, különféle belső folyamatokból, valamint a térben is, időben is változó mozgások, és tározódások sorozatából adódik össze.) A vízháztartási jellemzők módosulása további hatásokat eredményez, mint például az érintett élővilág fajösszetételének megváltozása.

5.1.4 Anyagátrendezés: pályaszerkezet építése

Az útpályaszerkezet építésének hatótényezői a felhasznált anyagok fajtájától és azok tulajdonságaitól függenek. A hazánkban leggyakrabban használt anyag az aszfalt. A hajlékony pályaszerkezetek alap és burkolati rétegeinek építéséhez különböző aszfaltokat használnak.

Az aszfalt a kőváznak és a bitumennek a hézagszegény keveréke. Az útépítésben a kőolajbitumen három fajtáját alkalmazzák:

- a) Az útibitumen: mely szobahőmérsékleten szilárd. Főleg tömör aszfaltokhoz használják, ilyenkor a bitument magas hőmérsékletre hevítik;
- b) A hígított bitumen: esetében az útibitument könnyűgázolajjal hígítják és csak a hígító anyag elpárolgása után „köt meg”;
- c) A bitumenemulzió: előállításakor az útibitument koloidmalomban vízzel keverik emulgeálószer jelenlétében. A kötés az emulzió megtörése (a bitumen és a víz szétválása) után jön létre.

Az aszfaltrétegek vázát alkotó ásványi anyagok:

- a) Zúzottkövek (a szemmagyság 20 mm-nél nagyobb);
- b) Zúzalékok (a szemmagyság 20 és 4 mm között van);
- c) Zúzott homokok (4 és 0,1 mm közötti szemmagyság);
- d) Kőliszt (filler, 0,1 mm-nél kisebb szemmagyság).

A zúzottkövek, zúzalékok túlnyomóan bazaltból és andezitből készülnek, a kőlisztet pedig jó minőségű mészkőből állítják elő (a kőliszt feladata tömör aszfaltrétegek előállításakor a bitumen jobb lekötése, a kis hézagok kitöltése).

(Schuchmann –Kisgyörgy)

Az aszfaltok szállítása és terítése magas hőmérsékleten, speciális gépek alkalmazásával történik. Az aszfalt burkolat terítésének folyamata több résztevékenységből tevődik össze, melyeknek hatótényezői általában azonosak (5.1.4-1.sz. táblázat), de mértékük eltérő lehet.

A magas hőmérséklet következtében bitumengőzők keletkeznek. A tapasztalatok szerint e gőzök csak zárt térben végzett aszfaltozás esetén érhetnek el olyan koncentrációt (5 mg/m³), amely a helyszínen tartósan jelenlévő emberek (aszfaltozó munkások) egészségét veszélyeztetheti. A szabadban, erdőterületeken végzett munka során veszélyes mértékű koncentráció természetesen nem alakulhat ki. A bitumengőzőket azonban erős szaghatás jellemzi, amely az embernél érzékenyebb szaglászú állatok számára riasztó hatású lehet. E hatás célzott vizsgálatára vonatkozó kutatási eredményeket nem találtam a szakirodalomban, de nem zárható ki, hogy e hatótényező akár 2-300 méter távolságban is érvényesülhet. Mivel azonban az építés időszakos jellegű, a beépítés viszonylag rövid ideig tartó folyamat, ez a hatás csak átmeneti következményekkel járhat.

5.1.4-1. sz. táblázat
Jellemző hatótényezők aszfaltbedolgozásánál
(forrás: O.Harders, Brunsbüttel: Aszfalt és környezet)

	por	gőz	szag	zaj	gáz
Seprés	X			X	X
Bitumenszóró gk.		X	X	X	X
Aszfaltszállító gk.		X	X	X	X
Finiser		X	X	X	X
Zúzalékszóró		X			X
Henger				X	X
mintavétel				X	X

Az utak burkolatának kiépítése során az aszfalt mellett sokszor használnak betont. A betonburkolat előnyei az aszfalttal szemben: hogy sokkal ellenállóbb a hőmérsékleti hatásokkal szemben, a betonút nem nyomványósodik. Kedvezőbb tapadása a használat során alig változik, a hosszabb élettartam kevesebb javítással és forgalomkorlátozással jár, világos színe is nagyobb forgalombiztonságot eredményez. A környezetvédelmi előnyök (a talaj- és vízszennyezési kockázat kisebb, a zajhatás megfelelő felületképzéssel korlátozható stb.) felértékelik a beton alkalmazását. (Cementvilág, 2006, Júl.-aug., Épüljön több beton útburkolat).

Nagyobb betonigényű létesítmények kivitelezéséhez a keverőtelepen előállított készbetont szállítják a helyszínre. A cementpor kiporzása gondatlan kezelés, illetve száraz, szeles időjárási viszonyok között az erdőterületen legfeljebb átmeneti esztétikai problémát okozhat azáltal, hogy a por kiülepszik az útpálya-menti növényzeten, illetve talajon. Tapasztalatok szerint, széljárástól függően akár 100 m-ig is elszállhatnak a porszemcsék. A növények esetében a legkárosabb tulajdonsága az, hogy eltömítheti a pórusokat, zavart keltve ezáltal a növények anyagcseréjében. A talajba könnyen bemosódhat, megváltoztatva a talaj tulajdonságait, főként a talaj pH-ját tolhatja el, ami aztán egyéb más tényezők (pl. tápanyagfelvétel, nehézfém-oldhatóság) módosulását vonzza maga után.

A mechanikai stabilizációk jellemzően helyi anyagból, gréder és gumihenger alkalmazásával készülők, nem vízzáró rétegek. A helyi anyag csak ritkán jelenthet veszélyt a beépítés helyén, legfeljebb kiporzása okozhat (esztétikai) problémát.

A jövő: A Mitsubishi tokiói Anyagtudományi Intézetének kutatói olyan útburkoló anyagot fejlesztettek ki, amely magába szívja és ártalmatlanítja a környezetszennyező

anyagok egyik csoportját. Az útburkoló lemezek beton alapúak, felül egy centiméteres, titán-dioxid, zeolit és homok (vagy őrölt üveg) keverékéből álló réteggel. A zeolit megkötö a nitrogén-oxidokat, a titán-dioxid pedig a napfény ultraibolya sugarainak energiájának felhasználásával ártalmatlan sókká alakítja őket.

5.1.4.1 Útburkolat általános hatásai

A szilárd útburkolat biológiai értelemben inaktív felszín, hőcsapda (infracsapda), mesterséges sivatag, amely a passzív hőelnyelés miatt a környezeténél 8-10 °C-kal is melegebb lehet.

Az útpáztában „megjelenő” burkolat jellemzői a páasztanyítás okozta mikroklímátikus és vízellátottsági változásokat befolyásolják: a sötét színű burkolatok (pl. aszfaltok) jelentősen növelhetik a páaszta léghőmérsékletét, nagy lesz a napi hőmérsékletingás mértéke. A burkolt felületű utak mentén a növekvő hőmérséklet hatására szárazodás indul meg, melynek köszönhetően megváltozik az eredeti élővilág fajösszetétele: az út melletti szegélyzóna a környezeténél jelentősen melegebb, szárazabb és a gépjárműforgalom miatt szennyezett talajú és levegőjű antropogén környezet, ahol tág ökológiai tűrőképességű, főként szárazságtűrő- és kedvelő növények és állatok jelennek meg.

Emellett a vízzáró burkolatok megváltoztatják az érintett környezet vízháztartását, módosítják a felszíni vízáramlási viszonyokat, egyes helyekről elvezetik a vizet, más helyeken pedig megnövelik a víz mennyiségét. A magasabb felszíni hőmérsékletnek köszönhetően megnő a párolgási vízvesztés is, de nem csak az útfelületen (ahonnan egyébként a csapadékvíz 60-80%-át a felszíni vízelvezető rendszerek elvezetik), hanem a szegélyzónában is. A talaj evaporációs vízvesztését tovább növeli a forgalom által keltett sűrűlódási hő és az állandó légmozgás.

Tehát az inaktív útfelület kisugárzása, ökológiai hatásai néhány méteres zónában az útpálya mindkét oldalán, a környezeti adottságoztól függően eltérő távolságban egyaránt tapasztalható.

5.1.5 Anyagátrendezés: vízépítési munkák

Az utak esetében a vízépítési munkák hatásai egyaránt kiterjednek a felszíni és felszín alatti vízrendszerekre, lefolyási irányokra. Az utak műszaki fenntartása megkívánja a felszíni vizek elvezetését, árkok, új medrek, áteresztő műtárgyak kiépítését, valamint a meglévő műtárgyak átépítését.

Az élővizek átvezetését betonső átereszekkel oldják meg, amelyek átmérője a vízhozamtól függően változik. Az élővizek átvezetésének megoldása az utak létesítésének jellegzetes, a költségtakarékosságra és biztonságra törekvő műszaki tervezés és a természetvédelmi szempontok ütközéséből eredő konfliktuspontja. A mértékadó vízhozamok átvezetésére méretezett létesítmények műszaki szempontból megfelelőek, de megváltoztatják az áramló víz sebességét, a fényviszonyokat, az aljzat és a természetes vízpartok kiépítésével (burkolásával) gátolják a vízi, vízparti élővilág élettevékenységét. Megjegyzendő, hogy vannak olyan vízátvezető létesítmények, amelyek jelentősen csökkentik a fellépő negatív hatásokat (pl. hullámacél áteresztő).

A felszíni víz összegyűjtése és elvezetése különösen fontos az utak csomópontjainak belső, lefolyástalan területein. A csomópont kiépítésétől függően ez többhektáros terület műszaki módszerekkel való víztelenítését jelenti.

Az építés során a vizek gyakorlatilag csak rendkívüli (pl. az alkalmazott gépek üzemanyagának elfolyása) esetben szennyeződhetnek, erdőterületen általában nem fordul elő

olyan vízfolyás, amelynek szennyezett vize vagy iszapja - a mederátépítés során- veszélyeztető tényezővé válhatna.

Az útépitések során létrehozott vízelvezető árkok, illetve az utakról lefolyó vizek miatt az utak mentén tartósan megváltozik a talajok vízháztartása. A változás területének kiterjedése erősen függ a domborzattól, illetve attól, hogy a vízelvezető árkok hogyan futnak. A változás kettős, egyes helyeken a vízelvezetés miatt csökken a talaj víztartalma, azaz víztelenítés jön létre, más helyeken az összefutó vizek miatt megnőhet az. Míg a nem beépített területeken a csapadék 15 %-a folyik el a felszínen átlagosan, addig beépített területeken 60 - 80 %-a. (Fiedler, 1990)

A vízháztartási viszonyok módosulása szempontjából a vízépítési munkák, a létrehozott műtárgyak közvetlen hatótávolsága a "hegy felőli" oldalon csupán néhány méteres lehet, a másik oldalon, azaz a völgy felé azonban akár több száz méter távolságban is változhatnak a vízháztartási viszonyok.

A vízépítési munkák mértéke, jellege, a kialakított létesítmények hatása a vízi élővilágra vonatkozóan a fajösszetételtől és az elválasztó (gát-) hatástól függően lehet jelentős, vagy jelentéktelen hatótényező.

5.1.6 Építési anyagok szállítása

A különféle, utak építéséhez használt anyagok (homok, kavics, föld, aszfalt stb.) szállításának környezeti hatásai a szállítási útvonalak teljes hosszában jelentkezhetnek. Az érintett útvonalakra jellemző a megnövekedett forgalomterhelés, ennek köszönhetően megnő a zaj- és rezgésterhelés, a levegő szennyezettsége. Az építési anyagok szállításának környezeti hatásai átmeneti jellegűek, hiszen az útépités befejeztével megszűnnek.

Ahhoz, hogy a szállítás környezeti hatásait megfelelően tudjuk értékelni, figyelembe kell venni az érintett útvonalak meglévő forgalmát és a szállításokból eredő többletforgalom viszonyát, valamint az útmenti környezet érzékenységét, alapadottságait és állapotjellemzőit.

5.1.7 Rekultiváció

Az utak esetében rekultivációra az építés során átmenetileg igénybe vett területrészeken, az esetleges nyomvonal-korrekciók miatt felhagyott útszakaszokon van szükség.

A rekultiváció két, egymást követő fázisból áll, a műszaki és a biológiai rekultivációból:

- Műszaki rekultiváció: vagyis felszín átalakítás, amely nagyobb beavatkozások esetében különféle, tereprendezéshez alkalmas gépekkel történik. Ezt követi a finomabb tereprendezés.

A műszaki rekultiváció hosszú időre, nemzedékre meghatározza a terület hasznosításának lehetőségeit, a táj minőségét, ezért a tájépítés optimális feltételeinek létrehozását kell szolgálnia.

Főbb munkafázisai:

- a terep megtisztítása ipari hulladékoktól, elhagyott építményektől, kőzetmaradványoktól, görgetegkövektől, minden olyan tárgytól, anyagtól, vegyi szennyezésektől, amelyek zavarhatják a terület rendeltetésszerű használatát,
 - gazdaságosan művelhető területek, táblaméreték, erózió mentes lejtésviszonyok kialakítása,
 - a terület használathoz szükséges közlekedési, gazdasági - táblaközi - és gyűjtőutak kiépítése. (Vonalas létesítmények, megszüntetett közutak, dűlőutak, vasúti pályák bontását, földbe süllyesztett vezetékek építését követő károsodást rekultivációs eljárásokkal szüntethetjük meg.) A technikai rekultiváció során el kell távolítani az idegen anyagokat, köveket, hulladékokat és egyéb szennyeződések. A tartós úthasználat nagymértékben tömöríti a területet, ezért az úttest és az útalap eltávolítását követően mélylazítóval - 40-50 cm- mélységben a területet lazítani kell. A lazítást követően a tömörödéstől, a talaj fizikai összetételétől függően kell a területet újból lazítani, művelni.
 - a terület vízrendszerének (vízviasztartás, vízvezetés) kialakítása,
 - humuszos termőréteg visszaterítése, elegyengetése,
 - vízmosások, szakadékok megkötése,
 - süllyedések, lefolyástalan területek, horpadások megszüntetése, a biológiai rekultivációra alkalmas terület kialakításával,
 - a területrendezés a rekultivációra szoruló terület illesztése a környező területekhez, ráfolyás megakadályozása, övárokkal, gyepek, vagy egyéb módon kiépített vízvezetéssel,
 - zárógödör mederrendezése, rézsűépítés, partvédelem,
 - erőművi zagyterek, iszapkazetták gátjainak koronavédelme, rézsű kialakítása,
 - földes kopások eróziójának megakadályozása övárokkal, roncsolt, túlterhelt mezőgazdasági területek rekultivációja.
- **Biológiai rekultiváció:**
 - a létesítés során kitermelt és külön tárolt talajréteg visszaszállítása és elegyengetése a felszínen, vagy növényi tápanyagokkal való feltöltés,
 - a rekultiváció kezdeti időszakában olyan növények termesztése, amelyek nagy szár- és gyökértömeget hagynak vissza,
 - a talajfelszín rendszeres lazítása.

A különböző természeti, antropogén károsító hatások következtében a felső talajréteg (művelt réteg) olyan mértékű változást szenvedhet, hogy biológiailag inaktívvá válik, elveszíti természetes termékenységét. A károsítás módjától, mértékétől, a károsított terület jellegétől függően változhatnak a biológiai rekultiváció módszerei, folyamatai.

Az egyik legfontosabb és legmeghatározóbb folyamat a növénytelepítés, mely általában minden rekultivációs eljárás részét képezi. A kivitelezés során fontos, hogy az érintett terület növényfajokkal történő beültetése mindig a környezet vegetációjának megfelelő fajokkal történjen. (http://www.date.hu/kutatas/rehab/zaro.php#_a74)

5.1.8 Komplex hatótényező: gáthatás

Az építés fázisában a gáthatás komplex hatótényezőnek tekinthető: egyrészt az építési területből, másrészt a területeken folyó munkálatok együtteséből tevődik össze.

Az utak létesítésének meghatározó folyamatai jellemzően a nappali időszakban zajlanak. Az építéssel megváltozott környezeti állapotok leginkább a vadon élő állatok életkörülményeit változtathatják meg, ezen belül főként az állatok megszokott vonulási útvonalait módosíthatják, hiszen fizikai akadályt jelenetnek. A munkagépek, szállítójárművek által

kifejtett zaj- és rezgésterhelés szintén zavarja az állatokat, az életritmusukat negatívan befolyásolhatják. Az állatok mellett a növények esetében a vegetatív úton szaporodó fajokat károsíthatják, amennyiben az építkezés a szaporodási időszakban zajlik.

Az utak létesítésének folyamatai az érintett területeken folyó gazdálkodási tevékenységeket is korlátozhatják, illetve zavarhatják az esetleges rekreációs hasznosításokat.

A gáthatás mértékét több tényező befolyásolja, így jelentős tényező az út, valamint a teljes építési terület kiterjedése (hossza és szélessége). Meghatározó az építendő út szintbeli elhelyezkedése, hogy mennyire illeszkedik a terepadottságokhoz. Ha nem illeszkedik a terepviszonyokhoz, akkor nagy bevágásokra, vagy éppen töltésekre van szükség, így a gáthatás mértéke is nagyobb lesz. Fontos tényező az építési forgalom nagysága, annak időbeli lefolyása, valamint a különféle építési műveletekkel járó anyag- és energiakibocsátások, szennyezések. Megállapítható, hogy minél nagyobb a forgalom és minél hosszabb ideig tart, annál jelentősebb lesz a gáthatás mértéke.

5.2 Üzemelési fázis hatótényezői

5.2.1 Forgalom, közlekedés

Az utak talán legfontosabb és legmeghatározóbb hatótényezője a közlekedés, mint folyamat és a hozzá kapcsolódó eszközök (járművek). A különböző úttípusokra más-más forgalmi viszonyok és gépjármű-összetétel jellemző, de általánosságban ugyanazok a hatótényezők jelennek meg minden esetben.

5.2.1.1 Környezetszennyező anyagok megjelenése

Megállapítható, hogy a forgalomból eredő környezetszennyező anyagok (5.2.1.1-1.sz. táblázat) elsősorban az üzemanyagok elégetéséből származnak. Emellett a különböző alkatrészek (pl. fékbetétek, gumiköpenyek) kopása és a járműkarosszériák korróziója is jelentős szennyezést eredményez.

Hazánkban jellemző üzemanyagok:

- motorbenzin: a lepárlott benzin finomított változata (pl. fizikai vagy kémiai módosítások a finomítási eljárás során; kéntelenítés); Magyarországon 1999 óta csak ólommentesen lehet forgalmazni.
- dízel: a közép párlatok közé tartozik, fő felhasználója a közúti szállítmányozási szféra (2/3 részben tehergépjárművek, 1/3 részben a személygépkocsik). Egyik legfontosabb paramétere a hidegszűrhetőségi tulajdonság. Egyéb kritériumai a megfelelő gyújtási teljesítmény és a lepárlási tartomány. A dízelüzemanyagnak egyébként nagyobb az energiatartalma a benzinénél, ezért kisebb a motor fogyasztása, és alacsonyabb a széndioxid-kibocsátás is.

5.2.1.1-1.sz. táblázat

A közúti gépjármű-közlekedés országos összesített emisszióinak alakulása (tonna/év)
 Forrás: A hazai közúti, vasúti, vízi és légi közlekedés emissziókatasztere (www.ktm.hu)

Emisszió Év	CO	CH	NO ₂	SO ₂	Pb	Korom	CO ₂
1991	486 981	84 262	82 086	6975	387,4	11 302	7 145 399
1993	448 352	73 302	80 965	6938	132,8	11 690	6 579 474
1995	443 968	69 800	86 724	6631	100	16 715*	6 626 795
1997	445732	67073	92904	10238	57,67	17709*	9540603
1999	446527	61525	99073	2248	6,42	19354*	10080958
2001	420137	57294	101065	1036	0,00	20037*	10219103
2003	403490	55025	103097	1062	0,00	20745*	10539292

*részecske-emisszió

Léteznek még egyéb alternatív üzemanyagok, mint például a bioetanol, amelyet szénhidrát tartalmú növényi termékekből lehet nyerni, vagy a biodízel, amelynek nyersanyagforrásai a növényi olajok. A nemzetközi energiaügynökség becslése szerint 2010-ig a gépjármű üzemanyagok 10 százaléka származhat már bio-nyersanyagból. Jelenleg főként gabonát, cukornádat és cukorrépát használnak alapanyagként motorbenzin, napraforgót és repcét pedig dízel üzemanyag előállításához. Hazánk is törekszik arra, hogy ezek a környezetkímélő üzemanyagok előtérbe kerüljenek. Ennek érdekében született meg a 2233/2004. (IX. 22.) Korm. határozat a bioüzemanyagok és egyéb megújuló üzemanyagok közlekedési célú felhasználására vonatkozó nemzeti célkitűzésekről.

Jelenleg is folyó kutatások szerint azonban a „zöld” üzemanyag előállítása során kibocsátott összes káros anyagot is figyelembe véve, majdnem az összes forgalomban lévő bioüzemanyag több üvegházhatást erősítő gázt bocsát ki, mint a hagyományosak.

(forrás: <http://www.hetek.hu/?q=node/15460>)

1. A környezetbe kerülő, közlekedésből származó szennyeződések egy része porok formájában jelenik meg, ami az utak közvetlen közelében rakódik le a talajfelszínen és a növényeken. Amellett, hogy a porok önmagukban is jelentős szennyezők, fontos az összetételük is, hiszen jelentős fémtartalommal rendelkezhetnek, fokozva ezzel a környezetkárosító tulajdonságukat (5.2.1.1-2. sz. táblázat).

A közlekedés során keletkező porok nagyságuk szerint osztályozhatóak. Az 1 mikrométernél nagyobb porok viszonylag gyorsan leülepednek. Míg az ez alatti méretű porok, mint lebegő porok (aerosolok) nagy távolságokra eljuthatnak az utaktól. Emiatt az utak mentén az első métereken a legerősebb a szennyezés, 20 m után már viszonylag gyenge a porterhelés, azonban az úttól akár 1000 méterre is eljuthatnak. A közlekedés során kikerülő por mennyisége és terjedése elsősorban a vegetációtól, a járművek sebességétől és a kitértől függ. Hatásuk függ az összetételüktől, eredményezhetik a talaj szemcseösszetételének, a C/N arány és a talaj pH-jának megváltozását. (Bartha-Bidló-Kovács, 1999)

5.2.1.1-2. sz. táblázat

Mosás és az eső hatása az út mellett vett növényminták porszennyezettségére, illetve fémtartalmára, mg/kg (Csathó, 1994 nyomán)

Növényfaj	Kezelés	Fe		Mn		Zn		Cu	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Akáclevél	mosatlan	246	152	57	27	55	59	8	11
	mosott	169	127	48	24	54	53	8	10
Fehér libatop	mosatlan	144	70	62	30	26	44	10	7
	mosott	78	49	46	28	26	42	9	7
Szőrös disznóparéj	mosatlan	239	149	52	23	35	36	7	5
	mosott	88	95	52	18	35	33	7	5
Szennyezés mértéke, mg/kg-ban									
Akáclevél		77	25	9	3	1	6	-	1
Fehér libatop		66	21	16	2	-	2	-	-
Szőrös disznóparéj		151	54	5	5	-	3	-	1
Szennyezés mértéke a mosott %-ban									
Akáclevél		46	20	18	13	3	11	2	8
Fehér libatop		85	43	35	5	1	4	3	9
Szőrös disznóparéj		172	57	10	28	1	10	2	14

2. A közúti közlekedés, a járműforgalom során a porszennyezések mellett nagy mennyiségű fémszennyezés is jelentkezik, amely egyrészt a levegőben dúsul fel, másrészt az élővilágban és talajban is megjelenik.

A nehézfémek a litoszféra természetes alkotórészei minden talajban és az ott termő növényekben is előfordulnak. Vannak közöttük olyanok, amelyek esszenciális fémekhez tartoznak, tehát nélkülözhetetlenek, mint például a cink vagy a réz, melyek ember, állat és növény számára egyaránt szükségesek. Vannak csak ember és állat számára fontosak (Cr), csak növényeknek fontos elemek (Ni), végül azok, amelyek egyik élőlénytípusnak sem hasznosak (Pb, Cd, Pt, Hg). (Pálfi, 2004)

A természetes előforduláson kívül a nehézfémek legnagyobb mennyiségben különböző antropogén forrásokból kerülnek a környezetbe. A különböző, közlekedéseredetű emissziók (pl. kipufogógázok) száraz vagy nedves üledéket képeznek a növények felszínén és az útközeli talajok felső rétegében. Az útmenti növényzetben feldúsuló nehézfémek aztán bekerülve a táplálékláncba végül az emberbe jutnak és mérgezést okoznak.

A legfontosabb közlekedésből származó nehézfémek (Pálfi, 2004):

Kadmium (Cd)

A környezetet szennyező kadmium elsősorban abroncskopásból és dízelmotorok kipufogógázából származik. Nem szennyezett helyeken élő növények Cd-tartalma általában < 1 mg/kg összes száraz anyag (TS).

Króm (Cr)

A közúti forgalom szempontjából a króm abroncs- és fékbetét kopás, valamint lakkmaradványok, korrózió és fáradt olaj útján kerülhet a környezetbe. Nem szennyezett

talajokban viszonylag nagy mennyiségű króm található (5-100 mg/kg), míg a növényekben csak < 1 mg/kg TS fordul elő.

Réz (Cu)

Réz a fékbetétek kopása során valamint korrózió folytán kerül a környezetbe. Szennyezetlen helyeken lévő növényekben a réz-tartalom 3-15 mg/kg TS között van.

Higany (Hg)

Az összes vizsgált anyag közül a higanynak van a legkisebb összefüggése a közúti forgalommal, viszont kis mennyiségben is nagyon mérgező, így elengedhetetlen a mennyiségi vizsgálata. Növényekben lévő normál értéknek a < 0,1-0,5 mg/kg TS közötti érték tekinthető.

Nikkel (Ni)

A nikkel a fékbetétek és az úttest kopása folyamán kerül a környezetbe. Az előírt határértéke <25 mg/kg TS.

Ólom (Pb)

1923 óta adagoltak szerves ólomvegyületeket (ólom-tetraetilt és ólomtetrametilt) a motorbenzinekhez kopásgátló szerként. 1988-ban azonban Németországban az ólomadalékot teljesen betiltották a környezet fokozódó ólomterhelése miatt. Ettől kezdve az ólommentes benzin Pb-tartalma nem haladhatja meg a 10 mg/l-t. Az akkumulátorokban, kábelburkolatokban és festékpigmentekben azonban továbbra használják.

Az ólomvegyületek a kipufogógázból aerosol (por) alakjában jutnak ki a környezetbe. A környezet ólomterhelése függ az ólomadalék mértékétől, a járművek sebességétől, fajlagos fogyasztásuktól és az adott forgalom mértékétől. A forgalom nagysága és a talajok ólomszennyezettsége között lineáris összefüggés mutatható ki.

A közvetlen hatásterület az uralkodó széliránytól függően az úttól 50-100 m-es sávban és a talajfelszíntől 4-5 m-es magasságig terjedhet. A levegő ólomfeldúsulása a forgalom függvényében exponenciális jelleget mutat. Az úttól távolodva fokozatosan csökken a növény, a talaj és a víz terheltsége. A talaj felső, 10-20 cm-es rétegében, főként az útpadkán és annak környezetében nagymértékű lehet a fém feldúsulása.

Az enyhén szennyezett talajok növényeinek Pb-tartalma 1-5 mg/kg TS.

Platina (Pt)

A platina környezeti jelentősége csak a 80-as évek közepén került előtérbe a fokozódó katalizátor-felhasználás folyamán. A mechanikus dörzsölés során a katalizátorból igen kicsi platinakristályok kerülnek a környezetbe. A fű normál értéke 0,1-0,3 µg/kg TS.

Cink (Zn)

Az út mentén található cink szennyeződés az abroncsok kopása, valamint a járműkarosszéria korróziója és az úttest kopása során kerül a környezetbe.

A vizsgált nehézfémek közül a cinktartalom a szennyezetlen helyről származó növényekben 15-150 mg/kg TS, tehát a legnagyobb koncentrációban található.

Kádár (1993) az M7-es autópálya mellett végzett vizsgálatokat a talaj és a gyepnövényzet nehézfém-tartalmára vonatkozóan. A kapott adatokat az alábbi táblázatokban szembeállítja a szennyezetlen területek talaj- és növényvizsgálati eredményeivel.

A szennyező anyagok közül az ólom az üzemanyagból, a réz és cink a fékbetétek és súrlódó felületek kopásából, a kadmium elsősorban gumiköpenyek porladásából és különböző fém alkatrészek kopásából származik. A mintákat a hazánkban is elfogadott KCl + EDTA

kioldással is megvizsgálták. Statisztikailag az ólom, a kadmium és a cink akkumuláció igazolható az úttól való távolság függvényében. A vizsgált új elem a kén, amely úgy tűnik, nem a közlekedési terheléssel, hanem szintén a talajok kötöttségével együtt változik.

5.2.1.1-3. sz. táblázat

Az M7 autópálya mentén vett talajok 0-10 cm rétegének felvehető mikroelem tartalma az úttól való távolság függvényében. 1991. okt. 30-31. (Kádár, 1993)

(A mikroelem tartalom Lakanen-Erviö szerint lett meghatározva, mg/kg)

Távolság az úttól (m)	Mn	Na	Pb	Zn	Cu	Ni	B	Co	Cd
1	161	567	411	412	25	2,0	1,2	1,1	0,58
5	225	47	38	14	10	2,1	2,3	1,3	0,19
10	302	37	22	33	13	3,1	2,2	2,0	0,17
30	292	124	24	55	10	3,2	2,0	2,0	0,17
100	292	86	15	14	11	3,4	2,6	1,9	0,16
Átlag	254	172	102	102	14	2,7	2,0	1,7	0,26

5.2.1.1-4. sz. táblázat

Kísérleti telepek művelés alatti szántó talaja (hátterszennyeződés)

	Mn	Na	Pb	Zn	Cu	Ni	B	Co	Cd
Nyírlugos	64	2	1	2	2	0,3	-	0,3	0,03
Örbottyán	147	2	2	3	2	1,4	0,5	0,7	0,09
Nagyhörcsök	410	1	4	3	5	3,5	2,0	2,1	0,15
Martonvásár	462	4	7	4	6	5,4	2,0	3,5	0,15

(-): méréshatár alatt

5.2.1.1-5. sz. táblázat

Az M7 autópálya mentén vett talajok rétegének felvehető mikroelem tartalma az úttól való távolság függvényében, 1991. okt. 30-31. (Kádár, 1993)

(KCl + EDTA kioldással vizsgálva, mg/kg)

Távolság az úttól (m)	Mn	Zn	Pb	S	Cu	Co	B	Cd
1	5	270	126	23	15	0,35	0,23	0,42
5	41	8	20	21	4	0,21	0,32	0,14
10	91	9	14	19	6	0,50	0,25	0,50
30	116	48	14	20	5	0,72	0,20	0,15
100	101	11	9	50	6	0,57	0,40	0,14
Átlag	80	69	37	26	7	0,47	0,28	0,20

5.2.1.1-6. sz. táblázat

Kísérleti telepek szennyezetlen talajai

	Mn	Zn	Pb	S	Cu	Co	B	Cd
Nyírlugos	61	1	1	9	1	0,38	0,03	0,12
Örbottyán	100	2	2	16	2	0,32	0,24	0,11
Nagyhörcsök	108	2	2	21	2	0,37	0,34	0,11
Martonvásár	437	3	9	23	5	3,31	0,78	0,13

A fűtakaró szennyezettségét illetően a cink, ólom, réz és kadmium adatait mutatja az alábbi (5.2.1.1-7. sz.) táblázat. Ezen elemek dúsulása jelentős és statisztikailag is igazolható az úttól való távolság függvényében. Az útpadkánál legnagyobb a mennyiségük, ami köszönhető annak, hogy a szennyezők részben közvetlenül az útra kerülnek és onnan a porral és az esővízzel a padkára jutnak. A légkörbe kerülő szennyezők másik része az uralkodó szelekkel távolabbra kerül.

5.2.1.1-7. sz. táblázat

A fűtákaró Cd, Cu, Pb és Zn tartalmának alakulása az M7 autópálya mentén, az úttól való távolság függvényében. 1991. okt. 30-31. (Kádár, 1993)

(Elem tartalom a szárazanyagban, mg/kg)

Távolság az úttól (m)	Zn	Pb	Cu	Cd
1	111	77	10,6	0,24
5	31	22	5,2	0,09
10	33	22	5,6	0,12
30	30	16	6,4	0,08
100	30	17	6,0	0,10
Átlag	47	31	6,8	0,13
Háttér	30-60	1-10	5-10	0,1-0,2

Takács (1983) az Általér Környezetvédelmi Modellterület réti, csernozjom és barnaföld talaján vizsgálat az ólomtartalom mélységi eloszlását, amelynek során megállapítást nyert, hogy a mélységgel mindhárom talajban csökkent az ólom mennyisége. Legnagyobb értéket a feltalajban magas humusztartalmú csernozjom adta. A feltárást koncentrált HNO₃ – HClO₄ segítségével végezte.

A közúti forgalom által okozott ólomszennyezés becslésére a mintaterületen áthaladó 100-as úttól nyugati és keleti irányban 10-50-100-200 m-re vizsgálta a feltalaj ólomszennyezettségét.

5.2.1.1-8. sz. táblázat

Másodrendű út két oldalán mért ólomszennyezettség az úttól való távolság függvényében, mg/kg

(Takács, 1983)

Távolság (m)	Réti talaj		Csernozjom		Barnaföld	
	Ny	K	Ny	K	Ny	K
10	9,0	11,2	16,4	20,6	21,8	23,2
50	5,0	11,8	11,6	15,4	15,0	18,2
100	9,6	10,8	12,4	9,4	13,6	15,0
200	2,6	10,4	4,2	9,2	9,0	14,0

Ny = az út nyugati oldala; K = az út keleti oldala

Mint látható, a talaj ólomtartalma az úttól távolodva csökkent. Az uralkodó szélirány ÉNy-DK-i, ennek köszönhető, hogy az út K-i oldalán nagyobbban a szennyezettség értékei.

Kovács és Nyári (1984) Budapest közterületeinek talajaiban található nehézfém tartalmat vizsgálta, és összehasonlító elemzéseket készített parkok talajait összevetve. Megállapították, hogy a közlekedési utak mentén lévő talajokban az átlagos nehézfém tartalom 1,5 - 4,4-szerese a parkban mért értékeknek.

5.2.1.1-9. sz. táblázat

Parkok és közlekedési utak melletti területek talajának nehézfém szennyezettsége Budapesten

(Kovács és Nyári, 1984)

(a fémek mennyisége mg/kg-ban értendő)

átlag	pH	Humusz (%)	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd
Átlag*	7,2*	5,1*	146*	59*	86*	19*	55*	1*
Min.-Max.*	6,9-7,6*	2,7-8,0*	79-300*	26-143*	23-246*	9-38*	36-86*	1,1-2,8*
Átlag	7,4	6,9	642	98	287	35	160	2,7
Min.-Max.	6,7-7,4	1,5-19,2	102-194	27-275	37-403	11-75	28-506	1,4-4,1

* a parkból származó értékek

Szennyező hatás és környezeti ártalom szempontjából legveszélyesebb szennyezők a gépjárműmotorokból távozó kipufogógázból kerülnek az út menti környezetbe. A

kipufogógáz nagyobb hányada (60-80 %-a) a légtérbe, kisebb hányada közvetlenül a talajra és vizekbe jutva okozza a környezeti levegő, talaj- és vizek szennyeződését. A forgalmi pályák por, szilárd-anyag és egyéb felületi szennyeződéseit főleg a természetes légköri tényezők (szél, csapadék) és a forgalom által okozott légmozgások juttatják részben az immisszióra ható környezet légterébe, részben a talajra és a vizekbe.

A talaj szennyeződhet az útkörnyezet légtéréből ülepedés a légköri csapadékkal való le- és kicsapódás, majd nedves ülepedés útján, illetve az út menti szennyezett növényzetről való lemosódás, az útburkolatnál le- és elfolyó csapadékvízzel szállított szennyezők hatására. Az útkörnyezeti vízrendszerek kisebb mértékben direkt módon, jelentősebb mértékben a szennyezett talaj közvetítésével szennyeződhetnek.

A közlekedés szennyező hatását a közlekedési utak környezeti levegőminősége vonatkozó szabvány előírásait figyelembe véve, a minőségellenőrzési rendszerben végzett levegővizsgálati adatok alapján lehet értékelni.

A szennyezés mértékének és veszélyességének értékelése a mérési adatoknak a levegőminőségi követelményekhez (határértékekhez) való viszonyításával történik.

A kikerülő nehézfém-szennyeződések terjedésében nagy szerepet töltenek be az utak felszínére hulló csapadékok és azok elfolyási folyamatai. Az elfolyó vízmennyiség ugyanis magával sodorja az útfelszínre kiülepedett és megtapadt szennyezőket, amelyek ezáltal bekerülnek a vízvezető árkokba, elfolyókba. A szennyeződés akkumulációja függ az utak alakjától, a közlekedés intenzitásától, a karbantartási tevékenységtől és egyfajta szezonális jellege is van. A lehullott csapadék a szennyeződések egy részét oldja, ez az oldódás függ a csapadék intenzitásától, pH-jától, a keveredés sebességétől, télen a hóolvadás ütemétől.

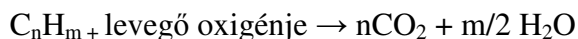
Az utakról lefolyó csapadékvízben elsősorban ólom, cink, vas, réz, kadmium, króm és nikkal található. A felszíni csapadéklefolyás nehézfém-tartalma erősen függ a csapadék intenzitásától és tartamától. A mérések alapján a nehézfém-tartalom 50%-a a lehullott csapadék időtartamának első negyedében mosódik le. Ennek megfelelően az oldott nehézfém-koncentráció egy log-normal eloszlást mutat. Amerikai kutatások során arra a következtetésre jutottak, hogy a kadmium, nikkal és réz mintegy 75%-a oldott állapotban található a lefolyt csapadéokban. Míg a másik szélsőséget az ólom és a vas képviselte, ahol mindössze 20%-a volt oldott állapotban a teljes nehézfém-koncentrációnak. A cink és a króm kb. egyenlően oszlott meg az oldott és a részecskékhez kötött formák között a csapadékvízben. Az egyes nehézfémek oldott és kötött formái a csapadékvízben jelentősen függenek a vizsgált elemek speciális kémiai tulajdonságaitól.

Az utak felszínéről csapadékkal lemosódó ólom, cink, vas, réz, króm, kadmium és nikkal elsősorban a vízgyűjtő területeket érintő nagyobb vízfolyások vízminőségében jelenthet gondot, ahol az üledékben a fitoplantonokban, a bentonitban, illetve a halakban halmozódhat fel a nehézfém. Természetesen ennek környezeti kockázata erősen függ a vízgyűjtő terület fizikai, kémiai tulajdonságától, a csapadékvíz mennyiségétől és a nehézfémek szerves vagy szervesetlen komplex formáinak előfordulásától. A nehézfémek előfordulásánál az ionos formák azok, amelyek általános toxicitási hatásai a legnagyobbak.

<http://gissserver1.date.hu/tamas/nehezfemUT.html>

3. Gázállapotú légszennyező anyagok megjelenése szintén jelentős az utak környezetében és számos, fontos hatásfolyamat eredményezői.

Abban az esetben, ha sikerülne a tökéletes égés feltételeit megteremteni, a tüzelőanyagként bevitt szénhidrogénekből széndioxid és víz keletkezne:



A gépjárművek működése során azonban a tökéletes égés nem valósítható meg, így tökéletlen égési folyamat zajlik le, melynek termékei:

- elégetlen szénhidrogének: C_nH_m (paraffinok, olefinek, aromások),
- részben elégett szénhidrogének: $C_nH_m \cdot CHO$ (aldehidek)
 $C_nH_m \cdot CO$ (ketonok)
 $C_nH_m \cdot COOH$ (karbonsavak)
 CO (szénmonoxid)
- termikus krakktermékek, és annak termékei: C_2H_2 (acetilén)
 C_2H_4 (etilén)
 H_2 (hidrogén)
 korom és policiklikus szénhidrogének

A felsorolt anyagok mellett más egyéb égési melléktermék jelenik meg, így például a levegő nitrogénjéből NO és NO_2 , az üzemanyag adalékaiból esetenként ólomoxid, ólom-halogenidek (az ólommentes benzin bevezetésével mennyiségük lecsökkent), illetve az üzemanyag szennyezőanyagából SO_2 .

Mindezek mellett fontosak még a napsugárzás hatására létrejövő fotokémiai másodlagos reakció termékei, a másod- illetve harmadlagos oxidánsok (pl. ózon, peroxidok stb.).

Az út környezetében a jelentősebb közlekedési forrásból származó légszennyezőket az alábbi táblázatban (5.2.1.1-10. sz.) foglaltam össze.

5.2.1.1-10. sz. táblázat
Közlekedés eredetű légszennyezők

Szennyező forrás	Gázállapotú szennyezők	Szilárd szennyezők
Gépjárművek (munka és erőgépek)	szén-monoxid (CO) szén-dioxid (CO_2) kén-dioxid (SO_2) nitrogén-oxidok (NO_2 -ben) formaldehid (CH_2O)	üledék, lebegő por, korom, a por szulfát, klorid tartalma, ólom, kadmium (és más nehézfémek)
Közlekedési utak, kiegészítő létesítmények (benzinkutak, töltőállomások környezete)	üzemanyag, olajgőzök	porszennyezés (mint fenn)
Útépítés, útfenntartás	diesel gépjárművek gázállapotú szennyezői (üzemanyag, olajfesték, oldószer gőzök)	porszennyezés (építési anyagok, stb.)

A közúti közlekedésből származó légszennyező-anyagok megoszlása gépjárműfajtánként az egyes szennyezőanyagok esetében eltérő. A 90-es évek közepétől a személygépkocsik (5.2.1.1-11. sz. táblázat) okozták a legnagyobb szennyezést, a szén-monoxid szennyezettség 85%-át és a szén-dioxid kibocsátás 57%-át.

5.2.1.1-11. sz. táblázat
Személygépkocsik fajlagos emissziója (2000. év)
Forrás: Schuchmann-Kisgyörgy: Közlekedéstervezés - Utak

Sebesség (üzemmód) km/h	Szénmonoxid g/km	Szénhidrogén FID g/km	Nitrogénoxid NO ₂ g/km	Ólom g/km	Fogyasztás l/100 km
10	21,8	2,58	1,08	0	14,6
20	12,1	1,64	1,09	0	10,2
30	8,4	1,24	1,13	0	8,4
40	6,3	1,03	1,20	0	7,4
50	4,9	0,89	1,28	0	6,6
60	4,3	0,70	1,38	0	6,1
70	3,7	0,56	1,51	0	6,0
80	3,7	0,53	1,63	0	6,3
90	3,8	0,53	1,74	0	6,8
100	3,9	0,55	1,90	0	7,4
110	4,0	0,57	2,08	0	8,2
120	4,1	0,59	2,32	0	9,1

A tehergépjárművek (5.2.1.1-12. sz. táblázat) részesedése egyedül a kén-dioxid esetében volt magasabb, mintegy 63%. A levegő szennyezettségéhez elenyésző arányban járulnak hozzá az autóbuszok: az összes szén-monoxid 2%-át, a kén-dioxid és a nitrogén-dioxid 14%-át, a szén-dioxid 7%-át, bocsátották ki.

5.2.1.1-12. sz. táblázat
Nehéz tehergépkocsik fajlagos emissziója (2000. év)
Forrás: Schuchmann-Kisgyörgy: Közlekedéstervezés - Utak

Sebesség (üzemmód) km/h	Szénmonoxid g/km	Szénhidrogén FID g/km	Nitrogénoxid NO ₂ g/km	Fogyasztás l/100 km
10	19,2	1,73	12,4	41,7
20	14,4	0,90	10,15	32,5
30	11,3	0,43	9,17	28,7
40	9,6	0,28	8,84	26,3
50	8,1	0,21	8,84	25,5
60	6,8	0,17	9,30	25,3
70	6,1	0,15	10,15	26,0
80	6,6	0,16	11,5	28,7
90	7,8	0,17	13,1	32,2
100	9,3	0,19	14,8	36,4

A közúti közlekedési kibocsátásban három tényező játszik fő szerepet: az üzemanyag és a gépjármű-állomány minősége, valamint a gépjárműhasználat mennyisége.

Az üzemanyag volt a meghatározó a kén-dioxid és az ólom kibocsátásának alakulásában. A kén-dioxid kibocsátását nagymértékben csökkentette a 80-as évek közepén a gázolaj kéntartalmának mérséklése. Az ólmozott benzin ólomtartalmának csökkentése és kiszorítása eredményezte az ólomkibocsátás zuhanását. Az ólmozatlan benzin térhódítása ugyanakkor növelte valamelyest a benzol kibocsátását.

A járműállomány változásának egyik fő jellemzője, hogy a kétütemű autók fokozatosan kikopnak a közlekedésből: számuk és futásteljesítményük egyaránt csökken. Ez tükröződik abban, hogy a szén-monoxid és a szerves illékony vegyületek kibocsátása némileg csökkent. Talán a katalizátorok terjedése is megmutatkozik ezekben az adatokban. Ugyanakkor a kétüteműek visszaszorulása és a katalizátorok terjedése alapján e két szennyezőanyag erőteljesebb csökkenése volna várható. A továbbra is magas emissziós adatokban szerepet játszhat a gépkocsik rossz műszaki állapota.

A nitrogén-oxidok emissziója hosszabb ideje ingadozik, ez két folyamat egyensúlyát mutatja: a gépkocsik szaporodnak, eközben kibocsátási jellemezőik (részben a katalizátorok miatt) némileg javulnak. A közúti járművek futásteljesítménye növekszik, különösen az utóbbi években. Ez felülmúlja a gépjárművek fogyasztás-csökkenését, ami miatt az üzemanyag-fogyasztás összességében növekszik. (A szén-dioxid kibocsátásának megugrása valószínűleg nem ezt tükrözi, ugyanis az a statisztikában 1996-ról 1997-re következett be).

4. Az utak esetében, a környezetszennyező anyagok megjelenése kapcsán meg kell említeni a kommunális hulladékokat. Tapasztalatok mutatják, hogy a településekhez közeli, főként alacsonyabb rendű utak mentén nagy mennyiségben jelenhet meg a kommunális szemét.

A közúti közlekedés során, különféle szállítási tevékenységek révén is kerülhetnek szennyező anyagok a környezetbe, amelyet kihullások eredményeznek. A legveszélyesebb, ha vegyi anyagok kerülnek ki, de változást eredményezhetnek az adott környezetben az esetlegesen kihulló növényi magvak, vagy rovarok, hisz adott esetben tájidegen fajként jelennek meg, ezzel megváltoztathatják a természetes élővilág összetételét.

5.2.1.2 Zaj- és rezgésterhelés

Zajnak tekinthető minden nemkívánatos hangjelenség, amely az ember és az állatvilág egyedeinek bioritmusát, életfunkcióját károsan megzavarja, vagy megváltoztatja. A közlekedés a zaj szempontjából lineáris forrásnak tekinthető.

A közlekedési eredetű zajterhelést forrásai révén három csoportra osztjuk:

- a közúti közlekedésből eredő zaj
- a vasút zajhatása (nappal: 70-72, éjszaka: 68-70 dBA)
- a légi közlekedés okozta zaj (szabályozás csak: Ferihegy légterében)

A környezeti hatásvizsgálatok során a zaj- és rezgésterhelés becslésére szabványos eljárásokat alkalmaznak, melynek eredményét határértékekkel hasonlítják össze.

Mértékegységek: a zajszint egy alapszinthez viszonyított hangnyomás logaritmus, melynek mértékegysége egy választott elnevezés, a decibel (dB). A hallhatósági sávon belüli hangnyomásszintek kifejezésére az akusztikai decibel dB(A) szolgál.

Közúti közlekedési zajforrások:

- Motorzaj, amely a fordulatszám függvénye. Befolyásolja még az útburkolat minősége, a forgalom szakaszos lefolyása, és a járművek műszaki állapota.
- Gördülési zaj, mely a kerekek és a burkolat között fellépő kölcsönhatás egyik eredménye. Befolyásolja az abroncsok és a burkolat fajtája és minősége. Hirtelen fékezéskor vagy nagy sebesség esetén legnagyobb az értéke.
- Vezető viselkedésből adódó zajok (pl. autóduda).

A településeken belüli zajterhelés nagyságát az egyes útvonalak járműforgalmán kívül a beépítési viszonyok, ezen belül a zajforrások és a védendő homlokzatok közötti távolság, az útkeresztezések stb. befolyásolják. Így akár néhány száz méteres útszakaszon is jelentősen változhat az okozott közúti zajterhelés nagysága.

1997-től az új gépjárművek zajkibocsátásának, az első üzembe helyezési engedély (típusengedély) kiállításához, a megfelelő EU és ENSZ-EGB (Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottsága) zajhatárértéket teljesíteniük kell. A régi 10 év feletti járművek, a mainál 4-6 dBA-val magasabb határérték követelmény alapján nyertek típusbizonyítványt. Az utóbbi öt év alatt a közúti közlekedés által okozott környezeti zajterhelés növekedése lelassult, észlelhetővé kezd válni, hogy megkezdődött a járműállomány korszerűsödése és a tehermentesítő elkerülő utak építésének hatása.

A főforgalmú utak környezetében a zajterhelés azonban még mindig nappal 5-10 dB-lel, éjjel 9-14 dB-lel meghaladja az új tervezésű területekre előírt 65/55 dB (nappal/éjjel), gyakran még ennél nagyobb mértékben az üdülőterületekre előírt 60/50 dB egyenértékű A-hangnyomásszintet.

A közúti zajterhelés, különösen a városok tömör beépítésű, sűrűn lakott belső kerületeiben, a nagy forgalmú utak mellett jelentős.

A műszaki fejlődés tendenciái a motorzaj és a kipufogási zaj radikális csökkenése irányába mutatnak.

A gépjárművek elhaladási zajemissziója 2020-ra becsülhetően 3-5 dB értékkel csökken. A fő zajforrássá (az új fejlesztésű járművek esetében) már napjainkban is a gördülési zaj lépett elő, és az újabb kutatások fő iránya is a gumiabroncs és vele összhangban az útburkolatok minél kedvezőbb zaj-, biztonságtechnikai tulajdonságainak elérését ill. a menetellenállás (aerodinamikus zaj) mérséklését célozza. A gördülési zaj azonban nem csökkenthető tetszőlegesen, a járművek zajszint-emissziója a jövőben kisebb mértékben fog mérséklődni, mint napjainkban.

A hazai közlekedési zajterhelés viszonylag magas értéke több tényező együttes hatására vezethető vissza. Ezek a következők:

- a járműpark zajosabb, hangosabb járműfajtákból áll,
- a forgalomban lévő járművek életkora magas,
- a járművek karbantartási színvonala alacsony,
- a járművezetők nem tartják be a sebességkorlátozó előírásokat,
- nem történt meg a környezetbarát (csendes) járműkategória-fogalom bevezetése, ill. az ehhez kapcsolódó intézkedések meghozatala,
- kevés zajcsökkentő típusú burkolat készült és többnyire nem ott, ahol hatékonyan működne,
- zajcsökkentő forgalomszervezési intézkedéseket kevésbé alkalmazzák.

Magyarországon az elmúlt években megkezdődött a közúti járműpark korszerűsödése, a kisebb zajkibocsátású gépkocsik (ENSZ-EGB határértékek) számának növekedése. Ennek a hatása csak lassan érződik, mert a járműpark összetételének javulása miatt észlelhető zajcsökkenést sok útvonalon kiegyenlíti a járművek számának növekedése miatti zajterhelés-növekedés. 20 éves távlatban a gépjárművek korszerűsödésének és a várható infrastruktúra fejlesztésének függvényében feltételezhető a zajterhelés mérséklődése.

A környezeti zaj csökkentésére alkalmazható lehetőségek:

- a járművek zajemissziójának csökkentése,
- gépjármű-forgalom és sebesség csökkenése,
- "csendes" aszfalt alkalmazása,

- a zajforrás és az érintett lakosság elszigetelése, a zaj terjedésének akadályozása (zajvédelmi létesítmények),
- az épületek hangszigetelése,
- közlekedésszervezési intézkedések, Tempo 30 stb.,
- területrendezés, terület-felhasználás, úthálózat fejlesztés.

A közlekedés során a járművek általában kétféle rezgést indítanak el: a légrezgést és a talajrezgést. A légrezgés a járművek motorjából kibocsátott zaj által keltett rezgés. A talajrezgés frekvenciája kisebb a légrezgésnél, tartománya jellemzően 8 és 20 Hz közötti. Az út és a kerekek kölcsönhatásaként fellépő, változó erők hatására keletkezik. Rezgésterhelés főként a nehézgépjárművek közlekedése során jelentős.

5.2.1.3 Egyéb hatótényező

A közúti közlekedés nem csak nappal, hanem éjszaka is jelentős lehet, melynek egyik fontos, egyedi hatása a fénykibocsátásnak köszönhető. Ezt fényszennyezésnek nevezzük.

A fényszennyezés biológiai hatásai:

- A gerinctelen állatoknál elsősorban a rovarokra veszélyesek a mesterséges fényforrások, mivel ezek az élőlények mozgásuk navigálásához fényforrásként a Hold pozícióját veszik alapul. Mivel a mesterséges fényforrásokat is navigációs pontnak tekintik, sok egyed esik áldozatul a gépjárművek fényszóróinak (vagy a kerekek alá kerülve pusztulnak el, vagy kimerülnek azon igyekezetükben, hogy állandóan a fény felé próbálnak repülni). A túlzott közvilágítás más veszélyeket is magában hordoz: a vízben élő repülőképes ízeltlábúak a magasból az utakat, megvilágított területeket élőhelyüknek, vízfelületnek nézik és arra leszállva a járókelők, illetve a gépjárművek áldozataivá válnak. Ez a probléma egyes fajoknál (például kérészek esetében) olyan súlyos veszteségeket okozott, hogy a fajt csaknem a kipusztulás szélére sodorta.
- Az éjszakai kivilágítottság eredményeképpen a madarak éjszaka is szükségét érzik területük jelölésének és ezért énekelnek. Mindez ahhoz vezet, hogy az állatok pihenési ideje drasztikusan lecsökken. Ettől az állatok állandó stresszes állapotba kerülnek, nyugtalanná válnak és gyakran fokozódik agresszivitásuk. Az eredmény az állatok életkorának csökkenésében nyilvánul meg a legfeltűnőbbben. Mindemellett megghiúsul a madarak fészkelése, párválasztása és szaporodása, így egyedszám-csökkenés következik be.
- Zavarja az éjjeli állatok élettevékenységeit.
- A szárazföldi és a vízi ökoszisztémák természetes fényhez igazodó életritmusában változásokat generálnak.

5.2.2 Útfenntartás

5.2.2.1 Vegyszerek alkalmazása

A korábbi évekre jellemző volt, hogy az útmenti területeket (padkákat, rézsűket) különféle vegyszerek segítségével gyomtalanították, mára ez azonban már a főközlekedési utak mentén sem jellemző. Helyette mechanikai eszközök, gépek (pl. kaszálók), vagy emberi erő segítségével végzik a megfelelő fenntartáshoz szükséges feladatokat. A kaszálást általában traktorhoz, vagy más erőgéphez csatlakoztatott kaszálógéppel végzik, főként az út menti 1-2 m-es sávban. A gép válogatás nélkül eltávolítja a növények föld feletti hajtásait. Az érintett sávban jellemzően gyomnövények találhatóak, de esetenként akadhat egy-két értékesebb, a terület élővilágát reprezentáló egyed is. A növényfajok mellett a kisebb, lassabb

helyváltoztatásra képes állatok (főként rovarok, kételtűek) is áldozatul eshetnek. Az élővilág pusztítása mellett a porszennyezése is jelentős egy ilyen gépnek. Az út mentén, közlekedésből származó, leülepedett szennyezett port felferi, melynek hatása széliránytól és a szegélynövényzettől függően több méterig elterjedhet újabb károsodást okozva ezzel az élővilágnak, a talajnak.

Az útfenntartás egyik fontos folyamata, melynek használatát igyekeznek csökkenteni, az az utak téli sózása.

A sózás okozta károk mértékére vonatkozóan alig van megbízható adat, mert igen sok tényező befolyásolja a károsítást, így: az időjárás, a sószórás időpontja, az egyszerre kiszórt sómennyiség, a talajfajta, a növények sótűrőképessége stb.. Általánosságban a sószórás ökológiai hatása elsősorban az élővilág mérgezésében nyilvánul meg. A kősó (NaCl) megzavarja a növények anyagcseréjét, a sejtekben felhalmozódó klorid ion víztelenít, ami a növény kiszáradását eredményezheti. A nátrium-ion gátolja a növényekben a magnézium, a kalcium és a kálium felvételét, valamint rombolja a talaj szerkezetét azáltal, hogy az agyag- és humusztalajokból kiszorítja a Ca-, Mg-, és K-ionokat. Így a talaj elveszti a morzsalékosságát, tömörödik, és levegőtlené válik.

A só egyéb hatása a talajra, lehetséges károsodások (Gyulavári, 1999):

- a talajban lejátszódó ioncsere során tápanyagokban szegényebb lesz,
- a só megnöveli az ozmózis-nyomást, így a gyökerek vízfellevő képessége csökken,
- ellugosodás miatt a nehézfémek távoltartása kevésbé lesz hatékony,
- a Na-ionok hidratációja miatt módosul a talaj szerkezete, morzsalékosodás következhet be.

Sók hatására lejátszódó folyamatok a talajban:

A savas talajok felszínén oldott sók vannak, amelyek igyekeznek a növények elöl elszívni a vizet. A kilúgozott szikes talajok a sós talajon átszivárgó, Na-ban gazdag öntözővizekből származó sók hatására jönnek létre. Az említett talajok roncsolódott szerkezete miatt károsodott a levegőháztartásuk, gyenge a szellőzésük és a vízfellevő képességük. A talaj nedvességtartalma igen fontos tényező a sók hatását tekintve. Ha egy telített talajnak a sótartalma 0,2 %, az alig káros néhány növényre, ha azonban ennek a nedvességtartalma 25 %, úgy az előbb említett sótartalom már igen káros lehet.

A sózás hatása a talajvízre és az élővizekre:

Talajvíz szennyeződés:

A nem kielégítően védett sótárolóból, vagy az erősen sózott közlekedési utakról és utcákról a nagy sótartalmú felszíni vizek közvetlenül a kora tavaszi olvadásokat követő csapadékok révén jutnak a felszín közeli vízáradó talajrétegekbe. Az ilyen szennyeződés néha több száz méternyi utat tehet meg a felszínen, a vízzáró agyagrétegeken mielőtt az iszapos, vagy homokos vízátbocsátó fedőrétegeken keresztül a felszín közeli vízáradó rétegekbe kerülnek.

Felszíni vizek szennyeződése:

A felszíni vizek utak sózásával kapcsolatos szennyeződése általában a nagyobb tavaszi hóolvadási időszakban a legnagyobb. Ez a csúcs általában még egy hétig sem tart. A sótartalom a nyár folyamán csökken és minimumát ős végén, valamint a tél elején éri el.

Hogy a só hatása meddig terjed, az nagymértékben függ annak koncentrációjától, a vízhozamtól és az élővilágtól.

Növényekben okozott hatások (Konyhás, 1993):

A fák a felvett sót a törzsben, a gyökerekben, a hajtásokban és a levelekben halmozzák fel. A sószennyezés hatására később hajtanak ki a növények, csökken a levélméret, a levélcsőcs és a levélszél általában nyár elejére bebarbul, és bekövetkezik a korai lombhullás. Emiatt a fás részek nem tudnak kellően megerősödni, nem tudnak a téli fagyoknak ellenállni. Ez a folyamat hosszú távon a fa pusztulásához, a lágyszárúaknál pedig korai elhaláshoz vezethet.

Általánosságban elmondható, hogy a tapasztalatok szerint az útburkolatra kiszórt só csak a koronaszéltől mért 1 m-es sávban okozhat talajszennyezést. A bejutási mélység 30 cm-re tehető.

Egyes növények reagálása a sók hatására:

5.2.2.1-1. sz. táblázat

A fajok ellenállóképessége a talaj megnövekedett klorid-koncentrációjával szemben (Klincsek, 1986)

Fafaj	Érzékeny	Relatív ellenálló
Erdei fajok	Acer, Aesculus, Carpinus, Castanea, Fagus, Juglans, Picea, Pinus, Populus (balzsamos- és feketenyár), Pseudotsuga, Tilia	Betula, Populus alba, Pinus contorta var. murrayana, Platanus, Quercus robur, Q. palustris, Q. rubra, Robinia, Taxus, Ulmus laevis
Park és utcai fák	Ginkgo, Prunus padus	Catalpa, Gleditzia, Sophora, Sorbus, Koelreuteria, Prunus avium
Cserjék	Corylus, Ilex, Ligustrum, Lonicera, Rosa canina	Buxus, Cotoneaster, Crataegus, Hippophae, Symphoricarpos, Viburnum lantana

Különböző kutatások alapján megállapítható (Liem-Hendricks-Krall-Loenen, 1985) hogy az útmenti növények esetében a sózás káros hatásai nagymértékben függenek a növények érzékenységétől. A fiatal egyedek, magoncok jóval érzékenyebbek, mint a kifejlett egyedek. Emellett fontos tényező a hőmérséklet is, hiszen hidegben a sózás hatótényezői mérséklődnek, ami köszönhető a növények alacsony élettani aktivitásának.

Konyhás (2003) 2002/2003 telén Debrecen területén vizsgálta a téli útsózások környezeti hatásai. A vizsgálati terület a Debrecen keleti széle mellett található Kondoros csatorna volt. A csatornába 3 olyan csapadékvíz-elvezető csatorna torkollik, mely közvetlenül az utakról viszi a vizet a csatornába. A vizsgálat során a vízben található NaCl koncentrációt vizsgálta 2003. január 12. és március 12. között.

Ezen kívül Debrecen több útján is méréseket végeztek közvetlen a só kiszórása után.

A hólé felhígulásának vizsgálatára 4 mintavételi helyet jelölt ki a befolyó közelében. Egyet a befolyótól fölfelé 2 m-re, a másik hármat pedig lefelé 2-4-10 m-re. Mind a négy helyen mintákat vett és megmérte a NaCl mennyiségét (5.2.2.1-2.sz. táblázat).

5.2.2.1-2. sz. táblázat

Hólé felhígulásának vizsgálati eredményei (mg/l)

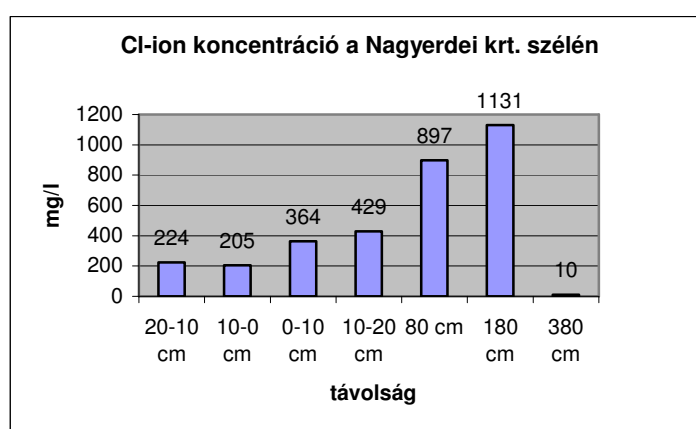
Dátum	2 m. fel	befolyó	2 m le	4 m le	10 m le
jan.24.	106,8	2746,5	114,4	106,8	99,0
feb.02.	122,1	8773,8	122,1	122,1	91,5
feb.10.	95,4	6713,9	99,2	96,9	95,4

Az összefoglalt mérések szerint gyakorlatilag nem okozott változást a csatorna sótartalmában a NaCl tartalmú hólé. A befolyó előtti és utáni adatok hasonlóak, csökkenés a befolyó alatt 10 m-el észlelhető.

A csatorna vize bemosódhat a talajvízbe, valamint a csatorna vize párolog, ezáltal nőhet a NaCl koncentrációja. A talajvízbe bemosódott magas sótartalmú víz a talaj szikesedését okozhatja.

A vizsgálat során azt is nézte, hogy az úttesttől távolodva milyen mértékű a NaCl terhelés és ez milyen hatással van a növényzetre. Ezek az értékek természetesen nagyban függenek attól, hogy milyenek a terepadottságok, milyen az út menti területek növényborítottsága és mekkora és milyen összetételű a gépjárműforgalom.

A mintaterületre jellemző, hogy az útmenti terület egyenletes, szintje az úttesttel megegyező, növényzettel gyéren, majd 2-4 m után erősen borított. Jelentős forgalom a reggeli, valamint a délutáni órákban észlelhető.



5.2.2.1-1.sz. ábra
Cl-ion koncentráció változása az úttávolság függvényében

A diagrammon (5.2.2.1-1 sz. ábra) látható, hogy az értékek nem az úttól távolodva csökkennek, hanem az út szélétől majdnem 2 m-re a legmagasabb. Ennek oka, hogy a megolvadt havat a sóval együtt a gépkocsik ilyen távolságra csapják ki. Ez a távolság természetesen összefügg a növényzettel. Azaz ha az utak közelébe sótűrő és lehetőleg magasra (>1m) növe cseréket ültetünk, akkor az úton és annak közvetlen közelében „tartható” a só.

Burton (1992) szintén vizsgálta, hogy az eltérő gépjármű sebességek hogyan befolyásolják az útmenti só-terjedést (5.2.2.1-3. sz. táblázat).

5.2.2.1-3. sz. táblázat
Só-terjedés a sebesség függvényében (Burton, 1992)

Gépjármű sebessége (km/h)	A legnagyobb sókoncentráció az út mentén (m)	Maximális terjedési távolság (m)
50	1,5	28
60	2	31
80	8	34
100	10	37

Ma már törekednek az útfenntartók arra, hogy a sót, mint síkosság-mentesítő anyagot, lecseréljék kevésbé szennyező anyagra. Erre főként kisebb forgalmú utakon, vagy kiemelten érzékeny környezetben van példa. Ilyen esetekben főként érdesítő anyagot (pl. homok), illetve a környezetre kevésbé káros olvasztóanyagot használnak. Hátrányuk azonban, hogy érdesítő anyagból 5-10-szer annyit kell fajlagosan kiszórni, mint sóból. Szintén negatívum, hogy sem megelőzésre nem alkalmas a homok-salak és megszüntetni sem képes a síkosságot. Az érdesítő anyagok környezetvédelmi szempontból sem mindig ideálisak. Különösen az átkelési szakaszokon a szegélyek mellett és a csatornában felhalmozódó salak-homok szennyező anyag és a vízelvezetést is gátolja.

5.2.2.2 *Állapotfenntartási munkák*

Az útminőségtől és a forgalom nagyságától, valamint annak összetételétől függően az utak állapota folyamatosan romlik, ezért szükséges azok folyamatos ellenőrzése és karbantartása. Az útburkolat helyenkénti sérüléseinek, hibáinak kijavítása, az útmenti vízelvezető árkok tisztítása, a rézsűk karbantartása, az útburkolatra kerülő szennyeződések (pl. üzemanyag-, vagy vegyszerelfolyások, kihullások, sárszennyezés) eltávolítása alkalmanként jelentkező, általában rövid ideig tartó beavatkozások. Ezen műveletek során esetlegesen jelentkező környezetkárosítások és azok hatásai hasonlóak az építés fázisának hatótényezőivel, ill. azok hatásaival, jelentőségük azonban elhanyagolhatóan kicsi.

Az állapotfenntartási munkák jelentős részét a burkolatok hibáinak kijavítása jelenti, hiszen a burkolatok leromlása egyrészt közlekedésbiztonsági, másrészt pedig környezetvédelmi (főként zajkibocsátási) szempontból is hátrányos. Ennek köszönhetően a burkolatfelújítás központi helyet foglal el a közúti szakterület feladatai között.

Napjainkban egyre gyakrabban alkalmaznak olyan eljárásokat, amelyek során az utak felújításánál az elhasználódott réteget nem bontják el, hanem arra építik az új rétegeket. A helyszíni újrakeveréses (remix) eljárás során a burkolatfelújítások aszfalthulladékát rögtön visszaforgatják, így az aszfalt-hulladékanyag elszállítási és elhelyezési problémái kiküszöbölhetők. Ezt a technikát elsősorban keréknyomvályús útszakaszok felújításánál használják. (1996-ban már Bács-Kiskun megyében alkalmazták ezt az eljárást.)

5.2.3 Komplex hatótényező: gáthatás

A gáthatás az út elkészülte után egyrészt állandóvá válik, másrészt több szempontból is mérséklődik. Az út és a rajta zajló forgalom gátolhatja a vadon élő állatvilág mozgását, az élőhelyek elválasztásával a növények vagy állatok szaporodási lehetőségeit. Amennyiben az úthasználat korlátozott (pl. bizonyos járműkategóriák kitiltása, egyirányú forgalom előírása), a tájhasználat egyes formái szempontjából is tartós gáthatás érvényesülhet.

Az utakhoz tartozó széles pásták gáthatásának közvetett következménye lehet az élőhelyek megszűnése. Ez akkor következhet be, ha az érintett élőhely kis kiterjedésű, és létesítmény fragmentáló hatására még kisebb élőhely-részekre darabolódik fel, melyek nem rendelkeznek megfelelő ökológiai stabilitással. Ezek a kis élőhelyek vagy megszűnnek, vagy eltérő ökológiai folyamatok indulnak be megváltoztatva ezzel az eredeti viszonyokat (pl. fajösszetételt). Természetesen az utak, mint létesítmények fragmentáló hatása nagymértékben függ azok méretétől és forgalmuktól. A keskeny, kis forgalmú, burkolt utak hatása általában jelentéktelen a gyorsforgalmi utakhoz képest, amelyek meghatározó élőhely-szegregáló hatással bírnak. Kutatási eredmények azt támasztják alá, hogy a szélesebb utak az úttesttől

távolabb eső növényzetet alig változtatják meg, ellentétben a szaporító-képletek terjedésével, melyeket jelentősen gátolnak. Ez a tény hosszú távon a vegetáció összetételének módosításához vezet.

A gáthatás okozta változások kialakulásának lehetőségét minden esetben helyszíni vizsgálattal lehet megállapítani, vagy éppen kizárni azokat. A helyszíni bejárás során vizsgálni kell többek között az adott terület élővilágát, vegetációjának és faunájának fajösszetételét, korát, egészségügyi állapotát, az út által érintett élőhelyek nagyságát, stabilitását, diverzitását.

Az úthálózatok fejlesztésének természetes élőhelyeket feldaraboló hatásainak (habitat fragmentáció) vizsgálatára nemzetközi program indult 1996-ban (Infra Eco Network Europe, IENE). A kutatási program, amelynek célja kutatások, információszoolgáltatások, műszaki megoldások, majd mindezekről adatbázis összeállítása, 16 európai ország, köztük Magyarország közreműködésével zajlik. Az IENE kezdeményezése alapján 1998-ban indult el, az Európai Bizottság által koordinált COST (Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research) tudományos együttműködési fórum kereti között a COST 341 projekt, amelynek céljai a következők voltak:

- az európai közlekedési hálózatok építése és használata következtében feldarabolódott élőhelyek jellemzőinek vizsgálata, elemzése, és a kutatási eredmények összefoglalása;
- a különböző élőhelyek, populációk veszélyeztetését, károsodását kiküszöbölő, csökkentő illetve kompenzáló módszerek, eljárások és műszaki megoldások rendszerezése;
- valamint egy hálózati adatbázis létrehozása, amely lehetővé teszi a különböző információk hozzáférését.

A projekt 2003-ban befejeződött, nemzetközi jelentését „Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure” címmel jelentették meg.

A magyarországi helyzetről „Nyomvonalas létesítmények élőhely-fragmentáló hatása” címmel jelent meg kutatási jelentés 2000-ben. Ebben kitérnek az élőhely-fragmentáció hazai sajátosságaira, a meglévő közlekedési hálózat hatásaira, valamint arra is, hogy milyen módszerek segítségével kompenzálhatók a fragmentációs hatások és milyen monitoring rendszer kiépítésére van lehetőség.

5.3 Felhagyás fázisának hatótényezői

Utak, mint nyomvonalas létesítmények felszámolásával általában nem számolunk, hiszen ezek mindenképpen hosszú távú beruházások.

Általánosságban a fázis hatótényezői megegyeznek a létesítési fázis esetében megállapított hatótényezőkkel. Az egyetlen fontos különbség, hogy a felhagyás során nagy mennyiségű hulladék keletkezik, a legtöbbjük veszélyes hulladéknak tekintendő. Ezek megfelelő elhelyezéséről minden esetben gondoskodni kell. A felhagyás fázisának a hulladék-elhelyezésen kívül a másik meghatározó tevékenysége a rekultiváció. A rekultiváció folyamata, illetve résztevékenységei attól függenek, hogy mit szeretnénk elérni, hiszen visszaállíthatjuk az út előtti állapotokat, de esetenként más funkcióval is elláthatjuk a területet. A felhagyás fázisában történő rekultiváció az építés fázisában bemutatott rekultivációval (32.-33. oldal) azonos eljárások alapján történik.

5.4 Baleset, rendkívüli esemény (havária)

A havária olyan természeti csapás vagy emberi tevékenység okozta hirtelen esemény (robbanás, közúti baleset stb.), amely a lakosságot és a környezetet veszélyeztető szükségállapot kialakulását eredményezi.

Havária eseménye leginkább a létesítési és az üzemelés fázisban lehetséges. Kiváltók lehet a munkagépekben, vagy a munkaterületen tárolt üzemanyag elfolyása, meggyulladása, esetleg felrobbanása, gondatlanság vagy baleset miatti tűz elterjedése az érintett területen. A felsorolt, lehetségesen bekövetkező balesetek bekövetkezésének tapasztalati valószínűsége csekély, az előírások szerinti gondos kivitelezéssel megelőzhetők.

Az üzemelés időszakában mindezek mellett jelentős lehet a különféle járművek balesete, mely során környezetszennyező anyagok kerülhetnek az érintett környezetbe. Ezek a szennyezők egyrészt a járművekből, másrészt az esetlegesen szállított anyagok, vagy termékek kijutásából származhatnak.

5.5 Fejezet összefoglalása

Az utak egyes fázisait tekintve megállapítható, hogy a létesítési fázis bír a legtöbb hatótényezővel. Ugyanakkor ezek a hatótényezők általánosságban csak átmeneti jellegűek, viszont a területfoglalás és a növényzet eltávolítása fontos és maradandó változásokat eredményez az érintett területen.

Az üzemelési fázis hatótényezői képezik a hatástovábbító folyamatok vizsgálatának alapjait, hiszen ezek meglehetősen állandónak tekinthető és a hatásaik hosszútávon jelentkeznek. A fázis egyik jelentős hatótényezője a forgalomhoz kapcsolódik és a különféle halmazállapotú szennyeződések megjelenését foglalja magába. A másik fontos tényező az útfenntartáshoz kapcsolódó vegyszerhasználat.

Összefoglalásként elkészítettem a hatásmátrixot, amely a következő (5.5-1. sz.) táblázatban látható. A mátrix segítségével jól szemléltethető válnak az egyes hatótényezők hatásfolyamatait és az érintett hatásviselők közötti kapcsolatok.

5.5-1. sz. táblázat
Összesítő hatásmátrix

AZ ÚT LÉTESÍTÉSE			
A hatótényező	Hatása a környezetre	A hatásviselő	A hatás nagysága
Területfoglalás	Talajpusztulás, élővilág károsodása, fragmentáció	talaj élővilág	károsító
Növényzet eltávolítása	Élővilág károsodása, egyedpusztulás	élővilág	károsító
Földmunkák	Talaj mennyiségi és minőségi változása, élővilág károsodása, szennyezőanyag-kikerülések, egyedpusztulások	talaj (víz), élővilág,	károsító
		levegő	terhelő
Pályaszerkezet-építés	Levegő minőségi károsodása (gőz, gáz, szag, por és zaj)	levegő, élővilág	terhelő
Vízépítési munkák	Felszíni- és felszín alatti vizek minőségi és mennyiségi változása	víz, élővilág	terhelő
Szállítás	Levegő szennyeződése, zaj- és rezgésterhelés	levegő, élővilág	elviselhető
Rekultiváció	Talaj mennyiségi és minőségi változása, élővilág egyedeinek esetleges sérülése, tájidegen fajok megjelenése	talaj, levegő, élővilág	elviselhető
Gáthatás	Élőlények életfolyamatainak gátlása	élővilág	elviselhető
ÜZEMELÉS			
Forgalom, közlekedés	Levegő minőségi romlása a kikerülő szennyező anyagok (por, gázok, fém) hatásra,	levegő,	terhelő
	Talaj szennyezése az ülepedési folyamatok miatt,	talaj, víz,	károsító, terhelő
	Élővilág egyedeinek károsodása Zaj- és rezgésterhelés	élővilág	terhelő

Útfenntartás	Használt vegyszerek kikerülése a talajba, vízbe Élővilág egyedeinek károsodása	talaj, víz,	károsító
		élővilág	terhelő
Gáthatás	Élőlények életfolyamatainak gátlása	élővilág	terhelő
FELHAGYÁS			
Hulladékok ártalmatlanítása	Hulladékok esetleges kikerülése révén minőségi romlás a talajban, vízben, Élővilág károsodása	talaj, élővilág	terhelő
		levegő	elviselhető
Rekultiváció	Talaj mennyiségi és minőségi változása, élővilág egyedeinek esetleges sérülése, tájidegen fajok megjelenése	talaj, levegő, élővilág	elviselhető
HAVÁRIA			
Közlekedési baleset	Üzemanyag-, ill. szállított anyagok kikerülése a talajba, vízbe, levegőbe, élővilág károsodása, egyedpusztulás	talaj, levegő, víz, élővilág	terhelő

Károsító: jelentős irreverzibilis változásokat eredményez a mennyiségi, minőségi adottságokban. A hatás megszűnése után (természetes úton) nem áll vissza az eredeti állapot.

Terhelő: nem okoz súlyos, irreverzibilis változásokat, de mindenképp károsodást eredményez. A hatás megszűnése után visszaáll az eredeti állapot.

Elviselhető: nem okoz jelentős változást sem a mennyiségi, sem a minőségi viszonyokban.

6. Hatásviselők

A hatásviselők vizsgálata folyamán szem előtt tartottam, hogy a kutatás során természeti területen lévő utakkal foglalkoztam. Ebből kifolyólag részletesen vizsgáltam a talajban, a vízben, a levegőben és az élővilágban esetlegesen bekövetkező változásokat. Mivel a természeti területeken nem jellemzőek a művi létesítmények és a közvetlen emberi jelenlét, és mivel alacsonyabb rendű utakról van szó, melyek nem okoznak jelentős változást a táj egészében, így a tájjal, az emberrel és a művi létesítményekkel, mint hatásviselőkkel, csak általánosságban foglalkoztam.

6.1 Talaj

A talaj befolyásolja az ökoszisztémák működését, mindemellett természetesen hatással van a mezőgazdasági és egyéb emberi tevékenységre is.

Általánosságban a talajt érő legfontosabb hatásokról:

Egy út létesítése jelentős területigénnyel jár, hiszen egy útnak meghatározó a hosszanti kiterjedése. Ebből kifolyólag az út építése során nagy mennyiségű termőtalajt kell kitermelni, amelynek megfelelő elhelyezéséről és hasznosításáról minden esetben gondoskodni kell. Emellett az építés során gyakran megváltoztatják az eredeti terepfelszínt, aminek köszönhetően módosulnak a lefolyási viszonyok és adott esetben a talajvízszint-állapotok is. Megváltoznak a talaj szerkezetének tulajdonságai, az eróziós viszonyok, a megvalósítás és üzemeltetés során pedig megnövekszik a talajt érő szennyezőanyagok mennyisége. Foglalkozni kell továbbá a különféle vegyszerek felhasználásánál, szállításánál keletkező szennyező hatásokkal ugyanúgy, ahogy a kikerülő anyagok és hulladékok hatásával és környezetkímélő elhelyezésével. Mindemellett fontos továbbá a területek meglévő földhasználata és annak hatásai, a hatásterületen található más szennyezőforrások (háttérszennyezettség).

A közlekedési utak mentén a pH általában $5,5 < \text{pH} < 8,5$ tartomány között változik. A vizsgálatok szerint az útkörnyezeti talaj sav-lúg karakterének alakulásában nem a gépjárművek savas emissziója a meghatározó tényező. Az út hatásaitól mentes területeken a talaj kémhatása gyakran az út menti talajénál savasabb jellegű, ami a fentiek mellett azt igazolja, hogy a közlekedés savasító hatása nem nagyobb a háttérterületeken mért, nem útmenti környezetre gyakorolt egyéb hatásokénál. Az útmenti talaj kémhatása gyenge savasodás irányú változásának a talajban megkötött nehézfémek felhalmozódásánál van jelentős szerepe. A savas kémhatás ugyanis befolyásolja a talajban megkötött nehézfémek vándorlását. Minél savanyúbb valamely talaj, annál könnyebben mobilizálódnak a megkötött nehézfémek. Ennek következtében könnyebben jutnak be a talajvízbe és a növények szervezetebe.

Erózió:

A talaj eróziója jellemzően a közúti beruházások egyik leggyakoribb környezeti hatása, mely tulajdonképpen a vízáramlás és a talaj útépités miatt megbolygatott kölcsönhatásának eredménye. Esetenként az erózió hatásai viszonylag messze fekvő területeken is érvényesülnek (lejtőkön, vízfolyásokon, gátakon).

Az útmenti erózió egyik közvetlen okozója a növényborítottság megszűntetése. A fedetlen talajon a csapadék közvetlenül éri a talajfelszínt. Általában lejtős területeken, így

például utak mentén kialakított árkok esetén a csapadék hatására felületi lefolyás (Stefanovics, 1992) keletkezik abban az esetben, ha a csapadék nagyobb intenzitással esik, mint amilyen a talaj vízbefogadó képessége.

A mesterségesen kialakított rézsűvédelem (gyepesítés), vagy az idővel kialakult növényborítás az erózió hatását csökkenti, illetve meg is szünteti, ezért fontos az árokpartok rekultivációja is.

Utak menti tömörödésből adódó hatások:

A NYME, Geomatikai, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet kutatásai szerint az avarral, növényekkel és más növényi maradványokkal (ágak, gallyak) borított felszín még a megrakott tehergépkocsi többszöri áthaladása esetén is megvédi a talajt a tömörödéstől. Tehát a tömörödés csak az építési területen lévő, növényzet és humusz rétegtől mentes talajon alakulhat ki.

A mértéke függ a nyomás mértékétől, a nyomási felület nagyságától, a nyomás idejétől és a nyomás közben fellépő vibrációtól és csúszástól. Meghatározó még a talaj ellenállása is, amit a talaj szerkezete, szövete és nedvességi állapota határoz meg.

A tömörödés hatására csökken a pórustérfogat is, mely hatására romlik a levegőháztartás, megváltozik a hőháztartás. Csökken a talajlakó állatok mozgástere, megváltozik a mikrobiális aktivitás és a tápanyagháztartás, valamint csökken a talaj vízáteresztő-képessége. Alapvetően csökken a növények növekedésének üteme, romlanak a talaj élővilágának életkörülményei.

Víztelenítés és elvizesedés hatása:

A nyomvonalas létesítmények közül főleg az utak mentén a talajok vízháztartása nagymértékben megváltozik, ami köszönhető a létrehozott vízelvezető árkoknak, az útról lefolyó vizeknek. Az érintett terület nagyságát, kiterjedését meghatározza a domborzat, valamint az, hogy a vízelvezető árkok hogyan futnak.

Egyes helyeken a megváltozott viszonyok miatt csökken a talaj víztartalma, más helyeken épp ellenkező folyamat, elvizesedés következik be az összefutó vizeknek köszönhetően.

A vízcsökkenés hatására javul a levegőzöttség, megváltozik a talaj dinamikája. Mindennek következményeképp csökken a talaj pH-ja, nő a biológiai aktivitás, a talajlakó élőlények mozgástere, gyorsabb lesz a humuszbomlás és a mineralizáció, több tápanyag szabadul fel.

Az eredetileg száraz talajokon a vízelvezetés hatására csökken a talaj víztartalma, melynek következtében az útmenti vegetáció átalakul, szárazságtűrő fajok jelennek meg.

Közvetlenül az utak, és a vízelvezető árkok mentén többletvíz alakulhat ki, melynek hatására a fentiekkel ellentétes irányban megváltozik a talaj dinamikája. A víztöbblet hatására megnő a talajban a kimosódás, és ha sok a vízben az oldott sótartalom, mérgezés léphet fel a vegetációban a só hatásának következtében.

A vízelvezetés (hossz és keresztirányú) kialakításánál az ökológiai szempontból érzékeny területeken sűrűbb vízátvezetéssel kisebb átmérőjű (0,20-0,30 m) műanyag csövek alkalmazásával mérsékelhetők az esetlegesen jelentkező negatív hatások, hiszen így a bevágási oldalon az árkokban összegyűlt vizet nem koncentráltan, egymástól nagyobb távolságra, hanem nagyobb területen egyenletesebben elosztatva juttatják a terepre.

Kifejtett anyagok nyomvonalas létesítmények melletti deponálása:

A bevágásokból kikerülő többletanyag elpusztíthatja az érintett terület növényzetét, fokozhatja az erózióval és rézsúállékonysággal kapcsolatos problémákat. Főként hegyvidéki utak létesítése esetén keletkezhet nagy mennyiségű többletanyag. Ez rámutat a depóniák helyes kialakítási helyének körültekintő megválasztására.

Talajszennyeződés:

Talajok porszennyezéséből adódó változások:

A létesítés és üzemeltetés során nagy mennyiségű por szabadul fel. A porfajták osztályozását elsősorban méretük alapján végezhetjük. Megkülönböztetünk nagy szemcséjű (10 mikrométer felett) port, finom port (0,5-10 mikrométer) és igen finom port (0,5 mikrométer alatti). Az 1 mikrométernél nagyobb por viszonylag gyorsan leülepszik, nem kerül el nagy távolságokra. A 0,01-1 mikrométer közötti por sokáig lebeg, aeroszolt alkot. Lerakódásával főleg a kibocsátók környékén kell számolni. Az utak mentén az első méterek nagyon szennyezettek, míg távolabb, 20 m után egyre gyengébb a szennyezettség mértéke. A porszennyezés mértéke több tényező függvénye, például befolyásolja a vegetáció.

A porszennyezés a talajfelszínre rakódik le, idővel azonban bekeveredik a talajba. A szennyezés hatására megváltozhat a talaj szemcseösszetétele, a talajban lévő szén és nitrogén aránya, melynek a mikrobiális tevékenységben van jelentősége. A meszes porok növelik a talaj pH-t. A porokban található fénoxidok és egyéb fémvegyületek a felső talajban feldúsulhatnak, károsítva ezzel az élővilágot.

Fémterhelés:

A közúti közlekedés során nagy mennyiségű fém is kerül a levegőbe, az útmenti környezetbe, talajba, vegetációba (út mentén általában 1-20-50 méteren belül). A szennyező fémek egy része az üzemanyag elégetésekor szabadul fel (Pb), másik része a járművek (Zn, Cu), illetve a gumiköpenyek (Cd) kopásakor kerül ki. A különböző fémeknek eltérő jelentőségük van. Egyeseknek nincs káros hatásuk (Ca, K, Mg, Na), mások kis mennyiségben hasznosulnak (As, Cu, Co, Fe, Mn, Zn, Ni stb.) és csak nagyon nagy mennyiségben károsak. Az utolsó csoportba azok a fémek tartoznak, amelyek felhalmozódva károsak lehetnek (Al, Be, Cd, Hg, Pb, Ti).

A talaj szempontjából a fémek legfontosabb tulajdonsága, hogy legnagyobb részben a talajok felső, szervesanyagban gazdag rétegeiben – komplexek formájában lekötődnek – így feldúsulhatnak. Az esetlegesen kifejtett káros hatás nagymértékben függ attól, hogy az adott fém a talajban a szilikátok, agyagásványok rácsaiban, adszorbeálva, komplexekben vagy a talajoldatban van. Utóbbi esetben a növények számára felvehető állapotban fordul elő, így könnyen kifejtheti toxikus hatását. A talajok fémtartalmának megnövekedésével csökken a fajdiverzitás, fémtűrő növények jelennek meg. A biológiai aktivitás szintén lecsökken, így nőhet a szervesanyag mennyisége.

Egyes vizsgálatok szerint 20000 jármű/nap mértékű forgalom nagyság esetén már jelentős a talaj szennyezettsége. Vannak fémek (Cr, Pb, Zn), melyek akár évszázadokon át megmaradnak a talajban. Különböző kutatások alapján megállapítható, hogy az út menti talajok szennyezettsége 10 méteren belül érhet el mérgező szintet 25 éves forgalom után, és 50-100 méter távolságban már nem különböztethető meg a fémszennyeződés az altalaj szennyezettségétől. A talajok estében meg kell még említeni a veszélyes anyagok szállításából eredő haváriás szennyezés veszélyét is.

Sók hatása:

A közutak nagy részét a téli akadálymentesítés érdekében sózzák. Az így kijuttatott só mennyisége igen nagy (3,3-43,1 t/km) lehet. Ennek következtében az útmenti talajokban nagy mennyiségű NaCl, valamint MgCl₂ kerül. A só hatására a meszes talajokon megnő a pH (szóda keletkezik), mészmertes talajokon, a H⁺-ion felszabadulása miatt egy rövid ideig pH csökkenés jelentkezik, utána viszont újra megnő a kémhatás értéke. A talaj megnövekedett Na-tartalma kicseréli a Ca-t és a Mg-t az adszorpciós komplexek felületén. A Na⁺ nagy hidratburokkal rendelkezik, emiatt peptizálódik a talaj, és így csökken a talajok vízáteresztő képessége, aminek következtében eliszapolódás jöhet létre. Ez a folyamat megnöveli az erózió veszélyét. A talajoldat növekvő sűrűsége az ozmotikus potenciál csökkenéséhez vezet, aminek hatására nehezebbé válik a növények számára a víz- és tápanyagfelvétel. A megnövekedett Na tartalom miatt az ionfelvétel kiegyensúlyozatlan lesz, K⁺-hiány léphet fel a növényekben. A talajban átalakul a talajbaktériumok fajösszetétele, csökken az enzimaktivitás és a mikorrhiza képződése. (Bartha-Bidló-Kovács, 1999) (Pájer et. al. 1999)

Hatásláncok:

A talaj szennyeződése, károsodása olyan hatásláncolatokat indít el, melyek a környezetet sokféle szempontból érintik. Erre példa lehet, hogy egy út létesítése elősegítheti a bozóttüzek és a fakitermelés lehetőségét, ami eredményezhet rézsűkimosódást, fokozódó eróziót, földcsuszamlásokat, az érintett terület mikroklímájának megváltozását.

Hatástanulmányok vizsgálatának összegzéseként megállapított eredményeim:

- A kipufogógázokból és kopástermékekből származó nehézfémek talajszennyező hatása a burkolatszéltől mért 30-50 m széles területsávban, 20±5 cm-es talajmélységig alakul ki.
- A nehézfémek a talaj felső 50 cm-es rétegében megkötődnek – a megkötött szennyeződés 90%-a az úttól mért 1-1,5 m-es távolságon belül található.
- Mozgékonyági sorrend: Ni > Cd > Zn; Cu > Cr > Pb
- Ólom-terhelés az útpadkától 20-30 m-ig, 20-25 cm-es mélységig jellemző.
- Kadmium, cink-terhelés: 5-10 cm széles területsávban, 0-10 cm talajmélységben alakulhat ki.

6.2 Víz

A különféle nyomvonalas létesítmények alapvetően háromféle módon változtathatják meg a természetes vízviszonyokat:

A felszíni vizek lefolyásának megváltoztatása:

A nyomvonalas létesítmények a természetes felszíni vízáramlás eloszlására és sebességére gyakorolt módosító hatása miatt bekövetkezhet a vízfolyás sebességének megnövekedése, áradás, talajerózió, vagy eliszapolódás, amely gyakran nem is a létesítmény közvetlen környezetében jelentkezik. Abban az esetben, ha a nyomvonalas létesítmény burkolatot is kap (aszfalt), akkor az csökkenti a talaj vízáteresztő képességét, növelve ezáltal a felszínen elfolyó vízmennyiséget.

A talajvíz áramlásának módosítása:

Az út, mint nyomvonalas létesítmény vízelvezetése, a földkitermelés csökkentheti a környező területek talajvíz szintjét. Ezzel ellentétben a töltések és műtárgyaik a talajvíz áramlásának korlátozása révén megemelik annak eredeti szintjét. Ezek a folyamatok erózióhoz, a talaj és növényzet károsodásához, az ivóvíz és a mezőgazdasági célra hasznosítható vízkészlet csökketéséhez, az élővilág kedvezőtlen befolyásolásához vezethetnek.

A vízminőségre gyakorolt hatások:

A nyomvonalas létesítmények mentén található vizek minőségére káros hatással lehetnek a különféle építési tevékenységek, a kémiai és egyéb szennyezőanyagok, a vízfolyások és partjaik biológiai aktivitásának megváltoztatása. Utak esetében gondot jelenthet még a közlekedésből származó kipufogó gázok, a burkolat- és a gumiköpenyek kopása, vagy akár a fémkorrózió. Időszakosan fellépő szennyezést eredményezhet az utak téli sózása, melynek veszélye főként kis vízhozam esetében jelentkezhet.

A vízminőséget jellemző paraméterek lehetnek: érzékszervvel meghatározhatók (szín, szag); fizikai-kémiai (hordaléktömeg, vezetőképesség, szulfátok, alumínium); nem kívánatos anyagok (nitrátok, szénhidrogének); mérgező anyagok (ólom, króm, növényvédőszer); mikrobiológiai szennyeződések. (Pájer et. al. 1999)

Hatástanulmányok vizsgálatának összegzéseként megállapított eredményeim:

- Vizeknél a közvetlen hatásterület a nyomvonal mentén 100-100 m-es sáv.
- Adatok alapján a talajvizet érintő, egy elkerülő út üzemelési időszakában a csapadék vizek szikkasztásából és a légszennyezésből származó szennyeződés hatásának kiterjedése az útvonalak mentén 50 m széles sávra becsülhető.
- Az üzemelési szakaszban a talajvizet érintő szennyező hatás 10-15 m-es sávon kívül és a felszín alatt 2 m-nél mélyebben nem terjed.

6.3 Levegő

A levegő szennyezése a nyomvonalas létesítmények közül leginkább az utakhoz köthető. A közúti közlekedésből eredő légszennyezés leginkább a gépjárművek motorjából származó anyagoknak és a kipufogógáz-kibocsátásoknak, valamint a pornak köszönhető.

A légszennyezésen belül különbséget kell tenni a helyi, lokális, valamint a regionális és globális hatások között. A lokális hatások az út közvetlen környezetében érvényesülnek, ott fejtik ki kedvezőtlen hatásaikat az élővilágra, a talajra, a vizekre, az emberekre és a műtárgyakra. A globális, illetve regionális hatások közül a legfontosabbak az üvegházhatás, az ózonlyuk kialakulása, a savas esők.

A gépjárművek okozta levegőszennyezési ciklus a kibocsátás, a terjedés és a befogadás (élőlények, talaj, vizek) fázisaira osztható. A legfontosabb szennyezőanyagok és hatásaik:

- *Szénmonoxid (CO)*: egy-két hónapig is megmarad a levegőben. A vér hemoglobinjába beépülve megakadályozza az oxigén szállítását. A dízelüzemű motorok esetében sokkal kisebb a CO és CH emisszió, mint a benzinüzeműek esetében.
- *Szénhidrogének (CH)*: az üzemanyagok tökéletlen égése és párolgása során keletkeznek. Jellemző rájuk, hogy ingerlő hatásúak, mérgezőek, mutagének.
- *Nitrogénoxidok (NO_x)*: több napig képesek megmaradni a levegőben, a savas esők okozói közé tartoznak. Az emberi és növényi légzést egyaránt negatívan befolyásolják.

- *Kéndioxid (SO₂)*: néhány órától kezdve akár több hétig is képes a levegőben maradni. Légzési problémákat és savas esőt okoz, melyek a növényekre, az élővizekre és egyéb anyagokra is káros hatással vannak. A kibocsátásának mértékét az üzemanyag kéntartalma határozza meg.
- *Ólom (Pb)*: az üzemanyagban lévő, oktánszám növelését és a motor kenését szolgáló adalékból származik. Az embereknél idegrendszeri zavarokat és vérszegénységet okozhat. A növények esetében a nehézfém-toxicitás legáltalánosabb tünete a gyökér és a hajtás növekedésének gátlása, ami az ólomnál is megfigyelhető. A másik általánosítható hatás a vízfelvétel és a belső vízmozgás gátlása. Ezeken kívül gátolja a fotoszintézis egyes részfolyamatait, a fotolégzést, a sztomák nyitódását, a transpirációt.
- *Szilárd, szemcsés anyagok*: ide tartoznak a dízelolaj levegőhordta lebegő részecskéi, a sűrűlódásokból és abroncskopásokból származó részecskék és a por.
- Egyéb szennyezőanyagok (pl. a *benzol*, a *szén-dioxid (CO₂)* és a *klór-fluor-karbonátok (CFC-k)*), melyek különféle vegyi reakciók következtében másod- és harmadlagos szennyezőkké alakulhatnak át.

Az egyes, bemutatott légszennyező anyagok hatásait nagyjából a következőképpen csoportosíthatjuk: üvegházhatást fokozók (CO₂, CO, NO_x, CFC-k), ózonrétegre veszélyesek (CO, CH, CFC-K, NO_x), savas esőt (CH, NO_x, SO₂) és egészségi ártalmakat okozók (CO₂, CH, Pb, CFC-k, CO, NO_x, SO₂, benzol).

A légszennyezések eredete fontos, mivel ennek nagy szerepe van a hatáscsökkentő módszerek, eljárások kiválasztásában. Fontos ismerni, hogy a fő kibocsátó benzin- vagy dízelüzemű-e, köthető-e a szennyezés valamely gépjárműtípushoz.

A kibocsátás hatásterületének határa ott van, ahol a levegőminőség változása kellő biztonsággal elkülöníthető az alapterheléstől. Az a sáv, ahol a levegőminőség-változás mértéke még statisztikailag jelentős valószínűséggel tér el a háttérszennyezettől.

Hatástanulmányok vizsgálatának összegzéseként megállapított eredményeim:

- Nagyobb forgalmú út nyomvonala mellett, jobb és bal oldalt 240-240m-es sáv a levegő hatásterülete.
- A létesítés légszennyezéssel terhelt területei az építés és felvonulás területei és kb. 100 m-es környezete. A forgalom légszennyezése általában 30-190 m-en belül az emberi egészségre nézve károsító, vagy terhelő, további 30-500 m-en belül pedig elviselhető.

6.4 Élővilág

A nyomvonalas létesítmények jelentős hatást gyakorolhatnak a növények, állatok és a vizek élővilágának életére, ezen hatások megnyilvánulása azonban eltérő lehet. Figyelembe kell venni a közvetlen és az egész ökoszisztémára gyakorolt közvetett hatásokat.

Közvetlen hatások:

- *Vegetáció eltávolítása*: ennek következtében megváltozik a termőhelyi tényezők egy része, és ezt a növényzet változásán jól le lehet mérni. Az út és közvetlen környezetének mikroklímája átalakul. Az erdő kiegyenlítő hatása lecsökken, nagyobb lesz a hőingadozás, megnő a felületek hőterhelése, mélyebb lesz a fagybehatolás az állományokba. Megemelkedik a talajpárolgás, csökken a vízvisszatartó képesség. Az újonnan kialakuló állományszél védtelensége miatt különböző károk keletkezhetnek. Ilyen például a héjaszás, fattyúhajtás. A

káros hatások a helyesen kialakított többszintű (cserje és fás szint) állományszegéllyel jelentősen csökkenthetők.

- Fragmentáció: pl. egy erdei ökoszisztéma nyomvonalas létesítménnyel történő keresztülvágása okozhatja egyes populációk kihalását, az állatok életterének beszűkülését, mozgásuk akadályoztatását, egyedszámuk lecsökkenését. (részletesebben a 24. oldalon)

- Megközelíthetőség, forgalomgerjesztő hatás: egy út létrehozása addig érintetlen területeket tesz hozzáférhetővé a humán tevékenységek számára, ami gyakran a természeti környezet pusztulásával, felszámolásával jár.

- Táplálékcsapdák: az út sajátos táplálékforrás. Egy kátyús út gödreiben felgyülemlt víz, vagy útszéli árok vize nagyobb körzetből képes bizonyos fajok egyedeit vonzani az útra vagy annak közelébe, attól függően, hogy a területen milyen a víz hozzáférhetősége. Más esetekben az útra hullatott anyagok szolgálnak táplálékként. Az úton és környékén sajátos mikroklíma jön létre, mely általában kedvezőbb a környezeténél. A jobban felmelegedő és a meleget jól tartó útburkolat vonzza az ízeltlábúakat, melyek táplálékként szolgálnak a madaraknak. A táplálékkínálatot csak fokozzák az autóforgalom hatására a szélvédőről lehullott ízeltlábúak, melyek összeszedése jóval egyszerűbb, mint az élők elfogása.

A legsajátosabb táplálékforrás az utakon balesetet szenvedett állatok teteme. Nem csak a nagytestű emlősök, madarak, hanem a legkisebb élőlények is szerepelhetnek áldozatként.

A legáltalánosabb táplálékhatást az útra még élő állapotban kerülő egyedek jelentik.

- Fénycsapda hatás: az út kivilágítása, a világító fényforrásoknak megfelelően, vonzó hatást gyakorol számos fajra. A fényforrás vonzóságára fajspecifikusak a válaszok, a bagolylepkék többségét pl. erősen vonzza az ultraibolya fény, míg az araszoló lepkéket inkább a sárga fény csábítja.

- Infracsapda hatás: az út felszínének és zöld környezetének más a fajhője, s ez a különbség napszakosan megmutatkozik. Napos időben az út felszínének hőmérséklete magasabb, mint a környezeté, ami esetleg csak az éjszakai órákban egyenlítődik ki. A melegebb útfelszín vonzó hatást gyakorol azokra a fajokra, amelyek erre reagálnak.

- Szaporodási csapdák: az előzőekben leírtak analógiáján alapul a szaporodási csapdák hatása is. Az elszórt hulladék, trágya, tetem számos faj szaporodási élőhelye is egyben. Az utakon található kátyúk vagy az útszéli árkok vizei is szaporodási helyet kínálhatnak.

- Zaj- és rezgésterhelés hatása: amíg a levegő romlását nem minden esetben érzékeljük, mértékét alig tudjuk megbecsülni, a zajos környezetre érzékenyebbek vagyunk. Ha a környezeti zajterhelés 65 dB alatt van, viszonylag jól tűrjük. Felette idegesség, elég rövid idő múlva a szív-, ér- és idegrendszer működésében elváltozások léphetnek fel. 85 dB felett már halláskárosodással is számolhatunk. A zaj az egyre növekvő sebességű helyváltoztatás nehezen csökkenthető velejárója.

A zaj hatása az egyes állatfajokra eltérő mértékű lehet, mivel eltérő a fajok ezirányú érzékenysége. Az érzékenység -a faji sajátosságok révén- függ a zaj spektrumától, attól hogy milyen frekvenciák a dominánsak, mekkora a hangnyomásszint. Az emberi fül a 20 Hz-20 kHz közötti frekvenciájú hangokat érzékeli, a hallásküszöb és a fájdalomküszöb közötti tartomány pedig 20 mikroPa és 200 Pa hangnyomás közé esik, ami 10 millió-szoros viszonyban, azaz 140 dB-nek felel meg. Közismert tény, hogy az állatok érzékszervei

érzékenyebbek az emberénél, sok faj még az infra- és/vagy ultrahangokat is érzékeli (pl. a rovarok hallóképessége a 100 Hz és 250 kHz közötti frekvenciasávot fogja át).

Ugyanakkor nem állnak rendelkezésre olyan -legalább tapasztalati- határértékek, amelyek a különböző érzékenyséű fajok reakciójának előrejelzésében segítenék a hatásvizsgálatot. Az ok nyilvánvaló: az állatokkal nem tudunk kommunikálni, így legfeljebb a terhelt területről való elköltözésükből következtethetünk a zavaró hatásra. Tapasztalható azonban az is, hogy az állatok elmenekülése csak átmeneti, előbb-utóbb visszaköltöznek, „megszokják” a zajterhelést.

A technikai fejlesztésekkel a mechanikus zajok redukálódhatnak, viszont a nagyobb sebességeknél egyre erősödik az aerodinamikai zajhatás. A zaj hangenergiája a sebesség harmadik hatványával arányosan növekszik. Érdekes például, hogy egy 4000/min. fordulattal működő gépkocsi nagyobb zajt idéz elő, mint 32 db 2000/min. fordulattal működő.

A zaj elleni védekezés technikailag könnyebben megoldható, mint pl. a légszennyezés esetében, ám az eljárások sokkal költségesebbek.

Közvetett hatások:

- Növény- és állatfajok zavarása, esetleg pusztulása a felszíni vizek minőségében, illetve a talajvízszintben okozott változások miatt.
- Vízi élővilág zavarása, egyedpusztulások mederkorrekció vagy a megnövekedett lebegő hordalék, esetleg kikerülő szennyező anyag miatt.
- A pásztanyítás miatt másodlagos hatótényezők jelenhetnek meg:
 - a pásztában növekszik a napsugárzás intenzitása,
 - növekszik a szél okozta légmozgás és annak turbulenciája,
 - új -elsősorban gyom- fajok jelennek meg,
 - a talajszintet elérő csapadék mennyisége növekszik.

Mindez elsősorban a mikroklimatikus adottságok és a vízgazdálkodási jellemzők megváltozásán keresztül gyakorol hatást a páasztát szegélyező erdőkre.

▪ Útpaszták készítésekor a nyiladékokat szegélyező fák hirtelen egyoldalú szabad állásba kerülnek, s nem ritkán közvetlen sérülések (pl. a törzs-, vagy gyökérszétválás) is érik azokat. Ezek a fák fokozott mértékben károsodnak a különböző abiotikus tényezők megváltozott hatásának következtében. A károsodások mértéke függ a fafajtától, az állomány korától, a szabadátétel módjától és az éghajlattól, és általában az útpasztától mérhető 20-30 méter távolságban belüli sávra korlátozódik.

A jellemző károsodások a következők: a héjaszás, a viharok általi döntés és törés, a növekedés és az ellenállóképesség csökkenése, a fattyúhajtásosodás és a csúcshajtásosodás. Mindezek gombabetegségek és rovarkárosítások fokozott fellépését segítik elő, amelyek esetenként a fák pusztulását is okozhatják.

- A héjaszás a középkorú vagy idős törzseket fenyegeti, elsősorban vékonykérgű fafajainknál. Leginkább veszélyeztetett a bükk, a jegenye-, a luc- és a simafenyő, a gyertyán, a kőris, a juhar. A héjaszásra nem érzékeny a tölgy, a szil, a mezei juhar, a nyír, a vörös-, erdei- és feketefenyő. A héjaszás akkor következik be, ha az addig zárt állásban levő törzsek hirtelen szabad állásba kerülnek. A szabadon fejlődő fák mélyen ágasak, az ágak beárnyékolják a törzset, a kéreg vastag. Ezzel szemben a zártan fejlődőknél a korona feltolódik, az ágak nem árnyékolják mélyen a törzset, a kéreg vékonyabb. Ezért ha ez utóbbi

állású fák hirtelen szabad állásba kerülnek, a közvetlen napsugárzás hatására a kéreg élő szövetei, a hánccs és a kambium károsodást szenvednek, elhalnak, az elhalt részek felett a parakéreg nagy sávokban leválik. A héjaszás elsősorban a törzsek déli és délnyugati oldalain következik be. A keletkezett sebek fertőzési kaput nyújtanak a faanyagot támadó gombák és rovarok számára, s ezek tevékenysége akár a károsodott fák (pár éven belüli) elpusztulásához is vezethet.

- A középkorú és idős állományokban készített pásztáknál az uralkodó szélirányba eső szegélyen az addig zárt állásban nevelkedett törzseket kitesszük a szél (illetve a vihar) toló nyomásának, ezért itt széldöntés és törés következhet be. A közvetlen káron túl a döntött vagy törött törzsekben elszaporodó károsítók, pl. a szűk tömeges támadása a megmaradt fákat is fokozottabban veszélyezteti.

- Az útpászta szegélyén szabad állásúvá váló fákat a talaj szárazodása is veszélyezteti. Az itt álló fák koronája felfogja az esőt, ellenben a nap és a szél akadálytalanul érheti és száríthatja a talajt. A fák vízháztartás-zavarainak következménye a magassági és vastagsági növekedés csökkenése és a gyengültségi kórokozók és különböző rovarokkal (szűbogarak) szembeni fokozott fogékonyság, szélsőséges esetben a fa pusztulása.

- A szabad állásba kerülés után elsősorban a jó regenerációs képességgel rendelkező fafajok (tölgyek, gyertyán, hegyi juhar, szil, éger, fenyők közül a jegenyefenyő) törzsét fattyúhajtások lepik be. Ezek nagyfokú vízigénye miatt gyakori a korona un. csúcscsáradása. A korona fokozatosan féloldalas lesz, fiatal állományokban vágott pászták szegélyfái pedig eleve féloldalas koronát fejlesztenek. Ez utóbbi, habár nem tekinthető tulajdonképpeni betegségnek, a törzsek faanyagának műszaki értékcsökkenéséhez vezet a zárt állományban fejlődő törzsekhez viszonyítva.

- Az útépitési munkák során megsérülhetnek a szegélyfák gyökerei. E sebzéseken keresztül a gyökereket könnyen megfertőzik a különböző gyöker- és tőkorhasztó gombák, pl. a gyökérrontó tapló (*Heterobasidion annosum*), a gyűrűs tuskógomba (*Armillaria spp.*), a vastagkérgű tapló (*Ganoderma adspersum*) stb. E kórokozók előrehaladó korhasztó tevékenysége miatt a fák előbb utóbb elpusztulnak vagy könnyűszerrel széldöntés áldozatává válnak.

▪ Inváziós folyamatok: invázióknak nevezzük azt a jelenséget, mely során egy behurcolt faj gyors terjeszkedésbe kezd, és átmenetileg vagy tartósan átrendezi az életközösségek szerkezetét, felépítését. Ennek oka elsősorban a klímaváltozásnak köszönhető, de az utóbbi évtizedekben a közlekedés és az áruszállítás nagymértékben felgyorsította ezeket a folyamatokat. A biodiverzitás csökkenése minden esetben kimutatható.

A szaporítószervek (magvak, peték, vegetatív szervek) a vonalas létesítmények nyújtotta lehetőségeket kihasználva korábban nem tapasztalható terjedési potenciálra tettek szert.

Fontos tényező a befogadó életközösségek állapota, azok stabilitása. Sebezhetőbbnek tekinthetők a pionír társulások, mint például a gyepesített vagy gyepesítetlen rézsűk, padkák, felvonulási területek. Az átvágott természetszerű élőhelyek méretüktől és típusuktól függően ellenállóbbak az invázióval szemben.

• A gyomfolyosó "működése": Az út nemcsak a közlekedés és szállítás számára folyosó, hanem bizonyos fajok terjedését is szolgálhatják. Az útpászta burkolat nélküli felületei alkalmasak lehetnek a tág ökológiai tűrőképességű gyomfajok megjelenésére és elterjedésére (az út "gyomfolyosó" is). Ezeknek a fajoknak a megjelenése bekövetkezhet a véletlen szállítás

révén is. A szállított áru (pl. takarmány), a járműre tapadt növényi magvak, az utastérbe került rovarok véletlenszerű kihullása kiindulópontja lehet a flóra és a fauna módosulásának.

Erdészeti utak „gyomfolyosó”-ként érvényesülő hatásait Papp (1994) vizsgálta idős bükkállományokban kijelölt mintaterületeken. A visszamaradó állományban végzett vizsgálatokra alapozva megállapította, hogy az útszéltől 6-8 méter távolság elég ahhoz, hogy az útpásztában tömegesen jelen lévő zavarástűrő és kísérő fajok nagy része már ne találjon életlehetőséget az erdőben. Ugyanakkor azt is tapasztalta, hogy szálanként még 100 m távolságban is előfordulnak ezek a fajok, s a feltételek számukra kedvező alakulása esetén elszaporodhatnak. Ilyen lehet pl. egy-egy fa természetes elpusztulása vagy kivágása esetén létrejövő záródáshiány (kedvező fényviszonyok), meglévő tisztás illetve erdőszél közelsége. A záródáshiány megszűnésekor e fajok egyedszáma aztán természetes úton lecsökken.

A hatás mértéke szorosan összefügg az útpásztá szélességével, a környező erdőállomány árnyékoló hatásával. A keskeny, a fák árnyékában maradó út kevéssé változtatja meg a mikroklimatikus jellemzőket, s így a gyomok terjedése is mérsékelt lehet. Ha az út hasonló mikroklímájú, mint a körülötte lévő erdő, akkor az út mellett leginkább az erdőre jellemző fajok fognak megtelepedni.

Azzal azonban minden út esetében számolni kell, hogy az útpásztán megjelennek olyan fajok, amelyek az útpásztá megnyitása előtt ott addig nem fordultak elő.

Eltérő típusú, esetlegesen érintett ökoszisztémák másként reagálnak az utak okozta hatótényezőkre:

- erdei ökoszisztémák: gazdag növény- és állatvilággal rendelkeznek. Szoros kölcsönhatások állnak fenn a rendszer összetevői között.
Közvetlen hatások: területfoglalás, területigénybevétel; populációk szétválasztása, fragmentáció; egyedpusztulások, egyedpusztítások stb..
Közvetett hatások: területen történő áthatolás, ebből következő fakivágások, művelés alá vonások, járulékos létesítmények kiépítése; erdőszéli hatás, napsugárzási- és légköri viszonyok megváltozása, gyomfolyosó hatás; ökoszisztémára gyakorolt hatás, vízáramlás változása, erózió, mikroklimatikus viszonyok és biológiai diverzitás megváltozása; betegségek terjesztése stb..
- nyílt ökoszisztémák: ide tartoznak a gyepek, füves- és fás puszták. Jellemző rájuk, hogy az elemei között kevesebb a kölcsönhatás. A nyomvonalas létesítmények, így az utak sem eredményeznek annyira szembetűnő hatásokat, mint az erdők esetében.
- vízi ökoszisztémák: tavak, folyók, források, lápok, mocsarak. Jellemzőik az igen gazdag élővilág és a nagy produktivitás. Némelyikük elég érzékenyen reagál a környezeti változásokra. Nagy szerepük van egy terület vízháztartásában, a vizek tisztulási folyamataiban, a madárvilág védelmében.
Közvetlen hatások: területfoglalás; fragmentáció a víz- és anyagáramlási viszonyok akadályoztatása miatt; szennyeződése vízbe kerülése stb..
Közvetett hatások: területen történő áthatolás, vízelvezetés; vízáramlás és talajvízszint megváltoztatása, ami általában a biológiai diverzitás csökkenéséhez, egyedpusztulásokhoz vezet stb..
- egyéb ökoszisztémák: hegyvidéki ökoszisztémák, ökozónák, melyek kétféle természeti környezet között alakulnak ki.

Hatástanulmányok vizsgálatának összegzéseként megállapított eredményeim:

- Nagy forgalom esetében általában 50 m-es sávban kell számolni az élőhelyek, az élővilág megsemmisülésével, a padkától 20-25 m-en belül számíthatunk az élővilág szennyezésével, de ez lehet nagyobb távolság is.
- Főutak esetében a közvetett hatásterület az utat határoló kb. 100-100 m-es sáv, ahol az élővilágot befolyásoló zavaró, terhelő hatások érvényesülnek.
- Az élővilág intenzív szennyezésével várhatóan az út mentén, a padkától számított 25-30 m-en számolhatunk, de a szennyezettség kiterjedhet 50-100 m-re is.
- Erdészeti feltáróutak esetében az útszéltől 6-8 méter távolság elég ahhoz, hogy az útpáasztaban tömegesen jelen lévő zavarástűrő és kísérő fajok nagy része már ne találjon életlehetőséget az erdőben, ugyanakkor szálanként még 100 m távolságban is előfordulnak, s a feltételek számukra kedvező alakulása esetén elszaporodhatnak.

6.5 Művi elemek (létesítmények, települések)

Művi elemek abban az esetben érintettek, ha a beruházás településen belül vagy annak közvetlen közelében létesül, vagy a hatásterületébe település is tartozik. Foglalkozni kell a műemlék épületek, épületcsoportok, utcák, településrészek állagát és állapotát érő hatásokkal, a forgalomnövekedés okozta hatásokkal, a munkagépek által keltett zajhatásokkal és rezgésekkel, azaz csökkentésük lehetőségeivel. Fontos továbbá a lakott területek zöldterületeinek védelme és építés és az üzemelés időtartama alatt.

A terepből jelentősen kiemelkedő utak tájba illesztése szintén fontos feladat. Az építés során össze kell hangolni a megnövekedett forgalmat és a települési közlekedési funkciókat. Tekintettel kell lenni a települések átszellőzési viszonyaira, azok változásaira, az építmények állagának várható alakulására, továbbá a települési vízellátásra gyakorolt következményekre, ezek életmódra kifejtett hatásaira és a településhez kapcsolódó egyéb vízhasználatokra. A legfontosabb talán, amit minden esetben problémát jelenthet, az az emberi életkörülményekre gyakorolt hatás.

A művi elemeket a közvetlen fizikai hatások, így a megszüntetés (pl. a nyomvonalas létesítmény nyomvonalába eső vadles eltávolítása), a véletlenszerű sérülés, a forgalom okozta rezgés-terhelés és/vagy használatuk időszakos (a létesítés ideje alatti) korlátozása miatti állapotromlás érintheti. E hatások jelentőségének, mértékének megítélése csak konkrét esetben, az egyedi hatáskapcsolat jellemzőinek ismeretében lehetséges.

Művi elemekként veendőek számba az érintett területen található rekreációs (pl. kilátók, pihenőhelyek, turistautak) és üzemi (vízgazdálkodási, vadgazdálkodási, energiaszállító-) berendezések, földvárak, temetők maradványai, kulturális jelentőségű ipari- vagy közlekedéstörténeti emlékek, régészeti lelőhelyek.

6.6 Táj

A tájat érintő beruházások esetében vizsgálni kell a mikro- és makrokörnyezetben bekövetkező tájképi változásokat, a területhasználat módosulásait általánosságban és környezeti elemenként, rendszerenként egyaránt. Meghatározóak az esetleges tájökölógiai változások és törekedni kell ezek elkerülésére, hatásainak csökkentésére, az esetleges tájhasználati konfliktusok megoldására.

Egy jól megtervezett nyomvonalas létesítmény összhangban áll a környezetével, illeszkedik a terepadottságokhoz.

A negatív hatások az alábbi tényezőkkel megteremtendő összhang hiányából erednek:

- A táj természetes topográfiai tulajdonságai: ha a létesítmény nyomvonala nem illeszkedik kellő mértékben a terepviszonyokhoz, és emiatt túl mély bevágások, magas töltések alakulnak ki, vagy ha nem kerüli el az egyenetlen terepadottságú területeket, valamint ha több párhuzamos völgy rendszerét keresztirányban vagy átlósan áttöri.
- Vízrajzi adottságok: ha vízfolyások mederkorrekciója történik.
- Vegetáció: ha a létesítés miatt erdőirtás, fasorok, sövények kivágása történik.
- Tájszerkezet: például a négyzetes táblarendszert keresztüljelő nyomvonalas létesítmény sok zárványterületet eredményezhet.

6.7 Ember

Emberrel, mint hatótényezővel kapcsolatosan foglalkozni kell az érintett lakosság nagyságával, összetételével, életkörülményeivel, a meglévő környezetállapot és egészségügyi állapot közötti ok-okozati viszonyokkal. Jelentős terhelések esetében meg kell vizsgálni az érintettek egészségügyi állapotát, terhelhetőségüket és azt, hogy az egyes hatótényezők életmód-változtatása milyen következményekkel jár. Meg kell nézni, hogy ezek a hatások mennyire kompenzálhatók, mennyire védhetőek ki. Az alternatívák közül azt kell választani, amely legkedvezőbb az emberi egészségre nézve. A változások nyomon követése érdekében monitoring rendszert kell kiépíteni, és a szükséges előírásokat betartatni. Folyamatosan figyelni kell az érintett lakosság életmódjának változását, illetve mérlegelni kell az előnyöket és hátrányokat.

Az utak általában előnyöket jelentenek az érintett közösségek életkörülményei és gazdasági tevékenysége szempontjából a jobb megközelíthetőség, az alacsonyabb közlekedési kiadások, a helyi termékek és szolgáltatások számára jobb piaci lehetőségek biztosítása révén. A nagyobb forgalmú utak mindig megváltoztathatják az út környezetében eddig megszokott életet.

6.8 Fejezet összefoglalása

Természeti területeken futó utak esetében a minden esetben érintett hatásviselő a talaj, a víz (felszíni-, felszín alatti, talajvíz), a levegő valamint az élővilág.

A talaj az alapadottságaitól függetlenül mindig megváltozik. Ezek a változások egyrészt a mennyiségét érintik, jelentősebb azonban a szerkezeti és minőségbeli változás. Általában a szerkezet módosulása közvetetten a minőség rovására megy. A minőségbeli módosulás legfontosabb okozói a porszennyeződés, a fémterhelés, valamint a sók és egyéb vegyszerek. A talaj esetében megállapíthatjuk, hogy általában időben lassan lejátszódó folyamatokról van szó, így a hatástovábbítás bizonyítása is időigényesebb.

A víz, mint környezeti elem esetében, akkor számolhatunk számottevő változással, ha valamilyen formában (felszíni v. felszín alatti) megjelenik a hatásterületen és közvetlenül érintkezik a hatótényezővel. Talajszennyezés esetében közvetetten érintetté válhatnak a felszín alatti vizek. A legfontosabb, közvetlen változást eredményező hatótényezők a tereprendezések, melyek érintik a vizek lefolyási, áramlási viszonyait, valamint a minőségváltozást okozó szennyezések bemosódása a vizekbe. A vízfolyások gyorsan mozgó rendszerek, ami hatással van a hatástovábbító képességükre is. Egy-egy szennyeződést (a vízfolyás adottságaitól függően) gyorsan továbbszállítanak növelve ezzel a hatásterületet.

A levegőnél csak minőségi változásról beszélhetünk, melyben a legfontosabb szerepet a gépkocsik kipufogógázai, valamint a porszennyezések játszik. A levegő hatástovábbító képessége szintén jónak mondható, mely során az uralkodó széliránynak fontos tényező.

Az élővilágot egyfajta kettősség jellemzi a hatástovábbítás szempontjából. Az állatvilág nagyon gyorsan reagál a változásokra, melynek jól nyomon követhető formája a helyváltoztatás. A növényvilág ugyanakkor lassan, leginkább az egyéb (pl. talajban) bekövetkező változások hatására módosul.

7. A hatásterület

A hatásterület beazonosítása, előzetes lehatárolása nagyon fontos lépése a hatásvizsgálati eljárásnak. Már az előzetes vizsgálati eljárás során meg kell határozni egy teljes hatásterületi kiterjedést, melyet a részletes vizsgálatok során pontosítani kell.

7.1 Hatásterület típusok

A hatásterület meghatározása a 20/2001. (II.14.) Kormány Rendelet alapján:

- A. A közvetlen hatások területei: az egyes hatótényezőkhez hozzárendelhető területek, melyek lehetnek:
 - a) A földre, vízbe, levegőbe való egyes anyag- vagy energiakibocsátások terjedési területei az érintett környezeti elemekben, valamint
 - b) A föld, víz, élővilág, épített környezete közvetlen igénybevételének területei.
- B. A közvetett hatások területei: a közvetlen hatások területein bekövetkező környezeti állapotváltozások miatt továbbterjedő hatásfolyamatok terjedési területe azon környezeti elemek és rendszerek szerint, melyeket valamely hatásfolyamat érint.
- C. A teljes hatásterület: a közvetlen és közvetett hatások területeinek együttese.

A vizsgálandó területnek (7.1-1. sz. ábra) magában kell foglalnia a közvetlen és a közvetett hatások feltételezhető területét, olyan pontossággal, amit az előkészítés során rendelkezésre álló adatok lehetővé tesznek. A vizsgálandó területnek olyan kiterjedésűnek kell lennie, melyen kívül már nem tételezhető fel környezeti állapotváltozás.

A vizsgálandó terület pontosítását a hatótényezők meghatározása, a környezeti állapotfelmérés és a hatásfolyamatok előrejelzése előrehaladásának megfelelően kell végezni.

A közvetlen hatások területeinek meghatározásához meg kell adni az érintett környezeti elemek szerint:

- a) a kibocsátások terjedési területeinek becslését a kibocsátás jellegének, a feltételezhető terjedési viszonyoknak és az érintett elem közvetítőképeségének figyelembevételével, valamint
- b) a környezet közvetlen igénybevételének területeit a telepítési hely változatok és a tervezési adatok szerint.

A közvetlen hatások területeinek olyan kiterjedésűnek kell lenni, hogy az előkészítő szakaszban körülhatárolják, a részletes szakaszban pedig meghatározzák mindazon területeket:

- a) ahol a környezet közvetlen igénybevételét tervezik,
- b) ahol a kibocsátás még észlelhető és feltehetően változást okoz az érintett környezeti elem állapotában.

E területek közül meg kell nevezni azokat, ahonnan a kibocsátás vagy igénybevétel által kiváltott hatásfolyamat más környezeti elemeken keresztül feltételezhetően továbbterjedhet.

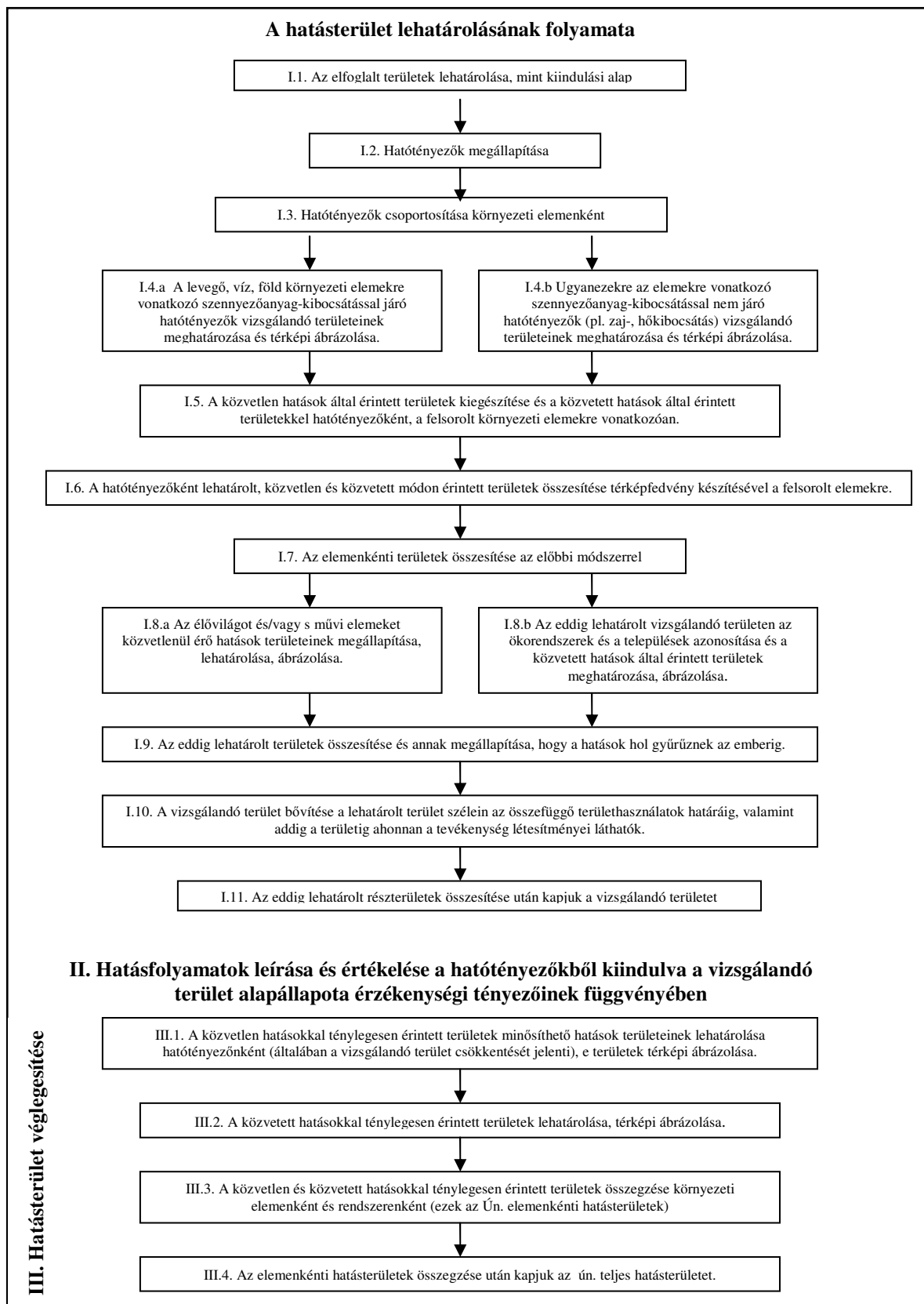
A közvetlen hatások területeit hatótényezőnként és a tevékenység megvalósulási szakaszainak megfelelően, valamint az esetleges meghibásodás vagy baleset hatásterülete szerint is meg kell adni.

A közvetett hatások területeinek nagyságát:

- a) az előkészítő szakaszban hozzávetőleges becsléssel, a környezet állapotának már ismert adatai és a feltételezett hatásfolyamatokról való korábbi tapasztalatok és a tudományos ismeretek alapján,
- b) a részletes szakaszban az előbbieken túlmenően, az érintett környezeti elem vagy rendszer közvetítőképességének és érzékenységének figyelembevételével kell megadni, megemlítve a becslés egyes szakaszaiban figyelembe vett, ill. hiányzó tényezőket.

A teljes hatásterület meghatározásakor azokat a területeket kell figyelembe venni, ahol a lefolytatott vizsgálatok és előrejelzések alapján valamely környezeti elemben és rendszerben, közvetve vagy közvetlenül (negatív vagy pozitív) állapotváltozás várható, megjelölve, hogy

- a) a hatásterület egyes részei mely környezeti elemre és rendszerre és a tevékenység mely szakaszára vonatkoznak,
- b) e részeken belül hogyan változik a hatás erőssége és időtartama,
- c) mely területeken összegződnek különféle hatások.



7.1.-1. sz. ábra
Vizsgálendő terület meghatározása
 forrás: Magyar Emőke, Környezet és Fejlődés, 1996, VI/3-4.

7.2 A hatásterületek becslése

A hatásvizsgálatok elején nagyjából ismerni kell a hatásterületet, melyen belül a környezet állapotváltozásai észlelhetők, és amely terület határain belül a bekövetkező változásokat észlelő mérési-megfigyelési tevékenységek elvégezhetők.

A hatásterület nagyságát, elhelyezkedését több tényező is befolyásolja:

- a) a javasolt létesítmény területi kiterjedése;
- b) a hatótényezők nagysága;
- c) az érintett környezeti tényező (elem, rendszer, energiaforma) sajátosságai, a hatásviselők érzékenysége, az ezt adott esetben jelző védettségi státusz;
- d) az adatnyilvántartás egységei.

a) A különféle létesítmények más-más hatásterülettel rendelkeznek. A vonalas létesítmények (vasút, utak, távvezetékek stb.) hatásterületei esetében jelentős „szegélyhatásról” kell beszélni, hiszen a hosszanti kiterjedés a meghatározó. Ha az adott vonalas létesítmény átszel egy addig egységes ökoszisztémát, abban a esetben a létesítmény tényleges ökológiai hatásterülete kiterjed.

b) Vannak esetek, mikor egy nagyobb hatótényező ugyanolyan környezeti adottságok esetében nagyobb hatásterületre terjed ki és fordítva. Akadnak olyan esetek is (pl. zajterheléskor), amikor nem lineáris a kapcsolat a hatás nagysága és a hatásterület kiterjedése között. Következtetésképpen levonható, hogy a hatótényező és a hatásterület közötti kapcsolatra nem lehet mindig automatikusan következtetni, bár a hatótényező nagysága sokszor befolyásolja a hatásterület kiterjedését.

c) Ez alatt a pont alatt azt kell érteni, hogy az adott hatótényező másképp viselkedik eltérő közegben (levegőben, felszíni-, felszín alatti vízben, karsztvízben stb.). Általánosságban megállapítható, hogy a levegőbe kerülve juthat legmesszebb a kibocsátás. A területi kiterjedését és súlyosságát befolyásolják a meteorológiai viszonyok, a légszennyező anyagok kémiai átalakulási folyamatai, valamint a létesítmény megvalósulása nélküli levegőminőség változatossága. A levegő esetében a szélirány és a szélerősség állandóan, „véletlenszerűen” változik. Ennek következtében a hatásterület fogalma csak gyakorlati eloszlásként kezelhető. A kapott hatásterület kiterjedése, nagysága, alakja függ attól, hogy milyen szennyezőanyagot milyen koncentrációban tekintünk mérvadónak a vizsgálat szempontjából (pl. a levegőhigiénés határértéket vagy az ökológiai kárt okozó koncentrációértéket). Figyelembe kell venni azt is, ha inverzióra hajlamos területről van szó, hisz ott a légszennyeződés jobban koncentrálódik. (Az inverzió az azt a légköri állapotot nevezzük, amikor a légkör alsó pár száz méteres rétegében a hőmérséklet a magassággal növekszik. Feltétele a szélcsend, tehát az egymás fölötti légrétegek nem cserélődnek, így az esetlegesen kikerülő szennyezőanyagok feldúsulhatnak egy adott rétegben.) Fontos szempont még az adott terület védettségi vagy felhasználási státusza (üdülőtér stb.), hisz befolyásolja, hogy a kisebb levegőszennyezés kiterjed-e az adott területre. Meg kell említeni még az utak mentén megnövekedett levegőszennyezést. A jelentős anyag- és energiaáramlattal járó tevékenységek növelik az adott terület gépjárműforgalmát, ami megnövekedett szennyezéshez vezet.

A felszíni vizek esetében a hatásterület a kibocsátástól folyásirányba terjed. Ebben az esetben a hatásterület kiterjedése függ a szennyező típusától, a folyóvíz vízhozamához

képest kibocsátott mennyiségétől, valamint a víz egyéb forrásokból származó terheltségétől is. Tavak, holtágak esetében az egész állóvíz hatásterületnek tekinthető.

A felszín alatti vizek esetében nem ilyen könnyű a hatásterület lehatárolása, de általánosságban megállapítható, hogy a hatásfolyamatok viszonylagos lassúsága és késleltetettsége miatt sokkal kisebb lesz a hatásterület adott idő alatt, mint az a levegő vagy a felszíni vizek esetében.

A talajt érő hatások egyrészt lehetnek viszonylag lokalizáltak (pl. nehézfém-szennyezés), másrészt messzire is elterjedhetnek, mivel a szél vagy a felszíni vízfolyás elszállíthatja a lazán kötődő talajszemcséket, máshol okozva ezzel problémát.

Az érdekes, védelemre szoruló élőlények esetében a hatásterület kiterjedése elsősorban nem a beavatkozás mértékétől, hanem attól függ, hogy várhatóan megbolygatja-e a még meglévő élőhely épségét. Általában az adott terület természetvédelmi státusza mutatja az élővilág érzékenységét, így lehetséges, hogy pl. egy védett, de a javasolt létesítménytől távolabbi terület hatásterületnek számít szemben egy közelebbi, de degradált területhez képest. Fontos, hogy az élővilág folyamatos változása miatt a természetvédelmi szempontokat ne csak az éppen érvényes védettségi státuszhoz kössék, hanem a természeti értékek jelenlétéhez.

Az egyes élőlények által igényelt élőhelyek nagysága nem minden esetben elégíthető ki azonos nagyságú, természetes (természetközeli) állapotban lévő területekkel, hiszen vannak fajok, melyek két élőhely határához kötődnek, tehát annak hossza számít, más fajoknak pedig a természetes növénytársulásokon belül van szükségük meghatározott szélességű pufferzónára.

A levegő, a víz, a talaj elsősorban hatásközvetítő, emiatt a földrajzi kiterjedtség meghatározása fontosabb, mint az élővilágnál, amely ezeken a hatásterületeken hatásviselőként van jelen, és amely esetében inkább a hatásfolyamatok feltárhatósága az érdekes.

7.3 A hatásterület érzékenysége

Az adott környezeti elem vagy rendszer érzékenysége meghatározza, hogy a különféle hatótényezőkre mi a válaszreakció, és az meddig terjed.

A hatásvizsgálatok során az érzékenység alatt azt értjük, ha a környezeti elemek, rendszerek bizonyos emberi hatásokra az átlagosnál fokozottabban reagálnak. Az érzékenység az adott környezeti elembe belül mindig viszonylagos, csak valamilyen hatótényezőhöz kapcsolódva értelmezhető. Az érzékenység köszönhető az elem, vagy rendszer eredendő belső tulajdonságainak, másrészt annak, ha már külső, emberi hatásokra már megváltozott az állapota.

A környezeti rendszerek érzékenysége az öt felépítő elemek érzékenységéből adódik össze, az erőssége pedig az egyes elemek összekapcsolódásának milyenségétől, valamint a legérzékenyebb elemek rendszerben betöltött relatív súlyától függ.

Az érzékenységet jelentő tulajdonságok egy területen, de akár egy elembe belül is megjelenhetnek egyenként vagy halmozottan. Utóbbi esetben az egyes tulajdonságok erősíthetik egymást, vagy az elem érzékenységét.

Az érzékenység, azaz az egyes környezeti elemek, vagy rendszerek válaszreakciói az egyes hatótényezőkre, több tényező függvénye, az okai lehetnek belsők és külsők egyaránt. Ilyen tényezők az elemek, vagy rendszerek különféle fizikai, kémiai vagy biológiai adottságai.

A különféle hatásviselők megemlíthető belső tulajdonságai:

- Levegő: légmozgások (szél) irányai, erősségei, a légkör stabilitása, a diffúzió, a légköri inverzió.
- Víz: a felszíni vizek esetében befolyásoló a vízfolyás mérete, vízhozama, sebessége, a partvonalak tulajdonságai (természetes – mesterséges). A felszín alatti vizeknél fontos a víz,- talajrétegek elhelyezkedése, a rétegek sérülékenysége, stabilitása, egyéb tulajdonságaik.
- Talaj: pH, kötöttség, humusztartalom (szervesanyag-tartalom), vízrétegek elhelyezkedése, természetes eredetű nehézfém-tartalom, savanyodási - kilúgzási hajlam, a terep lejtése.
- Élővilág: biodiverzitás, izoláltság, populációnagyság, tűrőképesség, társulástípusok.
- Művi elem: a létesítmény anyaga, kora, szerkezete, elhelyezkedése, a kivitelezés minősége és technológiája.

7.4 Szempontok a különféle hatásviselők hatásterületeinek lehatárolására

a) Talaj:

- Mennyiségi és minőségi adatok a szennyező anyagra vonatkozóan. A minőségi adatoknál meghatározó tényezők a szennyezőanyag terjedési tulajdonságai, kémiai és megkötődési lehetőségei és annak folyamata.
- Az aktuális szennyezőanyag terjedési lehetőségei, azaz a vizsgált talajfelszín és a felszín alatti kőzetek minősége, elsősorban a szennyező anyagot megkötő, valamint átteresztő képessége;
- A tervezett beruházás megvalósulása nélküli talajállapot, annak szerkezeti és minőségi tulajdonságai, erózióra, deflációra való hajlama;
- Az érintett talajfelszín szennyeződésre való érzékenysége, terület-felhasználási státusza, ami lehet erdő-, mezőgazdasági terület, beépített terület.

b) Víz:

Felszíni vizek esetében:

- Az érintett felszíni vízkészletek nagysága, a készlet időbeli változása, lefolyási viszonyai;
- A kibocsátott szennyezőanyagok mennyiségi és minőségi tulajdonságai. A minőség szempontjából fontos a szennyező terjedési viszonyai, a kémiai átalakulásának lehetőségei;
- A vizsgált felszíni víz vízhozama, meder- és partalakulata, a vízi és vízparti életközösségek típusa, szűrőképessége az aktuális szennyezőanyag terjedési lehetőségeinek tükrében;
- A létesítmény, beruházás nélkül fennálló vízminőség helyzet, a vizsgált felszíni víz öntisztuló képessége;
- Vízkészletek nagysága és a használt víz további sorsa;
- A vizsgált felszíni víz érzékenysége, védettségi vagy felhasználási státusza, ami lehet mezőgazdasági, ipari, gyógyvíz vagy ivóvíz.

Felszín alatti vizek:

A felszíni vizekkel ellentétben itt a döntő tényező:

- A vízkészletek felett elhelyezkedő talajok adottságai, mint például a szűrő- és szennyvíz visszatartó képesség;
- A felszín alatti vizeket tartó geológiai rétegek tulajdonságai, mint például a rétegek elhelyezkedése, dőlése stb.;

- A terjedési lehetőséget a felszíni vizekhez hasonlóan itt is a geológiai adottságok, valamint a felszín alatti vizek összeköttetései határozzák meg.

c) **Levegő:**

- Meteorológiai viszonyok figyelembe vétele, hangsúlyt helyezve a szélirányra és a szélereősségre, amelyek a levegőben terjedő hatótényezők útját befolyásolják;
- A kibocsátott légszennyező anyagok mennyiségi és minőségi adatai. A minőség meghatározza a szennyezőanyag terjedési adottságait, kémiai átalakulásának lehetőségeit;
- A vizsgált terület geomorfológiai adottságai, borítottsága, beépítettsége és egyéb felszíni tulajdonságok hatással vannak a vizsgált szennyező terjedési módjára, inverzióra való hajlamára;
- A létesítmény megvalósulása nélküli „alap” levegőminőségi viszonyok;
- A vizsgált terület érzékenysége, védettségi szintje. Levegőminőség szempontjából kiemelten védett I., II. osztályú vagy a terület felhasználási státusza (üdülő- vagy gyógyászati célokat szolgáló terület);
- A megvalósuló létesítményhez kapcsolódó infrastruktúra, elsősorban a gerjesztett közlekedési forgalom kibocsátásai.

d) **Élővilág:**

Nem adható konkrét szempontrendszer. Kiindulási lehetőséget adhat az egyes környezeti elemek által kirajzolt hatásterületek élővilággal fedett részei, az ezekhez kapcsolódó további érzékeny területek, ezek típusa, védettségi viszonyai, valamint a konkrét területen élő élővilág egyes hatótényezőkre való érzékenysége. (Magyar, 1996)

Egyedek szintjén meghatározó tulajdonságok:

- Egészségi állapot, regenerálódás, érzékenység;
- Tűrőképesség, alkalmazkodási képesség;
- Az érintett egyed kora;
- Az egyed elhelyezkedése az állományban.

Társulások szintjén:

- Egészségi állapot, regenerálódás;
- Diverzitás, fajgazdagság;
- A társulás összetétele, szintezettsége;
- Az érintett egyed kora;
- A társulás kiterjedés, nagysága;
- Út mentén kialakult természetes vagy mesterséges szegély megléte.

A hatótényezők hatásterületen történő terjedésével kapcsolatban a következőket kell azonosítani:

- az út hossza (a szennyező forrástól a hatásviselőig), a hatásviselő elérési ideje,
- a szennyezőanyagok mozgási lehetősége és sebessége az érintett környezeti elemekben,
- az út menti szegélyek megléte, felépítése, szerkezete,
- a földtani közeg fizikai és kémiai jellemzői (a telítetlen zóna és a víztelített víztartó vastagsága, szemcseméret, szerves széntartalom, porozitás, a talaj levegő- és nedvességtartalma, víz- és levegőháztartása),
- a hidrogeológiai viszonyok jellemzése (vízszint, áramlási pályák, hidraulikus vezetőképesség, gradiens, keveredési zóna, stb.),
- a felszín alatti környezet (földtani közeg és felszín alatti víz) pH-ja, hőmérséklete, redox viszonyai és élővilága (mikrobiológiai jellemzői),
- mélyebb rétegek víztartóinak elhelyezkedése, áramlási rezsimek,
- átlagos csapadékmennyiség, beszivárgás, evapotranszpiráció, stb.,
- szélirány, szélesebesség, domborzati viszonyok, felszín borítottsága, érdessége, beépítettség,
- a szennyezett területen található épületek jellemzői (aljzatvastagság, aljzat repedezettség, szellőzés, belső térfogat),
- felszín alatti víz – felszíni víz kölcsönhatások (felszíni víz vízhozama, a felszíni vízbe időegység alatt bejutó felszín alatti víz mennyisége),
- a terjedési útvonal jellemzői időbeli változásainak lehetősége (árvíz, áramlási viszonyok gyors megváltozása, haváriás események, stb.).

A fejezet összefoglalása

Az alábbi táblázatban összesítettem az egyes hatásviselők legfontosabb hatótényezőit, illetve a hatótényezők jellemző hatótávolságait. Mivel az utak jelentős hosszanti kiterjedéssel bírnak, a legtöbb hatótényező hatása a nyomvonal teljes hosszában, az út mindkét oldalán megjelenik.

Hatásviselő	Művelet/hatótényező	Hatásterület, hatótávolság
TALAJ:	- területfoglalás:	-a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 100 m;
	- földmunkák:	-a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 20 m;
	- vízepítési munkák:	-ha a létesítmény mentén árokrendszer fut, akkor hatásterületnek tekinthető a létesítmény teljes hosszában, jobb és bal oldalt max. 2 m-es sáv;
	- kibocsátások (por, hulladék, légszennyezők):	- a tengelyvonalától, jobb és bal oldalt 1-50 m sáv, 5-50 cm-es talajmélységig;
	- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás:	- burkolatszélről mért 2 m-es sáv jobb és bal oldalt;
	- forgalom, anyagkibocsátások:	- burkolatszélről jobb és bal oldalt a nehézfémek 30-50m-es sávban, 5-50 cm talajmélységig; ezen belül ólom 20-30m-ig, 20 -25 cm mélységig;
	-havária:	- tengelyvonalától, jobb és bal oldalt 1-200 m.
VÍZ: (talajvíz, felszíni vízfolyás)	-területfoglalás:	- ez főként a talajvízre van hatással, a létesítmény teljes hosszában, a tengelyvonalától max. 15 m jobb és bal oldalt;
	- földmunkák:	- a talajvízre van hatással a létesítmény teljes hosszában, a tengelyvonalától max. 10-15 m jobb és bal oldalt;
	- vízepítési munkák:	- ide tartozik a létesítmény által keresztezett élővízfolyás átvezetett szakasza, valamint ha a létesítmény mentén árokrendszer fut, akkor hatásterületnek tekinthető a talajvíz bolygatása miatt a létesítmény teljes hosszában, jobb és bal oldalt max. 2 m-es sáv;
	- kibocsátások (por, hulladék, légszennyezők):	- a talajvizet érintő hatások 10-100 m-es sávban belül valószínűsíthetők, élővízbe jutás megnöveli a hatásterületet a víz folyásának irányába;
	- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás:	- a talajvizet érintő hatások max. 15 m-es sávban belül valószínűsíthetők, élővízbe jutás megnöveli a hatásterületet a víz folyásának irányába;
	- forgalom, anyagkibocsátások:	- nagyobb forgalmú utak esetében a nyomvonal mentén 100-100 m-es sávban lehet számolni szennyezéssel, alacsonyabb rendű utaknál a szennyeződés 10-15 m-es sávban és 2 m talajmélységig terjedhet;
	- havária:	- a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.
ÉLŐVILÁG	- területfoglalás:	- a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 50-100 m;
	- növényzet kiirtása:	- a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 50-150 m;

	- földmunkák:	- a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 20 m;
	- vízpépítési munkák:	- a nyomvonal mentén 100 m-es sávban lehet számolni változással;
	- anyagszállítás:	- a nyomvonal mentén jobb és bal oldalt max. 50-100 m-re terjedhetnek a szennyezések;
	- gáthatás:	- a nyomvonal teljes hosszában;
	- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás: - forgalom,	- a nyomvonal mentén, a burkolatszéltől 5-10 m-es sáv;
	anyagkibocsátások:	- intenzív szennyezés max. 25-30 m-es sávban, szennyezés 50-100 m-re is kiterjedhet;
	- havária:	- a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.
LEVEGŐ:	- pályaszerkezet-építés:	- a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől 10 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
	- anyagszállítás:	- a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől max 100 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
	- fenntartás:	- a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől 5-10 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
	- forgalom:	- a légszennyezés emberi egészségre nézve 30-190 m-es sávban belül károsító, 30-500 m-es sávban belül pedig terhelő;
	- havária:	- a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.

7.5-1.sz. táblázat
Hatótényezők terjedési irányszámái

8. Hatásterjedési jellemzők

8.1 A szennyezés hatásterülete és a szennyezőanyagok

Ahhoz, hogy a hatásterületen lezajló folyamatokat megfelelően tudjuk kezelni, szükség van különféle adatokra, illetve információkra a területre és a szennyezőanyagra vonatkozóan egyaránt.

Lényegesek az érintett terület alapadottságai, azaz a hatásviselők alapállapota. Természetesen mindegyik hatásviselő esetében más-más tulajdonságok a fontosak, melyek a hatásterjedést befolyásolják (bővebben bemutatom a „Szempontok a különféle hatásviselők hatásterületeinek lehatárolására” című részben).

Fontos területi alaptulajdonság a háttérszennyezettség. A háttérszennyezettség olyan hatótényezők együttese, amelyek befolyásolják a hatásfolyamat eredményét. A hatásterület azon tulajdonságait jelenti, amelyek függetlenek a vizsgálandó tevékenységtől.

Meghatározó továbbá az is, hogy az egyes környezeti elemekben vannak e olyan területek, melyek szennyezettsége határértéken felüli és ha vannak, akkor ezeknek mekkora a horizontális és vertikális irányú kiterjedése.

A szennyezőanyagok terjedését befolyásolhatják a különféle mesterséges létesítmények, építmények, mint például gátak, csővezetékek stb.

A szennyeződés-terjedést befolyásoló, legfontosabb szennyezőanyag-tulajdonságok:

- a szennyezőanyagok összetétele, összetevőinek beazonosítása,
- moláris tömeg,
- analitikai kimutatási határ a hatásviselőben,
- sűrűség,
- mobilitás (diffúziós tényező vízben és levegőben),
- oldhatóság,
- illékonyság,
- Henry állandó (megoszlás a folyékony és gőzfázis között),
- szorpciós tulajdonságok,
- lebonthatóság,
- viszkozitás,
- hidrolízisre való hajlam,
- kimosódási képesség,
- akkumulálhatóság,
- toxicitás,
- karcinogenitás, mutagenitás, teratogenitás,
- biokoncentrációs faktor (növénybe, húsba, halba, tejbe, stb.),
- permeabilitás,
- ökotoxikológiai adatok (LC₅₀, NOEC, stb).

Azoknál a szennyezőanyagoknál, amelyeknél kémiai és biológiai folyamatok hatására bomlás következhet be, nagyon fontos a bomlástermékek meghatározása. A bomlás során keletkező anyagok ugyanis olyan további hatásokat eredményezhetnek, melyek befolyásolják a hatásterület kiterjedését.

A hatásviselő expozíciós jellemzőinek meghatározása szempontjából döntő jelentőségű a fennálló vagy tervezett területhasználatok kiválasztása az alábbi kategóriák alapján:

- ivóvízbázisok,
- lakóterület,
- gazdasági terület (ipari/kereskedelmi terület),
- üdülő és szabadidő terület,
- mezőgazdasági terület, vagy konyhakert,
- földmunkával érintett terület,

Erre azért van szükség, mert minden területhasználatra más-más adottságok jellemzőek, amelyek befolyásolják a terjedési viszonyokat.

A környezetbe kerülő szennyező anyagokat számos természetes folyamatból eredő hatás érheti a kikerülés után. Ezek a hatások általában koncentráció-csökkenést eredményeznek. Ilyen esetekben módosul a szennyező mobilitása, megváltozhatnak a fizikai, kémiai tulajdonságai és csökkenhet a kibocsátáskor mért koncentrációja. A természetben lezajló folyamatok, amelyek eredményezhetnek szennyezőanyag-mennyiségi csökkenést, lehetnek fizikai (diszperzió, diffúzió, hígulás, kipárolgás), kémiai (megkötődés, kémiai vagy abiotikus reakciók), vagy pedig biológiai (biodegradáció, akkumuláció) folyamatok.

A fizikai és kémiai szorpciós folyamatok csökkentik a szennyezőanyag koncentrációját és/vagy mobilitását, de nem csökkentik a szennyezőanyag mennyiségét. A kémiai és biológiai reakciók ezzel szemben a teljes szennyezőanyag mennyiségét csökkenthetik a rendszerben.

A szennyező forrás és a hatásviselő expozíció helye közötti terjedési úton a szennyezőanyagokat ért hatások mértékét a természetes koncentráció-csökkenés nagyságának (Natural Attenuation Factor, NAF) becslésével lehet megadni. Az egyes terjedési utakra számított természetes koncentráció-csökkenési faktor és a szennyező forrásban mért koncentráció ismeretében pedig kiszámítható az előre jelezhető környezeti koncentráció (Predicted Environmental Concentration, PEC).

Fizikai folyamatok: főként az oldott formában található szennyezőanyagok felhígulását eredményezhetik. Jellemző folyamatai a hidrodinamikus diszperzió (a szennyezőanyag csóva szétterjedése a felszín alatti víz áramlás irányával megegyezően vagy átlósan történik), felhígulás és a kipárolgás.

Kémiai folyamatok: szorpció és abiotikus (melyekben nem vesznek részt metabolikusan aktív mikroorganizmusok) kémiai folyamatok. A szorpció tulajdonképpen kémiai kölcsönhatások által szabályozott folyamat. A különféle vegyületek mobilitása mellett terjedési és átalakulási folyamatokat is befolyásolhat.

Biológiai folyamatok: mikrobák metabolikus tevékenységének köszönhető biodegradáció. A mikrobák az élettevékenységeik során a szennyező anyagokat olyan részekre bontják, melyeket tápanyagként és energiaforrásként tudnak hasznosítani, az oxidációból nyert energiát pedig sejtek felépítéséhez és fenntartásához használják. Természetesen a különféle vegyi szennyezők biodegradálhatósága nagyon eltérő, vannak olyan anyagok, melyek teljesen ellenállnak az ilyen folyamatoknak.

8.2 Szennyezőanyagok megoszlása az egyes környezeti elemek között

A szennyező anyagok terjedése számos útvonalon végbemehet. Az egyik leggyakrabban előforduló folyamat a bemosódás, azaz a talajra kikerülő szennyeződés bekerülése a felszín alatti talajrétegekbe és talajvizekbe (transzport vizes fázisba). A bekerült anyag különböző transzport folyamatok révén aztán tovább szállítható növelve ezzel a terjedési területet, a hatótávolságát.

A következő fontos, gyakran lejátszódó folyamat a légnemű fázisba történő transzport, ami létrejöhet a felszín alatti vizek kipárolgásával, a talajból történő kipárolgással, illetve a felszínen lévő talaj (talajfelszín) kipárolgásával és kiporzásával.

Léteznek úgynevezett egyéb transzportútvonalak, mint például a talaj szennyező anyagainak növényzetbe kerülése, vagy a felszín alatti víz szennyeződésének feljutása a felszíni vizekbe.

Mint látható, a két legfontosabb folyamat, amely a szennyeződések terjedésében meghatározó, az a bemosódás, illetve a kipárolgás. Ha a bemosódás a felszíni vagy felszín alatti vizekbe történik, valamint ha a kipárolgás a szabad levegőn zajlik le, a hatások mindenképp nagy területekre terjedhetnek el.

8.2.1 Vizes transzportfolyamatok

A szennyező anyagok a felszín alatti közegben a vízzel történő terjedés során először a talajszemcsék felületéről leoldódnak a talaj pórusrétegben található vízbe. Amint a pórusvizek kapcsolatba kerülnek egyéb felszín alatti vizekkel, akkor válik lehetővé, hogy a szennyeződések a forrástól távolabbra is eljussanak. A folyamatot természetesen sok tényező meghatározza, így például a vizsgált vegyi anyag koncentrációja a szennyező forrásban, talajban és a pórusvízben, valamint a talaj egyes tulajdonságai (pl. nedvességtartalom, levegőtartalom, sűrűség stb.). A talajszennyezettség ismeretében a pórusvíz szennyezőanyag koncentrációja becsülhető a szennyezettség forrásterületén.

A szennyezőanyagok pórusvízből felszín alatti vízbe jutása többek között függ a felszín alatti víz szennyezőanyag koncentrációjától, valamint a pórusvízből a felszín alatti vízbe jutás hígulási mértékétől.

A folyamatok során minden esetben figyelembe kell venni a biodegradáció lehetőségét is, ami azonban függ a szennyező anyag tulajdonságaitól.

8.2.2 Szennyezőanyagok transzportja légnemű fázisba

A levegőbe került szennyező anyagok terjedésének egyik meghatározó tényezője a levegő hőmérsékletének változása a magasság függvényében. A hőmérsékletváltozást a függőleges irányú hőmérsékleti gradienssel lehet jellemezni, ami az egységnyi magasságkülönbségű légrétegek hőmérsékletkülönbségét jelenti. Ez a különbség eredményezi az egyes légrétegek kicserélődését, így adott esetben a légszennyezők továbbterjedését.

A levegőbe került szennyeződések terjedése a légkör alsó rétegeiben, a földfelszínhez közeli ún. határrétegben történik. Ebben a rétegben a szél kialakulását és szerkezetét a vízszintes nyomásgradiensből adódó erő, a Föld forgása miatti Coriolis-erő és a földfelszín közelségéből keletkező súrlódási erő alakítja ki. A levegő áramlása a vízszintes nyomásgradiens hatására indul el. A kialakuló szél nagysága arányos a nyomáskülönbség nagyságával. A létrejött szél iránya a Coriolis-erő (a Föld forgásának és a szél Földhöz viszonyítva egyenes vonalú mozgásának kölcsönhatása) miatt eltér a nyomásgradiens irányától. A földfelszín közelében azonban a súrlódási erőnek egyre nagyobb hatása van a

szél mozgására. A légkörben ugyanis a földfelszín közelében létrejön egy ún. súrlódási határreteg.

A szél mozgását alapvetően a következő tényezők határozzák meg: a légmozgás útjába kerülő akadályok mechanikai hatása, a szélesség függőleges irányú változása, valamint a légkör hőmérsékleti rétegződése.

A légszennyező anyag az esetek többségében kis felületen keresztül (pl. kipufogócső) nagy töménységben kerül ki a légkörbe. A szél ezt felhígítva nagy távolságra elszállíthatja a szennyeződést abban az esetben, ha a légkör stabil (amikor a szél örvényességének és a légtömegek függőleges cserélődésének kicsi a valószínűsége). Talajfelszínhez közeli kibocsátások, így a gépjárművek esetében is, a stabil légköri állapot a szennyezőanyagokat a kibocsátás magasságában tartja. Labilis légköri állapotok esetén (örvényes szélmozgások és erős függőleges légcseré) a kibocsátott szennyezőanyag kis távolságon belül szélesen szétterül és felhígul, így a szennyezőanyag koncentrációja alacsonyabb lesz. (Dávid, 1995)

Az illékony szennyezőanyagok, melyek felszín alatti közegbe kerültek, először a talaj póruslevegőjébe jutnak, majd onnan a légkörbe kerülnek. Az így levegőbe került szennyeződések a légmozgások által horizontális irányba kezdenek el terjedni. A szennyezőforrás közelében feltételezhető, hogy az illékony vegyületek póruslevegőbeli koncentrációja lineáris egyensúlyban van a pórusvízbeli koncentrációval.

A szennyezett forrásterületen, a szennyezőanyagoknak földtani közegekből és felszín alatti vizekből a levegőbe történő kijutását az ún. kipárolgási faktoriala szokták jellemezni. Ez a kipárolgás függ a talajfelszín feletti keveredési zóna magasságában lévő szélmozgások sebességétől, a levegő keveredési zónájának magasságától, valamint a szennyezett terület szélirányba eső szélességétől. Fontos tényező még az, hogy a szennyezett réteg milyen mélységben található a talajfelszínhez képest.

A kipárolgott szennyező anyagok a szabad térben a szennyezett területről a szél által továbbterjednek. Abban az esetben, ha az érintett hatásviselők nem csak a forrásterületen, hanem annál jóval távolabb is megtalálhatók, szükség van a szél általi terjedés után létrejött imissziós koncentráció meghatározására. Egyébként a légszennyező anyagok terjedésének modellezésére általában a Gauss-eloszlás használatos.

A szennyező-forrástól meghatározott távolságra lévő hatásviselőnél várható szennyeződés koncentrációjának becslési folyamata két részre osztható:

- a környezetbe kikerülő szennyeződés emissziójának becslése,
- valamint a megfelelő diszperziós modell kiválasztása.

A földfelszín alatti szennyeződések esetében a kipárolgást folyamatos szennyezőanyag utánpótlással rendelkező diszperziós modellel szokás közelíteni. Ennek az az oka, hogy a felszín alatti szennyeződés folyamatos utánpótlódási forrása az érintett terület levegőjébe kerülő szennyeződésnek. Az emittálódott szennyezőanyag diszperzióját számos, transzmisszióra jellemző tulajdonság befolyásolja. Többek között ilyenek a szél sebessége és iránya, a levegő vertikális keveredése, a szennyező forrás körüli terepviszonyok (felszín borítottsága, művi létesítmények, vegetációs viszonyok, stb.). A légköri diszperzió szemléltetésére sokféle modell született, amelyek közül talán a legkönnyebben használható a Pasquill-Gifford modell. Ennek a modellnek az alapja, hogy a szennyező forrást egy háromdimenziós koordináta rendszer középpontjába helyezik, ahol az x és y a vízszintes, míg az z a függőleges terjedési irány. (Az x irány a szélirány.) Mindemellett fontos tényező még a szennyezőforrás fölötti légtér szennyezőanyag koncentrációja, az egységnyi idő alatt levegőbe

jutó szennyeződés mennyisége, a keveredési zóna magassága, valamint a hatásterület nagysága és szélirányba eső hossza.

8.2.3 Felszín alatti vízben lévő szennyezőanyagok transzportja felszíni vízbe

Szükséges adatok a folyamatok értelmezéséhez a felszíni vízben lévő szennyezőanyag koncentrációja, valamint a felszín alatti vízből felszíni vízbe kerülés hígulási faktora. A hígulási faktort befolyásolja a szennyezett felszín alatti víz bejutási aránya a felszíni vizekbe, a vízhozam és a vízáramlás irányára merőleges szennyezett területi szélesség.

8.2.4 Talajban lévő szennyezőanyagok transzportja növényekbe

A talajba kerülő szennyeződések akkor tudnak a növényekre hatást kifejteni, ha a növény számára felvehető formában vannak jelen. Tehát az adott szennyező felvehető formájának koncentrációja a meghatározó, melyet különféle abiotikus és biotikus tényezők befolyásolnak. Az abiotikus tényezők közül fontosak az adott elem ionos megjelenése, a vízdoldékonysága és komplexképző jellege, valamint a talaj pH-ja és a redoxpotenciálviszonyok. Biotikus tényezőnek számít a növény talajra gyakorolt hatása. Például ha a növény protonokat és szerves savakat juttat a talajba, megváltozik a talaj-pH, így egyes elemek (pl. vas) felvehetősége lecsökken. Szintén biotikus módosító tényezőnek tekinthető az adott növény kapcsolata mikorrhiza-alkotó gombákkal, vagy a lombhullatás utáni humuszsavak és huminok feldúsulása a talajban, hiszen ezek mind befolyásolják a nehézfémek felvehetőségét. (Láng, 1993)

Az egyes szennyezők növényekbe történő felvételét először is meghatározza a növény adott vegyi anyaggal szembeni bioakkumulációs faktora. Ez a bioakkumulációs faktor eltérő lehet gyökérben és szárban, tehát nem mindegy, hogy a növény mely részét éri nagyobb behatás. Így tehát fontos tényezőnek számít, hogy a teljes növény hány százalékát teszi ki a gyökér és hogy mekkora a szár/levélfelület aránya.

8.3 A fejezet összefoglalása

A hatások terjedésében az egyes hatásviselők tulajdonságain kívül nagy szerepet játszanak az adott szennyezőanyag fizikai, kémiai paraméterei és viselkedése a különböző közegekben.

Egy meghatározott koncentrációban kikerülő szennyeződés mennyiségi és minőségi változáson megy keresztül fizikai (pl. diszperzió, felhígulás), kémiai (pl. szorpció) és biológiai (pl. biodegradáció) folyamatok hatására.

Az egyes környezeti elemekben más és más megoszlási viszonyok állnak fenn. A leggyakrabban előforduló folyamat, mely a szennyeződéseknek érheti, a bemosódás és a kipárologás. A bemosódás a talajrétegekbe, valamint a talajvízbe történik általában a talajfelszínről vagy növényzetről történő lemosódás révén. A másik fontos, gyakori folyamat a kipárologás, mely légnemű fázisba történő kikerülés a talajból, a talajfelszínből, valamint a vízből. Mindkét folyamat nagymértékben megnöveli a hatásterületet.

9. Mintaterületi vizsgálat

9.1 A kutatás alapját képező út bemutatása

A vizsgált létesítmény az Iharkút-szamarhegyi II. o. erdészeti feltáróút (9.1-1. sz. kép), amelyet a Bakonyerdő Zrt. létesített a Farkasgyepői Erdészet területén. Az út célja Csehbánya, Iharkút, Németbánya községhatárokból az erdőtömb további feltárása volt. Kieépítése után megnőtt a feltáró hálózat hatékonysága, lerövidültek a közelítési, kiszállítási és szállítási távolságok és könnyebbé vált a többcélú erdőgazdálkodással összefüggő egyéb forgalom lebonyolódása is. Mindemellett lehetővé vált az iharkúti bánya bauxit-kitermelésével jelentkező szállítási feladatok végrehajtása lakott területek elkerülésével.



9.1-1. sz. kép: A vizsgált út

Az erdészeti célú szállítási igény az úton mintegy 8000 m³ faanyag szállítást jelent évenként. 1999 második félévétől kezdődően a Bakonyi Bauxitbánya Kft. négy év alatt 600000 t bauxit szállítását tervezte az út létesítése előtt. Ettől eltérően bauxit szállítása csak az első két évben (1999-2000) történt.

Személyforgalom csak az erdészeti üzemirányításból, erdővédelemből és a vadgazdálkodásból adódik.

Az út létesítése lehetővé tette, hogy az iharkúti bányából a városlódi vasúti rakodóra irányuló, négy évre tervezett ideiglenes szállítási igény a települések elkerülésével megvalósuljon. Így a települési környezet terhelése nem nőtt. A 83. számú főközlekedési út napi forgalma az érintett szakasz (6+500 jelű) szelvényben a létesítés előtt napi 2622 egységjármű volt. Ez az érték a bányászati szállítás miatt napi 216 egységjármű forgalommal növekedett. A megépített úttal kiváltott szakaszon Bakonyjákó ill. Farkasgyepű településeken vezet át a 83. sz. út, és annak közvetlen környezetében található a farkasgyepői Tüdőbeteg Gyógyintézet is. Az adott szakaszon az épületek az útpályától 10 méteres sávon belül találhatóak, így magas a zaj- és rezgésterhelés. Ezek a terhelések az erdészeti út létesítése nélkül tovább növekedtek volna, és a környezetállapot fokozott romlásához vezetettek volna.

A vizsgálati terület majdnem egésze természetközeli állapotú erdőterület, kivéve az iharkúti bánya közelében lévő rekultivációs területek, valamint a nyomvonal keleti oldalán lévő magánkézen lévő erdőterületek.

Az út nyomvonala a Magas-Bakonyi Tájvédelmi Körzet területét a Gáthegey-Szállástető térségben közelíti meg, azonban a legkisebb mérhető távolság is 600 méter, ami elég ahhoz, hogy az út és annak hatótényezői nem érik el a körzet területét.

Az út által érintett a Farkasgyepői Kísérleti Erdő Természetvédelmi Terület mintegy 2 km hosszán. A terület célja az értékes bükkállomány génkészletének megőrzése és a korábban megkezdett erdészeti és ökoszisztéma kutatások zavartalanságának biztosítása. Ilyen kutatás például az 1926-ban megkezdődött, a bükkösök erdőfelújítási- és nevelési módszereinek fejlesztését célzó kutatás. Ezt a kutatást 1972-ben kibővítették a bükkös ökoszisztémák anyagforgalmi folyamatainak vizsgálatával.

Kivitelezés technológiája

Az építés helyén, a pásztaban a faállományt eltávolították. A pászta szélessége 1-1 m-rel haladja meg a műszelvény méretét, az átlagos szélesség 8 m.

Fakitermelés után a pásztaban maradt tuskókat tolólemezes földmunkagéppel távolították el. A talaj humuszos rétegét 10 cm vastagságban fejtették le. A lefejtett humusz egy részét rézsük gyepesítésére használták fel, másik részét pedig elszállították rekultivációs célokból.

A műtárgyakat a földműépítés megkezdése előtt helyszíni betonozással elkészítették.

A töltések anyag a bevágásokból, valamint az árkok kiemeléséből került ki.

A pályaszerkezetet az iharkúti bauxitbánya meddőjéből építették ki, a tömörítés vibrációs sima hengerrel történt.

Az 5 %-nál meredekebb árokszakaszokon a mederburkolás betonba rakott előregyártott burkolólappal történt.

A létesítmény jellemző adatai

Tervezett sebesség: 30 km/ó

Keresztmetszeti kialakítás: az út II. osztályú erdészeti feltáróút, mely teljes hosszában egy forgalmi sávval került kiépítésre.

Az út hossza: 8635,00 m

Legnagyobb emelkedő: 7,00 %

Legnagyobb esés: 7,00 %

Pályaszerkezet: a pályaszerkezet 45 cm vastagságú, vegyes szemeloszlású dolomit murvából kialakított zúzottkő pálya, az iharkúti bauxitbányában kitermelt meddőanyagból.

Műtárgyak: 0,40-0,60 m nyílású betoncső átereszek előfejjel v. aknával, valamint utófejjel.

Úttartozékok, járulékos létesítmények: az út padkáján a csőátereszek mentén 2-2 műanyag vezetőoszlop. Az út létesítéséhez kapcsolt járulékos létesítményekre nem volt szükség.

Útfenntartás

A padkarendezés, ároktisztítás a terheléstől, az időjárási viszonyoktól függően évente többször is elvégzendő művelet. Az árkokban és az átereszekben lerakódó hordalék eltávolítása kézi tisztítással, vagy gréderrel végzett gépi munkával történik.

Útkezelési feladatok: padka kaszálása, kátyúzás, télen hótolás, és síkosságmentesítés.

A vizsgált út erdészeti és bányászati tevékenységek miatt jelentős. Bányászati célú közlekedés 1999-2000 években zajlott és főként bauxitot szállítottak. Erdészeti célú igénybevétel tekintetében az út három szakaszra bontható:

- I. szakasz: A csehbányai feltáróút kereszteződésétől (Szénpajta) a Szamárhegyig: a legjobban igénybevett szakasz, mert ezen szállítják a csehbányai erdőtömb faanyagát, ahol nagy termelések vannak, főleg szezonban (novembertől – áprilisig). Évente 6000-7000 m³ szállítás van. A szezonban ez heti 300 – 350 m³ szállítást jelent átlagosan.
- II. szakasz: A Szénpajtától a Huszárokelőpuszta-Farkasgyepői út kereszteződéséig: Ennek igénybevétele kb. fele az előző szakaszénak (3000 – 3500 m³). Főleg tavasztól – őszig nem egyenletes igénybevétellel, így heti átlagról nem nagyon lehet beszélni.
- III. szakasz: A többi rész a bányáig: Igénybevétele szinte jelentéktelen Évente maximum 500 m³.

9.2 Mintaterületi jellemzők

A vizsgált terület a Bakony hegység Magasbakony tájrészletében, ezen belül pedig a farkasgyepői fennsíkon található. A Magasbakony táj uralkodó alapköze a mészkő, a fennsíké pedig lösz, amely mészkőre rakódott, eolitikus eredetű. A vastag lösztakarón általában mély, 1 m körüli termőrétegű agyagbemosódásos barna erdőtalaj található, a gerinceken mészkő-törmelék barna rendzina, a hegylábaknál pedig erdősen humuszos mély lejtőhordalék erdőtalajok a jellemzőek.

Az érintett terület a mészkő altalaj miatt vízben szegény, a vizsgált út hatásterületén sem található állandó és jelentős felszíni vagy felszín alatti vízfolyás.

A terület növényföldrajzilag a Pannóniai Flóratartomány, a Dunántúli-középhegység Flórávidék, Vértes és Bakony flórajárásába tartozik. A Vértes és a Bakony mészkő- és dolomithegységek, ahol a csapadékosabb klíma hatására jelentős kiterjedésű gyertyános-tölgyesek (*Querceto-Carpinetum*) és bükkösök (*Melitti-Fagetum*) található. A Bakony bükköseinek jellemző atlanti-medditerrán-(alpesi) flóraeleme az örökzöld törpecserje, a babérlevelű boroszlán (*Daphne laureola*), mely az erős szubmediterrán és szubatlantikus hatásnak köszönheti jelenlétét.

Farkasgyepű környékén gyakoriak a szurdokerdők (*Acereto-Fraxinetum*) jellemzően sok gímpáfránnyal (*Phyllitis scolopendrium*) és a magashegyvidéki mohos csittrivel (*Moehringia muscosa*).

A vizsgálati területen lévő bükk övben két szélsőségesen eltérő és jellemző domborzati alakulatot, és vele összefüggő talaj- és mikroklíma megjelenést találhatunk.

Az I. számú domborzati típus: a tetők déli, száraz, semleges talaján a bükk, elegyesen kocsánytalan tölgyel, cserrel, korai és mezei juharral alkot állományokat.

A II. számú domborzati típus higrofil termőhelyet képvisel. Ezen a termőhelyen a bükk mellett található kísérő fák (magas kőrös, juharcok) a magaskórós aljnövényzet (*Impatiens noli tangere*, *Circaea lutetiana* stb.) „segédletével” igyekeznek uralkodóvá válni.

A III. számú igazi bükk termőhelytípus, mely szintén megtalálható az érintett területen. Ezek leginkább sík, vagy enyhén lejtős középnedves, mezofil részekre jellemzőek. Alapvető tulajdonság, hogy az aljnövényzet gyakran csak 10 %-on aluli (*Fagetum nudum* et *subnudum* bükk erdőtípus). A nedves termőhely felé átmenetként erdőtypust képeznek a *Galium odoratum* és kísérői, a *Viola sylvestris*, *Sanicula europaea*, a száraz termőhely felé pedig jellemző fajok a *Carex pilosa*, a *Galium odoratum* és *Viola sylvestris*.

Az állatvilágot tekintve a vizsgált terület a közép-dunai faunakerület Dunántúli-középhegységi faunajárásába esik. A terület rovarvilága nagyon gazdag, számos

magashegyvidéki faj is előfordul. A kétélűek és a hüllők is számos, értékes védett fajjal képviseltetik magukat. A madarak közül főként erdei madárfajok figyelhetők meg. A farkasgyepűi terület nagyvadállománya gazdag, leggyakrabban gímszarvas, vaddisznó, őz fordul elő.

10. Terjedési vizsgálatok

A vizsgált létesítményről 1999-ben készült hatástanulmány (Pájer et al. 1999), melynek keretében 1999. április 24.-én növényfelvételezést végeztek. Az akkor elvégzett felmérés módszerével azonos módon 2003-ban és 2005-ben végeztem el növénytani vizsgálataimat. Talajtani mérések nem készültek a hatástanulmány elkészítésénél. Az első felméréseket 2003-ban végeztem, utána pedig 2005 tavaszán megismételtem őket.

10.1 Mintavétel

Mintavételi területek kijelölése szintén az 1999-ben végzett kutatással összhangban történt. Ez alapján mintaterületek két helyen találhatóak. Egy a hegylábi fekvésben elterülő szubmontán bükkös állományokban, egy pedig a gerinc erdőtársulásait reprezentáló büккеgyes gyertyános-tölgyes állományokban. Erre az elkülönítésre az eltérő termőhelyi viszonyok miatt volt szükség. Hegylábi fekvésben a korábbi időszakok leülepedett lösztakaróján képződött jó vízgazdálkodású, mély termőrétegű (ált. agyagbemosódásos) barna erdőtalaj található. A gerinceket ezzel szemben a többé-kevésbé felaprózódott törmelékes mészkövön kialakult sötét színű rendzina erdőtalajok jellemzik, amelyek termőréteg vastagsága sekélyebb, és vízgazdálkodásuk is sokkal kedvezőtlenebb.

Az I. keresztmetszélvénnyel (az út 12+93,50 szelvénye) 10 m távolságra található a II. keresztmetszélvény (az út IE 13+43,21 szelvénye), amely tulajdonképpen kontrollszelvényként funkcionál. Hasonló a helyzet a III. (az út IV 70+28,29 szelvénye) és a IV. keresztmetszélvények esetében, ahol a IV. szelvény (az út IE 70+76,59 szelvénye) a kontrollszelvény. Ilyen módon biztosítottá vált a két uralkodó termőhelytípus társulásainak mintázása kétszeres ismétlésben.

Az I. szelvény 1., 2., 3., valamint a II. szelvény 7., 8., 9. mintavételi kvadrátjai a Csehbánya 13 B, az I. szelvény 4., 5., 6., illetve a II. szelvény 10., 11., 12. mintavételi kvadrátjai pedig a Csehbánya 4 B erdőrészletben találhatóak.

A III. szelvény 13., 14., 15. és a IV. szelvény 19., 20., 21. sz. mintavételek az Iharkút 28 B, a III. szelvény 16., 17., 18., ill. a IV. szelvény 22., 23., 24. sz. mintaterületek pedig a Németbánya 9 A erdőrészletben kerültek kitűzésre és felvételezésre.

Menetirány szerinti jobb oldalon található, vizsgált erdőrészletek:

- Csehbánya 13 B: bükkös klímájú, többletvízhatástól független hidrológiájú, mély termőréteg vastagságú, vályog fizikai féleségű agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Szórtan KST, CS, GY fajok uralják. Déli részén található néhány akác. Az északi és keleti szegélyen fiatal, vékony, sarj eredetű állomány (KH, GY). Főbb lágyszárúak: *Galium odoratum*, *Mercurialis perennis*. (Ebben az erdőrészletben találhatóak a 1., 2., 3., 7., 8., 9. sz. felvételi helyek.)

- Iharkút 28 B: bükkös klímájú, többletvízhatástól független hidrológiájú, sekély termőréteg vastagságú, vályog fizikai féleségű rendzina erdőtalaj. Szálszerűen KH, MJ, sok MK. A B között sok a sarjeredetű. Gyenge termőhely. (Tehát itt találhatóak a 13., 14., 15., 19., 20., és 21. sz. mintavételi kvadrátok.)

Menetirány szerinti bal oldalon található, vizsgált erdőrészletek:

- Csehbánya 4 B: bükkös klímájú, többletvízhatástól független hidrológiájú, mély termőréteg vastagságú, vályog fizikai féleségű agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Egyenletes záródású erdőrészlet. Szórtan KTT, CS, MK, HJ, CSNY, LF és VF egyedei találhatóak. Aljnövényzet jelentősebb fajai: *Carex pilosa*, *Galium odoratum*, *Impatiens noli-tangere*,

Mercurialis perennis, *Oxalis acetosella*. (Itt találhatóak a 4., 5., 6., 10., 11., és 12. sz. mintavételi helyek.)

- Németbánya 9 B: bükkös klímájú, többletvízhatástól független hidrológiájú, középmély termőréteg vastagságú, vályog fizikai féleségű agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Változatos termőhelyű részlet, a magasabb részekon sekély barna rendzinától a mélyebb területek középmély agyagbemosódásos barna erdőtalajig. Egyenletes záródású, lankás erdőrézlet, melynek jellemző fafajai a GY, MK, B, KH, CS. Gyakori cserjefaj a *Crataegus monogyna*, légszárúak között pedig jelentős a *Carex pilosa*, *Galium odoratum*, *Melica uniflora*. (Ebben az erdőrézletben találhatóak a 16., 17., 18., 22., 23. és 24. sz. mintavételi helyek.)

10.2 Növényteni felvételezés

A feltáróút környezetében található faállományok aljnövényzet-változatosságának vizsgálatakor az egyes termőhelyeken kialakult társulásokra jellemző edényes légyszárú növényekről készítettem fajlistát, alapul véve az 1999-es felmérést. Az ismételt felmérésekre 2003-ban és 2005-ben került sor. A legelső felvételezéssel megegyezően az ismételt felvételezések is a koratavaszi aspektusban történtek, így jelentős szubjektív hiba volt elkerülhető.

A mintaterületek felvételi keresztmetszetének kitűzése olyan helyeken történt, ahol a feltáró út a már meglévő széles nyiladékon halad, így a létesítési fázis hatásai nem érintették az útmenti erdőszegélyek állományszéleit. A felvételi keresztmetszetek egy-egy szelvényezett tengelyponttól kerültek kitűzésre. A mintaterületek kitűzése az alábbiak szerint történt: a tengelyponttól kettős szögtűző prizma és kitűzőrúd segítségével meghatároztuk az egyenes szakaszt. Utána az állományszélektől 5 m-t elhagyva egy 5*5 m-es felvételi kvadrátot állandósítottunk egy íráskaróval és három cövekkel. További 5 m elhagyása után azt követi a 15-20 m távolságban lévő mintavételi kvadrát, majd szintén 5 m elhagyásával a 25-30 m távolságban elhelyezkedő utolsó felvételi négyzet. Az eredeti 3 mintavételi kvadrát mellé még kijelöltem egyet 35-40 m távolságban. Erre azért volt szükség, mert ilyen távolságban már csak kis valószínűséggel jelentkezhetnek az út hatásai, így alapadatokat (referenciaadatokat) szolgáltatathat.

A kisebb (5*5 m) mintaterületek eltérő távolságokban történő elhelyezése azért volt fontos, hogy vizsgálni lehessen, hogy milyen mértékben befolyásolják az érintett erdők aljnövényzetének összetételét az út hatótényezői, azon belül főként az úton szállított bauxitból az út mentén levegőbe kerülő bauxitpor és egyéb anyagok, továbbá, hogy a hatótényezők különböző távolságokat tekintve milyen mértékben érvényesülnek.

A mintaterületen 2003. április 28.-án és 2005. április 23.-án végeztem ismételt növényfelvételezést és talajmintagyűjtést a fent említett felvételezési rendszer szerint azzal az eltéréssel, hogy én az út mentén lévő árkokból is vettem mintát. Az áprilisi mintavétel azért volt fontos, hogy ugyanolyan fenológiai állapotban találjam a növényeket, mint amilyenek 1999-es felvétel idejében voltak. A növényteni vizsgálat egyrészt a „gyomfolyosó” elmélet igazolására szolgál, illetve annak vizsgálatára, hogy az útmenti növények miként tűrik az út hatótényezőinek hatásfolyamatait és ez miként mutatkozik meg a fajösszetételben.

A tényleges felvételezés során egyes fajok meglétét, eltűnését vagy éppen megjelenését vizsgáltam. Feljegyeztem a talált fajt, illetve megbecsültem egy-egy kvadrát adott fajjal történő borítottságának viszonyait.

A gyertyános-tölgyesek (10.2-1 sz. kép), mint társulástípus, a hazai erdőknek mintegy 2,4%-át alkotják. A bükkös zóna alatt, azaz klímazonálisan 400-600 méter között találhatók meg. A gyertyános-tölgyesek lombkoronaszintje kettős, hiszen a felső lombkoronaszinten a főként kocsánytalan tölgy (*Quercus petrea*), az alsón pedig a gyertyán (*Carpinus betulus*) dominanciája a jellemző. Főbb fafajai mellett esetenként megtalálhatók még a bükk (*Fagus sylvatica*), a csertölgy (*Quercus cerris*), a mezei szil (*Ulmus campestris*), juharfajok (*Acer platanoides*, *A. campestre*), a nagylevelű hárs (*Tilia platyphyllos*). A cserjeszint jellemző fajai lehetnek a fagyal (*Ligustrum vulgare*), az ükörkelonc (*Lonicera xylosteum*), a hólyagfa (*Staphylea pinnata*), a csíkos kecskerágó (*Euonymus europaeus*), a kétbibés galagonya (*Crataegus oxyacantha*), és a veresgyűrűs som (*Cornus sanguinea*).

Mivel a lombkoronaszint zárnak tekinthető, azért az aljnövényzetben főként a hagymás-gumós geofitonok jelenléte a meghatározó. Ezen fajok közül a leggyakrabban előforduló a medvehagyma (*Allium ursinum*), a hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*), az odvas keltike (*Corydalis cava*), a bogláros szellőrózsa (*Anemona ranunculoides*), a gyöngyvirág (*Convallaria majalis*).



**10.2-1. sz. kép: Gyertyános-tölgyes
(I.-II. mintakeresztmetszvény területe)**

Bükkerdők (10.2-2. sz. kép) hazánkban 600 m fölött találhatók és erdeink 14%-át teszik ki. A legjellemzőbb fafaja a bükk (*Fagus sylvatica*), de mellette megtalálhatók juharfajok (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*), a gyertyán (*Carpinus betulus*), a magaskőrös (*Fraxinus excelsior*) és a kocsánytalan tölgy (*Quercus petrea*). Cserjeszintje általában hiányzik, gyepszintjén is főként a kora tavaszi hagymás-gumós növények az uralkodók. Egyes növényfajok nagy gyakorisága a talaj egy-egy jellegzetes állapotára utal.

A szagos müge (*Galium odoratum*) bázisgazdag talajt jelez, míg a madársóska (*Oxalis acetosella*) inkább enyhés savanyú, nagy nedvességtartalmú talajon jellemző. A bükkász (*Carex pilosa*) nagy egyedszámú jelenléte azt mutatja, hogy a talaj enyhén savanyú és erős a gyökérkonkurencia. A fehér perjeszittyó (*Luzula albida*) jelenléte savanyú, enyhén podzolosodó talajra utal. A podagrafű (*Aegopodium podagraria*) és az erdei szélfü (*Mercurialis perennis*) pedig a nedves, sziklás, kőgörgötes bükkösök jellemző növényfaja.



**10.2-2. sz. kép: Bükkös
(III.-IV. mintakeresztelvény területe)**

10.3 Talajtani vizsgálatok

A talajminta vételezésére szolgáló helyek azonosak a növényfelvételezés során kialakított rendszer mintapontjaival, azzal a különbséggel, hogy talajmintákat az út melletti árkokból is vettem. Ezek a mintavételi helyek találhatóak az úthoz legközelebb, egyes irodalmak szerint itt hangsúlyosabbá válhatnak egyes hatótényezők és az általuk okozott hatások. A 2003-as és a 2005-ös felmérés eltér egymástól, mivel a 2005-ös mintavétel során az úttól 40 m-re is történt mintavételezés. Ezek az adatok, mivel messze vannak a vizsgált létesítménytől és így kevésbé, vagy egyáltalán nem érik őket út által kifejtett hatások, alapadatokként (referenciaminták) szolgálhatnak, és ezáltal összehasonlítási lehetőséget jelentenek.

A talajok kémhatásának változása és annak a mérése nem egyszerű, gyakori mintavétel szükségeltetik, hogy a kémhatás változását statisztikailag bizonyítani lehessen. Ehhez az kell, hogy standardizáljuk a körülményeket. Elsőnek tehát térbeni heterogenitást kell kizárni, ill. megismerni. Ha mindig ugyanott történik a mintavétel, ez elvileg kizárt.

A kutatási területen két fő talajtípus található, melyek közül az agyagbemosódásos barna erőtalaj az I. és II. sz. mintavételi keresztelvény, a rendzina erdőtalaj pedig a III. és IV. sz. keresztelvény talaját képezi.

A talajmintavétel során elkülönítettem a növényborítás (főként avar) eltávolítása után a talaj felső 5 cm-ét, valamint az alatta lévő réteg 5 cm-ét. Ennek oka, hogy az egyes szennyezők a talajfelszínen csak átmenetileg vannak jelen, hiszen az idővel bemosódnak és feldúsulnak a mélyebb rétegekben.

2003-ban összesen 64 db, 2005-ben pedig összesen 80 db talajmintát gyűjtöttem be, melyeket aztán a NYME, Kémiai és Termőhelyismerettani Intézet talajtani laboratóriumába vizsgáltunk be. A vizsgálatok során olyan adatokat vizsgáltam, melyek összefüggésben lehetnek az út hatótényezőivel. Megmértem a talajminták vizes- és kalcium-kloridos pH-ját,

az Arany-féle kötöttséget és mivel bauxitot is szállítottak nagyobb mennyiségben az úton, megvizsgáltuk a talajok Al-tartalmát is.

10.2.1 A talaj kémhatása

A talajminták kémhatását elektrometriás módszerrel határoztuk meg. Ennek a vizsgálatnak az elve, hogy a vizsgálandó oldatból, megfelelő mérőelektródból és egy állandó potenciálú összehasonlító elektródból összeállított galvánelem elektromos erejét mérjük.

A talajok kémhatása szerint az alábbi csoportokat különböztetjük meg:

- < 4,5 pH – erősen savanyú,
- 4,5 – 5,5 pH – savanyú,
- 5,5 – 6,8 pH – gyengés savanyú
- 6,8 – 7,2 pH – közömbös,
- 7,2 – 8,5 pH – gyengén lúgos,
- 8,5 – 9,0 pH – lúgos és
- > 9,0 pH – erősen lúgos.

A talaj-pH változásának modellezésével jól szemléltethetők az úttól meghatározott távolságokra lévő mintaterületek talajának változása. Feltételezzük, hogy ezek a bekövetkezett pH változások az út egyes hatótényezőinek köszönhető. A pH-t számos tényező befolyásolja, a légszennyezéstől a redoxpotenciál változásáig minden, ezért szükséges ezeknek, a pH-t befolyásoló tényezőknek is az ismerete (vagy a vizsgálata):

- az oldott sók mennyisége és a só-összetétel
- szerves- és ásványi savak mennyisége, minősége
- kicserélhető kation-összetétel
- kolloidok bázistelítettsége
- talajlevegő CO₂-tartalma (CO₂ adszorpció a levegőből)
- talajok karbonáttartalma
- redoxfolyamatok
- kilúgozás
- növények kation-felvétele a talajból
- műtrágyázás
- környezetszennyezés

10.2.2 A talaj kötöttsége

Az Arany-féle kötöttségi szám (K_A -érték) összefüggésben van a talajok fizikai féleségével. Azt a vízmennyiséget jelöli, amely egy adott konzisztenciaállapot eléréséhez szükséges (Stefanovics, 1992). Értéke főleg a talaj eliszapolható frakciójának mennyiségétől függ, ezért használható fel a fizikai talajféleség jellemzésére. A kötöttség tulajdonképpen az a talajtulajdonság, amely meghatározza a művelhetőséget.

A meghatározás során a talajhoz desztillált vizet adunk egészen addig, míg a talaj a képlékenységi és híg folyósági határáig jut. Az átnedvesedett és egynemű, csomómentes talajpép adja az ún. fonálpróbát.

Értékelés: $K_A = 100 \times (V/m)$, ahol a „V” a fogyott víz térfogata ml-ben, az „m” pedig a bemért talaj tömege g-ban.

A következőkben (10.2.2-1. sz. táblázat) bemutatom a fizikai talajféleségek és a kötöttségi szám (K_A) közötti összefüggéseket:

- < 25 – durva homok,
- 25 – 30 – homok,
- 31 – 37 – homokos vályog,
- 38 – 42 – vályog,
- 43 – 50 – agyagos vályog,
- 51- 60 – agyag és
- 61 – 80 nehéz agyag.

10.2.2-1.sz. táblázat
A talaj szövete, az $A\%$, $(I + A)\%$, K_A , 5^h vízelérés és a $hy\%$ közötti összefüggés

A talaj szövete, fizikai talajfélesége	$A\%$	$(I+A)\%$	K_A	5^h mm	$hy\%$
durva homok (DH)	5 >	10>	25>	350<	0 – 0,5
homok (H)	5-15	10-25	25-30	350-300	0,5 -1
homokos vályog (HV)	15-20	25-30	31-37	250-300	1-2
vályog (V)	20-30	30-60	38-42	150-250	2 -3,5
agyagos vályog (AV)	30-40	60-70	43-50	75-150	3,5-5
agyag (A)	40-45	70-80	51-60	75-40	5-6
nehéz agyag (NA)	45<	80<	61<	40>	6<

10.2.3 A talaj Al-tartalma

A nehézfémeket a veszélyes környezetszennyező anyagok között tartják számon, ebből kifolyólag nagy erőfeszítéseket tesznek a felkutatásukra, kimutatásukra és a környezetből történő kivonásukra. A vizsgálatok során általában nem egy fémrel foglalkoznak, rendszerint 3-4 vagy több fém koncentrációját mutatják ki a vizsgált közegben.

Az alumínium a földkéreg 8%-át teszi ki, a talajoldatokban a koncentrációja jóval 1 mg/l alatt marad 5,5 pH felett. Alacsonyabb pH-értékek felé haladva azonban gyorsan nő a mennyisége. A talajokban az alumíniumnak sokféle komplexe fordul elő. A gyengén savas és neutrális talajokban oldhatatlan Al-szilikátok és –oxidok formájában jelenik meg. Az alumínium-szilikátok a mállásból és a lebontási folyamatokból származó komplexeket alkotnak.

Az alumínium ipari mértékben történő előállításának legfőbb forrása a bauxit. Ez a mállási eredetű kőzet alumíniumérc, ami agyagos üledékből lassú lúgos oxidatív kimosás hatására keletkezik. A legfontosabb ásványai a hidrargillit $Al(OH)_3$, a böhmit $AlO(OH)$ és a diaszpor.

A növények nagy része alumínium-akkumulátor, mások a fém hatására, főleg a gyökereknél, mérgezési tüneteket mutatnak. Bizonyos növényeknél növekedésserkentő hatását fedezték fel, ami valószínűsíthetőleg annak köszönhető, hogy csökkenti más toxikus elemek hatásait. Ilyen elem például a foszfor, a cink vagy a hidrogénionok. Az alacsony pH mérgező hatását tehát az Al csökkenti, ezzel magyarázható a növekedésserkentés (Láng, 2002.)

A talajoldat alumíniumtartalmát nagymértékben meghatározza a közeg kémhatása. Az alumíniumhidroxidok és alumíniumoxidhidroxidok gyakorlatilag nem oldódnak semleges körüli kémhatás mellett, azonban erősen savanyú ($pH < 5$) és lúgos ($pH > 8,5$) körülmények között jelentős mennyiségű alumínium kerülhet oldatba.

A talajminták fémtartalmát atomadszorpciós spektrométerrel határoztuk meg. Az atomabszorpciós spektrometria kémiai elemek meghatározásának módszere, mely az atomizálóba juttatott mintából keletkező, szabad atomokra jellemző hullámhosszú optikai sugárzás elnyelésének mérésén alapul.

Először az ismert koncentrációjú kalibrálóoldatokat mérjük, így kapjuk meg a kalibrációs görbét, ami alapján a minták mérési eredményei kiértékelhetők.

11. Eredmények

11.1 Növényteni felvételezés

A flóra felmérése során kapott adatokat (fajlista) összehasonlítottam az útról készült hatástanulmányban leírt alapadatokkal. A változásokra helyeztem a hangsúlyt, kerestem azok okait (az út hatásait előtérbe helyezve). A cönológiai vizsgálatok során feljegyeztem a vizsgált kvadrátokban található lágyszárú növényfajok neveit és a Braun-Blanquet skála (A-D érték) segítségével megbecsültem azok dominancia és abundancia (egyedszám) viszonyait (Hortobágyi-Simon, 1981), amelyben az alábbi jelöléseket alkalmaztam:

+: szórványos (1% alatti borítottság)

1: számos egyed, vagy szórványos, nagy (1-5% közötti) borítottsággal

2: nagy számú egyed, 5-25% közötti borítottság

3: 25-50% közötti borítottság

4: 50-75% közötti borítottság

5: 75-100% közötti borítottság.

Gyakorlatban az egyedszám és a borítás értékét összevonva adják meg. Általában a kis termetű, de nagy egyedszámú növényfaj borításértékét felfelé, míg a kevés egyedszámú, de nagytermetű növény A-D értékét lefelé becsülve adják meg.

A növényfajokhoz társítottam azok természetvédelmi érték kategóriáit is (Simon, 1994).

A természetvédelmi érték kategóriák (TVK):

U: unikális fajok

KV: fokozottan védett fajok

V: védett fajok

E: társulásalkotó fajok

K: kísérő fajok

TP: pinoír fajok

TZ: zavarás tűrő fajok

A: adventív fajok

G: gazdasági növények

GY: gyomfajok

Az általam vizsgált gyertyános-tölgyesben (I.-II. mintakeresztszelvény) az úttól eltérő távolságokban talált fajokat a 11.1-1. – 11.1-3. sz. táblázatok tartalmazzák. A bükkösben lévő mintaterületek (III.-IV. mintakeresztszelvény) lágyszárú növényfajait a 11.1-4. – 11.1-6. sz. táblázat tartalmazza. (A táblázatok a 2005-ös felmérés alapján készültek és a *-os fajok új fajként jelentek meg az adott kvadrátban).

11.1-1. sz. táblázat: I-II. keresztszelvény növényfajai, az úttól 5-10 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Alliaria petiolata</i> * / hagymaszagú kányaszombor	1	TZ
<i>Dentaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	3	K
<i>Galeobdolon luteum</i> / sárga árvacsalán	2	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	2	GY
<i>Galium mollugo</i> * / illatos galaj	+	K
<i>Ranunculus ficaria</i> / salátaboglárka	2	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	1	TZ
<i>Veronica chamaedrys</i> * / ösztűs veronika	1	TZ

11.1-2. sz. táblázat: I-II. keresztaszvéný növénýfajai, az úttól 15-20 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Dentaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	4	K
<i>Euphorbia amygdaloides</i> * / erdei kutyatej	+	K
<i>Galeobdolon luteum</i> / sárga árvacsalán	1	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	2	GY
<i>Galium mollugo</i> * / illatos galaj	+	K
<i>Moehringia trinerva</i> / mohos csitri	1	K
<i>Ranunculus ficaria</i> / salátaboglárka	2	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	+	TZ
<i>Viola sylvestris</i> / erdei ibolya	1	K

11.1-3. sz. táblázat: I-II. keresztaszvéný növénýfajai, az úttól 25-30 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Dentaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	4	K
<i>Euphorbia amygdaloides</i> * / erdei kutyatej	+	K
<i>Galeobdolon luteum</i> / sárga árvacsalán	1	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	2	GY
<i>Mercurialis perennis</i> / erdei szélfü	2	K
<i>Moehringia trinerva</i> / mohos csitri	1	K
<i>Polygonatum multiflorum</i> / fűrtös salamonpecsét	+	K
<i>Pulmonaria officinalis</i> / pettyezetett tüdőfű	1	K
<i>Ranunculus ficaria</i> / salátaboglárka	+	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	+	TZ
<i>Viola sylvestris</i> / erdei ibolya	1	K

11.1-4. sz. táblázat: III-IV. keresztaszvéný növénýfajai, az úttól 5-10 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Allium ursinum</i> / medvehagyma	+	K
<i>Carex pilosa</i> / бүkksás	2	E
<i>Corydalis cava</i> / odvas keltike	+	K
<i>Daphne laureola</i> / babérboroszlán	+	V
<i>Denaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	2	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	2	GY
<i>Galium odoratum</i> / illatos galaj	1	K
<i>Lathyrus vernus</i> * / tavasz lednek	+	K
<i>Polygonatum multiflorum</i> / fűrtös salamonpecsét	+	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	1	TZ
<i>Viola sylvestris</i> / erdei ibolya	1	K

11.1-5. sz. táblázat: III-IV. keresztaszvéný növénýfajai, az úttól 15-20 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Alliaria petiolata</i> / kányaszombor	+	TZ
<i>Allium ursinum</i> / medvehagyma	2	K
<i>Anemone ranunculoides</i> / bogláros szellőrózsa	2	K
<i>Carex pilosa</i> / бүkksás	+	E
<i>Corydalis cava</i> / odvas keltike	1	K
<i>Denaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	2	K
<i>Euphorbia amygdaloides</i> * / erdei kutyatej	+	K
<i>Fragaria vesca</i> / erdei szamóca	+	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	1	GY
<i>Galium odoratum</i> / illatos galaj	2	K
<i>Lathyrus vernus</i> * / tavasz lednek	+	K
<i>Mercurialis perennis</i> / erdei szélfü	1	K
<i>Ranunculus ficaria</i> / salátaboglárka	2	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	+	TZ
<i>Viola sylvestris</i> / erdei ibolya	1	K

11.1-6. sz. táblázat: III-IV. keresztaszvélvny növénvfajai, az úttól 25-30 m-re (2005)

Latin név/magyar név	A-D érték	TVK
<i>Allium ursinum</i> / medvehagyma	1	K
<i>Anemone ranunculoides</i> / bogláros szellőrózsa	2	K
<i>Carex pilosa</i> / bükkcsás	+	E
<i>Carex sylvatica</i> / erdei csás	2	K
<i>Corydalis cava</i> / odvas keltike	2	K
<i>Denaria bulbifera</i> / hagymás fogasír	2	K
<i>Euphorbia amygdaloides</i> * / erdei kutyatej	+	K
<i>Fragaria vesca</i> / erdei csamóca	+	K
<i>Galium aparine</i> / ragadós galaj	+	GY
<i>Galium odoratum</i> / illatos galaj	2	K
<i>Geranium robertianum</i> / nehézcszagú gólyaorr	+	K
<i>Mercurialis perennis</i> / erdei szélfű	1	K
<i>Ranunculus ficaria</i> / salátaboglárka	1	K
<i>Sanicula europaea</i> / gombernyő	+	K
<i>Stachys sylvatica</i> / erdei tisztcsfű	+	K
<i>Urtica dioica</i> * / nagy csalán	+	TZ
<i>Viola sylvestris</i> / erdei ibolya	1	K

A növénvfelvételezés eredményeképp megállapítottam, hogy a vizsgált terület fajösszetétele a jellegalkotókat tekintve nagy mértékben nem változott meg. Jellemző, hogy az úthoz közeli mintaterületekről az érzékenyebb lágyszárú fajok eltűntek. Az út menti árkokban nagy számmal jelentek meg bolygatás-jelző, tág ökológiai tűrőképességű, nitrofil növénvfajok (pl. *Urtica dioica*, *Galium aparine*). Ezek a fajok az idő előrehaladtával (a 2003-as felméréshez viszonyítva) az úthoz közeli területeken is megjelentek.

A táblázatok összességét tekintve megállapítható, hogy az úttól legtávolabb lévő mintaterületek a legfajgazdagabbak, a társulásra jellemző fajok nagy számban képviselik magukat. Az úthoz közeli mintaterületeken több olyan faj is található, melyek a növénvtársulás degradációjára utalnak. Ezek a fajok a távolabbi (úttól 20-30 m-re) felvételi kvadrátokban is megtalálhatók, de itt már csak szálanként fordulnak elő. Ezen fajoknak az egyedszáma akkor növekedhet meg, ha a zárt állományt valamilyen tényező megbontja és megnő a fény intenzitása.

Az új, főként zavarástűrő- és gyomnövény fajok megjelenésében az úton végzett szállításnak is lehet jelentősége. Mégpedig úgy, hogy az autókerekek réseiben lehetnek távolabbi területek vegetációjából származó növényi magvak, melyek aztán esetenként kihullnak az útmentén, és az elszaporodásuk megváltoztathatja az érintett terület vegetációjának fajösszetételét. Ezzel a jelenséggel főként tág ökológiai tűrőképességű, bolygatást jelző fajok esetében kell számolni.

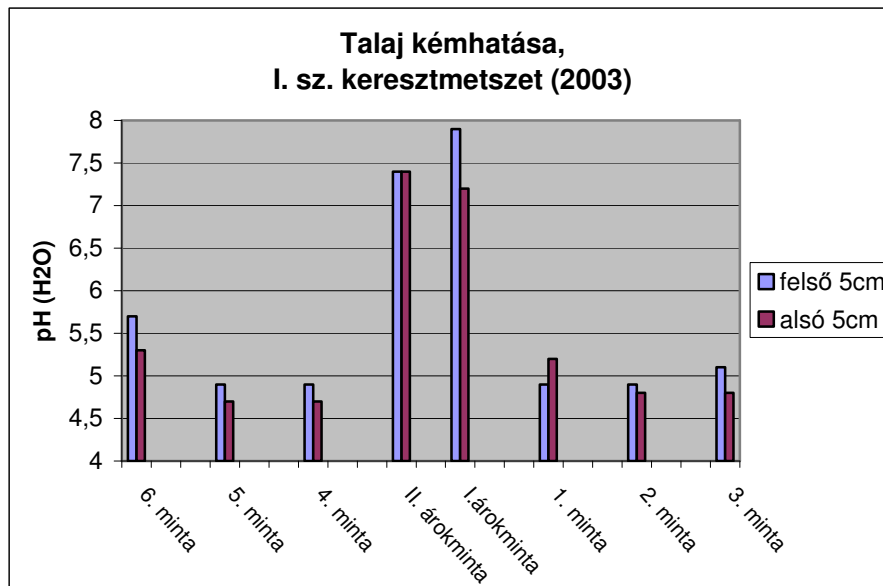
11.2 Talajtani vizsgálatok

Talaj-pH

Vizsgálati területünkön a talaj kémhatása savanyú, gyengén savanyú. Ez a talaj pH az erdőállományok szempontjából kedvezőnek minősíthető. A két mintaterületet összehasonlítva megállapítható, hogy a gyertyános-tölgyes terület talaja savasabb, mint a bükkcsé.

Az azonban mindkét területen igaz, hogy az út közelében a talaj kémhatásának emelkedését tapasztaltam. Egyes irodalmak szerint az útról származó szennyezés hatására az út közvetlen közelében a talaj kémhatásának emelkedésével lehet számolni, ahogy ez a jelenség a vizsgálataimban be is igazolódik. Az, hogy az út hatásai ebben az emelkedésben mennyire

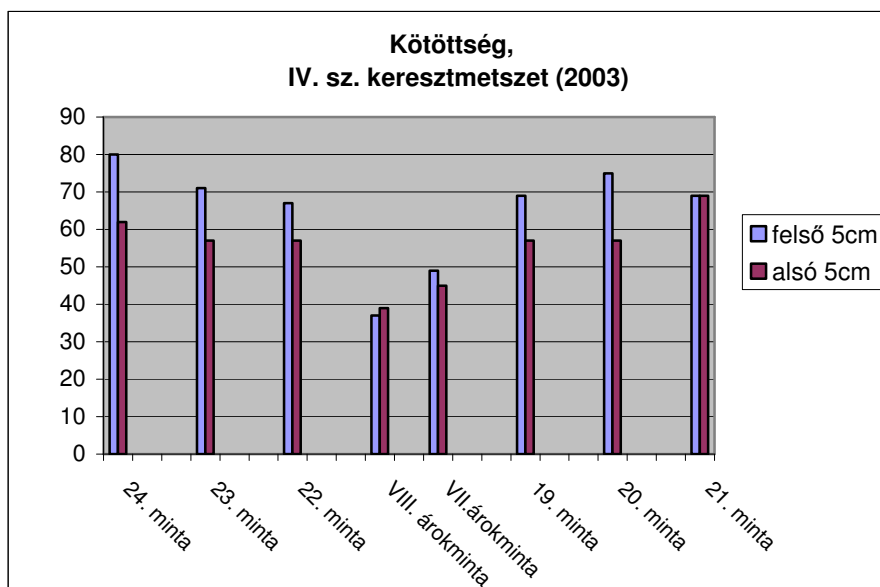
játszanak szerepet, az további vizsgálatokat igényel, hiszen az egyes pH értékek között jelentős különbség van. Az alábbi ábrán (11.2.-1. sz.) jól látható, hogy az útmenti árkokból vett minták térnek el a legnagyobb mértékben, így feltételezhető, hogy az árkokban lejátszódó folyamatok a meghatározóak. Valószínűsíthető, hogy ezek a folyamatok köszönhetők egyrészt az útfelszínről lekerülő szennyező anyagok (pl. sók) feldúsulásának, másrészt annak, hogy az árkokban a víz esetenként felgyűlik, és kimosódást okoz a talajban.



11.2-1. sz. ábra
A talaj-kémhatás változása az I. sz. keresztmetszetben

Kötöttség

Az Arany-féle kötöttségi szám értéke minél nagyobb, annál több agyagfrakció található a mintában, a csökkenő érték esetén pedig a homok-frakció lesz az uralkodó. A kutatási területről megállapítható, hogy általánosságban a nehéz agyag, az agyag, valamint az agyagos vályog fizikai talajféleség a jellemző. Ugyanakkor, ahogy az a mérési eredményekből is kitűnik, az úthoz közeli, főként árkokból származó, talajminták esetében a kötöttségi szám csökkenést mutat. Annak kiderítése, hogy ez a folyamat mely úthatótényezőnek köszönhető, további vizsgálatokat tesz szükségessé.



11.2-2. sz. ábra
A talaj-kötöttség változása a IV. sz. keresztmetszetben

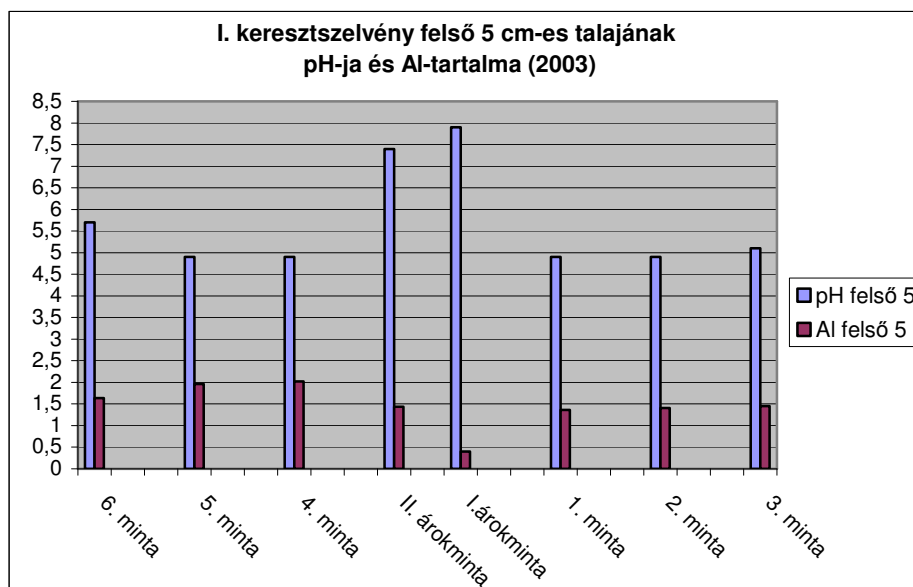
Hosszú távon a kilúgozás hatására bekövetkezhet a kötöttségi szám csökkenése, ugyanis az évszázadok alatt a kilúgozás hatására az agyag- és iszapfrakció mozdul el, és mosódik a mélyebb rétegekbe, ezért a feltalajban relatíve nő a homoktartalom és így a kötöttség is alacsonyabb lesz. De fizikai féleségtől függően ehhez azért évtizedek, századok ill. ezredek kellenek.

Al-tartalom

A talajok összetételének, valamint szennyezésének becslésére meghatároztuk a talajok Al-tartalmát. A fémtartalom, ahogy az előzőekben már említettem, nagymértékben függ a talaj kémhatásától, hiszen 5 pH alatt és 8,5 pH fölött nagy mennyiségben kioldódhatnak a talajoldatba..

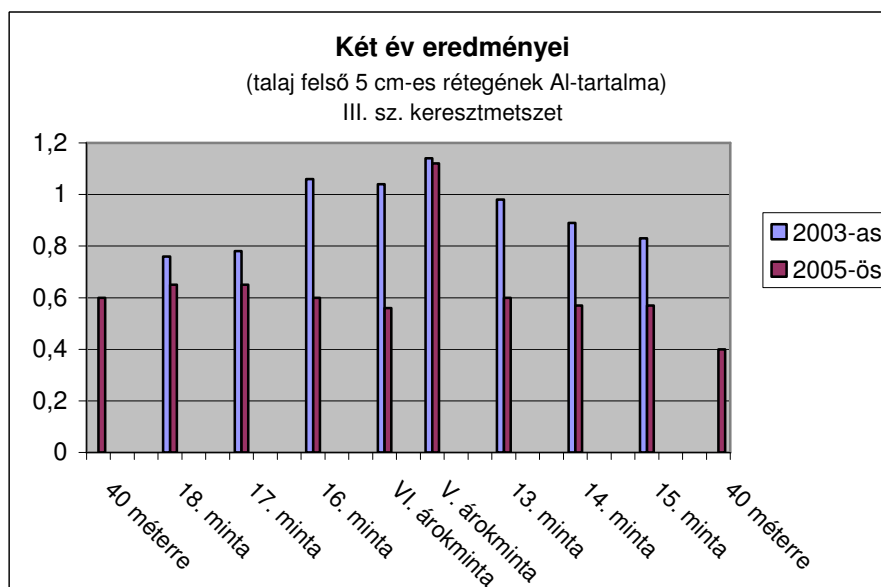
A talaj pH- és a fémkationok között, mint pl. az alumínium tartalom között egyértelmű függvénykapcsolat van, jól lehet, majdnem lineáris is. Ez azt jelenti, minél nagyobb egy oldatban a szabad Al^{3+} mennyisége, annál savanyúbb, alacsonyabb a pH. Ennek jelentősége csak 5,5 pH alatt van, mert ennél magasabb pH-n az alumínium különböző komplexekben fordul elő, és nincs növényélettani hatása. 5,5 alatt kezd ezekből a komplexekből felszabadulni, és mint Al^{3+} , mozgékony ion jelent gyökérmérget is. Általában igaz, hogy a fémek oldhatósága a pH csökkenésével növekszik, savanyú talajokban lehetnek mérgezési tünetek. Semleges vagy lúgos kémhatás esetén általában valamilyen komplexekben vannak, ezért jelenlétük növényélettani szempontból nem jelent gondot.

A mérési eredményeim alapján megállapítható, hogy 8,5 pH fölötti kémhatás nincs a mintaterületen, 5 pH alatti értékeket viszont kaptam az I. és a II. mintakeresztmetszelvényben. Az alábbi ábrán (11.2-3. sz.) jól látható a talajkémhatás és a fémtartalom közötti összefüggés, hiszen a savasabb mintavételi pontokban az Al-tartalom nagyobb értékeket mutat.



11.2-3. sz. ábra
A talaj Al-tartalom- és pH-változása az I. sz. keresztmetszetben

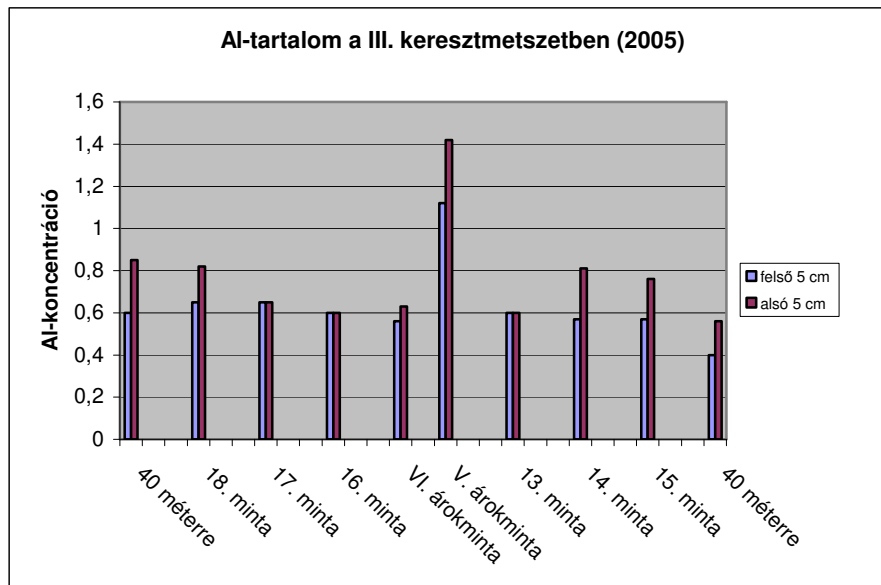
A két év Al-tartalmának összehasonlításakor megállapítható, hogy a 2005-ös évben csökkenés tapasztalható. Az alábbi ábrán (11.2-4. sz.) a talaj felső 5 cm-ének fémtartalmát vettem össze, a két vizsgálati évet elkülönítve. Látható, hogy egyértelmű mennyiségcsökkenés következett be a fémtartalomban. Ennek oka egyrészt lehet az, hogy az úton történő bauxitszállítás 2000 után leállt, így nem történt újabb bauxitszennyezés. A talaj felső rétegében bekövetkezett fémtartalom-csökkenés másik oka pedig az, hogy a szennyezők az idő folyamán kimosódnak, lekerülnek az alsóbb talajrétegekbe.



11.2-4. sz. ábra
Két év eredményei

Az előzőekben megállapítottak alátámasztására az alábbi diagrammon (11.2-5. sz.) bemutatom a 2005-ös év ugyanazon keresztmetszetben (III. keresztmetszet) végzett, alsó

talajrétegek vizsgálatainak eredményeit. Látható, hogy az alsóbb rétegekben a lemosódás miatt magasabbak az Al-értékek, mint a talaj felső 5 cm-es rétegében.



11.2-5. sz. ábra
A talaj Al-tartalom változása a III. sz. keresztmetszetben

11.3 A fejezet összefoglalása

A saját kutatási eredmények alapján egyértelműen kimutatható az út hatása, valamint a hatások mértékének az úttávolság függvényében bekövetkező csökkenése.

A növényteni vizsgálatok kiértékelése után látható, hogy egy alacsony rendű, kis forgalmú út is megváltoztatja az eredeti vegetációt. Még ha kis egyedszámban is, de az úttól 10-15 m-es sávban megtalálhatók a „gyomfolyosók” tipikus fajai (pl. *Urtica dioica*), melyek 15m után már csak szálanként fordulnak elő. Jellemző továbbá, hogy a bolygatásra érzékenyebb növényfajok eltűntek az úthoz közel eső kvadrátokból. Megállapítható tehát, hogy a növényfelvételezés eredményi alátámasztják az erre vonatkozó irodalmak és egyéb kutatások feltételezéseit.

Erdészeti célú szállítás az út első szakaszában intenzívebb, mint a felső, bükkös társulásban lévő részén. Ennek köszönhetően a közlekedés hatásai a gyertyános-tölgyes társulásban jobban kimutathatók.

A talaj-pH vizsgálatok eredményei az úthoz közeli hatásterületi részeken a pH emelkedését mutatták. Ez a kémhatás-emelkedés köszönhető egyrészt hidrolizáló sók talajba jutásának. (Az utak sózása egy lúgosan hidrolizáló sóval (pl. NaCl) vezethet az utak menti árkok talajainak pH-növekedéséhez.) Másrészt a közlekedés során kibocsátott légszennyező anyagok is eredményezhetik a pH változást az úthoz közeli kvadrátokban. Természetesen a talaj pH-jának változását nagyon sok tényező befolyásolja, így további vizsgálatokat igényel a talaj-pH módosulás és az út hatótényezői közötti összefüggés egyértelmű kimutatása.

Az eredményeim igazolták a lineáris összefüggést a talaj-pH és az Al-tartalom között, hiszen a lúgosabb talajú kvadrátokban az Al-tartalom kisebb értékeket vett fel. A bauxit szállítása során a szennyezés leginkább kiporzás formájában jelentkezik és ez a porszennyezés a (főként) a járművek menetszelének köszönhetően az úttól távolabbi területekre kerül ki.

Összességében megállapítható, hogy mivel egy kis forgalmú útról van szó, az út hatótényezői nem okoznak nagy mértékű változásokat a hatásviselőkből. A vegetáció összetételében 30 m után már nem tapasztalható eltérés az eredeti fajösszetételhez képest. A talaj esetében az út hatótényezőinek köszönhető pH változás 5-10 m-en belül jellemző, míg a bauxit kiporzás 40m-en túl nem eredményez változásokat. Ennek hatásai az idő előrehaladtával egyre kisebbek lesznek, hiszen bauxit szállítás 2000 óta nem történik az úton, az eddig kikerült szennyeződések pedig egyre lejjebb mosódnak a talajban, ahogy ezt a vizsgálataim is igazolták.

12. Útkörnyezeti típusok meghatározása

Az utak mentén elhelyezkedő területeket csoportosíthatjuk azon szempontok szerint, hogy a környezeti elemei miként reagálnak az egyes hatótényezőkre, és hogy ezek aztán miként vesznek részt a hatástovábbításban. Az egyes környezeti elemek hatástovábbító képességét részletes megvizsgáltam, és megállapítottam a jellemző hatótávolságokat. A hatásviselők különböző megjelenési formáinak segítségével különböző útkörnyezeti típusok határozhatók meg. Az egyes útkörnyezeti típusokban eltérő tulajdonságok, adottságok jellemzik a hatásviselőket. A hatásterjedési vizsgálatok során megállapítottam, hogy a levegő és a víz az a környezeti elem, amely a leggyorsabb és a legnagyobb területre kiterjedő hatástovábbító képességgel rendelkezik, míg a talaj és a növényvilág lassabban reagál a különféle változásokra, és -elsődleges hatásviselőként- területi kiterjedése is kisebb mértékű.

A kutatás során elvégzett vizsgálataim alapján a következő útkörnyezeti típusokat határoztam meg:

12.1 Kiemelten érzékeny útkörnyezet

A kiemelten érzékeny útkörnyezetben (12.1-1. sz. kép) az egyes út-hatótényezők hatására gyors hatásviselői változás következik be és a változások nagy területen megjelennek, hiszen az útkörnyezet elemei között szoros kapcsolat áll fenn.

A 7. fejezetben bemutatott hatótávolsági értékeim alapján megállapítottam, hogy az érzékeny útkörnyezetben mértékadó hatásviselőnek a **víz** és/vagy a **levegő** bizonyul, mivel ezek képesek a legtávolabbi hatástovábbításra.

A hatásterület kiterjedése **150m<**.

(A levegő esetében a hatásterjedési irányszám maximális távolsága 1 km-re tehető, viszont élővíz-átfolyás esetében a maximális kiterjedés meghatározásához további, egyedi megfontolások szükségesek.)

Hatásviselőinek legfontosabb adottságai, melyek nagymértékben elősegítik a hatástovábbítást hatótényezőtől függetlenül:

- a teljes hatásterületen jelentős, mindennapi szerepük van a légmozgásoknak, és az út nyomvonala mellett nem találunk hatáscsökkentő szegélyeket;
- felszíni és felszín alatti vízfolyásokban gazdag a teljes hatásterület, a talajvíz a felszín közelében (<0,5 m) áramlik;
- a talaj alacsony növényborítottságú, laza talajszerkezetű, jó víz- és levegőháztartású, alacsony pH;
- az élővilág jelentős része vízi ökoszisztémához vagy erdei ökoszisztémához tartozik, amelyek elemei szoros kölcsönhatásban állnak egymással, így a hatások is könnyen és gyorsan továbbterjedhetnek. Jellemzőek az érzékeny növény- és állatfajok.



**12.1-1. sz. kép:
Kiemelten érzékeny útkörnyezet I.**

12.2 Érzékeny útkörnyezet

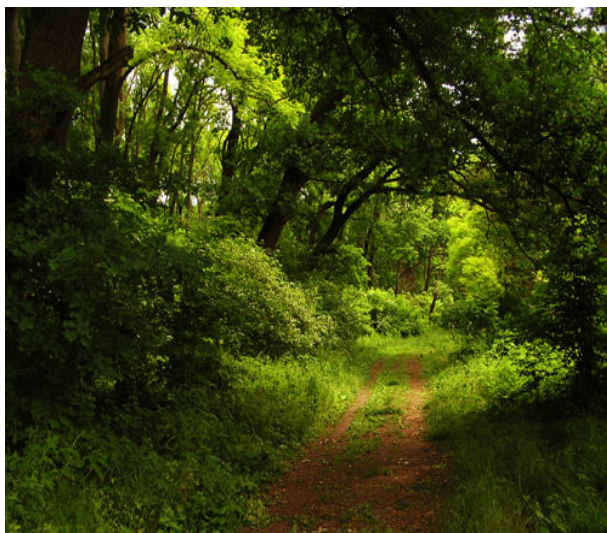
Az érzékeny útkörnyezeti típusra az útkörnyezet adottságai miatt kevésbé jellemző a nagy távolságokra eljutó hatástovábbítás.

A hatótávolsági értékeim alapján az érzékeny útkörnyezetben (12.2-1., 12.2-2. sz. kép) mértékadó hatásviselőként az **élővilágot** és/vagy a **felszín alatti vízfolyást** jelöltem meg.

A hatásterület kiterjedése **50-150 m.**

Hatásviselőinek legfontosabb adottságai, melyek nagymértékben elősegítik a hatástovábbítást hatótényezőitől függetlenül:

- az út közvetlen környezetében szegélyek találhatóak;
- az út közvetlen hatásterületén nem találunk felszíni vízfolyást, de a teljes hatásterület felszín alatti vízfolyásokban gazdag, a talajvíz a felszíntől távolabbi rétegekben (0,5 - 2 m) áramlik ;
- a talaj növény-borítottsága közepesnek mondható, de akadhatnak nyílt talajfelszín-foltok a teljes hatásterületen, ugyanakkor a talaj szerkezete laza, megfelelő a víz- és levegőháztartása;
- a hatásterületen leginkább erdei ökoszisztémát találhatunk, melyek elemei kölcsönhatásban állnak egymással elősegítve ezzel a hatások továbbterjedését. Az érintett növény- és állatfajok közepes tűrőképességgel bírnak.



**12.2-1. sz. kép:
Érzékeny útkörnyezet I.**



**12.2-2. sz. kép:
Érzékeny útkörnyezet II.**

A mintaterületen végzett, hatásterjedési vizsgálatok eredményeinek alapján a Farkasgyepői erdészeti út hatásterülete az érzékeny útkörnyezeti típusba sorolható.

12.3 Normál útkörnyezet

A normál útkörnyezetben (12.3-1., 12.3-2. sz. kép) az egyes út-hatótényezők hatására viszonylag lassú hatásviselői változás következik be és a változások kis területen figyelhetők meg.

A hatótávolsági értékeim alapján megállapítottam, hogy a normál útkörnyezetben mértékadó hatásviselőnek a **talaj** és/vagy az **élővilág** bizonyul, mivel ezek képesek ebben az útkörnyezeti típusban a legtávolabbi hatástovábbításra.

A hatásterület kiterjedése **50m>**.

Hatásviselőinek legfontosabb adottságai:

- több szintből álló szegélyek található az út mentén, melyek nagymértékben lecsökkentik a hatások továbbterjedését;

- az út teljes hatásterületén nem található felszíni vízfolyások és nem jellemzőek a felszín alatti vízelőfordulások sem, a talajvíz mélyebb rétegekben (2 m <) áramlik;
- a talaj felszínén az egész hatásterületen sűrű aljnövényzet található, a talaj szerkezete tömött, a víz- és levegőháztartásra lassabb folyamatok jellemzőek;
- a hatásterületen leginkább nyílt ökoszisztémákat (pl. gyepek, füves- és fás puszták) találhatunk, melyekre jellemző, hogy az elemei között kevesebb a kölcsönhatás, így a hatások is nehezebben továbbítódnak. Az érintett fajok nagy tűrő- és alkalmazkodóképességűek, esetenként jól akumulálnak egyes szennyezőket, így gátolják azok továbbterjedését.



**12.3-1. sz. kép:
Normál útkörnyezet I.**



**12.3-2. sz. kép:
Normál útkörnyezet II.**

A hatásvizsgálati eljárások során, az előkészítő fázisban már meg lehet határozni, hogy a tervezett létesítmény milyen útkörnyezeti típusokat érint, és ezzel már a becsült hatótávolságok is adottá válnak. Ha az érintett terület útkörnyezeti típusait térképes formában ábrázoljuk, könnyebbé válik a telepítési alternatívák területeinek meghatározása is, és lehetőség nyílik a konfliktusszegény folyosók egyszerűbb behatárolására.

13. Összefoglalás

Kutatásom célja, hogy egyértelmű összefüggést állapítsak meg a hatásterületi adottságok (hatástovábbító képességek), valamint a hatótávolságok kialakulása között.

Környezeti hatásvizsgálatok készítése ma már elengedhetetlen, törvényileg szabályozott folyamat, melynek egyik legfontosabb lépése a hatásterület meghatározása. Ezen a becsült területen jelentkeznek az adott létesítmény hatótényezői által okozott, főként negatív hatások. A környezettudatos gondolkodás előtérbe kerülése révén a környezetre, az élővilágra kifejtett negatív hatásokat és a bekövetkező károsodások nagyságát igyekszünk csökkenteni. Ehhez a leghatékonyabb eszköz a megelőzés, amely többek között akkor lehet igazán sikeres, ha pontosan meg tudjuk határozni azt a területet, ahol a káros hatások bekövetkeztével számolhatunk. Mindebből következik, hogy minél konkrétan ismerjük a hatásterületet, annál jobban tudjuk alkalmazni a megelőzés eszközeit.

Dolgozatomban elsőként a környezetben bekövetkező hatásokkal foglalkoztam, majd részleteztem az utak lehetséges hatótényezőit és azok hatásfolyamatait. Ezek után megvizsgáltam, hogy melyek a hatásviselők állapotában leggyakrabban bekövetkező és értékelhető változások. Összegyűjtöttem azokat a hatásterületi és hatásviselői tulajdonságokat, melyek a hatástovábbításban szerepet játszanak. Ezek alapján meghatároztam 3 fő hatásterületi (útkörnyezeti) típust, attól függően, hogy az egyes elemei milyen hatástovábbító tulajdonságokkal rendelkeznek. Elkészítettem egy, hatásvizsgálatok készítéséhez segítséget nyújtó ellenőrző listát, amelyben meghatároztam az egyes hatásviselők legfontosabb hatótényezőit, valamint azok hatásterületi kiterjedését.

1. Az utak, mint nyomvonalas létesítmények hatótényezőit a környezeti hatásvizsgálatokban is alkalmazott életszakaszok szerint vizsgáltam meg. Megállapítást nyert, hogy a hatásterjedési vizsgálatokban a folyamatosan és hosszú távon jelentkező, üzemeltetési fázis hatótényezői jelentenek megfelelő alapot. Mindemellett jelentős hatásai vannak a létesítési fázis egyes hatótényezőinek, melyek irreverzibilis változásokat eredményezhetnek. Ilyen a területfoglalás, valamint a növényzet közvetlen eltávolítása, az utak építéséhez szükséges földmunkák és a pályaszerkezet építési munkái. Az üzemeltetési szakasz lényeges hatótényezői közé tartoznak a közlekedésből származó légszennyezés különféle formái és az állapotfenntartási munkák során kikerülő szennyeződések. Az említett hatótényezők leginkább a talajt és az élővilág minőségi és mennyiségi adottságait károsítják, ami abból a szempontból kedvező, hogy ezekben a környezeti elemekben bekövetkező változásokat jól nyomon lehet követni.

2. Mivel a vizsgálatokat természeti területen és lakott területtől távol végeztem, és mivel az út erdészeti feltáróút, így művi létesítményekkel, az emberrel és a tájjal, mint hatásviselővel csak általánosságban foglalkoztam. Azok a környezeti elemek, amelyek változásával minden esetben számolni kell, a talaj, a levegő, a víz (felszíni és felszín alatti), valamint az élővilág (flóra és fauna). Egy-egy hatótényezőnek köszönhetően mennyiségi és minőségi változáson mennek keresztül az érintett elemek. A levegő és a felszíni víz esetében a főként minőségbeli változásokat eredményező hatások általában hamarabb megmutatkoznak, mivel könnyen változó rendszerekről van szó, így a hatástovábbító képességük is gyorsnak mondható.

A levegő minőségét veszélyeztető legfontosabb hatótényezők a forgalom, a közlekedés során emittálódott gázok, fémszennyezők, porok, kopástermékek. Felszíni vizek a helytelen

vízátvezetés során, illetve a burkolatról lefolyó, oldott vagy sodort szennyezőanyagokat tartalmazó vízbevezetések során károsodhatnak.

Felszín alatti vizek változása egyrészt a talaj szennyezésén keresztül, másrészt a nagymértékű tereprendezések révén történhet meg. Hatástovábbító képességük függ a különféle felszín alatti vízformák közötti kapcsolatrendszerétől. Amennyiben az adott szennyeződés egy kapcsolat nélküli, zárt vízrendszerbe kerül, akkor a hatástovábbítás megszűnik. Egy kiterjedt hálózat ellenben nagymértékben megnövelheti a hatásterületet.

A talajnál mennyiségi és minőség változás egyaránt bekövetkezhet. A mennyiségi viszonyok a létesítés fázisában módosulhatnak, míg a minőségbeli adottságok az út összes fázisában változhatnak. A talaj szennyeződhet közvetlenül, szennyeződés-elfolyás révén, vagy egyéb környezeti elem (pl. víz, levegő) közvetítésével. Általánosságban megállapítható, hogy, a szennyező anyag tulajdonságának függvényében, a talaj hatástovábbító képességére lassabb folyamatok jellemzőek.

Az élővilágot vizsgálva megállapítható, hogy az esetek többségében mennyiségi változással kell számolni, hiszen a minőségben bekövetkező módosulás (ami általában romlást jelent) is a mennyiség módosulását eredményezi. Az állatvilágban egy-egy küszöbértéket túllépő hatás (pl. megemelkedő zajszint) gyors válaszreakciót (pl. elköltözés) eredményez. A növényvilágban lassabban bekövetkező változások láthatók, a hatástovábbítás több időt igényel, jóval lassabb folyamatok jellemzik.

3. A hatásterületek kialakulását több tényező együttesen formálja. Az első ilyen fontos tényező az útkörnyezet hatástovábbító képessége. Ez a tulajdonság, abból kiindulva, hogy az út környezetét a hatásviselők építik fel, az érintett környezeti elemek adottságaitól függ.

3/a Talaj

Legfontosabb, hatástovábbításban szerepet játszó tulajdonságai: a talaj alaptulajdonságai (pl. pH, kötöttség, humusztartalom), a vízrétegek elhelyezkedése, természetes eredetű nehézfém-tartalom, savanyodási - kilúgzási hajlam, a terep lejtése, az aktuális szennyező anyag fizikai, kémiai paraméterei.

A hatásterjedési irányzatai:

Hatótényező - Hatótávolság

- területfoglalás: a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 100 m;
- földmunkák: a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 20 m;
- vízépítési munkák: ha a létesítmény mentén árokrendszer fut, akkor hatásterületnek tekinthető a létesítmény teljes hosszában, jobb és bal oldalt max. 2 m-es sáv;
- kibocsátások (por, hulladék, légszennyezők): -a tengelyvonalától, jobb és bal oldalt 1-50 m sáv, 5-50 cm-es talajmélységig;
- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás: burkolatszéltől mért 2 m-es sáv jobb és bal oldalt;
- forgalom, anyagkibocsátások: burkolatszéltől jobb és bal oldalt a nehézfémek 30-50m-es sávban, 5-50 cm talajmélységig; ezen belül ólom 20-30m-ig, 20 -25 cm mélységig;
- havária: tengelyvonalától, jobb és bal oldalt 1-200 m.

3/b Felszíni és felszín alatti víz

Legfontosabb, hatástovábbításban szerepet játszó tulajdonságai: a felszíni vizek esetében befolyásoló a vízfolyás mérete, vízhozama, vízkészletek nagysága, sebessége, a partvonalak tulajdonságai (természetes – mesterséges). A felszín alatti vizeknél fontos a víz,- talajrétegek

elhelyezkedése, a vízkészletek feletti talajrétegek szűrőképessége, a rétegek sérülékenysége, stabilitása. Mindkét esetben fontosak a szennyezőanyag fizikai, kémiai tulajdonságai.

A hatásterjedési irányszámai:

Hatótényező – Hatótávolság

- területfoglalás: ez főként a talajvízre van hatással, a létesítmény teljes hosszában, a tengelyvonalától max. 15 m jobb és bal oldalt, 0,5-1 m mélységig;
- földmunkák: a talajvízre van hatással a létesítmény teljes hosszában, a tengelyvonalától max. 10-15 m jobb és bal oldalt, 1-2 m mélységig;
- vízépítési munkák: ide tartozik a létesítmény által keresztezett élővízfolyás átvezetett szakasza, valamint ha a létesítmény mentén árokrendszer fut, akkor hatásterületnek tekinthető a talajvíz bolygatása miatt a létesítmény teljes hosszában, jobb és bal oldalt 5-100 m-es sáv;
- kibocsátások (por, hulladék, légszennyezők): a talajvizet érintő hatások 10-100 m-es sávon belül valószínűsíthetők, élővízbe jutás megnöveli a hatásterületet a víz folyásának irányába;
- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás: a talajvizet érintő hatások max. 15 m-es sávon belül valószínűsíthetők, élővízbe jutás megnöveli a hatásterületet a víz folyásának irányába;
- forgalom, anyagkibocsátások: nagyobb forgalmú utak esetében a nyomvonal mentén 100-100 m-es sávban lehet számolni szennyezéssel, alacsonyabb rendű utaknál a szennyeződés 10-15 m-es sávban és 2 m talajmélységig terjedhet;
- havária: a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.

3/c Levegő

A hatástovábbításban szerepet játszó tulajdonságai: az uralkodó légmozgások irányai, erősségei, a légkör stabilitása, a diffúzió, a légköri inverzió, a vizsgált terület felszíni tulajdonságai, a kibocsátott légszennyezők mennyiségi, minőségi (fizikai, kémiai) adottságai, útmenti szegélyek.

A hatásterjedési irányszámai:

Hatótényező – Hatótávolság

- burkolatépítés: a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől 10 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
- anyagszállítás: a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől 100-150 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
- fenntartás: a nyomvonal teljes hosszában, a burkolatszéltől 5-10 m-es sávban jobb és bal oldalt egyaránt;
- forgalom: a légszennyezés emberi egészségre nézve 30-150 m-es sávon belül károsító, 30-500 m-es sávon belül pedig terhelő lehet;
- havária: a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.

3/d Élővilág

A hatástovábbítást a következő tulajdonságok befolyásolják a legnagyobb mértékben: biodiverzitás, izoláltság, populációnagyság, tűrőképesség, társulástípusok (összetétel, szintezettség, kiterjedés), egészségi állapot, életkor, útmenti szegélyek.

A hatásterjedési irányszámai:

Hatótényező – Hatótávolság

- területfoglalás: a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 50-100 m;
- növényzet kiirtása: a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 50-150 m;
- földmunkák: a létesítmény teljes hossza, valamint a tengelyvonalától max. 20 m;
- vízepítési munkák: a nyomvonal mentén 100 m-es sávban lehet számolni változással;
- anyagszállítás: a nyomvonal mentén jobb és bal oldalt max. 50-100 m-re terjedhetnek a szennyezések;
- gáthatás: a nyomvonal teljes hossza;
- létesítmény fenntartása, vegyszerek, sózás: a nyomvonal mentén, a burkolatszéltől 5-10 m-es sáv;
- forgalom, anyagkibocsátások: intenzív szennyezés max. 25-30 m-es sávban, szennyezés 50-100 m-re is kiterjedhet;
- havária: a nyomvonalától 1-200 m-es sávban.

4. A vizsgálatok eredményeként meghatároztam 3 fő útkörnyezeti típust.

A **kiemelten érzékeny útkörnyezetre** jellemzők a gyors hatástovábbító folyamatok az érintett hatásviseleőkben. Legfontosabb tulajdonságai közé tartozik a vizekben gazdag terepfelszín, jelentős légmozgások, útmenti szegélyek hiánya, alacsony növényborítottság, érzékeny, alacsony tűrőképességű növény- és állatfajok. A talajszerkezet laza, jó víz- és levegőháztartású. A terület ökoszisztémái szoros kapcsolatban álló elemek alkotta vízi vagy erdei ökoszisztémákhoz tartoznak. Mértékadó hatásviseleőnek a víz és/vagy a levegő tekinthető, a hatásterület kiterjedése pedig 150 m-nél nagyobb.

Az **érzékeny útkörnyezet** esetében már megtalálhatók hatáscsökkentő szegélyek az utak mentén. A közvetlen hatásterületen nem találhatunk felszíni vízfolyást, a talajvíz a felszín alatt 0,5-2 m mélyen áramlik. A talaj növényborítottsága közepes. Az érintett élővilág legtöbb faja nem reagál érzékenyen a változásokra, tűrőképességük közepesnek mondható. Leginkább erdei ökoszisztémák találhatók a területen, melyek elemei kölcsönhatásban állnak egymással. Mértékadó hatásviseleőnek az élővilág és/vagy a felszín alatti vízfolyás tekinthető, a hatásterület kiterjedése pedig 50 és 150 m közötti.

A **normál útkörnyezetben** az utak mentén zárt, több szintes szegélyek találhatók, melyek nagymértékben lecsökkentik a hatásokat. Az út teljes hatásterületére nem jellemzőek a felszíni vízelőfordulások, a talajvíz mélyen, 2 m alatti rétegekben áramlik. A talaj nagy növényborítottságú, szerkezete tömött, lassabb folyamatok jellemzik a levegő- és vízjáztartását. A hatásterület élővilágában túlsúlyt képeznek a nagy tűrőképességű, jól alkalmazkodó és akumuláló fajok. Jellemzőek a nyílt ökoszisztémák, melyek elemi között nincs szoros kapcsolat. Mértékadó hatásviseleőnek az élővilág és/vagy a talaj tekinthető, a hatásterület kiterjedése pedig 50 m-nél kisebb.

Irodalomjegyzék

- Aigner, P.A., W.M. Block, M.L. Morrison* (1998): Effects of firewood hatching on birds in a California oak-pine woodland. *Journal of Wildlife Management* 62. 485-496. p.
- Bartha D.-Bidló A.-Kovács G.* (1999): Esettanulmány az utak és az ökológiai folyosók konfliktus pontjaira erdei ökoszisztémákban. Tanulmány, Sopron.
- Bilby, R.E., K. Sullivan, S.H. Duncan* (1989): The generation and fate of road-surface sediment in forested watershed. *Forest Science* 35. 453-468. p.
- Burton, R.* (1992): Scourge of the Planes. *The Horticulturist*, 1(3):28-30. p.
- Carr W.W.* (1980): A Handbook for Forest Roadside Erosion Control in British Columbia. Land Management Report, Nr. 4.
- Csathó P.* (1994): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. MTA, Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest.
- Cserey B.* (1994): Fejlesztések környezeti hatásvizsgálata. Budapest
- Dávid T.* (1995): Levegőszennyező anyagok imissziójának számítógépes modellezése. Diplomamunka. BME.
- Fi I.* (2002): Utak és környezetük tervezése. BME, Bp., 25-26. p.
- Forman, R. T. T.* (1995): Land Mosaics. Ecology of landscapes and regions. Cambridge Univ. Press, 632. p.
- Forman, R. T. T.* (1997): Ecological effects of roads: Toward three summary indices and an overview for North America. Habitat Fragmentation and Infrastructure. In: Canter K. (Ed.) Proceedings of the int. conference on habitat fragmentation infrastructure and the role of ecological engineering. Maastricht 17-21 Spt. 1995. 40-54. p.
- Forman R.T.T.* (2000): Estimate of area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology* 14. 31-35. p.
- Forman R.T.T.* Road ecology, density, and effect zone: state-of-the-science: effects of forests roads on water and sediment routing. *Bulletin of the Ecological Society of America*, in press.
- Forman, R. T. T. and L. E. Alexander.* (1998): Roads and their major ecological effects. *Annual Reviews of Ecology and Systematics* 29., 207-231. p.
- Gondi F., Halmóczy Sz., Dankó Gy., Dura Gy., Ligeti Zs., Szabó I.* (2004): Kármentesítési Útmutató 7., A mennyiségi kockázatelemzés módszertana. Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- Gólya J.* (2006): Környezetbarát olajok és üzemanyagok. Tanulmány, Sopron, NYME

Greenberg, C.H., S.H. Crownover, D.R. Gordon (1997): Roadside soils: a corridor for invasion of weric shrub by nonindigenous plants. *Natural Areas Journal* 17. 99-109. p.

Gucinski, H., M.J. Furniss, R.R. Ziemer, M.H. Brookes (2000): Forest roads: a synthesis of scientific information. US Department of Agriculture Forest Service.

Gyulavári E. (1999): Téli útüzemeltetés. Házidolgozat, SZIF, Győr

Hansen, E. M. (1978): Incidence of *Verticicladiella wagnerii* and *Phellinus weirii* in Douglas-fir adjacent to and away from roads in western Oregon. *Plant Disease Reporter* 62. 179-181. p.

Hobbs, R.J., L.F. Huenneke (1992): Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservations. *Conservation Biology* 6. 324-337. p.

Hortobágyi T. – Simon T. (szerk.) (1981): Növényföldrajz, társulástan, ökológia. Tankönyvkiadó, Budapest. 546. p.

Kádár I. (1993): Adatok a közlekedés, település és az ipar által okozott talajszennyezés megítéléséhez. *Növénytermelés*, 42. 185-190. p.

Kerekes - Péterfalvi - Wimmer (2004): Infrastruktúra. Egyetemi jegyzet, Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Tanszék, Sopron.

Klincsek, P. (1986): Über den Einfluss von Chloriden und Schwefeldioxid auf Gehölze in verkehrsbelasteten Gross-satdtbereichen. Diss.B. TU Dresden

Konyhás I. (2003): Debrecen területén történő téli útszórások környezeti hatásainak vizsgálata 2002/2003 telén. Tanulmány. Debrecen.

Kosztka M. (1988): Az erdészeti útatadbank. *Az Erdő*. 1. sz.. 23-26. p.

Kosztka M. (1990): Erdei feltáráshálózat építése és fenntartása. Egyetemi jegyzet. EFE jegyzetkiadó, Sopron.

Kosztka L. (2000): A 85-ös főközlekedési út tervezett soproni elkerülő szakasza környezeti hatásainak vizsgálata. Diplomamunka. NYME, Sopron

Kovács M. – Nyári I. (1984): Budapesti közterületek talajainak nehézfém-tartalma. *Agrokémia és Talajtan*. 33. 501-510. p.

Közlekedéstudományi Intézet Rt. (2003): Közlekedjünk környezetkímélően. KvVM. Budapest.

Közlekedéstudományi Intézet KHT (2004): A hazai közúti, vasúti, légi és vízi közlekedés országos, regionális és lokális emisszió-kataszterének meghatározása a 2002-es évre vonatkozóan. Beszámoló jelentés, Budapest

Közlekedéstudományi Intézet (2005): A hazai közúti, vasúti, légi és vízi közlekedés országos, regionális és lokális emisszió-kataszterének meghatározása a 2003-as évre vonatkozóan. Beszámoló jelentés, Budapest

Közúti és mélyépítési szemle, 52. Évf., 7-8 sz.: Környezetvédelmi kérdések az épülő és a meglévő közúthálózat mentén.

Láng F. (2002): Növényélettan 1-2. – A növényi anyagcsere. ELTE Eötvös Kiadó, Bp.

Láng I. (szerk.) (1993): Környezetvédelmi lexikon. Akadémiai Kiadó, Bp. 1-2. kötet. 530 - 483 p.

Liem A.S.N., A.Hendricks, H.Kraal, M.Loenen (1985): Effects of de-icing salt on roadside grasses and herbs. Plant and Soil. Volume 84, Nr.3. Amsterdam

Lyon, L.J. (1983): Road density models describing habitat effectiveness for elk. Journal of Forestry. 81. 592-595. p.

Mader, H.J. (1984): Animal isolation by roads and agricultural fields. Biological Conservation 29. 81-96. p.

Magyar E. szerk. (1996): Hatásterületek és érzékenységi tényezők a hatástanulmányokban. Környezeti hatásvizsgálat, Környezet és fejlődés VI./3-4, 10-16. p.

Marosi Gy. (2001): Az erdészeti utak hatásainak elemzése. Doktori Értekezés. NyME, Sopron.

Merétei T., Antal I., Antoni Zs., Kis J., Jaksa J., Oláh Z. (2005): A hazai közúti, vasúti, légi és vízi közlekedés országos, regionális és lokális emisszió-kataszterének meghatározása a 2003-as évre vonatkozóan. Beszámoló Jelentés. Közlekedéstudományi Intézet KHT. Budapest.

Pájer J. (1998): Környezeti hatásvizsgálatok. Soproni Egyetem, Sopron

Pájer J., Szabó I., Kosztka M., Nyári L., Molnár A., Winkler D. (1999): Környezeti hatáselőrejelzési tanulmány erdészeti feltáróút természeti területen való létesítéséhez. Tanulmány. SE Környezettudományi Intézet, Sopron.

Pájer J. (2000): Természet- és tájvédelem. Soproni Egyetem, Sopron, 2000.

Pájer J. (2002): Természetvédelem az ezredfordulón. Szaktudás Kiadó, Budapest

Pájer J. (2004): Az erdészeti feltáróutak környezeti hatásai. Oktatási segédlet, Sopron

Pálfi Á. szerk. (2004): Útmenti zöld növényzet károsanyag-terhelése. BME OMIKK Környezetvédelem, 2004/19-20.

Pallag O. szerk. (2000): Nyomvonalas létesítmények élőhely-fragmentáló hatása. Nemzeti jelentés az IENE COST 341 témában. Budapest.

Papp V (1994): Erdői út hatása környezetére. Vegetációfelmérés. Eger

Reed, R.A., J. Johnson-Branard, W.L. Baker (1996): Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains. Conservation Biology 10. 1098-1106. p.

Rowland, M.M., M.J. Wisdom, B.K. Johnson, J.K. Kie (2000): Elk distribution and modeling in relation to roads. *Journal of Wildlife Management* 64. 672-684. p.

Schuchmann – Kisgyörgy: Közlekedéstervezés- Utak

Simon T. (1994). A magyarországi edényes flóra határozója. Harasztok – virágos növények. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 892. p.

Smith, R.B., E.F. Wass (1979): Tree growth on and adjacent to contour skiproads in the subalpine zone, southeastern British Columbia. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Research Centre Report BC-R-2.

Smith, R.B., E.F. Wass (1980): Tree growth on skiproads on steep slopes logged after wildfires in central and southeastern British Columbia. Canadian Forest Service, Pacific Forestry Research Centre Report BC-R-6.

Späth V. (1992): Naturschutz in Wald. Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Bühl. 20-21. p.

Stefanovics P. (1992): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

Takács M. (1983): Az ólomtartalom változásának vizsgálata az Általér környezetvédelmi modellterület néhány talajtípusán. In: Csathó P. (1994): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. MTA, Talajtani és Agrokémiail Kutató Intézet, Budapest.

Tombác E. - Radnai A. (1989): Ajánlás a beruházások környezetvédelmi hatásvizsgálatának tartalmára és módszertanára. Környezetvédelmi Minisztérium, Bp. 49. p.

Trombulak, S.C.,- C.A. Frissell (2000): Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14. 18-30. p.

Zink, T.A., M.F. Allen, B. Heindl-Tenhunen, E.B. Allen (1996): The effect of a disturbance corridor on an ecological reserve. *Restoration Ecology* 3. 304-310. p.

Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Szakkönyvtár

Környezeti hatásvizsgálati tanulmányok mikrofilmlap gyűjteményének jegyzékéből felhasznált hatástanulmányok:

- 44.sz. főút gyulai elkerülő szakaszának hatásvizsgálata;
- 4.sz. főút elkerülő szakaszának előzetes környezeti hatásvizsgálata;
- 4.sz. főút Hajdúszoboszló-Debrecen közötti szakaszának hatásvizsgálata (1995 nov.);
- 4.sz. főút Hajdúszoboszlót elkerülő szakasz RKHT-a. I.;
- A Szár község területén létesítendő bauxitbánya részletes környezeti hatástanulmánya;
- 6.sz. főút 31+300 – 56+000 km közötti szakasz RKHT-a (1997);
- 10.sz. főút Budapest és Esztergom közötti szakasz új nyomvonala (a 8+000-34+500 km sz.-ok között) RKHT-a (1997);
- M3 autópálya Oszlár-Polgár közötti szakasz előzetes környezeti hatásvizsgálata (1997);
- M3 autópálya Szabolcs-Szatmár -Bereg megyei szakasza RKHT-a;

- 4.sz. országos főközlekedési út Debrecnt elkerülő szakasz RKHT-a (1999);
- 4.sz. főút debreceni elkerülő szakasz RKHT II. ütem (2001);
- 3.sz. főközlekedési út fejlesztési terve Hidasnémeti és Tornynosnémeti elkerülő szakasz RKHT-a;
- M7 autópálya 90,7-111,3 km szelvények közötti szakaszán jobb pálya építése és üzemeltetése, RKHT;
- S 9 gyorsforgalmú út 51. és 53.sz.főutak közötti szakasz RKHT-a;
- S 9-es gyorsforgalmi út Duna híd és Szekszárd EKHT-a;

Környezet- és Természetvédelmi Intézeti Tanszék részvételével készített hatástanulmányok:

- a. A Martinka-Nyírmártonfalva összekötő út előzetes környezeti tanulmánya, 1999, Sopron;
- b. A Nyíracsaád-Fülöp összekötő út előzetes környezeti tanulmánya, 1999, Sopron;
- c. A Bojt-Nagykerekű összekötő út előzetes környezeti tanulmánya, 1999, Sopron;
- d. A tervezett Iharkút-Szamárhegy II.o. erdészeti feltáróút környezeti hatásai, Környezeti hatáselemezési esettanulmány, 1999, Sopron;

Tanszéken készült, kutatáshoz felhasznált diplomamunkák, disszertációk:

- Jóna Ágnes: Autóutak, autópályák környezetre gyakorolt hatása. 1978, Sopron;
- Horváth Miklós: A közúti közlekedés és üzemeltetés környezetszennyező hatásainak felmérése Győr-Sopron megye főúthálózatán, és az ellene való védekezés lehetőségeinek feltárása. 1986, Sopron;
- Kosztka László: A 85-ös út tervezett soproni elkerülő szakasza környezeti hatásainak vizsgálata. 2000, Sopron;
- László Petronella: A Huszárokölőpuszta-Nyírmeggy erdészeti feltáróút létesítésének előkészítő környezeti vizsgálata. 2002, Sopron;
- Varga Gábor: A gépjárműforgalom okozta környezetterhelés csökkentésének zöldfelületrendezési lehetőségei Sopronban. 2002, Sopron;
- Tóth Bernadett: Komárom város déli elkerülő út I. ütemének előkészítő környezeti vizsgálata. 2005, Sopron.

Táblázatok jegyzéke

- 5.1.4-1. sz. táblázat: Jellemző hatótényezők aszfaltbedolgozásánál, 30. old.
- 5.2.1.1-1. sz. táblázat: A közúti gépjármű-közlekedés országos összesített emisszióinak alakulása, 35. old.
- 5.2.1.1-2.sz. táblázat: Mosás és az eső hatása az út mellett vett növényminták porszennyezettségére, illetve fémtartalmára, mg/kg, 36. old.
- 5.2.1.1-3. sz. táblázat: Az M7 autópálya mentén vett talajok 0-10 cm rétegének felvehető mikroelem tartalma az úttól való távolság függvényében, 38. old.
- 5.2.1.1-4. sz. táblázat: Kísérleti telepek művelés alatti szántó talaja (háttérszennyeződés), 38. old.
- 5.2.1.1-5. sz. táblázat: Az M7 autópálya mentén vett talajok rétegének felvehető mikroelem tartalma az úttól való távolság függvényében, 38. old.
- 5.2.1.1-6. sz. táblázat: Kísérleti telepek szennyezetlen talajai, 38. old.
- 5.2.1.1-7. sz. táblázat: A fűtakaró Cd, Cu, Pb és Zn tartalmának alakulása az M7 autópálya mentén, az úttól való távolság függvényében., 39. old.
- 5.2.1.1-8. sz. táblázat: Másodrendű út két oldalán mért ólomszennyezettség az úttól való távolság függvényében, mg/kg , 39. old.
- 5.2.1.1-9. sz. táblázat: Parkok és közlekedési utak melletti területek talajának nehézfém szennyezettsége Budapesten, 39. old.
- 5.2.1.1-10. sz. táblázat: Közlekedés eredetű légszennyezők, 41. old.
- 5.2.1.1-11. sz. táblázat: Személygépkocsik fajlagos emissziója, 42. old.
- 5.2.1.1-12. sz. táblázat: Nehéz tehergépkocsik fajlagos emissziója, 42. old.
- 5.2.2.1-1. sz. táblázat: A fajok ellenállóképessége a talaj megnövekedett klorid-koncentrációjával szemben, 47. old.
- 5.2.2.1-2. sz. táblázat: Hólé felhígulásának vizsgálati eredményei, 47. old.
- 5.2.2.1-3. sz. táblázat: Só-terjedés a sebesség függvényében, 48. old.
- 5.5-1. sz. táblázat: Összesítő hatásmátrix, 52-53. old.
- 7.5-1.sz. táblázat: Hatótényezők terjedési irányszámai, 75-76. old.
- 10.2.2-1.sz. táblázat: A talaj szövete, az $A\%$, $(I + A)\%$, K_A , 5^h vízemelés és a $hy\%$ közötti összefüggés, 91. old.
- 11.1-1. sz. táblázat: I-II. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 5-10 m-re, 93. old.
- 11.1-2. sz. táblázat: I-II. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 15-20 m-re, 94. old.
- 11.1-3. sz. táblázat: I-II. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 25-30 m-re, 94. old.
- 11.1-4. sz. táblázat: III-IV. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 5-10 m-re, 94. old.
- 11.1-5. sz. táblázat: III-IV. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 15-20 m-re, 94. old.
- 11.1-6. sz. táblázat: III-IV. keresztmetszvény növényfajai, az úttól 25-30 m-re, 95. old.

Ábrák jegyzéke

- 1.5-1. sz. ábra: Hatásviselők csoportosítása, 9. old.
1.5-2. sz. ábra: Hatások minősítése, 10-12. old.
2.4-1. sz. ábra: A hatásvizsgálat készítés alapfolyamatai, 17. old.
5.2.2.1-1.sz. ábra: Cl-ion koncentráció változása az úttávolság függvényében, 48. old.
7.1-1. sz. ábra: Vizsgálandó terület meghatározása, 69. old.
11.2-1. sz. ábra: A talaj-kémhatás változása az I. sz. keresztmetszetben, 96. old.
11.2-2. sz. ábra: A talaj-kötöttség változása a IV. sz. keresztmetszetben, 97. old.
11.2-3. sz. ábra: A talaj Al-tartalom- és pH-változása az I. sz. keresztmetszetben, 98. old.
11.2-4. sz. ábra: Két év eredményei (talaj felső 5 cm-es rétegének Al-tartalma) a III. sz. keresztmetszetben, 98. old.
11.2-5. sz. ábra: A talaj Al-tartalom változása a III. sz. keresztmetszetben, 99. old.

Képek jegyzéke

- 9.1-1. sz. kép: A vizsgált út, 82. old.
10.2-1. sz. kép: Gyertyános-tölgyes (I.-II. mintakeresztmetszelvény területe), 88. old.
10.2-2. sz. kép: Bükkös (III.-IV. mintakeresztmetszelvény területe), 89. old.
12.1-1. sz. kép: Kiemelten érzékeny útkörnyezet I., 102. old.
12.2-1. sz. kép: Érzékeny útkörnyezet I., 103. old.
12.2-2. sz. kép: Érzékeny útkörnyezet II., 103. old.
12.3-1. sz. kép: Normál útkörnyezet I., 104. old.
12.3-2. sz. kép: Normál útkörnyezet II., 104. old.

**Melléklet I.
Térkép**

Melléklet II.
Növényfelvételezés

NÖVÉNYFELVÉTELEZÉS EREDMÉNYEI

Az 1999. ápr. 3.-ai felmérés és a 2003. ápr. 28.-án végzett növényfajok felmérése között különbségek bemutatása:

I. számú felvételi keresztmetszet az út 12+93,50 szelvényében

Latin név	1.sz. mintaterület	2.sz. mintaterület	3.sz. mintaterület
<i>Dentaria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Galium aparine</i>	+		
<i>Lathraea squamaria*</i>			+
<i>Ranunculus ficaria</i>			-

Latin név	4.sz. mintaterület	5.sz. mintaterület	6.sz. mintaterület
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides*</i>		+	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	+*	+	+
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Moehringia trinerva</i>	-	+	+
<i>Pulmonaria officinalis</i>			+
<i>Ranunculus ficaria</i>	-	+	
<i>Urtica dioica</i>		+*	+
<i>Viola sylvestris</i>		+	+
<i>Carex sylvatica</i>		-	
<i>Galium aparine</i>		-	-
<i>Galium odoratum</i>		-	-
<i>Geranium robertianum</i>			-
<i>Impatiens noli-tangere</i>			-
<i>Lathyrus vernus</i>			-
<i>Polygonum hydropiper</i>			-

II. számú felvételi keresztmetszet az út IE 13+43,21 szelvényében

Latin név	7.sz. mintaterület	8.sz. mintaterület	9.sz. mintaterület
<i>Dentaria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>			+

Latin név	10.sz. mintaterület	11.sz. mintaterület	12.sz. mintaterület
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Galium aparine</i>			+
<i>Galium mollugo*</i>	+	+	
<i>Moehringia trinerva</i>	-	+	+
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	+	+
<i>Viola sylvestris</i>			+
<i>Lathraea squamaria</i>			-
<i>Polygonatum multiflorum</i>			-
<i>Rubus fruticosus</i>	-	-	

III. számú felvételi keresztmetszet az út IV 70+28,29 szelvényében

Latin név	13.sz. mintaterület	14.sz. mintaterület	15.sz. mintaterület
<i>Carex pilosa</i>	+	-	
<i>Corydalis cava</i>		+	+
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		-	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+*
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Stachys silvatica</i>			+
<i>Viola sylvestris</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>			-
<i>Daphne laureola</i>		-	
<i>Fragaria vesca</i>			-
<i>Geranium robertianum</i>			-
<i>Lathraea squamaria</i>	-		-
<i>Moehringia trinerva</i>			-
<i>Oxalis acetosella</i>	-		-
<i>Polygonatum multiflorum</i>	-		

Latin név	16.sz. mintaterület	17.sz. mintaterület	18.sz. mintaterület
<i>Alliaria petiolata</i>		+	
<i>Allium ursinum</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	-	-	+
<i>Carex pilosa</i>	+	+	+
<i>Corydalis cava</i>	-	+	+
<i>Daphne laureola</i>	+		
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		-	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Lathyrus vernus</i>		+	
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Ranunculus ficaria</i>		+	
<i>Viola sylvestris</i>	+*	+	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>			-
<i>Sanicula europaea</i>		-	

IV. számú felvételi keresztmetszet az út IE 70+76,59 szelvényében

Latin név	19.sz. mintaterület	20.sz. mintaterület	21.sz. mintaterület
<i>Anemone ranunculoides</i>		+	+
<i>Carex pilosa</i>	+		
<i>Corydalis cava</i>		+	+
<i>Crataegus laevigata*</i>	+	+	

<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>			+
<i>Fragaria vesca</i>		+	+
<i>Galium aparine</i>		+*	
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Geranium robertianum</i>		-	+
<i>Lathyrus vernus*</i>	+		
<i>Mercurialis perennis</i>		+	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+		-
<i>Ranunculus ficaria</i>		+	+
<i>Viola sylvestris</i>		+	+
<i>Stachys silvatica</i>			-

Latin név	22.sz. mintaterület	23.sz. mintaterület	24.sz. mintaterület
<i>Allium ursinum</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	-	+	+
<i>Carex pilosa</i>		+*	+*
<i>Carex sylvatica</i>		-	+
<i>Corydalis cava</i>	+	-	+
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		+	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+
<i>Galium odoratum</i>	+*	+*	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	-	
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	+	
<i>Sanicula europaea</i>	-	-	+
<i>Urtica dioica*</i>	+	+	+
<i>Viola sylvestris</i>	+	+	+
<i>Geranium robertianum</i>	-		-
<i>Impatiens noli-tangere</i>	-		-
<i>Mercurialis perennis</i>		-	
<i>Moehringia trinerva</i>	-		
<i>Oxalis acetosella</i>			-

+ = megtalálható; +* = megjelent; - = eltűnt

Az 1999. ápr. 3.-ai felmérés és a 2005. ápr. 23.-án végzett növényfajok felmérése között különbségek bemutatása:

I. számú felvételi keresztmetszet az út 12+93,50 szelvényében

Latin név	1.sz. mintaterület	2.sz. mintaterület	3.sz. mintaterület
<i>Alliaria petiolata</i> *	+		
<i>Dentaria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	
<i>Urtica dioica</i> *	+		
<i>Lathraea squamaria</i> *			-
<i>Ranunculus ficaria</i>			-

Latin név	4.sz. mintaterület	5.sz. mintaterület	6.sz. mintaterület
<i>Dentaria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i> *		+	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	+	+	+
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Moehringia trinerva</i>	-	+	+
<i>Pulmonaria officinalis</i>			+
<i>Ranunculus ficaria</i>	-	+	
<i>Urtica dioica</i>		+	+
<i>Viola sylvestris</i>		+	+
<i>Veronica persica</i> *	+		
<i>Carex sylvatica</i>		-	
<i>Galium aparine</i>		-	-
<i>Galium odoratum</i>		-	-
<i>Geranium robertianum</i>			-
<i>Impatiens noli-tangere</i>			-
<i>Lathyrus vernus</i>			-
<i>Polygonum hydropiper</i>			-

II. számú felvételi keresztmetszet az út IE 13+43,21 szelvényében

Latin név	7.sz. mintaterület	8.sz. mintaterület	9.sz. mintaterület
<i>Dentaria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>			+

Latin név	10.sz. mintaterület	11.sz. mintaterület	12.sz. mintaterület
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Galium aparine</i>			+
<i>Galium mollugo</i> *	+	+	
<i>Mycelis muralis</i> *			+
<i>Moehringia trinerva</i>	-	+	+
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	+	+
<i>Viola sylvestris</i>			+

Lathraea squamaria			-
Polygonatum multiflorum			-
Rubus fruticosus	-	-	

III. számú felvételi keresztmetszet az út IV 70+28,29 szelvényében

Latin név	13.sz. mintaterület	14.sz. mintaterület	15.sz. mintaterület
<i>Carex pilosa</i>	+	-	
<i>Corydalis cava</i>		+	+
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		-	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+*
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Stachys silvatica</i>			+
<i>Viola sylvestris</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>			-
<i>Daphne laureola</i>		-	
<i>Fragaria vesca</i>			-
<i>Geranium robertianum</i>			-
<i>Lathraea squamaria</i>	-		-
<i>Moehringia trinerva</i>			-
<i>Oxalis acetosella</i>	-		-
<i>Polygonatum multiflorum</i>	-		

Latin név	16.sz. mintaterület	17.sz. mintaterület	18.sz. mintaterület
<i>Alliaria petiolata</i>		+	
<i>Allium ursinum</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	-	-	+
<i>Carex pilosa</i>	+	+	+
<i>Corydalis cava</i>	-	+	+
<i>Daphne laureola</i>	+		
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		-	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Lathyrus vernus</i>		+	
<i>Mercurialis perennis</i>			+
<i>Mycelis muralis*</i>			+
<i>Ranunculus ficaria</i>		+	
<i>Viola sylvestris</i>	+*	+	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>			-
<i>Sanicula europaea</i>		-	

IV. számú felvételi keresztmetszet az út IE 70+76,59 szelvényében

Latin név	19.sz. mintaterület	20.sz. mintaterület	21.sz. mintaterület
<i>Anemone ranunculoides</i>		+	+

<i>Carex pilosa</i>	+		
<i>Corydalis cava</i>		+	+
<i>Crataegus laevigata*</i>	+	+	
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>			+
<i>Fragaria vesca</i>		+	+
<i>Galium aparine</i>		+*	
<i>Galium odoratum</i>	+	+	+
<i>Geranium robertianum</i>		-	+
<i>Lathyrus vernus*</i>	+		
<i>Mercurialis perennis</i>		+	+
<i>Mycelis muralis*</i>	+		
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+		-
<i>Ranunculus ficaria</i>		+	+
<i>Viola sylvestris</i>		+	+
<i>Stachys silvatica</i>			-

Latin név	22.sz. mintaterület	23.sz. mintaterület	24.sz. mintaterület
<i>Allium ursinum</i>	+	+	+
<i>Anemone ranunculoides</i>	-	+	+
<i>Carex pilosa</i>		+*	+*
<i>Carex sylvatica</i>		-	+
<i>Corydalis cava</i>	+	-	+
<i>Denatria bulbifera</i>	+	+	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		+	+
<i>Galium aparine</i>	+	+	+
<i>Galium odoratum</i>	+*	+*	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	-	
<i>Ranunculus ficaria</i>	+	+	
<i>Sanicula europaea</i>	-	-	+
<i>Urtica dioica*</i>	+	+	+
<i>Viola sylvestris</i>	+	+	+
<i>Geranium robertianum</i>	-		-
<i>Impatiens noli-tangere</i>	-		-
<i>Mercurialis perennis</i>		-	
<i>Moehringia trinerva</i>	-		
<i>Oxalis acetosella</i>			-

+ = megtalálható; +* = megjelent; - = eltűnt

I. számú felvételi keresztmetszetben lévő, 2005-ben talált fajok jellemzői:

1.-2.-3. számú mintaterületeken

- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszban, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Ragadós galaj (*Galium aparine*): fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj.
- Kónya vicsorgó (*Lathraea squamaria*): mogyoró, bükk, gyertyán gyökerein található.
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félárnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lomberdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.

4.-5.-6. számú mintaterületeken

- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszban, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*): kiegyenlített vízellátottságú, humuszban gazdag talajfelszínű erdei termőhelyek árnyéktűrő növénye. Bükkösök, gyertyános-tölgyesek egyik jellemző faja.
- Sárga árvacsalán (*Galeobdolon luteum*): üde, humuszban gazdag barna erdőtalajokat kedvelő, árnyéktűrő növény. Bükkösökre, gyertyános-tölgyesekre, ligeterdőkre jellemző faj.
- Erdei szélfű (*Mercurialis perennis*): árnyéktűrő, üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú termőhelyet, humuszban gazdag talajfelszínt jelez. Üde lomberdőkre jellemző, hegy- és dombvidékeken.
- Erdei csitri (*Moehringia trinerva*):
- Pettyegetetett tüdőfű (*Pulmonaria officinalis*): árnyéktűrő, üde, humuszban erdei termőhelyeket kedvelő, tavaszi aspektust egyik jellemző faja.
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félárnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lomberdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.
- Nagy csalán (*Urtica dioica*): fény- és tápanyagigényes, nitrofil faj, bolygatott talajú. Üde-félnedves termőhelyekre jellemző. Természetes körülmények között ligeterdőkben valamint üde lomberdőkben lép fel nagyobb számban.
- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mézkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Erdei sás (*Carex sylvatica*): bükkösök, ligeterdők humuszban, időszakosan nedves, leginkább szivárgó vizes talaján terem.
- Ragadós galaj (*Galium aparine*): Fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, a bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj. Gyomtársulásokban, ligeterdőkben, üde lomberdők bolygatott foltjain megtalálható.
- Illatos galaj (Szagos müge) (*Galium odoratum*): árnyéktűrő; üde, humuszban gazdag termőhelyet kívánó erdei növény. Hegy- és dombvidékeken gyakori.
- Nehézszagú gólyaorr (*Geranium robertianum*): tápanyag és nedvességigényes, árnyéktűrő faj, a termőhely erős bolygatását elszaporodásával jelzi, de szálanként természetközeli társulásokban is előfordul. Üde lomberdők és kultúrerdők egyik jellemző faja.
- Erdei nebánsvirág (*Impatiens noli-tangere*): üde vagy nedves, tápanyagban gazdag talajokat kedvelő, árnyéktűrő növény. Üde lomberdők szivárgóvizes részein, továbbá ligeterdőkben néhol tömegesen fellépő faj.
- Tavasz lednek (*Lathyrus vernus*): laza, mull humuszban gazdag erdőtalajokat, üde félárnyékos-árnyékos termőhelyet igényel. Üde lomberdők, keményfás ligeterdők faja.
- Borsos keserűfű (*Persicaria hydropiper*), (*Polygonum hydropiper*): ártéri- és ligeterdőkben, nitrogéndús talajon terem.

II. számú felvételi keresztmetszetben lévő, 2005-ben talált fajok jellemzői:

7.-8.-9. számú mintaterületeken:

- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lomberdők faja.

10.-11.-12. számú mintaterületeken:

- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Ragadós galaj (*Galiun aparine*): fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj.
- Közönséges galaj (*Galium mollugo*): fényigényes, a száraztól az egész nedves termőhelyekig megtalálható, tág tűrésű növény. Üde és nedves rétek, száraz gyepek, ligeterdőkországosan gyakori faja.
- Erdei csitri (*Moehringia trinerva*)
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félárnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lomberdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.
- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mészkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Kónya vicsorgó (*Lathraea squamaria*): mogyoró, bükk, gyertyán gyökerein található.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lomberdők faja.
- Vad(fekete)szeder (*Rubus fruticosus*): nitrogénigényesek, ezért vágásterületek fokozottan bomló, N-vegyületekben gazdag talaja kedvező számunkra. Pionír fajok. Ökológiailag jelentősek, mert nem hagyják elgyomosodni az adott területet.

III. számú felvételi keresztmetszetben lévő, 2005-ben talált fajok jellemzői:

13.-14.-15. számú mintaterületeken:

- Bükksás (*Carex pilosa*): közepesen fényigényes, bőségesen csak ligetes állományok alatt virágzó, félszáraz vagy üde, tápanyagokban és humuszban gazdag termőhelyet kívánó növény. Középhegységeken, dombvidékeken üde lomberdőkben gyakori.
- Odvas keltike (*Corydalis cava*): üde, mull humuszban gazdag erdőtalajokat igénylő faj. Üde lomberdők és keményfás ligeterdők kora tavaszi aspektusának egyik jellemző növénye. Domb és hegyvidékeken gyakori.
- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*): kiegyenlített vízellátottságú, humuszban gazdag talajfelszínű erdei termőhelyek árnyéktűrő növénye. Bükkösök, gyertyános-tölgyesek egyik jellemző faja.
- Ragadós galaj (*Galiun aparine*): fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj.
- Illatos galaj (Szagos müge) (*Galium odoratum*): árnyéktűrő; üde, humuszban gazdag termőhelyet kívánó erdei növény. Hegy- és dombvidékeken gyakori.
- Erdei szélfű (*Mercurialis perennis*): árnyéktűrő, üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú termőhelyet, humuszban gazdag talajfelszínt jelez. Üde lomberdőkre jellemző, hegy- és dombvidékeken.
- Erdei tisztessű (*Stachys silvatica*): üde-félnedves, mull humuszban gazdag, néha kissé bolygatott erdei termőhelyek faja. Üde lomberdőkben és ligeterdőkben, főleg hegy- és dombvidékeken fordul elő.

- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mészkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Bogláros szellőrózsa (*Anemone ranunculoides*): üde és nedves, mull humuszban gazdag talajokat kedvelő erdei faj. Üde lomberdők nevesebb részein, ligeterdőkben, hegy- és dombvidékeken általánosan elterjedt növény.
- Babérboroszlán (*Daphne laureola*): inkább mészkedvelő, tápanyagokban gazdag, üde talajokon, szélsőséges éghajlati hatásoktól védett termőhelyeken nő. Bükkösök, törmelékerdők (Mercuriali-Tilietum) és szurdokerdők növénye.
- Erdei (földi) szamóca (*Fragaria vesca*):
- Nehézszagú gólyaorr (*Geranium robertianum*): tápanyag és nedvességigényes, árnyéktűrő faj, a termőhely erős bolygatását elszaporodásával jelzi, de szálanként természetközeli társulásokban is előfordul. Üde lomberdők és kultúrerdők egyik jellemző faja.
- Kónya vicsorgó (*Lathraea squamaria*): mogyoró, bükk, gyertyán gyökerein található.
- Erdei csitri (*Moehringia trinerva*)
- Erdei madársóska (*Oxalis acetosella*): erősen árnyéktűrő, félnedves termőhelyet, kiegyenlített, párás makroklimát igénylő faj. A szárai által átszőtt felső talajréteg mull humuszban gazdag, gyengén kisavanyodó. Üde lomberdőkben, főleg hegyvidéken jellemző.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lomberdők faja.

16.-17.-18. számú mintaterületeken:

- Kányazsombor (*Alliaria petiolata*): tápanyag- és nitrogénigényes, félárnyéktűrő, üde termőhelyeket kedvelő faj. Üde lomberdők. Ligeterdők, nitrofil kultúrerdők, szegélycserjések gyakori növénye.
- Medvehagyma (*Allium ursinum*): üde, mull humuszban gazdag, jól szellőzött erdőtalajok árnyéktűrő növénye. Üde lomberdők és keményfás és patakmenti égeres ligeterdők tavaszi aspektusában tömeges lehet. Jellemző előfordulásai a Bakonyban, Szigetközben és Dél-Dunántúlon vannak.
- Bogláros szellőrózsa (*Anemone ranunculoides*): üde és nedves, mull humuszban gazdag talajokat kedvelő erdei faj. Üde lomberdők nevesebb részein, ligeterdőkben, hegy- és dombvidékeken általánosan elterjedt növény.
- Bükksás (*Carex pilosa*): közepesen fényigényes, bőségesen csak ligetes állományok alatt virágzó, félszáraz vagy üde, tápanyagokban és humuszban gazdag termőhelyet kívánó növény. Középhegységeken, dombvidékeken üde lomberdőkben gyakori.
- Odvas keltike (*Corydalis cava*): üde, mull humuszban gazdag erdőtalajokat igénylő faj. Üde lomberdők és keményfás ligeterdők kora tavaszi aspektusának egyik jellemző növénye. Domb és hegyvidékeken gyakori.
- Babérboroszlán (*Daphne laureola*): inkább mészkedvelő, tápanyagokban gazdag, üde talajokon, szélsőséges éghajlati hatásoktól védett termőhelyeken nő. Bükkösök, törmelékerdők (Mercuriali-Tilietum) és szurdokerdők növénye.
- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*): kiegyenlített vízellátottságú, humuszban gazdag talajfelszínű erdei termőhelyek árnyéktűrő növénye. Bükkösök, gyertyános-tölgyesek egyik jellemző faja.
- Ragadós galaj (*Galiun aparine*): fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj.
- Illatos galaj (Szagos müge) (*Galium odoratum*): árnyéktűrő; üde, humuszban gazdag termőhelyet kívánó erdei növény. Hegy- és dombvidékeken gyakori.
- Tavasz lednek (*Lathyrus vernus*): laza, mull humuszban gazdag erdőtalajokat, üde félárnyékos-árnyékos termőhelyet igényel. Üde lomberdők, keményfás ligeterdők faja.
- Erdei szélfű (*Mercurialis perennis*): árnyéktűrő, üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú termőhelyet, humuszban gazdag talajfelszín jelez. Üde lomberdőkre jellemző, hegy-és dombvidékeken.
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félárnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lomberdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.

- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mészkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lombdők faja.
- Gombornyó (*Sanicula europaea*): üde, humuszban gazdag bükkösök, gyertyános-tölgyesek talaján jellemző.

IV. számú felvételi keresztmetszetben lévő, 2005-ben talált fajok jellemzői:

19.-20.-21. számú mintaterületeken:

- Bogláros szellőrózsa (*Anemone ranunculoides*): üde és nedves, mull humuszban gazdag talajokat kedvelő erdei faj. Üde lombdők nevesebb részein, ligeterdőkben, hegy- és dombvidékeken általánosan elterjedt növény.
- Bükkszás (*Carex pilosa*): közepesen fényigényes, bőségesen csak ligetes állományok alatt virágzó, félszáraz vagy üde, tápanyagokban és humuszban gazdag termőhelyet kívánó növény. Középhegységeken, dombvidékeken üde lombdőkben gyakori.
- Odvas keltike (*Corydalis cava*): üde, mull humuszban gazdag erdőtalajokat igénylő faj. Üde lombdők és keményfás ligeterdők kora tavaszi aspektusának egyik jellemző növénye. Domb és hegyvidékeken gyakori.
- Cseregalagonya (*Crataegus laevigata*):
- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lombdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*): kiegyenlített vízellátottságú, humuszban gazdag talajfelszínű erdei termőhelyek árnyéktűrő növénye. Bükkösök, gyertyános-tölgyesek egyik jellemző faja.
- Erdei (földi) szamóca (*Fragaria vesca*):
- Ragadós galaj (*Galium aparine*): fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénben nagyon gazdag talajokat kedvelő, bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj.
- Illatos galaj (Szagos müge) (*Galium odoratum*): árnyéktűrő; üde, humuszban gazdag termőhelyet kívánó erdei növény. Hegy- és dombvidékeken gyakori.
- Nehézszagú gólyaorr (*Geranium robertianum*): tápanyag és nedvességigényes, árnyéktűrő faj, a termőhely erős bolygatását elszaporodásával jelzi, de szálanként természetközeli társulásokban is előfordul. Üde lombdők és kultúrerdők egyik jellemző faja.
- Tavasz lednek (*Lathyrus vernus*): laza, mull humuszban gazdag erdőtalajokat, üde félárnyékos-árnyékos termőhelyet igényel. Üde lombdők, keményfás ligeterdők faja.
- Erdei szélfű (*Mercurialis perennis*): árnyéktűrő, üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú termőhelyet, humuszban gazdag talajfelszínű jelez. Üde lombdőkre jellemző, hegy- és dombvidékeken.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lombdők faja.
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félárnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lombdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.
- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mészkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Erdei tisztesfű (*Stachys silvatica*): üde-félnedves, mull humuszban gazdag, néha kissé bolygatott erdei termőhelyek faja. Üde lombdőkben és ligeterdőkben, főleg hegy- és dombvidékeken fordul elő.

22.-23.-24. számú mintaterületeken:

- Medvehagyma (*Allium ursinum*): üde, mull humuszban gazdag, jól szellőzött erdőtalajok árnyéktűrő növénye. Üde lombdők és keményfás és patakmenti égeres ligeterdők tavaszi aspektusában tömeges lehet. Jellemző előfordulásai a Bakonyban, Szigetközben és Dél-Dunántúlon vannak.
- Bogláros szellőrózsa (*Anemone ranunculoides*): üde és nedves, mull humuszban gazdag talajokat kedvelő erdei faj. Üde lombdők nevesebb részein, ligeterdőkben, hegy- és dombvidékeken általánosan elterjedt növény.

- Bükkszás (*Carex pilosa*): közepesen fényigényes, bőségesen csak ligetes állományok alatt virágzó, félszáraz vagy üde, tápanyagokban és humuszban gazdag termőhelyet kívánó növény. Középhegységeken, dombvidékeken üde lomberdőkben gyakori.
- Erdei sás (*Carex sylvatica*): bükkösök, ligeterdők humuszos, időszakosan nedves, leginkább szivárgó vizes talaján terem.
- Odvas keltike (*Corydalis cava*): üde, mull humuszban gazdag erdőtalajokat igénylő faj. Üde lomberdők és keményfás ligeterdők kora tavaszi aspektusának egyik jellemző növénye. Domb és hegyvidékeken gyakori.
- Hagymás fogasír (*Dentaria bulbifera*): üde lomberdők (bükkösök, gyertyános-tölgyesek, ligeterdők) humuszos, leginkább időszakosan üde talaján terem, árnyéktűrő.
- Erdei kutyatej (*Euphorbia amygdaloides*): kiegyenlített vízellátottságú, humuszban gazdag talajfelszínű erdei termőhelyek árnyéktűrő növénye. Bükkösök, gyertyános-tölgyesek egyik jellemző faja.
- Ragadós galaj (*Galium aparine*): Fényigényes; üde vagy nedves, tápanyagokban és nitrogénban nagyon gazdag talajokat kedvelő, a bolygatást kiválóan tűrő (s tömeges fellépésével indikáló) faj. Gyomtársulásokban, ligeterdőkben, üde lomberdők bolygatott foltjain megtalálható.
- Illatos galaj (Szagos müge) (*Galium odoratum*): árnyéktűrő; üde, humuszban gazdag termőhelyet kívánó erdei növény. Hegy- és dombvidékeken gyakori.
- Fürtös salamonpecsét (*Polygonatum multiflorum*): közepesen árnyéktűrő, üde, völgyalji termőhelyeket kedvelő erdei növény. Üde lomberdők faja.
- Salátaboglárka (*Ranunculus ficaria*): üde vagy nedves, tápanyagokban gazdag talajokat igénylő, félnedves, árnyéktűrő faj. Országosan gyakori, főleg üde lomberdőkben, ligeterdőkben él (itt a kora tavaszi aspektus tömeges faja lehet), de nedves réteken, erdőszéli cserjésekben is megtalálható.
- Gombornyó (*Sanicula europaea*): üde, humuszban gazdag bükkösök, gyertyános-tölgyesek talaján jellemző.
- Nagy csalán (*Urtica dioica*): fény- és tápanyagigényes, nitrofil faj, bolygatott talajú. Üde-félnedves termőhelyekre jellemző. Természetes körülmények között ligeterdőkben valamint üde lomberdőkben lép fel nagyobb számban.
- Erdei ibolya (*Viola sylvestris*): üde vagy félszáraz termőhelyeken élő, enyhén mészkerülő jellegű, árnyéktűrő erdei növény. Domb- és hegyvidékeken elterjedt.
- Nehézzagú gólyaorr (*Geranium robertianum*): tápanyag és nedvességigényes, árnyéktűrő faj, a termőhely erős bolygatását elszaporodásával jelzi, de szálanként természetközeli társulásokban is előfordul. Üde lomberdők és kultúrerdők egyik jellemző faja.
- Erdei nebáncsvirág (*Impatiens noli-tangere*): üde vagy nedves, tápanyagban gazdag talajokat kedvelő, árnyéktűrő növény. Üde lomberdők szivárgóvizes részein, továbbá ligeterdőkben néhol tömegesen fellépő faj.
- Erdei szélfű (*Mercurialis perennis*): árnyéktűrő, üde-félnedves, kedvező, egyenletes vízellátottságú termőhelyet, humuszban gazdag talajfelszín jelez. Üde lomberdőkre jellemző, hegy-és dombvidékeken.
- Erdei csitri (*Moehringia trinerva*):
- Erdei madársóska (*Oxalis acetosella*): erősen árnyéktűrő, félnedves termőhelyet, kiegyenlített, párás makroklimát igénylő faj. A szárai által átszőtt felső talajréteg mull humuszban gazdag, gyengén kisavanyodó. Üde lomberdőkben, főleg hegyvidéken jellemző.

**Melléklet III.
Talajvizsgálatok**