

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

Vasúti pályák környezeti állapotának elemzése

KOREN EDIT

Sopron

2005

Témavezető: **Dr. Pájer József tanszékvezető**

Környezet- és Természetvédelmi Intézeti Tanszék

Vasúti pályák környezeti állapotának elemzése

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

Írta:
Koren Edit

Témavezető: **Dr. Pájer József tanszékvezető**

Elfogadásra javasolom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton 96%-ot ért el.

Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javasolom (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,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

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

.....
az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----|
| 1. Bevezető | 2 |
| 2. A probléma megfogalmazása | 4 |
| 2.1. A vasúti közlekedés sajátosságaiból adódó környezetvédelmi kérdések | 4 |
| 2.2. A környezetvédelmi jogi szabályozások változása | 5 |
| 2.3. Az Európai Unió vasúti közlekedéssel kapcsolatos elvárásai | 6 |
| 3. Alkalmazott kutatási módszerek | 8 |
| 4. Irodalmi áttekintés az európai vasúti környezetvédelem helyzetéről, és a pálya anyagainak újrahasznosításáról | 10 |
| 4.1. Az UIC környezetfilozófiája | 10 |
| 4.2. Az európai vasutak és a környezetvédelem | 11 |
| 4.3. Összefoglalás | 30 |
| 5. A vasúti közlekedés és környezeti hatásai | 32 |
| 5.1. A vasúti pálya felépítése | 32 |
| 5.2. A vasúti közlekedés sajátosságai | 34 |
| 5.3. A vasúti közlekedés és a környezet | 34 |
| 5.4. A vasúti pálya környezeti állapotának definíciója | 45 |
| 6. A vasúti pálya környezeti minőségi kategóriájának elmélete | 48 |
| 6.1. Előzmények | 48 |
| 6.2. A vizsgálatok | 49 |
| 6.3. A monitoring rendszer elméletének leírása | 49 |
| 6.4. Feltételes kategorizálás a gyakorlatban | 61 |
| 7. A laboratóriumi eredmények értékelése | 66 |
| 7.1. Határértékek | 66 |
| 7.2. A laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelése | 69 |
| 7.3. A laboratóriumi vizsgálati eredmények statisztikai feldolgozása | 76 |
| 7.4. A vonalak környezeti kategóriáinak műszaki paraméterei | 81 |
| 8. A vasúti pálya környezeti monitoring rendszere | 86 |
| 8.1. A monitoring rendszer kiépítésének folyamata | 86 |
| 8.2. Vasúti pálya környezeti monitoring rendszer a MÁV Rt. vonalhálózatán | 99 |
| 8.3. A vasúti pálya monitoring rendszere működésének gazdasági kérdései | 102 |
| 9. Összefoglalás | 108 |
| Irodalomjegyzék | 113 |
| Ábrák jegyzéke | 116 |
| Táblázatok jegyzéke | 117 |
| Képek jegyzéke | 118 |
| Mellékletek jegyzéke | 119 |

1. Bevezető

A környezet terhelésében jelentős szerepet játszik a közlekedés. Hazánk is elérte a városi lakosság arányszámának európai átlagát. Ma már az ország lakosságának 60 százaléka városlakó, és ez az arány növekedni fog. A városokon belül és a települések között is szükségszerűen növekszik a forgalom. Ez elsősorban személygépkocsi forgalmat jelent. Ennek eredményeképpen a csúcsórákban forgalmi akadályok nehezítik az időbeni eljutást, és a szennyezettség mértékének a növekedését. A városok levegőminőségének romlása, a forgalmi káosz és a zajterhelés vezetett oda, hogy az agglomerációs övezetekbe költöznek ki a lakosok. Ez azonban újabb utak megépítését kényszeríti ki, és így újabb forgalmat generál. Magyarország kis ország, jó adottságú vasúthálózattal. A legutóbbi évtizedekig meghatározó súlyt képviselő vasúti közlekedés 7800 km hosszú hálózatát a Budapest központú sugaras szerkezet jellemzi. A vasút súlya továbbra is meghatározó, részesedése a személyszállításban 28,3%, míg az áru fuvarozásban 29,5%. (Csillag, [2003]) A vasút jelentősége azonban, főleg a személyszállításban, az utóbbi évtizedekben csökkent. Ennek oka a közúti fuvarozás és a szállítási igények változása, az átfogó vasúti fejlesztések elmaradása, valamint a csak legszükségesebb karbantartásra szorított üzemvitel. A leromlott műszaki állapot és a forgalmat egyéb módon befolyásoló tényezők – a pályasebesség, az elöregedett, korszerűtlen gördülő állomány és a kisforgalmú szárnyvonalak működésének fenntartása – akadályozzák a gazdaságos és versenyképes vasútüzemet.

Ez a tendencia nem tartható sokáig. Ha javítani szeretnénk az emberek életminőségén, és a környezet terhelését csökkenteni igyekszünk, akkor a vasúti közlekedés fontossága növekedni fog.

A kedvező közlekedés-földrajzi helyzetből adódóan az ország területén haladnak át a kelet-nyugati és az észak-déli kereskedelmi útvonalak. A nagy európai tranzit útvonalak közül – a TEN-hálózat részeként – az országot három Helsinki-folyosó (IV-es, V-ös és a VII-es) szeli át, és további három folyosó (V/B, V/C és a X/B) kiindulási pontja is itt található.

Ezen útvonalak jelentősége az európai integrálódási folyamat kiteljesedésével tovább nő, ami a regionális kapcsolatok további fejlődését segíti elő.

A korszerű vasúti áru fuvarozással szemben támasztott igények jobb kiszolgálását az uniós ISPA és PHARE támogatással folyamatban lévő vonalrekonstrukciók, és a pályavillamosítás szolgálja a nagy vasúti határátkelőhelyeken már évek óta működő terminálok folyamatos fejlesztése mellett. Ezzel párhuzamosan folyik a vasútbiztonsági és forgalomszervezési létesítmények korszerűsítése is. A fejlesztéseknek együttesen kell szolgálniuk a környezet védelmét, az elérhetőség javulását, a szervezhetőbb vasúti tranzitforgalmat, és jelentősen hozzájárulnak az EU vasúthálózatával történő hatékony együttműködéshez is.

Az új fejlesztések, vonalkorszerűsítések megkívánják a vasúti közlekedés környezeti hatásaink pontos ismeretét. A korszerűsítések a legkritább esetben jelentenek új nyomvonalon való új pályaépítést, sokkal inkább a több, mint száz éve meglévő vasútvonal 21. századhoz való alakítását. A régi pályából kikerülő anyagok esetében fontos tudni, hogy milyen veszélyeket rejt a sok éve pályában lévő és onnan kikerülő zúzottkő és egyéb bontási anyag. A vonalkorrekció miatt elhagyott pályaszakaszok

felvetik azt a kérdést, hogy milyen ökológiai állapotban marad hátra maga a pályatest, mire használható a felhagyás után.

A vasúti közlekedésnek az egyéb közlekedési módokhoz képest környezetbarát voltát számos tény igazolja. Mérési és statisztikai adatok bizonyítják, hogy a vasúti üzem jellemzői lényegesen kedvezőbbek, mint a közúti vagy a légi közlekedésé.

Az előnyöket ismerve is számolni kell azzal, hogy a vonatforgalom, az üzemi és szállítási feladatok folyamatosan terhelik a vasúti pálya környezetét, és ez különféle hatásokban nyilvánul meg. Ezek közül a legkellemetlenebbek azok, amelyek szennyeződések formájában jutnak a vágányok közvetlen környezetébe, de veszélyeztethetik közvetve a távolabbi környezetet is.

Kutatási munkámban arra keresek választ, hogy milyen viszonylag egyszerű és könnyen kezelhető módszerrel lehet a vasúti pálya környezeti állapotát bemutatni, hogyan lehet nyomon követni az állapotváltozást, és mindez milyen eredményt hozhat a MÁV Rt. környezetgazdálkodásában.

A dolgozatom készítése közben felmerült személyes problémák miatt a doktori folyamatot megszakítottam, és határidő-módosítást kértem. Ezért jelenik meg az értekezésemben az Európai Unió tagságunk előtti és utáni értékelés is, mivel a vizsgálataim az uniós csatlakozásunk előttre estek, a dolgozatom beadása idején pedig már az Európai Unió tagállamának normáit követő vasútról kell szólnom.

A kutatást a később részletezendő okok miatt a vasúti ágyazatra korlátozom, és a magyar vasúti vonalhálózat jellemzőit veszem alapul. Mindezt azzal a céllal teszem, hogy az állapotelemzés után javasolhassak egy olyan rendszert, amelyet a MÁV Rt. ténylegesen is használhat majd annak érdekében, hogy a környezet védelme szempontjából fontos hulladékszegény technológiát továbbfejleszthesse a pályafenntartási gyakorlatban. Az értekezésem ehhez a rendszerhez vezető pálya környezetállapotának elemzéséről szól. A javasolt rendszer pedig a vasúti pálya környezetállapot monitoring rendszere, amint a későbbi fejezetekben ezt részletesen kifejtem.

2. A probléma megfogalmazása

A kutatási szakterületem családi kötődések okán mindig a vasúti pálya volt. Építőmérnöki diplomamunkámat a vasúti terhelések növekedésének a hatására jelentkező sínfeszültségek méréséről és értékeléséről írtam. (Koren [1972])

Egyetemi doktori disszertációm témája a vasúti pálya műszaki állapotától függő pályafenntartási rendszer kidolgozásának elmélete volt. (Koren [1990])

A vasúti pálya környezeti kérdéseivel 1993 óta foglalkozom. A jelenlegi kutatási téma is erre az időszakra vezethető vissza, a korai munkák, laboratóriumi vizsgálatok eredményei hívták fel a figyelmemet arra, hogy a vasúti pálya környezeti kérdéseivel komplexen, hálózati szinten kell foglalkozni. Három szempontot említek, amelyek a jelenlegi kutatási téma felé terelték a figyelmemet.

2.1. A vasúti közlekedés sajátosságaiból adódó környezetvédelmi kérdések

A vasúti pálya műszaki állapota és környezeti állapota két külön fogalom, és noha számos szállal kapcsolódnak egymáshoz, a különbségeket fontos megismernünk.

A vasúti pálya műszaki állapotát a

- pálya szerkezete,
- geometriai állapota,
- a felhasznált anyagok minősége,
- a pályán áthaladó és átadódó terhelések,
- időjárási viszonyok

befolyásolják.

Az állapot minőségét ma már gépesített mérésekkel ellenőrzik (KTMF [1986]), és számítógépes rendszer (PÁTER rendszer) segítségével tervezik meg a szükséges beavatkozásokat. (Koren [1991]) Egyik pályakarbantartó beavatkozás az ágyazatrostálás. Erre akkor kerül sor, ha a vasúti ágyazat műszaki értelemben szennyezett, és a feladatát ebben az értelemben nem tudja ellátni.

Ez a szennyezettség nem környezetvédelmi hanem műszaki kategória!

Vasútépítési-fenntartási szempontból egészen új ágyazat is lehet szennyezett, ha sok apró szemű alkotórész kerül bele (pl. alépítményi hibák miatt), tehát *mechanikai szennyezettségről beszélünk.*

A pályában hosszú ideig fekvő ágyazat környezetvédelmi szempontból is lehet szennyezett, ekkor *kémiai és biológiai szennyeződések* is előfordulnak benne.

Ez a kettősség sokszor okozott zavart az ágyazatrostálások során, különösen a környezetvédelmi jogi szabályozások változásával.

2.2. A környezetvédelmi jogi szabályozások változása

A korábbi gyakorlatban az építőmérnöki szempontból szennyezetté, feladata ellátására alkalmatlanná vált ágyazatot a rostálás során megtisztították az apró frakciótól, és ezt a rostológép a vasúti pályatest mellé, a talajra, rézsűre szórta. Ez az eljárás még ma is használatos.

Az újabb típusú ágyazatrostáló gépek a kirostált anyagot szállítószalagra, majd tárolókocsikba juttatják, és a helyszínről elszállítják, tehát a vasúti pályáról kikerül. Az alábbiakban azért írok részletesebben a jogszabályokról, hogy érzékeltessem: az elkezdett kutatási munka során a jogszabályok által irányított környezeti megítélés folyamatosan változott.

A veszélyes hulladékokról szóló 102/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet megjelenésekor jelentkeztek az első komolyabb gondok. A rendelet megkövetelte a veszélyes hulladékok nyomon követhető szállítását és ártalmatlanítását annak ismeretében, hogy a bontásáig hol és mennyi ideig feküdt a vasúti pályában. A rendelet megjelenéséig ez nem történt meg, aminek következtében sokszor különböző életkorú és minőségű ágyazat rostálási maradékát összekeverték, nem lehetett tudni, hogy valójában veszélyes hulladék-e vagy sem. Az említett rendelet 3. § (2) szerint a mellékletében leírt veszélyességi jellemzők bármelyikével rendelkező, ismeretlen szennyezettségű hulladékot a minősítéséig I. veszélyességi osztályúnak kellett tekinteni. A hulladékminősítő vizsgálatokat nem egy egységes technológiára, hanem alkalmi bontásokra végeztették, és mivel az átépítéseknek időben el kellett készülni, a laboratóriumi eredmények megszületéséig sokszor vasúti kocsikban vagy állomási területen, depóniákban vártak sorukra a rostálási maradékanyagok.

Ehhez az első állapothoz képest 2002. január 1-jével változott a helyzet, amikor hatályossá vált az *Európai Hulladék Katalógus (European Waste Catalogue, EWC)*. Közben megjelent a *Hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény*, amely 2001. január 1-jén lépett hatályba. Ez a törvény segíti a nemzetközi elvárásoknak megfelelő hulladékgazdálkodási rendszer kialakítását, kiemelten fontosnak tartja a *keletkező hulladék mennyiségének és veszélyességének a csökkentését, a hulladék hasznosítását az ártalmatlanítással szemben, ezzel a megelőzésre helyezi a hangsúlyt.*

Ezeket az elveket szem előtt tartva készült el az *Országos Hulladékgazdálkodási Terv* is.

A hulladékgazdálkodási törvény 3. § a) pontja szerint a *„hulladék: bármely, az 1. melléklet szerinti kategóriák valamelyikébe tartozó tárgy vagy anyag, amelytől birtokosa megválnik, megválni szándékozik, vagy megválni köteles.”*

A vasúti zúzottkő esetében fontos megjegyeznünk a 3. § i) pontját is, amely szerint *„újrahasználat: a termékeknek az eredeti célra történő ismételt felhasználása, a többször felhasználható, újra tölthető termék a forgási ciklusból történő kilépéskor válik hulladékká.”* Tehát a zúzottkő, illetve rostaalja mindaddig nem számít hulladéknak, amíg a pályából ki nem kerül.

Az Európai Hulladék Katalógus kihirdetése hazánkban a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelettel történt meg, így 2002. január 1-jével jelentősen átalakítva az eddigi gyakorlatot, megszűntek a veszélyességi osztályok (I., II., III.), helyettük az EWC Alaplistában

felsorolt, a nemzetközileg megállapított veszélyességi jellemzők bármelyikével rendelkező hulladékok a kódszám mellett (*)-gal vannak megjelölve.

Ezen a hulladék Alaplistán már szerepel a vasúti ágyazat:

- 17 05 07* veszélyes anyagokat tartalmazó vasúti pálya kavicságya;
- 17 05 08 vasúti pálya kavicságya, amely különbözik a 17 05 07-től.

Annak eldöntése, hogy az adott hulladék a két kódszám közül melyikkel azonosítható, a hulladék veszélyességi jellemzői alapján történhet meg.

A vasúti üzem sajátosságai miatt, minden előzetes vizsgálat nélkül is feltételezhető, hogy vannak a vasúti pályának olyan szakaszai, amelyek kevésbé, és vannak, amelyek súlyosabban szennyezettek.

A hulladékszegény technológia elve sérül azzal, ha a használt zútottkő elszállításakor erősen szennyezett ágyazati anyagot keverünk össze csaknem tiszta ágyazattal, ahogyan ez a pályakorszerűsítéseknél általában történni szokott.

2.3. Az Európai Unió vasúti közlekedéssel kapcsolatos elvárásai

Jelenleg Magyarországon a vasúti közlekedés részaránya a többi közlekedési ág között kedvezőbb, mint Nyugat-Európában. Az EU irányelvekkel megegyezően az a közlekedéspolitikánk célja (www.gkm.hu [2005]), hogy ennek az aránynak a romlását megakadályozza.

Amint a bevezetőben is említettem, az összeurópai közlekedési hálózatot alkotó közlekedési korridorok közül hat is érinti Magyarországot.

Az 1997-ben Helsinkiben tartott Harmadik Összeurópai Közlekedési Konferencián jóváhagyták az európai közlekedési folyosókat:

- IV. Helsinki folyosó: Pozsony/Bécs–Budapest–Konstanca/Szaloniki;
- V. Helsinki folyosó: Trieszt/Koper–Ljubljana–Budapest–Ungvár;
- V/B Helsinki folyosó: Fiume–Zágráb–Budapest;
- V/C Helsinki folyosó: Plocse–Szarajevó–Eszék–Budapest;
- VII. Helsinki folyosó: Duna;
- X/A Helsinki folyosó: Belgrád–Újvidék–Budapest.

Magyarország kötelezettséget vállalt a Helsinki folyosók kiépítésére, tehát a hálózatfejlesztés nem kerülhető el. Ez a következő vonalakat érinti (Mangel [2002]):

- IV. Budapest–Hegyeshalom vasútvonal további korszerűsítése (ISPA);
- V. Zalalövő–Ukk–Boba vonalszakasz korszerűsítése (ISPA), a 2001-ben üzembe helyezett Hodos–Zalalövő új vonal folytatásaként,
- Budapest–Cegléd–Szolnok–Lökösháza (ISPA);
- VI. Rákos–Újszász–Szolnok vasútvonal rehabilitációja (EIB).

Fentiekén kívül még Cegléd–Szeged, Budapest–Vác–Szob, Budapest Ferencváros–Soroksár rehabilitációja folyik, és további hat vonal középtávú fejlesztése tervezett.

A vasút korszerűsítését négy nagy forráscsoport biztosítja:

- *Költségvetési támogatások* és az állam által felvett hitelek biztosítják a forrás 45 százalékát.
- *Az Európai Unió PHARE és ISPA forrása:* 1998 óta a Helsinki folyosók vasúti pályáinak korszerűsítését 7 százalékban támogatta, de az összeg és a részarány a következő években jelentősen nőni fog.
- *MÁV Rt.-hitelek:* a beruházások 37 százalékát finanszírozzák.
- *Egyéb források:* (pl. vagyonhasznosítás: bevételek) a beruházások 11 százalékát fedezték.
- *Kohéziós Alap:* Magyarország EU csatlakozását követően az eddigi támogatási formákat felváltotta a Kohéziós és Strukturális Alapok nyújtotta lehetőség, amely a korábbiaknál lényegesen nagyobb mértékű.

A MÁV Rt. EU-konform átalakításának elfogadott programja szerint 2003. január 1-jétől a vasúttársaságon belül elkülönült az *infrastruktúra-üzemeltető*, és vasúti személyszállítási, áru fuvarozási és vontatási *szolgáltatásokat nyújtó* üzleti ág. Ez azt jelenti, hogy bármely vasúti szolgáltatást nyújtó vállalkozás számára megfelelő díj megfizetése ellenében lehetővé kell tenni a vasúti pályák igénybevételét. (Pál [2002]) Az *infrastruktúra-üzemeltető* szerteágazó feladatainak sorában fontos szerepe van a környezetvédelemnek. Ahhoz, hogy a szolgáltatóval szembeni igényeket meg lehessen fogalmazni (karbantartott járműpark, szennyezésmentes pályahasználat), és a vétségeket költségekben kifejezve számon lehessen kérni, egy átfogó környezetállapot monitoring rendszerre van szükség, ami naprakészen mutatja a pálya állapotát, és kiszűri a nemkívánatos, környezetet befolyásoló eredményeket.

A rendszer kidolgozásához a következő lépések vezetnek:

- elemeznem kell, hogy milyen jellemzők írják le a vasúti pálya környezeti állapotát általában;
- vannak-e sajátosan magyar jellemzői a szennyezéseknek;
- milyen módon lehet mérni, értékelni, bemutatni ennek a speciális vonalas létesítménynek a környezetállapotát;
- megengedhető-e az, hogy csak az ágyazat szennyezettségével foglalkozzam, valóban az-e a legjellemzőbb;
- milyen közelítések tehetők a szennyezettség fokának mérésére, és a mérések sűrűségére;
- összeköthető-e a környezeti monitoring rendszer a már meglévő és jól működő műszaki állapotot figyelő, és leíró rendszerekkel?

Az itt következő munkámban ennek a kérdéskörnek a vizsgálatával foglalkozom.

3. Alkalmazott kutatási módszerek

Céлом a vasúti pálya környezeti elemzése útján olyan környezetállapot-megfigyelő (monitoring) rendszer alapjainak a lerakása, amelyik kiépítése és bevezetése esetén az előző fejezetben vázolt problémára megoldást jelent.

Ennek érdekében a következő módszereket használtam a munkám során:

- *Irodalomkutatás*

Angol, német és magyar szakirodalmat tekintettem át. A téma eléggé behatárolt volta miatt a szakfolyóiratokban, interneten nemcsak a pálya környezetállapotára vonatkozó irodalmat, hanem elsősorban a vasúti ágyazat újrafelhasználásával kapcsolatos kérdéseket vizsgáltam. A nemzetközi vasúttársaságok kutatási jelentéseit a MÁV Dokumentációs Központban kaptam meg betekintésre.

A témához kapcsolódóan sok jogszabályt, törvényt, szabványt tanulmányoztam.

- *Régebbi szakmai munkáim tapasztalatainak a felhasználása, elemzése*

1972 óta folyamatos a munkakapcsolatom a MÁV Rt. vasúti pályás szakszolgálatával. A vasúti pályát érintő jelentős változásokhoz kötődő kutatásokban témavezetőként, vagy a munkacsoport tagjaként vettem részt. (KTMF [1986], Koren [1991], KTE [1992], Bauconsult [1992], Koren [1996]) A környezetvédelem fontosságának előtérbe kerülésével egyre nyilvánvalóbbá vált, hogy a vasúti ágyazat környezeti kérdéseivel foglalkozni kell. A munkákban való részvételem lehetővé tette, hogy sok ezzel kapcsolatos laboratóriumi vizsgálati eredményt megismerjek, amikből a jelenlegi munkám elkészítéséhez szükséges feltételezéseim adódtak.

- *Kérdőívek*

A téma EU-csatlakozási kötődése miatt célszerűnek tartottam az európai társvasutakat kérdőívvel megkeresni, hogy megtudjam, van-e hasonló elképzelésük egy pálya monitoring rendszer építéséről.

- *Elméleti feltételezés – gyakorlati bizonyítás*

A vasútépítési-fenntartási gyakorlatban szerzett ismereteim alapján feltételeztem, hogy

- a) a régi vasúti ágyazat is lehet ökológiailag veszélytelen, illetve a pályán folyó tevékenységek számszerűsített értékeivel jellemezhető;
- b) a kapott értékek laboratóriumi vizsgálatokkal ellenőrizhetők;
- c) fentiek támogatásával monitoring rendszer alakítható ki.

1998-ban erre alapozva a vezetésemmel kutatási-fejlesztési munka kezdődött a mai egyetem elődjén, a Széchenyi István Főiskolán, a MÁV Rt. Pályavasúti Igazgatóság megbízásából. A három éves munka alatt a Környezetmérnöki és az Építő- és Településmérnöki Tanszéken dolgozó munkatársaim voltak a segítségemre.

- *Statisztikai vizsgálatok*

A rendelkezésemre álló laboratóriumi eredményeket a matematikai statisztika módszerével vizsgáltam, azt bizonyítandó, hogy a szennyezések nem hely-, hanem üzemtechnológia-függőek, és az egész országra kiterjeszhető a vizsgálatok eredménye. A vizsgálat elvégzéséhez és eredményeinek bemutatásához szükséges ábrák elkészítéséhez a STATA 8.2 statisztikai szoftvert használtam.

- *A rendszerépítés technikái*

A monitoring rendszer a Környezeti Irányítási Rendszernek (KIR) egyik alrendszere. A MÁV Rt. stratégiájában szerepel a KIR rendszer széleskörű kiépítése. A vasúti vágányok geometriai állapotának figyelésére és a szükséges beavatkozások jelzésére és megtervezésére már működik egy számítógépes rendszer (PÁTER), ami kis továbbfejlesztéssel környezetirányítási rendszerré alakítható át (Horvát [1995/2]). A KIR teljes kiépítése után azonos hardverbázisú, egymást támogató, komplex döntésszolgáltató, beavatkozást tervező objektív rendszerré válhat.

A vasúti pályára alkalmazható környezeti monitoring rendszer építéséhez segítséget nyújtott a hasonlóképpen rendszerszemléletű munkáltatást javasló egyetemi doktori disszertációm készítése során szerzett tapasztalat is. (Koren [1990])

4. Irodalmi áttekintés az európai vasúti környezetvédelem helyzetéről, és a pálya anyagainak újrahasznosításáról

A társadalomban tapasztalható növekvő érzékenység a környezeti problémák iránt, valamint a mindenütt szorító gazdasági helyzet egy sor új döntésre kényszerítette a vasúti vállalatokat. Európában a legtöbb helyen szétvált a vasúti üzemeltetés az állami tulajdonban maradt infrastruktúrától (pálya és tartozékai) és profitorientált vállalatok kezébe került. Működésüket tehát a mindenkori piaci törvények határozzák meg.

A „környezetbarát”, „környezetkímélő” közlekedés ideája meggyőző tényező lehet a konkurenciaharcban. Az új vonalak építésének – elsősorban a nagysebességű európai pályák esetén –, de a német egyesítésnek, a DB és DR vasúttársaságok egyesítésének is komoly környezetvédelmi vonatkozásai voltak.

Időközben minden országban új és szerteágazó környezetvédelmi szabályozás lépett életbe. Ami eddig megszokott, hétköznapi dolognak számított, az lehet, hogy ettől kezdve törvénybe ütköző. Ez is volt az oka annak, hogy a nemzetközi vasútszervezet, az UIC 1992-ben az európai vasutak szakembereiből álló Környezetvédelmi Csoportot hozott létre. A cél az volt, hogy közös munkával javaslatokat, állásfoglalást és irányelveket dolgozzanak ki annak érdekében, hogy összehangolják a tagvasutak környezetvédelmi tennivalóit.

4.1. Az UIC környezetfilozófiája

A folyamatról, annak eredményeiről szóló beszámolóknak egy egész kiadványt szentelt a Rail International az 1995. májusi számával. Ebben fogalmazódik meg az UIC környezetvédelmi politikája. Ennek a legfontosabb sajátosságai a következők:

- a tagvasutak környezetpolitikájának összehangolása;
- környezetvédelmi koordinátorok rendszeres találkozója;
- energiafogyasztás és levegővédelem kérdései;
- veszélyes áruk és anyagok szállítása;
- veszélyes anyagok kezelése;
- környezeti hatásvizsgálatok kérdéskörének tárgyalása;
- EU direktíva javaslatok;
- környezetvédelmi részjelentések készítése;
- környezetvédelmi életciklus elemzések kifejlesztése.

Az első Környezetvédelmi Koordinátorok Megbeszélésén 1994-ben megállapodtak a vizsgálandó témakörökben, ezek között volt a

- veszélyes áruk szállítása,
- zaj- és rezgéshatások,
- energiafelhasználás,
- közlekedési módok összehasonlítása,
- hatásvizsgálatok,
- közös környezetvédelmi politika, talaj- és vízvédelem.

Ebből láthatóan a nemzetközi vasúttársaságot, az UIC-t is az a problémakör foglalkoztatta, ami a tagvasutaknál addigra már körvonalazódott.

Az UIC környezetvédelmi biztosa. (Ellwanger [1995]) követendő példaként idézte a Riói Konferencia elvét, miszerint a nemzeti hatóságoknak azon kell fáradozniuk, hogy előmozdítsák a környezeti költségek és a gazdasági eszközök nemzetközivé válását, figyelembe véve, hogy a szennyezőnek kell a szennyezésből eredő költségeket viselni.

4.2. Az európai vasutak és a környezetvédelem

A következő szakirodalmi vizsgálat kiindulópontját az a kérdőív képezte, amit a társvasutaknak elküldtem.

A kérdőívek azt tudakolták, hogy

- van-e írott környezetvédelmi stratégiája a megkérdezett vasúttársaságnak,
- milyen újrahasznosítási elve, illetve gyakorlata van,
- működtetnek-e már környezeti menedzsment rendszert, illetve minőségbiztosítási rendszert (ISO 14000 és ISO 9000 szerint),
- milyen zúzottkő-tisztítási eljárást használnak,
- része-e a pályagazdálkodásuknak a környezeti monitoring eredményeinek figyelembevétele.

A dán, holland, belga, finn, norvég, német, osztrák vasúttársaságoktól kaptam választ, néha egyszerűen csak rövid, nemleges választ a környezeti monitoring rendszerre vonatkozó kérdésre, néha utalást az interneten is elérhető környezeti jelentésükre.

Időközben megjelent az UIC által végzett hasonló felmérések eredménye is. (Hüber et al. [2002], Sagevik et al. [2004])

4.2.1. Az UIC megállapításai

Az UIC Környezetvédelmi Csoportjának kérdőíve, amelyet 22 vasúttársaságnak küldtek el (köztük a Magyar Államvasutaknak is), szintén tartalmazta azt a kérdést, hogy van-e KIR rendszere a társaságnak, milyen környezettel kapcsolatos problémákkal foglalkoznak. Az UIC felmérése hasonló eredményre jutott, mint én a saját felméréssel.

- Kevés volt a környezetvédelemmel foglalkozó munkatárs általában a vasutaknál abban az időben, amikor a felmérés készült, mintegy 2,5 fő/1000 alkalmazott.
- A környezetállapottal kapcsolatos méréseikről, intézkedéseikről kérdezve a talaj és víz veszélyeztetését, a hulladék, zaj problémáját említették, mint jövőben megoldandó fontos feladatot.
- Öt vállalatnak volt KIR rendszere, de a megkérdezettek kétharmada tervezte, hogy bevezeti majd (köztük a MÁV is).

Az UIC a felmérés alapján tervezi a fenntarthatóság környezeti indikátorainak bevezetését a vasúti szektorban.

Elsőre 5 indikátort javasolnak bevezetésre:

- megújítható energiahasználat aránya,
- energiafelhasználás,
- CO₂-emisszió,
- zajhatások,
- földhasználat.

Ezek közül a témát, a vasúti pálya környezeti megítélését elsősorban az ötödik a földhasználat érinti pozitívan, hiszen a vasút területfoglalása kedvezőbb, mint a közúté.

Az itt következő leírások egyrészt a társvasutaknak szétküldött kérdőívekre kapott válaszok, másrészt a fellelhető irodalom alapján alakultak.

4.2.2. Dán Állami Vasutak (DSB)

A Dán Államvasutak szinte elsőként ismerte fel a környezeti menedzsment rendszer fontosságát. 1993-ban hat önálló egységre vált szét a DSB egy ügyvezető igazgató felügyelete alatt. Az infrastruktúra így leválasztódott az üzemviteli feladatokról. Ez azt jelentette, hogy a környezetvédelmi tevékenység beépült az új egységek mindennapi életébe. A legfelső szinten született meg a döntés, hogy környezeti menedzsment rendszert vezessenek be az egész vasúttársaságra. (Andersen et al. [1995]) Mindegyik részvállalatnál elkezdődtek az ezzel kapcsolatos tevékenységek, elsőként a vállalati környezetvédelmi politika megfogalmazása a vasúttársaság általános környezetvédelmi terve alapján. Elkezdték a környezeti hatások leltározását és prioritási sorrendjének a felállítását, a vállalati működési célok megfogalmazását és a környezetvédelmi tevékenységi tervek előkészítését.

Egyre több ipari vállalat lát abban előnyt, hogy rendszerszerűen dolgozik, a környezeti menedzsment eljárási rendje alapján. Nagyon sokan hivatalos elvárások vagy a vásárlói igények nyomása alatt kényszerültek rá, hogy a minőségbiztosításhoz hasonlóan kiépítsék a környezetirányítási rendszert is.

Ez a trend várhatóan eléri az összes vasúttársaságot. Ezen a szinten jobbra hagyományos menedzsment eszközök használata válik szükségessé, hogy megfeleljenek mind az infrastruktúra, mind az üzemeltetés vállalati elvárásainak.

Miután a környezeti teljesítmény versenyképességi paraméterként használható, bizony meg kell fontolnia a vasúttársaságoknak a környezeti menedzsment alkalmazását, mint az előremutató üzleti stratégia eszközét.

4.2.2.1. A Dán Állami Vasutak környezetpolitikája

A környezetpolitikát leghitelesebben az általuk közöltek pontos fordításával ismerethetem.

„A DSB a közlekedési szolgáltatásában csökkenteni fogja a környezeti káros hatásokat. Ezt azzal fogja elérni, hogy a dán társadalomnak versenyképes közlekedési szolgáltatásokat kínál minimális környezetkárosító hatással és minimális nyersanyagfogyasztással. Ha ebben sikeresek leszünk, akkor a társadalomnak maximális mobilitást nyújthatunk minimális környezeti költségért.

Nyilvánvalóvá tesszük, hogy a személy- és teherfuvarozásban nyújtott szolgáltatásaink elsősorban olyan termékeken alapulnak, amelyek környezetvédelmi szempontból sokkal vonzóbbak, mint más közlekedési ágazaté. Bemutatjuk, hogy minden, a DSB szervezetét működtető tevékenység tervezése és kivitelezése a természet és környezet érdekeit figyelembe véve történik.

Ennek eredményeként

- a teljes DSB szervezetre érvényesen működtetett környezeti menedzsment rendszer útján biztosítjuk, hogy minden környezetvédelmet érintő törekvésünk minden környezeti szempontra kiterjed és prioritást élvez
- megelőzzük a környezeti problémák megjelenését azzal, hogy a környezeti megfontolásokat beépítjük a közlekedés tervezésébe, a fejlesztésbe és a beszerzési eljárásokba
- szem előtt tartjuk a DSB működésével előhívott környezeti hatások csökkentését
- minden érintett alkalmazottunkat minden szinten kiképezzük és bevonjuk a környezetvédelmi munkába
- párbeszédet kezdünk a környezeti körülményekről vevőinkkel, kiszolgálóinkkal, a hatóságokkal, a Dán Vasút Ügynökséggel és a szomszéd tagvasutakkal." (DSB [1998])

A környezetpolitika minden vasúttársaságnál szinte azonos, hiszen maga a tevékenység is az. Ezért a továbbiakban csak a MÁV Rt. Környezetpolitikáját ismertetem majd.

4.2.2.2. Újrahasznosítási elvek a Dán Állami Vasutaknál

1997 óta a dán vasúttársaság éves környezeti jelentésben számol be az energiateljesítményről, és a hulladékokról. Az évek során az adatok pontossága a környezetvédelmi adatbázisuknak köszönhetően számottevően növekedett. A hulladékkezelési módszerektől függően négy kategóriában adják meg az adatokat:

- speciális hulladékkezelési adatok,
- égetés adatai,
- lerakás adatai,
- újrahasznosítási adatok.

Három alapvető kemikáliakategóriát különböztetnek meg a vegyszerhasználatoknál:

- herbicidek,
- ammóniumtartalom a jégmentesítéshez,
- tisztító- és kenőanyagok.

A későbbiekben az UIC vasúttársaság ajánlására környezeti indikátorok bevezetését tervezik.

4.2.3. Holland Vasutak (NS)

Amint a többi vasúttársaság, úgy az NS is radikális változásokon ment keresztül az EU 91/440 Direktívának eredményeként, ami nemcsak az NS közönségkapcsolatát, hanem az egész vasúttársaságot is mélyen érintette.

Szervezeti változások

Az EU 91/440 Direktíva eredményeként a következő változások történtek az NS-nél:

- A személy- és teherszállítási osztály önálló üzletgazgatóság lett, amelynek az a feladata, hogy gazdaságosan működjön a szállítási piacon.
- A Vasúti Infrastruktúra Menedzsment a szervezeten belül mint egy funkcionális egység működik, feladata a vasúti infrastruktúra menedzselése az állam irányítása alatt.
- Az NS vontatás szintén önálló üzletág lett, amelyik a vontatásért felel, azt működteti a Személy- és Teherszállítási Üzletgazgatóság instrukciói szerint.

Mindezek mellett és együttműködve velük dolgozik egy kis menedzsment egység, amely a hosszú távú környezetvédelmi stratégiafejlesztésért felel és lehetőséget teremt a vasúttársaság különböző szektorai közötti kooperációra, de nincs önálló környezetvédelmi struktúrája a vasúttársaságnak. Helyi környezeti menedzsment rendszere viszont van.

4.2.3.1. A felépítményi anyagok újrahasznosítása

Nincs speciális határérték a vasutakra nézve. Minden használt anyagot, mint az egész országban más anyagokat is, gazdaságossági elven hasznosítanak újra:

- a régi vasúti acél- és vasanyagoknak csak 5 százaléka hasznosul;
- a faaljak nagy részét, 85 százalékát vasúton belül hasznosítják;
- a régi ágyazati anyagot 90 százalékban újra felhasználják, nem mindet vasúti területen.

Az ágyazattisztítási, előkészítési eljárást külső cég végzi, nincs speciális minősítésük az ágyazatra ágyazatszennyezéstől függően, tehát az általam javasolni kívánt K_A , K_B , K_C kategóriát nem ismerik, és nem használják. A környezeti menedzsment rendszer alapján gyűjtik, jegyzik a szennyezési adatokat, és a környezet védelmére általában a következő intézkedéseket hozzák:

- A jobban szennyező faaljakat betonra cserélik.
- Kutatásokat végeznek gyomirtó szer használatának csökkentésére.
- A külső cégeknek kiadott szennyezett ágyazat kezeléséről bizonylatot kérnek.
- Utólagos monitoringgal jegyzik a felbontott anyagok szennyezettségét.
- A monitoring eredményeit közlik az éves környezeti jelentésben.

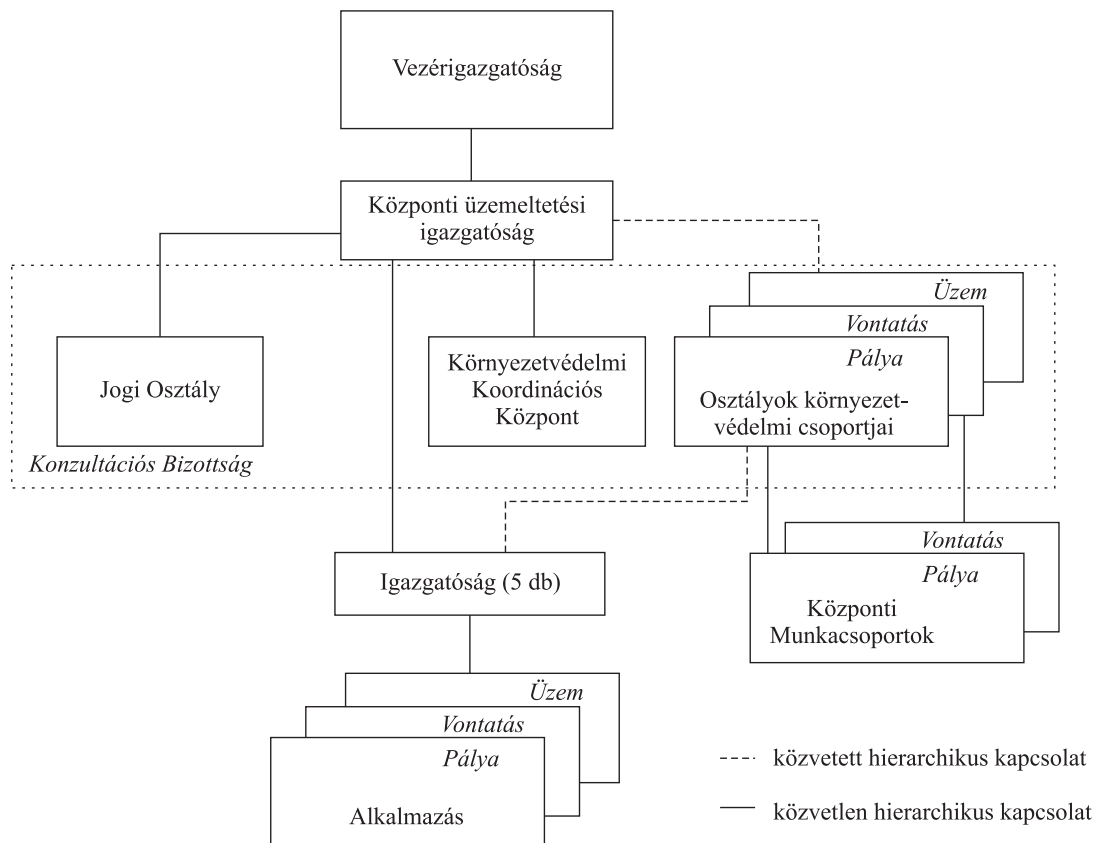
4.2.4. Belga Vasutak (SNCB)

Néhány évvel ezelőtt a környezetvédelmi jogi elvárások nem voltak nagyon szigorúak Belgiumban, de az Európai Közösség környezetvédelmi politikája minden tagállamra hatással volt és mindenütt új környezetvédelmi szabályozást vetettek be. Ez az esemény felgyorsította azok alkalmazását is Belgiumban.

A környezetvédelmi hivatal a Belga Vasutakon belül központi és decentralizált hivatalok alkotják. A központi hivatal (Környezetvédelmi Koordinációs Központ) környezeti stratégiával és ügygazgatással foglalkozik több szakosított hivatal szintjén, mint a vontató és szállító járművek karbantartása, az infrastruktúra és a vonalhálózat igazgatása.

A decentralizált hivatalok a stratégia és az igazgatás végrehajtásával foglalkoznak.

A környezetvédelem integrálódását az SNCB struktúrájába az 1. ábra mutatja. (Bontmind [1995])



1. ábra: A Belga Vasutak környezeti menedzsment szervezete

Hat hivatal (osztály) foglalkozik a vasútüzem, vontatás, infrastruktúra (pálya), gazdaság, utasszállítás és teherszállítás ügyeivel. Ezek közül három osztályon alakult környezetvédelmi csoport, amint az ábra is mutatja. Ezek a csoportok belső koordináció alapján működnek. Így pl. a zaj problémakörének menedzselése mindhárom osztály környezetvédelmi csoportját érinti. A zajszennyezést a vonatok és állomási tevékenységek okozzák, míg a hatóságokkal kapcsolatos tevékenység, a lakossági ügyek és a mérések az infrastruktúra osztály feladata. Ugyanakkor a vízvédelem a Vontatáshoz tartozik, mivel a legtöbb vizet terhelő tevékenység a járműjavítóknak történik.

4.2.4.1. A belga vasút újrahasznosítási gyakorlata

A kérdőívre kapott részletes válaszból megtudtam, hogy az újrahasznosításnak a többi vasúthez hasonló rendszere alakult ki.

Az újrahasznosításba fém, műanyag, fa, beton elemeket is bevonnak. Itt csak azokat közlöm, ami saját kutatási munkámmal releváns, vagyis az ágyazatminőséghez köthető anyag-újrafelhasználást.

Faaljak

Hálózatukon jelenleg 60% a fa, főleg tölgy és kb. 40% a beton.

A belga vasúthálózaton lényegében három különböző típusú fát használnak:

- tölgyet: a hálózat legnagyobb részében
- bükköt: kb. egy évtizede már nem rendeltek
- egzotikus fafajtákat pályaszerkezeteknél.

A faaljak nagy hátránya, hogy érzékenyek a külső behatásokra, főként a nedvesség változására. Jelenleg az egyetlen lehetőség a gazdaságilag is megfelelő telítési kezelés.

Az újrahasznosítási és selejtezési lehetőségek a következők:

a) Eladás idegen félnek

Általában a pályában már nem használható faaljat kiselejtezik és eladják a raktárból.

Minőség szerinti készleteket állítanak össze. Például:

- kerítésfa,
- selejt faaljak.

Ami a „kerítésfa” minőségét illeti, a faaljak újrahasznosítási lehetősége javítható, miután eltávolították a fémrészeket róla (alátétlemez). Például a következő felhasználási lehetőség adódik:

- kerítéscölöpként,
- töltések aljának erősítésére,
- gyalogutak szegélyezésére,
- különböző szintű platók összekötésére.

A magyar vasúthálózaton megfelelő faanyag hiányában a betonalkak terjedtek el. A mellékvonalakon is régi betonalkakkal találkozunk, ezért ezzel a kérdéssel a saját kutatásomban nem kell foglalkoznom.

b) Hulladékként való hasznosítás

A vasúttársaság tudatában van annak, hogy a gyengébb minőségű faaljak eltávolítását csak a hulladék kezelésére jogosult cégekre bízhatja, elkerülve amennyire csak lehet, hogy lerakódóhelyekre, telepekre kerüljenek. Az újra nem használható faaljakat veszélyes ipari hulladéknak kell tekinteni, és ha szükséges, csak veszélyes hulladéktárolók fogadhatják.

Elég nehéz felbecsülni a faaljmennyiség hulladéktárolókba való elhelyezésének költségeit, mert ez évente változik.

Egyébként figyelembe kell venni azt az ökológiai alternatívát, amelynek célja csökkenteni a hulladéktárolók terhelését. *A felaprítás és a forgács elégetése* egy arra a célra engedélyezett berendezéssel a leginkább alkalmazott alternatíva.

Tűzifaként való eladása szigorúan tilos, tekintettel a telítőanyag miatti PCB tartalomra!

Betonaljok

A betonaljok nagy százalékát (72%) vasúton belül hasznosítják a faaljakhoz hasonló célra (a kerítésfa kategóriát kivéve). Csak a balesetek miatti összetört betonalkat adják át építőanyag-feldolgozó telepeknek.

Az ágyazat

A vasúti pályán a Belga Vasutak 25/40 méretű zúzottkő ágyazatot használ. Négy minőségi osztályt különböztetnek meg a pályák igényeinek megfelelően:

- I. A osztály: LGV vonal (nagy sebesség) nagy tisztaságú porfir zúzottkő;
- I. B osztály: UIC 1–4. vonalak (140 km/h) porfir;
- II. osztály: többi vonalon (homokkő);
- III. osztály: mellékvonalak.

A használt zúzottkő eltávolításakor két kategóriát különböztetnek meg:

a) Vegyileg tiszta ágyazat

A nyílt vonalon beépített ágyazat nem tartalmaz említendő mennyiségben semmilyen vegyi szennyezésű anyagot, kivéve a véletlenszerű szennyeződést (havaria; szennyezőanyag kiömlése). Értelmszerűen gondolhatjuk, hogy ez egy olyan szennyezés szempontjából mozdulatlan (nincs szennyezési mozgás) anyag, aminek magas az újrahasznosítási foka, következésképpen a vasúttársaság hulladékkezelési politikájának a célja ennek az ágyazatnak a maximális újrahasznosítása.

b) Vegyileg szennyezett ágyazat

Legfőbb szennyezési források a *szénhidrogének*. A szennyeződés a pályatest felületén jelenik meg. Egy sor veszélyeztetett területet feltérképeztek, a járművek (főleg dízel-mozdonyok) állomáshelyeit, ívekben levő pályaszakaszokat, ahová sínkenő berendezést telepítettek, nagy forgalmú dízelüzemű vonalakat, olajstandokat, lefejtőket, ahol a szennyezés állandó jellegű.

Fémek (Fe és Cu) szennyezhetik jelentősebben a pályát fékezési zónák, állomások, jelzők előtt.

A vegyileg szennyezett zúzottkő ágyazat hasznosítása

Akár szénhidrogén, akár fém a szennyezőanyag, ez az ágyazat nem hozható újra kereskedelmi forgalomba előzetes kezelés nélkül.

Két eltávolítási lehetőség kínálkozik:

- veszélyeshulladék-tárolóba, ha a hivatalosan engedélyezett határértéket meghaladja a szennyezettsége,
- megfelelő fizikai-kémiai kezelés (mosás pl. felületi feszültséget befolyásoló anyaggal).

Ebben a tekintetben nem született semmilyen egyezmény a vasúttársaság és valamely kezelő cég között.

Addig is, amíg erre vállalkozó jelentkezik, a hulladéktárolóban való elhelyezést alkalmazzák.

Mivel a hulladékgazdálkodás ügyének célja a termelt mennyiség maximális korlátozása, elsősorban az ágyazat vegyi és fémmel való szennyeződésének megelőzésére kell fektetni a hangsúlyt.

A szennyeződés megelőzésének különböző technikái:

- a szénhidrogént felszívó geotextíliák esetenkénti alkalmazása a veszélyeztetett területeken, ezekből többféle áll rendelkezésre a kereskedelemben;
- az olajlefejtők által okozott szennyeződés korlátozása, az elfolyt olaj visszavezetése zárt rendszerekben;
- a sínkenőanyag szennyező hatásának korlátozása, biológiailag bomló zsiradékok használatával (a közelmúltban elvégzett tesztvizsgálatok eredményesnek bizonyultak);
- a járművekre felszerelt kenők előnyben részesítése.

A vegyileg tiszta ágyazat hasznosítása

A pályákból eltávolított tiszta ágyazat legnagyobb részét eladják.

A kereskedelmi forgalomba kerülő ágyazat főbb felhasználási módjai:

- főleg területek kövezésénél (ösvények),
- területek talajstabilizációjánál (építőtelepek parkolói),
- közutak építésénél.

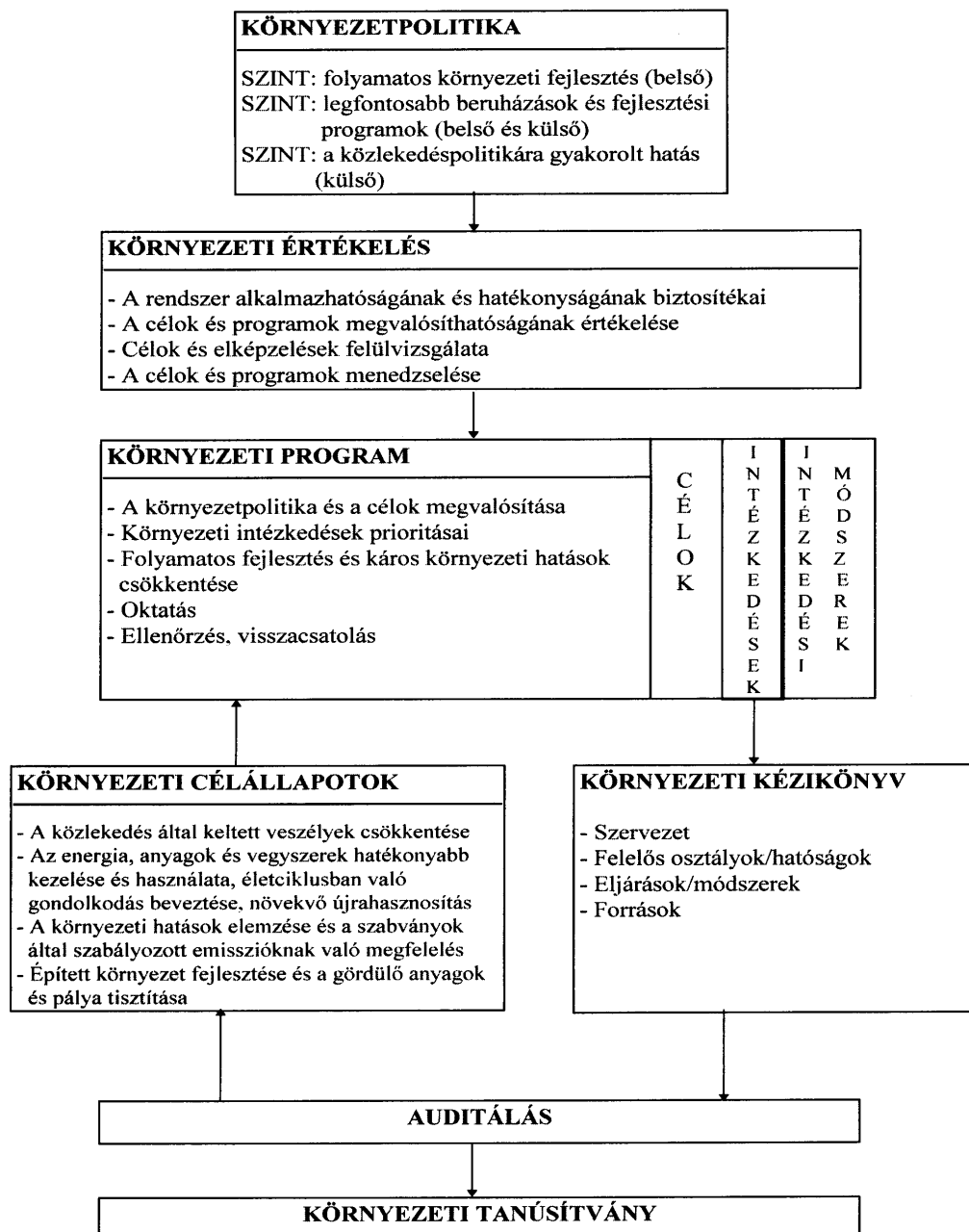
Kutatják a régi ágyazat újrafelhasználásának lehetőségeit az olyan betonelemek gyártásánál, ahol alacsonyak a technikai követelmények (burkolt árok, peronszegélyek). Szükséges műszakilag és gazdaságilag is tanulmányozni, hogy a gyártás milyen mértékben gazdaságos.

Véleményem szerint még ennél a vasúttársaságnál is csak ad hoc vizsgálatok folynak vasúti pályák felbontásakor. Hiányzik a szervezett megfigyelés, a monitoring, és a felhasználás sem megoldott. Károsnak tartom a hulladéklerakóba való szállítást nagy mennyiségben.

4.2.5. Finn Vasutak (VR)

A Finn Vasutak 1994 végére elkészítette a Környezeti Menedzsment Rendszerét (KMR). Ez az EMAS (Environmental Management and Audit Scheme) eljárási elven alapul. 1995-ben aktív alkalmazotti oktatás folyt a munkaprogram megvalósítása érdekében. A KMR a rendes ügyvezetés része, amelynek az a feladata, hogy a tervezés-megvalósítás-ellenőrzés folyamatát tartsa kézben a környezetvédelmi intézkedések terén. A gyakorlatban a döntési folyamatok az egyes osztályokon belül zajlanak, az osztály tevékenységének környezeti hatásait tekintve is.

Egy mindenki által átlátható működésű környezetvédelmi szervezetet hoztak létre annak érdekében, hogy az egész szervezetben az alkalmazott beavatkozások sorrendjét eldöntsék, segítsék a szervezett értékelést, továbbá, hogy megkönnyítsék és meggyorsítsák a kommunikációt. Ez a szervezet magában foglal egy Környezetvédelmi Menedzsment Csoportot (KMC), amelynek tagjai a szakági igazgatók. Ez kisebb csoport, mint a Finn Vasutak Igazgatótanácsa. A Környezetvédelmi Csoport (KCs) a különböző szakszolgálatok környezeti koordinátoraiból áll. A Környezeti Menedzsment Rendszer struktúráját mutatja a 2. ábra. (Pusa [1995])



2. ábra: A Finn Vasutak Környezeti Menedzsment Rendszere

4.2.5.1. Anyagok újrahasznosítása a finn vasúttársaságnál

Az 1995-ben megalakított Finn Vasúti Hivatal a Közlekedési Minisztérium egyik osztálya. Azzal a feladattal alakult, hogy segítse a környezetbarát vasúti közlekedés fejlesztését, működését. Az építési, pályafenntartási és felújítási területen még mindig hiányzik az életciklus-szemléletű tervezés. Ha ez megvalósulna, akkor ennek az adatbázisa sokat segítené az újrahasznosítás fejlesztésében. Az életciklus-elemzés ugyanis megköveteli a beszállító partnerektől is, hogy feltüntessék áruikon a környezetterhelési mértéket és az újrahasznosítási lehetőséget.

- Jelenleg a kitérő és folyópálya sínek nagy része újra használható, és csak kis százalékát olvasztják be újra.
- Keresik a vasúti pálya kő, homok, kavics anyagainak építőmérnöki projektekben való felhasználási lehetőségeit.
- Összeállítják a veszélyes anyagkomponenseket tartalmazó vasúti hulladékok listáját.
- A használt faaljakat energianyerés érdekében központilag elégetik.
- A használt vasbeton aljakat törik, és építőanyagként (vasúti és autópálya alap) hasznosítják. (www.lwr.kth.se [2005])

4.2.6. Norvég Nemzeti Vasúttársaság (NSB)

A JBV a norvég nemzeti vasúti hatóság. Felelős a nemzeti vasúti hálózat működtetéséért a Közlekedési és Kommunikációs Minisztérium felügyelete alatt. A szervezeti költségvetésből a Norvég Parlament határozza meg a vasút éves költségvetését, ami évről évre változó. A hosszú távú tervezés a Norvég Vasúti Tervben ölt testet, ezen belül a parlament 4 éves időszakra határoz meg költségkeretet.

Az 1998–2007 Vasúti Tervben 1998–2001 között 13,610 millió norvég koronát különítettek el a vasút számára. A vasúti hálózat infrastruktúra tehát ott is állami tulajdonban van.

Az állami hálózaton három használó bonyolít le forgalmat: NSB BA, Malmtrafik AS és NSB Gardermobanen AS.

A Norvég Nemzeti Vasúttársaság rendelkezik mind minőségi, mind környezeti menedzsment rendszerrel. A Környezeti Menedzsment Rendszerük ISO 14001 és EMAS követő.

4.2.6.1. Újrahasznosítás a Norvég Nemzeti Vasúttársaságnál

Faaljak

A norvég vasút többségében faaljat használ. Ennek újrahasznosítása régebben azt jelentette, hogy eladták magánszemélyeknek, akik azokat többnyire a kertjükben használták fel. Ma ez már tiltott, mivel a talpfa telítőanyaga miatt veszélyes hulladéknak számít, és hulladéklerakóba kerül. El is lehet égetni, arra engedélyezett technológiával.

Ágyazat

A szennyezett ágyazat veszélyes hulladéknak minősül, ha nagy mennyiségű gyomirtó szer van benne. Ekkor az országos veszélyes hulladék rendelet szerint kell eljárni és lerakni. A kérdőívre a Norvég Vasúttársaság a leggyakoribb szennyezőanyagnak a gyomirtó szert nevezte.

Az ágyazattisztításnak a hagyományos módját írták le, a padka oldalára szórt rostaaljjal a vágány mentén. Csak tavak közelében nem megengedett a pálya menti leraadás. Nem foglalkoznak a finom rész – rostaalj tisztításával, felhasználásával.

4.2.7. Német Vasutak (DB AG)

A két Németország egyesülése után a két vasúttársaságból 1994-ben alakult a Deutsche Bahn AG, és ezzel a környezetvédelem is alapjaiban új státusba került. Az ezt megelőző „end of the pipe”, „csővégi” filozófiát felváltotta a gazdálkodásba beépült környezetvédelem elve. Míg az előbbit az jellemezte, hogy többnyire költséges megoldásokkal megpróbálták elérni, hogy az emisszióik ne haladják meg a hivatalosan előírt határértékeket, addig az utóbbi elv a megelőzésre költség- és energiatakarékos, ugyanakkor környezetkímélő működésre helyezi a hangsúlyt.

Ez az új megközelítés természetesen nemcsak a környezetünkkel szemben érzett felelősség növekedésének tudható be, hanem egy üzleti szemlélet vezette vasúttársaság átfogó, objektív, minden területre kiterjedő vizsgálsorozatának az eredménye. (Maier et al. [1996])

Ez megakadályozza az egyes üzleti egységek saját érdekű, a többiektől független – és így néha az egész vasúttársaság érdekeivel nem megegyező – környezetvédelmi megoldásainak előtérbe helyezését.

4.2.7.1. Újrahasznosítás a német DB AG vasúttársaságnál

Évente több millió tonna ágyazat cseréjére, illetve tisztítására kerül sor a Német Vasutaknál. A gazdasági és környezeti érdekek összekapcsolása tette sürgetővé a régi ágyazat minőségi megítélésének és újrafelhasználásának a kérdését.

A Német Vasutak is két típusát különbözteti meg az ágyazatszennyezésnek:

- mechanikai: pl. ágyazati aprózódás, alépítményi anyag benyomódása, rakományoszóródás, gyomok maradványai stb.
- kémiai-fizikai: pl. ásvány- és kenőolaj maradványok, szállításból eredő vegyianyag-szennyezés, rakodási szennyeződés, vasúti pálya környezetéből származó ipari szennyeződés, sín- és kerékkopás stb.

Mechanikailag szennyezésnek számít minden, a szabványos zúzottkő méret alatti anyag az ágyazatban, még ha kisebb zúzottkő szemcse is az. Így a 25 mm átmérő alatti szemcsék, a nemzetközi kutatási eredmények szerint általában a 30–40 százalékot elérve veszélyeztetik az ágyazat funkcióját. Megszüntetése is mechanikus úton, különféle ágyazattisztítási eljárásokkal lehetséges.

A német vizsgálatok kimutatták (Kaess et al. [1993]), hogy általában a használt zúzottkőben nincs szennyezés. Csak a rostaalj az, ami a szennyeződések képes magába fogadni.

Az újrahasznosítható ágyazat minőségi előírásai

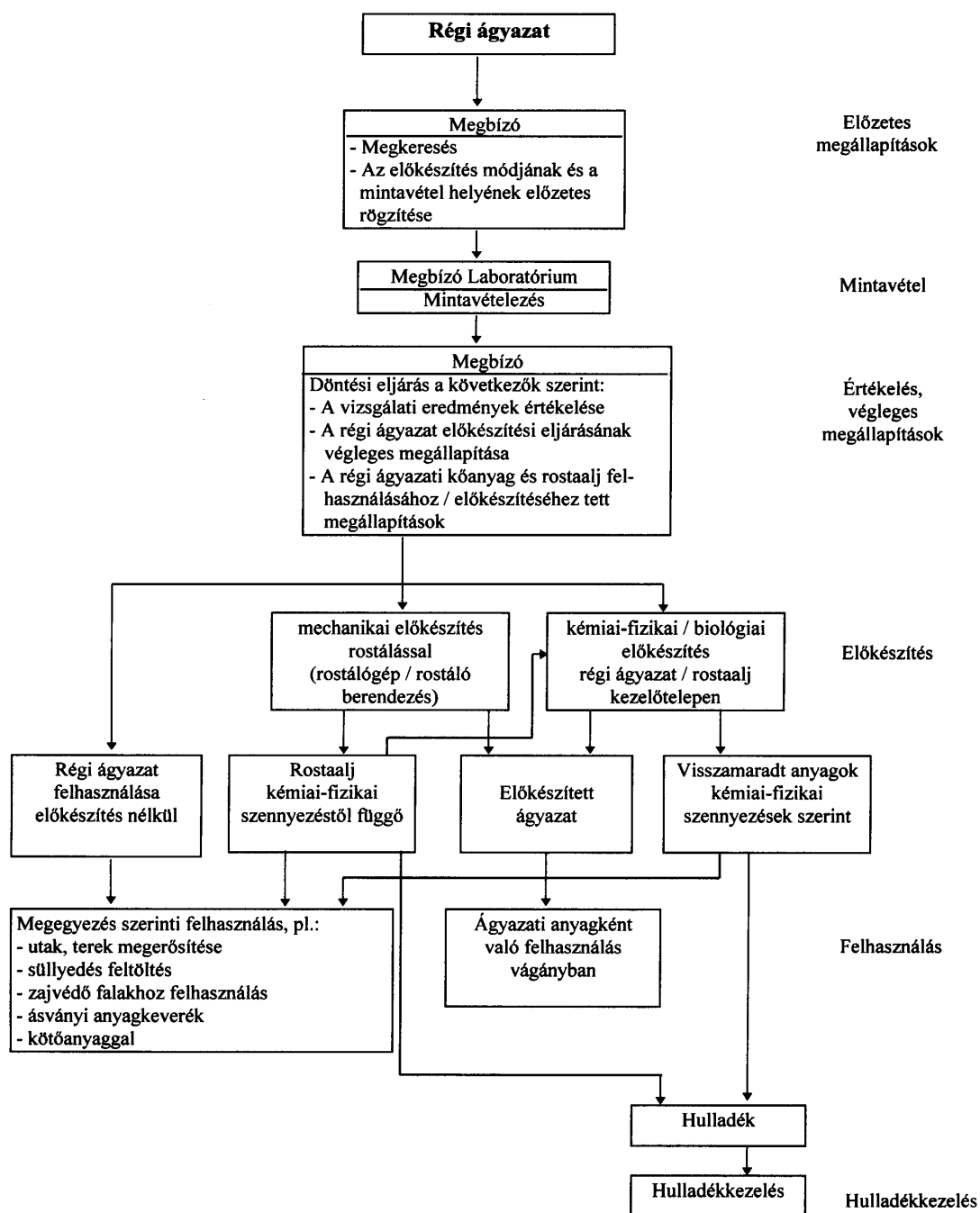
A tisztítási eljárások költséges volta miatt (különösen a kémiai-fizikai eljárások) csak azt a mennyiséget kell kezelni, amelyben a szennyezés tényleg jelen van. Ehhez a ki-termelést is elkülönítetten kell végezni, ami szintén nehezen realizálható.

A kezelés után az újrahasznosításra kész anyagnak meg kell felelnie a RAL-RG 501/2 német előírásnak (Anyag és Minőségi előírások). A mechanikai vizsgálatok a TL 918-061 (Szállítási előírások Vasúti ágyazat) előírásnak kell megfeleljenek, tehát az újrahasznosítási anyagnál engedmény nem tehető, egyenértékűnek kell lennie az új anyaggal.

- A Német Vasutak a visszaforgatott régi ágyazatot $140 < v \leq 200$ km/h sebességű vonalakon alsó ágyazatként engedi beépíteni.
- A $v \leq 140$ km/h vonalakon teljes ágyazatvastagságban beépíthető.

A régi ágyazat vizsgálatát, kezelését és újrahasznosítását a 3. ábrán követhetjük végig.

A Német Vasutak az ágyazat újrahasznosítását rendszerbe foglalva végzik. Az eljárásuk lényege az, hogy a használt zúzottkővet az ország több részén található telephelyük valamelyikére szállítják, és ott depóniába gyűjtik. A depóniák anyagát a keresletnek megfelelő szemszerkezetű depónia gyűjtőhelyén tárolják eladásig. A legnagyobb újrahasznosítással foglalkozó vállalkozás a BSR Naturstein-Aufbereitungs GmbH Központi telephelye Kirschmösenben van. Ide nem csak a vasút területéről, hanem már bontási területekről is szállítanak természetes anyagokat (kő, kavics, homok, föld). Ez ad lehetőséget a legkülönbözőbb szemszerkezetű és minőségű anyagok előállítására a mezőgazdasági földtakarótól a vasúti ágyazatig. A szennyezettséget szűrőpróba szerűen a telephely depóniáiból vett minták vizsgálatával ellenőrzik. Gyakorlatilag a sok kevert rostálás során a jelentősebb szennyezéseket „hígítják” a tiszta anyagokkal. Ezt a megoldást a szennyezés továbbadása miatt nem tartom elfogadhatónak Magyarországon.



3. ábra: Régi ágyazat vizsgálata, előkészítése és újrahasznosítása

4.2.8. Osztrák Szövetségi Vasutak (ÖBB)

Austriában a legszigorúbb törvények a vízvédellel (ivóvíz) kapcsolatosak, és ezért az ivóvízkészletet veszélyeztető bármilyen tevékenység szigorú szabályozás alá esik. Minden, az ország területén működő vállalatnak és így az ÖBB-nek is követni kell a hulladéklerakás normáit. Az elv az, hogy

- minden munkafolyamat energiatakarékos legyen;
- hulladékszegény technológiát kell alkalmazni;
- az anyagok újrahasznosítása mindenütt elsőrendű követelmény;
- a hulladékok, melléktermékek újrahasznosítása lehetőleg zárt, saját technológián belüli legyen.

Ha ezeket az elveket nem követik, szigorú pénzbírságok várhatók. A követésre nemcsak bírsággal, hanem a nem megújítható erőforrásokra kivetett adóval is rászorítják a vállalatokat.

Az ÖBB tehát környezetpolitikájával az országos környezetvédelmi jogi szabályozást követi és elegendően szigorúnak és részletesnek tartja ahhoz, hogy ez segítse a vállalati környezeti menedzsmentet is. A hulladékról, azok környezeti hatásairól az ÖNORM S 2072 rendelkezik.

4.2.8.1. Az Osztrák Vasutak újrahasznosítási gyakorlata

A kérdőívre adott válasz szerint a fémanyagok újrahasznosítása hoz egyedül pénzt a vállalatnak, az összes többi hulladékhasznosítási esetben a vállalat fizet.

Betonaljak, faaljak

A rendeltetészerű használatra alkalmatlan betonaljakat előkészítés nélkül lehet felhasználni például rámpa burkoláshoz, rakodó terület megerősítéséhez. Csak a bal-esetnél zúzódtott aljakat adják útépitőanyag-feldolgozó telepekre.

Az országban több betonalj-, illetve építéstörmelék-feldolgozó cég működik.

A faaljak magánszemélyeknek nem adhatók el, veszélyesanyag-tartalmuk (PCB) miatt külön kezelést igényelnek.

Ágyazat

Ágyazattisztításra háromféle technológiát követően kerül sor:

- rostálás pályában;
- földmunkás technológia ágyazatcserével;
- ágyazatcsere alépitmény javítással.

Mindegy, hogy milyen technológiával emelik ki az ágyazatot, abban a technológiai fázisban, amikor már nem a pályában van, hulladékként kell kezelni és az ÖNORM S 2072 előírásai érvényesek rá, illetve az 1997 óta érvényes Deponieverordnung. Ez négyféle depóniát ismer:

- a talajkiemelésből származó anyag;
- építési törmelék depónia;
- maradékanyag depónia;
- tömeges hulladék depóniája.

Mindegyik depóniatípusra két alapvető vizsgálati szempont szerinti határértékek vannak megadva:

- veszélyesanyag-tartalom koncentrációja talajminta oldatában;
- összes veszélyesanyag-tartalom.

Legkritikusabb szennyezőanyagok az előírások a következőket tartják:

- összes szénhidrogén,
- összes PAH,
- gyomirtó szer.

Az ágyazati anyag 90 százalékát újrahasznosítják. 10% rostalaj a határértéken felüli szennyezőanyag-tartalommal a veszélyes hulladéklerakóba kerül.

Ez az arány összecseng más vasutak tapasztalataival is.

Az ISO 9000 és ISO 14000 szabványkövető rendszerek kiépítését az ÖBB egységesen nem tette kötelezővé, de az egyes szakszolgálatok saját érdekük és belátásuk szerint kiépítik. Így pl. a járműjavító műhelyek és a teherszállítás már elkészítette és tanúsította a minőségbiztosítási rendszerét, és pl. Graz állomás volt az első Európában, amelyiknek tanúsított ISO 14001 szerinti környezetirányítási rendszere lett, de az ÖBB Fahrweg, azaz a pályás szakszolgálat még nem döntött az ISO rendszer mellett.

4.2.9. Svájci Vasút (SBB)

A környezetvédelem kérdéseivel a svájci vasúttársaságnál a Vasúti Környezetvédelmi Központ foglalkozik. A tevékenységük a következő elvek gyakorlatba ültetését jelenti:

- a vasúti közlekedés környezetbarát minőségének megtartása a többi közlekedési ággal szemben,
- fenntartható, kis költségű, gazdaságos, de hatékony környezetvédelmi intézkedések bevezetése,
- a kedvezőtlen környezeti hatások elkerülése, vagy csökkentése minden üzleti egységüknél,
- minden vasúton dolgozó munkatársat érdekeltté tenni a környezet védelmében,
- megismertetni az utazó közönséget, a vállalkozó társakat, politikusokat azokkal az erőfeszítésekkel, amit a svájci vasút a környezet védelmének érdekében tesz.

A környezeti hatások elemzésében, értékelésében sokat tett a svájci vasút az elmúlt időszakban az „Alp Transit” 1990, 1994, 1995. vagy az „S-Bahn rendszer kiterjesztése (Zürich)”, hatásvizsgálatok elvégzésével és a mintegy évi 65 tonna szükséges kenőanyag biológiailag lebomló anyagra cserélésével. A svájci vasúttársaság már régen felfedte az összefüggést a tisztaság, biztonság és a vandalizmus háttérbe szorulása között, ezért nagy hangsúlyt helyez a tiszta járművekre, korszerű állomásokra, és a vonatokon utazó biztonsági személyzet oktatására is.

A Svájci Szövetségi Vasutak három divízióra tagolódnak:

- teherszállítás,
- személyszállítás,
- infrastruktúra divíziókra.

A vasúti pályafenntartás nem területi tagolódású, hanem feladatokra szerveződött.

Az infrastruktúra divízió pályafenntartási osztályának a feladata a vasúti pálya működésképeségének a biztosítása. A vasúti adminisztrációnak van környezetvédelmi csoportja, amelyik évente környezeti jelentésekben mutatja be a vasúttársaság kör-

nyezeti teljesítményét. Az SBB szem előtt tartja az energiatakarékos, hulladékszegény technológiákon alapuló, környezetbarát termékeket használó közlekedés fejlesztését.

A Svájci Szövetségi Vasutak tervezi egy környezetirányítási rendszer bevezetését, és ezzel egyidejűleg a környezeti monitoring kialakítását.

4.2.9.1. A svájci vasút újrahasznosítási gyakorlata

Évente 350 ezer m³ olyan hulladék keletkezik a vasúti vállalatnál, amely specifikusan erre az üzletágra jellemző, ágyazat, földmunka felső része, vasúti pálya alépítménye felhagyás után stb. A kezelésére „A vasúti pályából kikerülő anyagok” c. irányelvet készítettek. (Oggier [2002]) Nem azért született az erre vonatkozó irányelv, mintha ezekre az anyagokra a hulladékgazdálkodási törvény nem vonatkozna, hanem mert fontosnak tartották ökológiai szempontból a legkedvezőbb kezelési megoldását.

A svájci vasutak problémája az a speciális szennyezés volt eddig (PAH, PCB), amelyik a széleskörűen alkalmazott faaljak telítési anyagában volt megtalálható, és az évek során az esővízzel bemosódhatott az ágyazatba. Az új előírás felhívja a figyelmet arra, hogy ma már más módszerrel védik az aljakat, és ezzel a szennyezéssel kevésbé kell számolni a későbbiek során. A cikk említi, hogy a vizsgálatok során feltűnt, hogy nem a fémek, sem a permetezőszerek nem jelentkeztek határérték-közelbeli koncentráció mennyiségben. A szénhidrogének voltak a jellemző szennyezőanyagok.

Az ivóvízbázisok védelme érdekében az egyik megoldást az 1. kép mutatja. A földműkorona felső rétege aszfaltborítást kap, hogy a szennyezőanyagok ne hatolhassanak le az alsó rétegekbe. Másik megoldás a 2. képen látható. Itt a permetezővonal személyzetének szóló jelzõt láthatjuk, amelyik arra figyelmeztet, hogy az így jelölt szakaszon tilos a permetezés. A megoldás komoly környezeti felelősségtudatot mutat. (www.sbb.ch [2005])



1. kép: Aszfaltburkolat vasúti felépítmény alá



2. kép: Vízbázis fölött haladó vasútvonal

4.2.10. Magyar Államvasutak (MÁV Rt.)

1994. január 1-jén lépett hatályba az 1993. évi XCV. törvény a vasútról. Ez az első mondatában környezetbarátnak nevezi a vasúti közlekedést:

„Az Országgyűlés a környezetbarát és a közszolgáltatási feladatokat is ellátó vasút és a vasúti közlekedés fejlesztése, a közlekedéspolitikai célok megvalósítása érdekében a következő törvényt alkotja:”

A környezetbarát vasúti közlekedés ilyen irányú működése törvényben leírva is elvárt. Az európai vasutak példáján elindulva azonban nem elegendő megnyugodni a törvényben leírt tényekben, mivel a vasút vállalkozó vasút is egyben. A lakosság környezetszennyezésekkel szembeni egyre növekvő érzékenysége szükségessé teszi a MÁV Rt. kedvező környezetvédelmi megítélésének a kialakítását.

Az 1996-ban megjelent 1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól célul tűzte ki többek között:

- a) a környezet igénybevételeinek, terhelésének és szennyezésének csökkentését, károsodásának megelőzését, a károsodott környezet javítását, helyreállítását;
- b) a természeti erőforrások megőrzését, fenntartását, az azokkal való ésszerű, takarékos és az erőforrások megújulását biztosító gazdálkodást;
- c) a gazdaság működésének, a társadalmi, gazdasági fejlődésnek a környezeti követelményekkel való összehangolását (I. fejezet 1. §).

A környezetvédelmi törvény (84. §) értelmében minden: „A környezetre veszélyt jelentő, megfelelő kezelés vagy kialakítás hiányában azt szennyező termékeket és technológiákat környezetvédelmi szempontból minősíteni kell, és gondoskodni kell a minőség biztosításának feltételeiről.”

A vasúti energiatakarékos és környezetkímélő gazdálkodás nem új keletű dolog, és nem a jogszabályok hívták életre. A vasútépítésben és fenntartásban bizonyos fokú szervezett újrafelhasználás mindig is érvényesült. Ennek oka a drága és nagytömegű sínanyag és ágyazati anyag lehető leggazdaságosabb felhasználása volt minden vasútnál. Tehát nem környezetvédelmi indíttatásból, hanem gazdasági megfontolásból alakult ki a világ minden vasútjánál a csaknem azonos gazdálkodási rendszer.

Ennek a megléte egyrészt előny, amikor új, környezeti szempontokat előtérbe helyező rendszerek kiépítése válik szükségessé, hiszen a rendszerben való gondolkodás előnyéről, a gazdaságos működés ezáltal biztosított lehetőségéről nem kell nagyon győzködni a benne résztvevőket.

Lehet a meglévő gazdálkodási rendszer hátrány is, ha régi, elfogadott, bevált módszerekről derül ki, hogy holnap már nem használhatók, mert esetleg környezetre veszélyes. Nehéz ilyenkor az átállás. Ehhez egy megfontolt környezetpolitikán alapuló, átfogó környezeti stratégia következetes megvalósítása szükséges.

A MÁV Rt. vezérigazgatósági vezető értekezleten már 1992-ben tárgyalta a Környezetvédelmi Koncepciót. Határozatot hozott, hogy „a vállalati álláspontot szerepeltetni kell az előterjesztett koncepció-tervezetben és az elhangzott észrevételek alapján kidolgozandó MÁV Környezetvédelmi Stratégiájában.”

Ez a környezetvédelmi stratégia írott formában 1994-re készült el, aminek az előbb is említett, állandóan változó jogszabályi háttér, illetve a vasút szervezetén belüli változások voltak az okai, azóta többször módosították. A legújabb változat a MÁV Rt. Értesítője 20. számában található.

A Környezetvédelmi Stratégia alapelvei a környezetvédelemben hagyományosnak tekinthető alapelvek:

- elővigyázatosság,
- megelőzés,
- helyreállítás,
- felelősség,
- együttműködés,
- szennyező fizet alapelv,
- nyilvánosság.

További alapelvek az átláthatóság biztosítása a tervezés, döntéshozás, megvalósítás, ellenőrzés során, kiszámíthatóság a finanszírozásban, számonkérhetőség, világos célok, mérhető teljesítmények. A fenntartható fejlődés, ezen belül is elsősorban a fenntartható mobilitás alapelve.

A kitűzött célok elérése érdekében a már bekövetkezett környezeti károk felszámolása, valamint a jelenlegihez hasonló károk újratermelődésének csökkentése, megszüntetése az elkövetkezendő 10 év kiemelt környezetvédelmi feladata. Az elfogadott stratégia – a környezeti elemek figyelembevételével – a környezetvédelem valamennyi

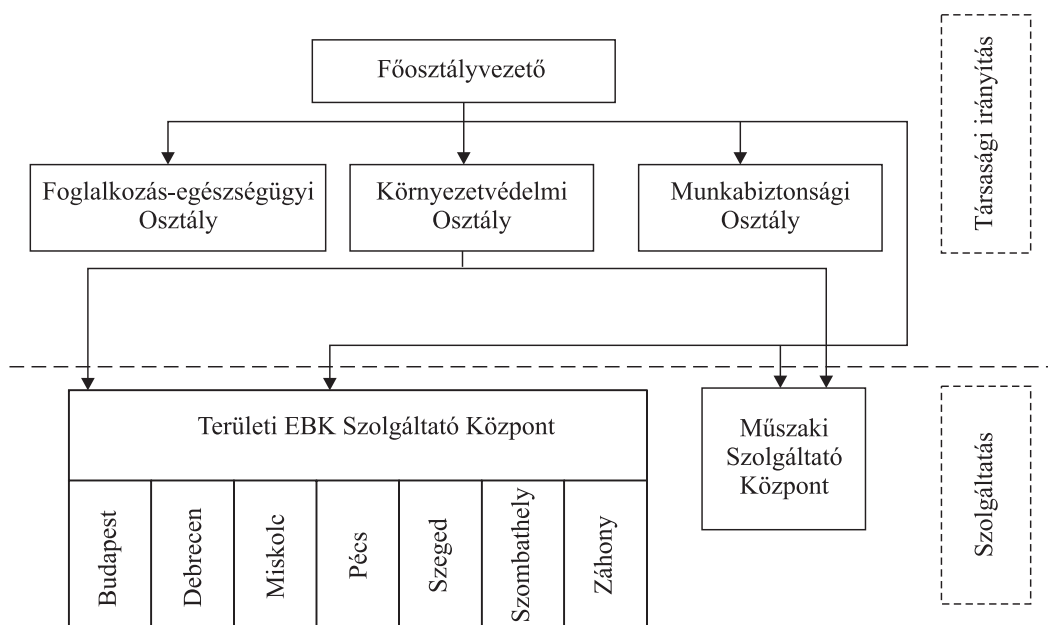
területére kiterjed, így többek között a talajvédelemre, hulladékgazdálkodásra, vízminőség-védelemre, szennyvízkezelésre, levegőtisztaság, zaj- és rezgésvédelemre, továbbá kitér a megvalósítás feltételrendszerének megteremtésére is. (MÁV [2005]) A stratégia öt év időtartamra terjed ki. *Fontos feladatként jelöli meg a környezettudatos vállalatirányítási rendszer (KIR) fokozatos bevezetését előkészítő intézkedéseket. A hulladékgazdálkodás területén a 2004–2009 évekre elfogadott Hulladékgazdálkodási tervnek megfelelően növelni kell az újrahasznosítási hányadot, ki kell használni a nagytömegű hulladékkezelés által kínált gazdasági előnyöket, és meg kell szüntetni az egyedi hulladékkezelési megoldásokat.*

A kutatás- fejlesztési tevékenység stratégiai vonatkozásai a MÁV Rt.-nél

A vasút területén jelentkező környezeti problémák, a jogszabályi változások várható hatásának elemzése számos olyan kérdést vetnek fel, amelyek általános tapasztalatok alapján nem válaszolhatók meg egyértelműen. Ezért stratégiai kérdés is ezeknek a kihívásoknak a szakszerű kezelésére való felkészülés. Ilyen feladatok a KIR bevezetésének feltételrendszere, a szennyezett ágyazati anyagok tisztítási, újrahasznosítási lehetőségei, a hatékony megelőzési módszerek és eljárások vizsgálata.

A fenti, 2005-ös stratégia világosan mutatja, hogy az értekezésemben tárgyalt megoldások belesimulnak a stratégiai elképzelésekbe, és hasznosíthatók.

A környezetvédelmi szervezet egységes szolgáltatási rendszerbe foglalt elhelyezkedését a vállalat Egészség-Biztonság-Környezetvédelem struktúráján belül a 4. ábra mutatja.



4. ábra: A MÁV Rt. környezetvédelmi szervezeti felépítése

Ezzel a szervezeti felépítéssel lehetővé válik, hogy:

- a központi stratégiai funkciók erősödjenek;
- a környezetvédelem társasági irányítás szerinti gyakorlati végrehajtása egységes szervezeten belül valósuljon meg;
- a szervezeten belül tiszta szakmai profil legyen kialakítható;
- magas szintű szolgáltatást nyújtson az üzletágak és egyéb szervezetek számára;
- irányító és szolgáltató tevékenységek elkülönüljenek.

4.2.10.1. A Magyar Államvasutak Rt. újrahasznosítása a gyakorlatban

A vasúti sínek újra használatának előírt rendje van, az alárendelt vonalakon lehet előkészítés nélkül hasznosítani, vagy újra profilozás után beépíteni. Az újrahasznosítás acélanyagként is megoldott.

A zúzottkő újrahasznosítása a rostálási folyamatnak is része. Az ágyazattisztítás nyeménye, az apró részekről mentes zúzottkő körülbelül 40 százalékban vissza kell, hogy kerüljön a pályába. Az átépítések, felújítások során alágyazatként építik be. Az áthullott kisebb szemű, nem szabványos részek, és a rostaalj újrahasznosítása nincs országos szinten megoldva, noha történtek kísérleti beépítések vízzáró földműjavító réteggként.

4.3. Összefoglalás

4.3.1. Az európai vasutak és a környezetirányítási rendszerek

Az európai vasúttársaságok környezeti tevékenységét áttekintve, az eddig elért eredményeikről és a legfontosabb tennivalóikról összefoglalva elmondható, hogy

- minden vasúttársaság fontosnak tartja a környezetvédelem kérdését
 - a piaci versenyképesség megőrzése miatt
 - a gazdaságosabb, energia- és nyersanyag-takarékosabb működés érdekében
 - a jogszabályi kötelezettségek miatt
 - a környezet állapotáért érzett felelősség okán
- a környezetvédelem irányítása beépült a szervezeti struktúrákba többnyire önálló egységként
- a környezetpolitikai célok minden vasúttársaságnál nagyon hasonlóak
 - a vasúti közlekedési mód környezetbarát megítélésének erősítése
 - környezeti hatások (zaj, víz, levegőszennyezés stb.) csökkentése
 - energiafelhasználás csökkentése
 - hulladékszegény technológiák fejlesztése, bevezetése
 - az újrahasznosítás megoldása
 - egységes környezeti menedzsment rendszer kiépítése
- a környezeti menedzsment rendszer kiépítésének folyamata (több vasúttársaságnál a működése is) általánosan megfigyelhető

- az új vállalati struktúrák, infrastruktúra és üzemeltetés szétválása, privatizálás stb. különösen fontossá teszi a teljes vasúttársaságot átfogó környezeti menedzsment rendszert. Csak így védhető ki, hogy egyik divízió szennyezései ne a másik szakszolgáltatnak okozzanak fejfájást.
- Az egyes szakszolgáltatokon belül általában elkezdődött a saját szakterülethez kötődő környezeti stratégia és feladattervek elkészítése.

4.3.2. A felépítményi anyagok újrahasznosítása az európai vasutaknál

A vasúti pályák felépítményi szerkezete csaknem azonos az európai vonalakra. Ennek következtében az egyes anyagok újrahasznosítási gyakorlata is hasonló. A legnagyobb különbség a faaljas és beton-aljas vonalak között van. Ahol jellemzően faaljas felépítményű a vonalhálózat (Svájc), ott a faaljak veszélyes PCB-tartalma miatt szükséges az átgondolt újrahasznosítás.

Magyarországon mind a folyópályák, mind a kitérők vasbeton aljas felépítésűek. Így a veszélyes PCB-tartalommal nem csak az aljak újrahasznosítása során, de az ágyazatba jutás lehetőségeként sem kell foglalkozni.

Az újrahasznosítási kérdéskörben mindenütt előtérbe került az ágyazat, a nagy mennyiség és a magas árak miatt.

Ez indokolta, hogy az ERRI bizottságok is ezt a kérdést helyezték előtérbe.

A D182 számú jelentések az 1991–95 közötti közös munkájuk eredményeit mutatják be az ágyazat minőségének, átvételi előírásainak, az ágyazat állapotának, illetve az egységes minőségbiztosítási rendszernek a témaköréből. (ERRI [1995], ORE1 [1991], ORE2 [1991])

Ennek a munkának az eredményeként három ágyazati osztályt különböztetnek meg attól függően, hogy hol használják fel:

- | | | |
|--------------|-------------------------|-------------------------|
| ▪ 1. osztály | 200 km/h < v ≤ 400 km/h | tengelyterhelés: 250 kN |
| ▪ 2. osztály | v ≤ 200 km/h | tengelyterhelés: 200 kN |
| ▪ 3. osztály | recycling ágyazat | |

Az ágyazatfelhasználás 90 százaléka a 2. kategóriába esik.

A 3. osztályú ágyazat mellékvágányokba, illetve fővágányok alsó rétegébe alkalmazható. ERRI határértéket nem szabtak meg rá.

Érdekes megemlíteni, hogy az ERRI eredmény ellentmondásban van a DB AG alkalmazott rendszerével, ahol ugyanis a recycling ágyazatnak az előkészítés után az újjal egyenértékű vizsgálati eredményűnek kell lenni, és 1995-ös vizsgálatok szerint „a legkiválóbb minőséget adhatják, mivel 20–30 éves bennfekvésük előkészítette őket a terhelésre”. (Kaess et al. [1995]) Ha nem lennének kiváló minőségűek, már régen elaprózódtak volna ennyi idő alatt.

Tekintettel arra, hogy ez a tanulmány a vasúti pálya környezetállapotával foglalkozik, az ágyazat mechanikai megfelelőségét nem feladatom eldönteni, ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy ez a kérdés az újrahasznosításhoz elengedhetetlenül fontos adalék.

Amint a következőkben részletesebben bemutatom, a vasúti pálya környezetállapotát más paraméterek írják le.

5. A vasúti közlekedés és környezeti hatásai

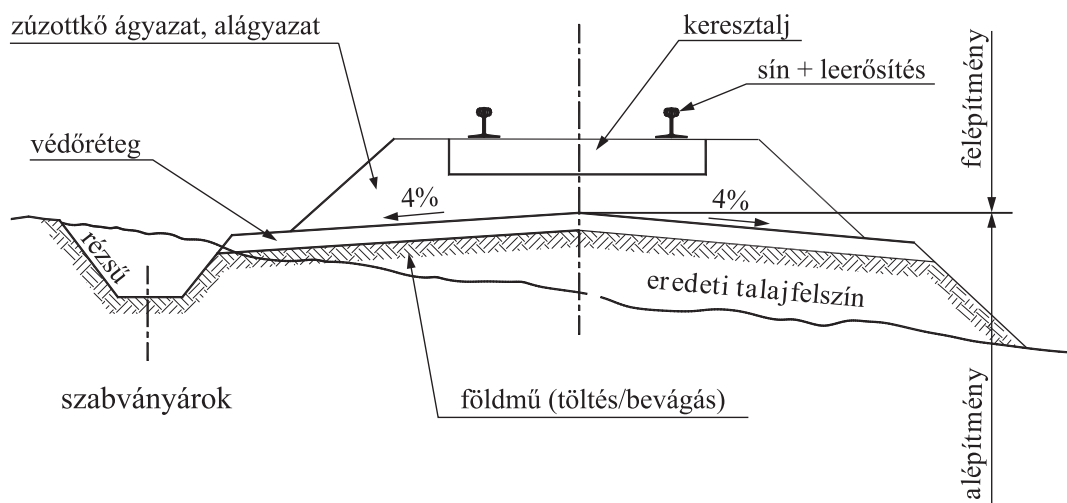
A vasúti közlekedésben a környezettel állandó, tartós kapcsolatban lévő elem a vasúti pálya. Ez – annak megfelelő átalakítása után – természetes területre, talajra épül, töltés vagy bevágás formájában. A környezeti állapotot befolyásoló hatás két alapvető tényezőtől függ:

- a vasúti pálya szerkezetétől és
- a vasúti közlekedés sajátosságaitól.

Ennek a két tényezőnek az ismerete szükséges ahhoz, hogy bemutassam, milyen anyagok, milyen mechanizmus útján kerülhetnek a vasúti pályára, és hogyan befolyásolhatják a környezeti állapotot.

5.1. A vasúti pálya felépítése

A vasúti pályatest két részből áll: alépítményből és felépítményből. Az alépítmény része a földmű (töltés vagy bevágás), műtárgyak (hidak, alagutak, víztelenítő berendezések). A felépítmény részei a sínek, aljak, kapcsolószerkezetek és az ágyazat, alágyazat. (5. ábra)



5. ábra: A vasúti pályatest részei

Az ágyazat összekapcsolja a vágányt az alépítménnyel és egyben *el is választja* a kettőt egymástól. Feladata, hogy

- a vágánynak szilárd, de rugalmas alátámasztást nyújtson;
- az aljaktól kapott terhelést az alépítményi korona olyan nagy felületére adja át, hogy annak igénybevétele alatta maradjon teherviselő képességének;
- tegye lehetővé a vágányra hullott csapadékvizek gyors elvezetését;
- elegendő ellenállást nyújtson a vágánynak mind a hossz-, mind az oldalirányú elmozdulások ellen;
- tegye lehetővé a vágány magassági és vízszintes fekvésének a tervezett helyzetbe való könnyű és pontos beállítását, és biztosítsa, hogy a vágány ezt a helyzetét, az üzem dinamikus terhelésének hatására is hosszú ideig, minimális alakváltozással megtartsa.

Mindezeket a követelményeket csak megfelelő anyagú, méretű, és szemszerkezetű, valamint érdes felületű, zömök kövekből álló, tömör ágyazat elégítheti ki.

A legjobb ágyazati anyag a *kellő szilárdságú és alakú szemcsékből álló megfelelő szemszerkezetű zúzottkő*, mert ennek a legnagyobb a szilárdsága és a szemcsék egymás közötti súrlódása, legjobb a vízelvező képessége, a legnagyobb ellenállást fejt ki a vasúti terhelés függőleges és vízszintes erőhatásaival szemben, miközben a vágánynak kellően rugalmas alátámasztást biztosít.

Ágyazati célra vulkanikus, nagy szilárdságú kőzetekből álló zúzottkővet kell alkalmazni, legjobb a bazalt és az andezit.

A MÁV, az egészen kis forgalmú mellékvonalaitól és állomási mellékvágányoktól eltekintve, mindenütt zúzottkő ágyazatot létesít.

Igen fontos, hogy a zúzottkő szemcséi *zömök alakúak, érdes felületűek és éles élűek legyenek*. Legkedvezőbb a szemszerkezet, ha a szemcsék 25–65 mm határok között azonos százalékban, egyenletesen oszlanak meg. Az ilyen szemszerkezetű zúzottkő szabvány szerinti jele: Z 25–65.

A szállítás és rakodás következtében keletkező, a 22,4 mm-es átmérőjű rostán áthulló finom szemcse tartalom aránya a tiszta ágyazatban legfeljebb 5% lehet, míg a 0,5 mm-nél kisebb szemű portartalom legfeljebb 1%.

A védőréteg *átmenet* a felépítmény és alépítmény között. Feladata a nem egészen kifogástalan *alépítmény védelme*, valamint az *ágyazat és az alépítmény elválasztása*.

A védőréteg anyaga általában durva homok vagy homokos kavics, esetleg aszfalt, geoműanyag.

5.1.1. Az ágyazat műszaki elhasználódása

A felépítmény részei közül az ágyazatot illetve a védőréteget tartom fontosnak a pálya környezetállapotának a megítéléséhez, mivel szemcsés szerkezetük miatt könnyen továbbadnak minden szennyezést. Az új ágyazat hézagterfogata átlagosan 33%. Az elszennyeződés következtében ez a hézagterfogat töltődik fel ágyazatidegen anyaggal, illetve elaprózódott saját anyaggal. Ezáltal az ágyazati anyag merevvé válik, alakváltozási tulajdonságai kedvezőtlenül alakulnak, teherviselő és terhelésátadó képessége gyengül és

veszélyezteti a biztonságos közlekedést. Ez általában 50 százalékos szennyezettségnél következik be. Ennek elérése előtt ágyazattisztításra, rostálásra van szükség.

A rostálással a 20 mm alatti szemcséket távolítják el az ágyazatból, ez a maradék rostaalj. A rostaalj legapróbb szemű részében a 0,5 mm alatti szemszerkezetű frakcióban akkumulálódik a kémiai biológiai szennyezés. Ez az a frakció, amit a vasúti pályában nem lehet újrahasznosítani, ezért ennek az anyagnak a környezeti szempontú vizsgálatával foglalkozom.

A vasúti hulladékgazdálkodásban fontos szerepet kap a használt sín és a régi betonajl is, de dolgozatomban ezzel a kérdéskörrel nem kívánok foglalkozni, mivel újrahasznosításuk részben megoldott és egyértelműbb, mint az ágyazaté, továbbá nem szennyezés-felvevők.

5.2. A vasúti közlekedés sajátosságai

A vasúti közlekedés jellemzői közül azokat emeltem ki, és neveztem sajátosnak, amelyek hatással lehetnek a környezeti állapotra. Ezek a vasútépítési szakma szempontjából ugyanolyan rangúak, mint a többi, itt nem említett tényezők.

A vasúti pálya állomásokból és a közöttük lévő vonalrészekből áll. A pályának az állomások közötti részét nyílt vonalnak nevezzük. Forgalmi szempontból hangsúlyosan elkülönül a kettő egymástól, nyílt vonalon nem jellemző a vonat várakoz(tat)ás, kivéve a bejárat jelző előtt.

Az állomásokon a teljes vonatok fogadására alkalmas vágányokat fővágányoknak nevezzük, ezek közül is kiemelkedően fontos a nyílt vonal egyenes folytatását képező fővágány, az átmenő fővágány.

A vontatás lehet dízel vagy villamos vontatás, környezeti hatásaik miatt ez fontos megkülönböztetés.

A vágányok közötti átjárhatóságot a kitérők biztosítják; ezek hangsúlyos szerepet kapnak az ágyazatszennyezéseknél, hiszen biztonságos működésükhöz mozgó alkatrészeik rendszeres kenése szükséges.

A vasúti közlekedés két fontos eleme a pálya és a jármű. Ahhoz, hogy a kötött pályás forgalom zavartalan és biztonságos legyen, nemcsak a pályának, hanem a járműnek is jó műszaki állapotban kell lennie, ezért a rendszeres karbantartás nagyon fontos tényező. A biztonságos közlekedést a jelzők és biztosító berendezések segítik.

A vasúti közlekedés fent említett elemei mind hatással lehetnek a környezeti állapotra, hiszen a helyhez kötöttség miatt mind kapcsolatban állnak a vasúti pályával és annak fontos elemével, a vasúti ágyazattal.

5.3. A vasúti közlekedés és a környezet

Valamely környezet állapotát az ott található környezeti elemek állapotának értékelésével lehet leírni. A vasúti pálya a vasútvonal élettartamának végéig (az esetleges nyomvonal változtatás, vagy pályafelhagyás idejéig) állandó helyen marad. Mindaz a hatás, ami az élettartama során éri, átadódik a környezetére, tehát az alsóbb talajrétegekre, ezeken keresztül a talajvízre, a vízelvezetési rendszeren keresztül pedig, a fel-

színi befogadóra. Az alábbiakban bemutatom, hogy milyen szennyezési formákra lehet számítani a pálya élettartama során.

5.3.1. A vasúti pályát szennyező források

A szennyezést okozó források különböző tevékenységekből erednek. Ezek a tevékenységek lehetnek:

- vasútüzemi tevékenységek (vontatási és forgalmi feladatok);
- kereskedelmi feladatok ellátása (személy- és teherszállítás);
- pályafenntartás (karbantartás, felújítás, ágyazatrostálás ...);
- illegális hulladéklerakás.

A fenti feladatok közül csak azokkal foglalkozom, amelyek a fővonalakon, illetve az átmenő fővágányokon vagy azokkal kapcsolatban előfordulnak. A környezetállapot megfigyelő rendszert ugyanis csak ezekre a területekre célszerű kiépíteni.

A környezetre káros vegyszerekkel történő kocsimosás nem tartozik ebbe a kategóriába, a hulladékaikról, azok kezeléséről külön technológiában és külön eljárás keretében kell gondoskodni, tehát a kocsimosó vágányok területére nem vonatkozhat a monitoring rendszer. Ugyanez érvényes a vontatási telepekre és járműjavító helyekre is. Továbbá nincs értelme monitoring rendszert működtetni az állomások nem átmenő fővágányain, mert a karbantartási, szabályozási és felújítási (átépítési) munkák is speciálisak, és elkülönülnek a nyíltvonalitól, illetve az átmenő forgalmat biztosító vágányokétól.

- A legáltalánosabban elterjedt és ismert szennyezés a közlekedő *vontatójárművekből* juthat a vasúti pályára. Ezek közül a leggyakoribb a nem megfelelően karbantartott vagy a koruk miatt nem megfelelően karbantartható mozdonyok *olajcsöpögése*. Erre utalnak azoknak a helyeknek a nagyobb fokú szennyezései, ahol ezek a járművek rövidebb-hosszabb ideig állnak (pl. *bejárati jelzők*, állomási vágányok stb.). Ilyen elszennyeződött, állomási vágányszakaszt mutat a 3. kép.



3. kép: Olajszennyeződés gyakori mozdonyállásnál

- A kereskedelmi tevékenységből elsősorban a szállított utasoktól eredő szennyezések említhetők (eldobált szemetek, WC-használat), illetve ide sorolhatók a teherforgalomnál hibás kocsik vagy nem megfelelő árurakodás következtében a rakományokból eredő, pályára jutó szóródások, tartálykocsi-csöpögések. Ezek az anyagok szintén mind az ágyazatot terhelik, és azon keresztül az alépítményt és a talajvizet szennyezhetik.
- Ugyancsak jelentős szennyező forrás a pályakarbantartás egyik mindennapos tevékenysége, a váltókenés, amely még megfelelő gondosság mellett is az ágyazat fokozatos olajszennyezését okozza.
- A kis sugarú ívekben alkalmazott *sínkenő berendezések* gondos karbantartás mellett is potenciális ágyazatszennyezők. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy sok gond van a karbantartásukkal, és a szennyező hatásuk egyre nő.
- A vasúti pálya karbantartási munkái közé tartozik a *gyomirtás*. Ez éves vagy fél-éves rendszerességgel vegyi anyagokat juttat a pályára, amelyek az alépítménybe is behatolhatnak, akár az ágyazati finomszemcséjű anyagban akkumulálódhatnak is.
- Gyakori kép az utazásaink során a vasúti pálya részsűjén elhagyott hulladékok lehangoló látványa. Ez természetesen nem a vasúti közlekedésből származtatható, de a vasúttársaság felelőssége eltakarítani, illetve megakadályozni az odajutását, és ez sok gondot és költséget okoz a MÁV Rt.-nek. Egy működő monitoring rendszerben azért fontos az illegális lerakások megakadályozása, naprakész felfedezése, illetve időben történő eltávolítása, mert veszélyeztetheti a pálya ökológiai biztonságát és a monitoring adatainak hitelét.

5.3.2. A pálya környezeti állapotát leíró elemek kiválasztása

Az előzőekben bemutatott potenciális szennyező források mind hatással lehetnek a környezeti állapotra. A hatásuk attól függ, hogy a szennyezés milyen valószínűséggel következik be, illetve milyenek a szennyezőanyag tulajdonságai. A célom egy vasúti pályákra vonatkozó, országos szintű környezetállapot monitoring rendszer elvének a kidolgozása. Ebből a szempontból nem minden elem lesz azonos fontosságú, lesznek a rendszerépítés számára elhanyagolhatóak is.

A döntésben a vasúti pálya szerkezetének, az ezt érintő tevékenységeknek, a környezet adottságainak ismeretében a hatások és hatásviselők mátrixa nyújt segítséget. (1. táblázat)

1. táblázat: Hatásmátrix

| A) PÁLYAKARBANTARTÁS | | | |
|---|---|---------------------------------|----------------|
| Tevékenység | Ebből eredő hatás a környezetre | A hatásviselő (környezeti elem) | A hatás súlya |
| 1. Váltókenés | kenőanyag bejutása az ágyzatba | talaj (talajvíz, felszíni víz) | jelentős |
| 2. Szórványos aljcsere | | talaj | elhanyagolható |
| 3. FKG (felépítmény karbantaró géplánc) | a) zaj | élővilág | jelentős |
| | b) zúzottkő aprózódás | talaj (víz) | elhanyagolható |
| | c) járműből olajcsöpögés | talaj (víz) | közepes |
| | d) motor emissziója | levegő | elhanyagolható |
| | e) elszórt felépítményi anyagok, hulladék | talaj | közepes |
| 4. Rostálás | a) zaj | élővilág | jelentős |
| | b) por | levegő | közepes |
| | c) hulladék, rostaalj | talaj | jelentős |
| 5. Sínhegesztés | hulladék | talaj | közepes |
| 6. Aljjavítás | hulladék | talaj | közepes |
| 7. Padka- és árokrendezés | hulladék | talaj (víz) | elhanyagolható |
| 8. Gyomirtás | vegyszer maradék ágyzatban | talaj (víz) | jelentős |
| 9. Kitérőcsere | hulladék | talaj | jelentős |
| 10. Sínkenés | olajszórás | talaj (víz) | jelentős |
| 11. Árok és áteresztisztítása | hulladék | talaj (víz) | elhanyagolható |
| 12. Pálya alatti átvezetések beépítése | hulladék | talaj (víz) | közepes |
| 13. Tám- és bélésfalak javítása | hulladék | talaj (víz) | elhanyagolható |
| 14. Sínköszörülés | a) zaj | élővilág | közepes |
| | b) hulladék | talaj | elhanyagolható |
| 15. Balesetek miatti helyreállítás | a) zaj | élővilág | jelentős |
| | b) zúzottkő aprózódás | talaj (víz) | elhanyagolható |
| | c) járműből olajcsöpögés | talaj (víz) | közepes |
| | d) motor emissziója | levegő | elhanyagolható |
| | e) elszórt felépítményi anyagok, hulladék | talaj | elhanyagolható |
| 16. Anyagtárolás pálya mellett, telepen | hulladék | talaj, víz, levegő | közepes |
| 17. Távközlő, jelző és biztosító berendezések fenntartása | hulladék | talaj | elhanyagolható |

Az 1. táblázat folytatása

| B) PÁLYAFELÚJÍTÁS | | | |
|--|--|--|----------------------------------|
| Tevékenység | Ebből eredő hatás a környezetre | A hatásviselő (környezeti elem) | A hatás súlya |
| 1. Felépítménycsere | a) zaj b) por c) járművekből olajcsöpögés | élővilág levegő talaj (víz) | jelentős közepes jelentős |
| | d) motor emissziója e) elszórt felépítményi anyagok, hulladék | levegő talaj | közepes közepes |
| 2. Vonalkorrekció töltés (bevágás) építéssel, irtással, humusz leszedéssel | a) zaj b) por c) motor emissziója | élővilág levegő levegő | jelentős jelentős közepes |
| | d) elszóródó anyagok e) élőhely megszüntetése | talaj élővilág | közepes jelentős |
| 3. Kötő- és bontótelepek | a) zaj | élővilág | közepes |
| | b) por | levegő | elhanyagolható |
| | c) motor emissziója | levegő | elhanyagolható |
| | d) elszóródó anyagok | talaj | közepes |
| C) FORGALOM | | | |
| 1. Járművontatás | a) zaj b) rezgés | élővilág élővilág | jelentős jelentős |
| | c) fékpofakopás d) felsővezeték, sín súrlódási kopás | levegő levegő-talaj-víz | elhanyagolható elhanyagolható |
| | e) olajcsepegés | talajvíz | jelentős |
| | 2. Áruszállítás | a) rakományszóródás b) hulladék | talaj, víz talaj (víz) |
| 3. Személyszállítás | a) kidobált hulladék b) WC-használat | talaj, víz talaj, víz | közepes közepes |
| 4. Felsővezeték | elektromos erőtér | élővilág | közepes |
| 5. Kocsimosás és -takarítás | vegyszeres lé elcsorgás | talaj, víz | jelentős |
| 6. Folyékony áruk lefejtése | elcsorgás | talaj (víz) | jelentős |
| 7. Szóródó anyagok tárolása, rakodása | a) hulladék b) ezek oldatai (pl. műtrágya) | talaj talaj, víz | jelentős jelentős |
| | D) EGYÉB | | |
| 1. Illegális hulladéklerakás vasút területén | látványzavarás, veszélyes hulladék | talaj, víz | jelentős |
| 2. Magasépítmények felújítása | a) zaj b) elszórt anyagok, hulladék | élővilág talaj (víz) | jelentős közepes |

A környezetállapot leírásához fontos jellemzőket a hatásmátrix aláfestett sorai mutatják.

Jelentősnek neveztem a hatást, ha az adott tevékenység feltételezhetően

- jelentős mennyiségű szennyezőanyag kibocsátását eredményezi, de ritkán
- gyakori, de kis mennyiségű szennyezőanyag kibocsátással jár,
- vélhetően veszélyes anyag kibocsátással jár,
- a káros hatást nem, vagy nehezen lehet csökkenteni.

Közepesnek jelöltem a tevékenység hatását, ha:

- bizonyítottan környezetbarát hulladékanyag kibocsátása van,
- kis mennyiségű szennyezőanyag kijuttatásával jár a nem gyakori tevékenység,
- vélhetően veszélyes anyag kibocsátás várható, de nagyon kis mennyiségben,
- a káros hatás beavatkozás nélkül is, rövid időn belül, természetes úton csökken.

Elhanyagolható a hatás súlya, ha a tevékenység

- nagyon ritka,
- kis mértékű, nem jár veszélyes szennyezéssel,
- a hatás után rövid időn belül, beavatkozás nélkül helyreáll az eredeti állapot.

Ezeket figyelembe véve a módosított hatásmátrixot a 2. táblázat mutatja.

A 2. táblázatból láthatóan a leggyakoribb hatásviselő mind a pályakarbantartás, mind a forgalom okozta szennyeződéseknek a talaj, illetve ennek az elemnek a közvetítésével a talajvíz vagy felszíni víz. A talajjal mint környezeti elemmel a vasúti pályatest, elsősorban a zúzottkő érintkezik, és ez az elsődleges hatásviselő is. A környezetállapotot jellemző paraméterek meghatározásánál tehát elsősorban a zúzottkő környezetet befolyásoló állapotát leírni tudó jellemzőkre kell tekintettel lenni.

Észrevehető, hogy az 1. táblázatban a „hatás súlya” című oszlopban a háttérsötétítések jóval több hatás esetén jelentkeznek, mint ahány jellemzőt végül a módosított mátrixban megjelöltem, mint lehetséges környezetállapotot jellemző rendszerelemet.

Ennek a következő okai vannak:

- Zajhatás

Azokban az esetekben, ahol a tevékenység hatását jelentősnek jelöltem meg, de mégsem szerepeltetem a módosított mátrixban, több helyen is előfordul a zaj, mint okozott környezeti hatás.

A tanulmányomban a vasúti pálya környezetet befolyásoló állapotát vizsgálom. Noha a vágánygeometriai vagy síngeometriai hibák befolyásolhatják a zajhatást, azért alapvetően a járműnek a sínpáron való közlekedéséből, annak sebességéből és terheléséből adódik a zajprobléma. A vasúti pálya hagyományos szerkezetén kellene ahhoz változtatni, hogy a zaj (és rezgés) problémaköre a vasúti pályán történő megoldásokkal javítható legyen. Ezért úgy gondolom, hogy az egyébként is előírászerűen betartandó jó geometriai pályaállapottal mindent megtettünk ennek a hatásnak a csökkentésére, ami a pályás szakszolgálatnak az eszköztárával lehetséges. Ha a másik fél, a vontatási szakszolgálat is jól karbantartott járművekkel közlekedik, akkor ez minden, amit a zajterhelés megelőzésére tehetünk. Ha a lakott területek közelsége miatt a zajszint még így sem tolerálható, marad a passzív védekezés lehetősége; a zajvédő fal.

A pálya környezetállapotának megfigyelő rendszeréből a zaj (és rezgés) témaköre ezért kimaradhat, illetve érintőlegesen a passzív védekezés elemeire korlátozódhat majd. Új pálya építésénél, illetve a régi teljes rekonstrukciójánál ugyanis törvényi szabályozás kötelez a környezeti hatásvizsgálat elvégzésére, ahol ez a probléma kezelhető.

- Vegyszerek elcsorgása, szóródó anyagok rakodásnál

A C5, C6, C7/a, C7/b jelöléssel megadott tevékenységek nem tartoznak a vasút fővágányú hálózatához köthető tevékenységeinek körébe, mivel a kocsimosások külön kocsimosó vágányokon történnek, ahogy azt az előzőekben említettem. Ugyanígy külön raktári és rakodóvágányok szolgálnak a szóródó anyagok átrakási helyéül, és külön előírások vonatkoznak a kialakításukra, akárcsak a lefejtő vágányok esetében. Az itt keletkező hulladékokat külön hulladékkezelési technológia útján ártalmatlanítják, *nem lenne ésszerű a pálya környezetállapot megfigyelő rendszerébe bevonni ezeket.*

A sínhegesztés zajjal is jár, de nem az a jellemző hatása, ezért ezt nem tüntettem fel az eredeti táblázatban. Sokkal jelentősebb a termit hegesztés hulladéka, ami károsan befolyásolná az ágyazat szennyezettségét, azonban a MÁV vonalain a hegesztést az ISO 9001 szigorú szabályai szerint végzik, és minden hegesztéssel kapcsolatos hulladékot eltávolítanak a helyszínről a munkával megbízott kft. szakemberei.¹

- Levegőszennyezés

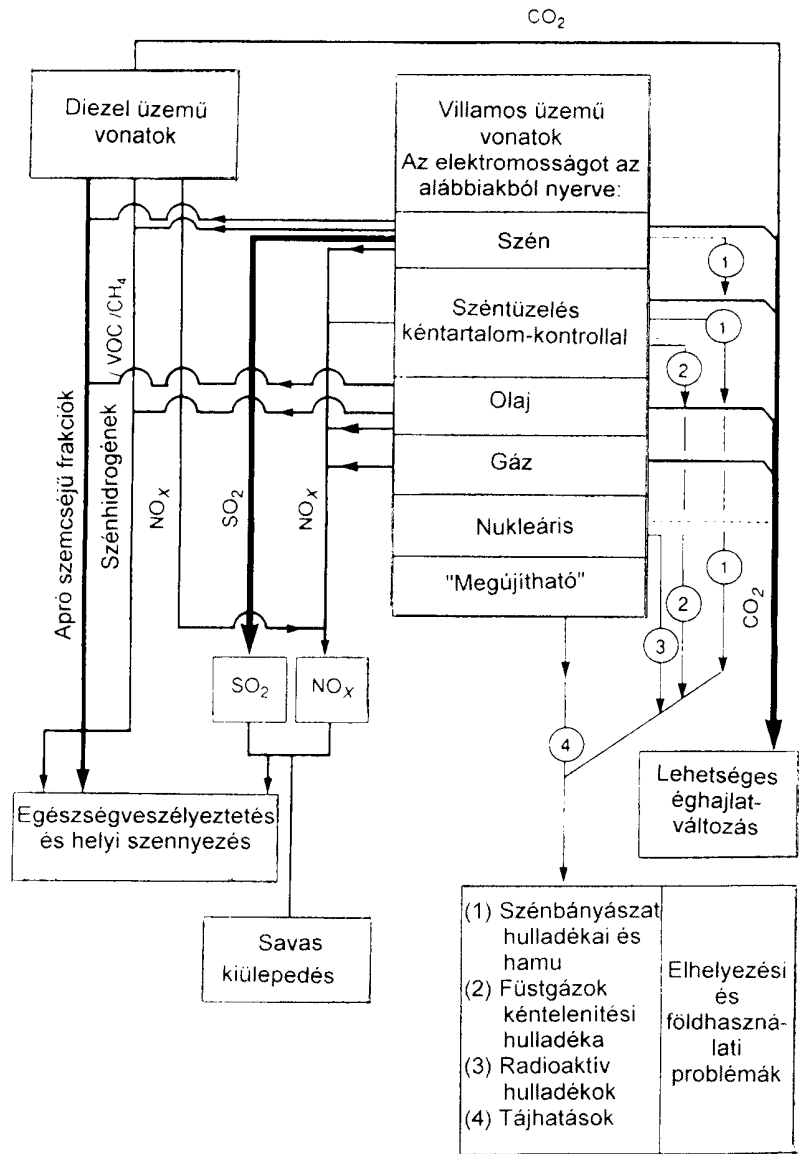
A jelentős hatások között egy tevékenységet szerepeltettem, ami a levegőszennyezéssel kapcsolatos (B2/b). Ez azonban építési tevékenység, ami csak az építés idejére vonatkozik, egy monitoring rendszer kiépítésében ezt az elemet elhanyagolhatónak tartom, természetesen új vonalak építésénél a környezeti hatásvizsgálat során kell figyelembe venni. A forgalomból adódó levegőszennyezési emissziós adatok alapján a vasúti közlekedés hatása sokkal kedvezőbb, mint az autópályáké. (Neuschl [2001])

A vasúti forgalom levegőszennyezése megoldódni látszik a villamosítás elterjedésével. Nem szabad azonban elfelednünk, hogy a villamos energia előállítás is levegőszennyezéssel jár, különösen, ha széntüzelésű hőerőművekben generálódik. Erre hívja fel a figyelmet a 6. ábra, amely attól függően sorolja fel a lehetséges szennyezéseket, hogy milyen a vontatás neme, és milyen módon állították elő az elektromos energiát.

Ahogy az ábrából is látható, a diesel mozdonyok emissziója ugyanolyan sajátosságokkal jellemezhető, mint a tehergépkocsiké az utakon, tehát szén-monoxid, nitrogén-oxidok, szénhidrogének és szerves alapú szilárd szennyezők tartoznak ide. A lényeges különbség az utakon közlekedő hasonló üzemű járművekkel szemben az, hogy a vasúton kétszer annyi utas, illetve áru szállítható egy üzemyagegységre vetítve, mint közúton.

Az elektromos vontatás akkor jelent káros levegő emissziót, ha az energiát széntüzelésű erőműből nyerik, egyébként (gáz, nukleáris, vízi erőmű) szennyező hatása szinte nincsen. Magyarországon az erőművek füstgáztisztítását szolgáló EU normáknak megfelelő beruházások megtörténtek, így a villamosvontatási levegőemissziót országos szinten is elhanyagolhatom. (SZE [2005])

¹ A MÁV Rt. területén a karbantartási sínhegesztéseket a MÁV-Thermit Kft. végzi 1995 óta, a környezet kímélése érdekében a hulladékanyagot felfogó ún. eurotégely segítségével (Lőkös [2002])



6. ábra: A vasúti közlekedés következtében fellépő lehetséges szennyezések okai

Megemlíthetném még az áramszedő és a felsővezeték, illetve a kerék és sín közötti súrlódásból származó kopási anyagokat, mint szennyezést (levegő, majd talaj), de ezek elsősorban nagysebességű vonalakra jellemzőek. (Carpenter [1994])

Mivel a levegőszennyezések kiülepedve szintén a pályára jutnak, visszaútalhatnak az *ágyazat környezeti minőség* témaköréhez. A fentiek értelmében – noha közepes nagyságúnak minősíttem a hatást – a levegőszennyezéssel a monitoring rendszerben nem foglalkozom.

- Hulladék

A közepes nagyságúnak minősített hatások legtöbbször levegőszennyezésre (elhagyásának indoklását lásd fent), illetve hulladékképződésre utalnak. A figyelembe nem vett tevékenységek közül a felépítményi karbantartó géplánc (FKG) esetében (A3/e), az esetleg utólagosan a pálya alatt áthúzott vezetékek készítése (A12), aljjavítás (A6), vagy a vonalkorrekciók (B2/d), felépítménycserék (B1/e) során keletkező hulladékok azért nem jelentősek a pálya környezetállapotának megítélésénél, mert ezek a tevékenységek nem gyakoriak, és a hulladékaik nem jelentős mértékűek, és inkább jellemzően felépítményi anyagok (fém kapcsolószerkezetek) darabjainak elvétele a pályán feletését jelentik. Más esetekben, mint pl. a kötő- és bontótelepeknél (B3/d), pálya melletti anyagtároló helyeknél (A16) nem a vágányt érinti a hulladék, ezek a telepek egy-egy állomás közelében a vágányok mellett kialakított területek, és hulladékaik jellemzően felépítményi fémanyagok, elszórt alkatrészek. Ugyanez jellemzi a magasépítményi felújításból származó hulladékokat (D2/b) is, azzal a különbséggel, hogy itt építési törmelékről lehet szó, és nem az 5.3.1. fejezetben említett monitoringra kijelölt területeket érinti.

A villamos vontatású vonalalnál a nagyfeszültségű felsővezetékek miatt kialakuló elektromágneses erőtérnek is van hatása az élővilágra, de ez nem tartozik szorosan a pálya környezeti állapotának kérdésköréhez, ezért ezzel nem foglalkozom.

A módosított hatásmátrix hatásviselő elemei a talaj és a víz.

- Víz

A vasúti pálya a maga alépítményével átalakította a víz lefolyási viszonyait, ezért is kellett a vízelvezetés rendszerét megtervezni. A megépült töltések, bevágások hatásával vannak a talajvízre is, a szivárgó rendszer átalakítja a talajvízviszonyokat. Ez a kérdéskör a vasúti pálya *építéskor* kap különös fontosságot. Természetesen, ha a pálya *régi is*, de a környezeti állapot megfigyelésére kiépítendő *rendszer új*, akkor ezekkel a kérdésekkel, adatokkal a rendszerépítés során számolni kell majd. A régóta üzemelő pályák esetében elsősorban a balesetek miatt fellépő rendkívüli szennyezések veszélyessége lehet hangsúlyos, ha a felszíni csapadékkal ez a szennyezés a felszíni vagy a felszín alatti vízbe jut. Ez azonban a balesetelhárítási tevékenység témakörébe tartozik, amiről egy környezetállapot megfigyelő rendszernek adatgyűjtés szintjén ugyan „tudnia” kell, de nem ugyanaz a problématerület.

- Talaj

A módosított mátrixból látható, hogy a legjellemzőbb szennyezők, amelyeket jelentősnek is neveztem, az olajcsöpögést okozó tevékenységek. Ezek mindegyike közvetlenül a talajt érinti, és csak ezen keresztül érheti a vizet. Az olaj a zúzottkő közvetítésével juthat le a talajig, illetve a földmű koronájáig. Normál vasúti üzemet feltételezve az olaj ágyazatba jutásának mértéke nem lehet számottevő, ezért is neveztem „csöpögésnek”.

2. táblázat: Módosított hatásmátrix

| A) PÁLYAKARBANTARTÁS | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Tevékenység | Ebből eredő hatás a környezetre | A hatásviselő (környezeti elem) | A hatás súlya |
| 1. Váltókenés | kenőanyag bejutása az ágyzatba | talaj (talajvíz, felszíni víz) | jelentős |
| 3. FKG | c) járműből olajcsöpögés | talaj (víz) | közepes |
| 4. Rostálás | c) hulladék, rostaalj | talaj | jelentős |
| 8. Gyomirtás | vegyszermaradék ágyzatban | talaj (víz) | jelentős |
| 9. Kitérőcsere | hulladék | talaj | jelentős |
| 10. Síinkenés | olajszórás | talaj (víz) | jelentős |
| 15. Balesetek miatti helyreállítás | c) járműből olajcsöpögés | talaj (víz) | közepes |
| B) PÁLYAFELÚJÍTÁS | | | |
| Tevékenység | Ebből eredő hatás a környezetre | A hatásviselő | A hatás súlya |
| 1. Felépítménycsere | c) járművekből olajcsöpögés | talaj (víz) | jelentős |
| C) FORGALOM | | | |
| 1. Járművontatás | e) olajcsepegés | talajvíz | jelentős |
| 2. Áruszállítás | a) rakományszóródás | talaj, víz | közepes |
| | b) hulladék | talaj (víz) | közepes |
| 3. Személyszállítás | a) kidobált hulladék | talaj, víz | közepes |
| | b) WC-használat | talaj, víz | közepes |
| D) EGYÉB | | | |
| 1. Illegális hulladéklerakás vasút területén | látványzavarás, veszélyes hulladék | talaj, víz | jelentős |

Az eddig elmondottakból nyilvánvaló, hogy a *monitoring rendszer legfontosabb elemének a vasúti zúzottkővet tartom, ebben akkumulálódhatnak a szennyeződések, és innen adódhatnak tovább más környezeti elemre. A továbbiakban azt fogom megvizsgálni, hogy milyen mértékben halmozódik fel a szennyezés az ágyzatban bizonyos idő elteltével, illetve, hogy milyen mértékben veszélyeztetheti ez a felhalmozódott szennyezés a környezet ökológiai állapotát.*

Az ökológiai állapot megítéléséhez nem elegendő az ágyzatban lévő szennyezőanyagok mennyiségét tudnom, hanem nagyon fontos az anyagok tulajdonságait is ismernem. Ennek érdekében begyűjtöttem a tevékenységekhez köthető, a MÁV Rt. területén legáltalánosabban használt anyagok típusait.

5.3.3. A vasúti pályát szennyező anyagok

5.3.3.1. Vasúti járművek legáltalánosabban használt anyagai

- Üzemanyagok: Gázolaj F MSZ EN-590:2004 2.

Dízelmotorok motorhajtóanyagaként gázolajat használnak a vontatójárműveknél. A gázolaj azért fontos környezetvédelmi szempontból, mert a jármű a kenőanyagkészletekből az üzemelés során viszonylag (a jármű állapotától függően) keveset fogyaszt, ugyanakkor az üzemanyagkészletet (az üzemeléstől függően) folyamatosan nagyobb mennyiségekkel pótolni kell. Ezért a legnagyobb mennyiségben felhasznált veszélyes anyag a gázolaj, és a legtöbb környezetvédelmi probléma is ehhez az anyaghoz kötődik a vontatási telephelyeken. Viszonylag magas vízzoldhatósága miatt környezetterhelés szempontjából (30–40,000 µg/l) ez a legfontosabb szennyező anyag. [Dobos et al. (1992)]

- Kenőanyagok: MOL Synt Diesel 10 W-40 szintetikus dízelmotorolaj

A kenőanyagok tulajdonságait, illetve a követelmények kielégítését a finomításon túl különféle adalékanyagok (legnagyobb részben szerves vegyületek) hozzákeverésével lehet biztosítani. Az egyes gépészeti berendezésekhez alkalmazható kenőanyagok minőségére, és mennyiségre vonatkozó előírásokat a mindenkor érvényes kenési utasítás tartalmazza.

5.3.3.2. Váltókenés anyagai

Thermocup 1200 FL

A váltókenés az a művelet, amelynek eredményeképpen közvetlenül a zúzottkőre kerülhet a szennyezőanyag, ha gondatlanul végzi a pályamunkás a feladatát. Sőt, a legnagyobb gondosság mellett is kikerül a mozgó alkatrészek, közül az anyag a pályára. Ezért nagyon fontosnak tartom a MÁV Rt. törekvését, amellyel a környezetbarát kenőanyagok használatát szorgalmazza, sőt a kitérőszerkezet módosításával (görögös váltószerkezet) is segítette a környezetterhelés csökkentését.

5.3.3.3. Permetezőszerek

Az évek során kialakult a MÁV Rt. vonalain hatékonyan használható permetezőszerek alkalmazása. A következő permetezőanyagok használata elfogadott a vasúti gyomirtásnál:

- ARSENAL
- DIURON 600 FW
- GLIALKA 480
- HYSPRAY
- CHIKARA 25 WG
- MIKESUPER COMBI 600 FW

1997-től a Földművelésügyi Minisztérium illetékes főosztályának jóváhagyásával változtattak a gyomirtási technológián a MÁV Rt. vonalain. (Gaál [1999])

A MÁV-nál jelentkező vegyszerezési gondok csak több herbiciddel, illetve a készítményekből több lépcsőben megvalósítható technológiai eljárásokkal oldhatók meg. Alátámasztja ezt a törekvést a jogszabályokban előírt kijuttatási (kipermetelési) elő-

írás – mind a herbicidek felhasználhatóságának, mind a védekezés szakember által történő irányítása, valamint a környezetvédelmi fokozott elvárások vonatkozásában egyaránt. Az új technológiai követelmények alapján, a védekezés eredményesen csak több lépcsőben végezhető el.

Az újabb fejlesztések eredményeként és a gyomfelvételezések segítségével, számítógépes irányítással optimális mennyiségben a célterületre lehet permetezni a herbicideket. (Torhosi et al. [1998]) A számítógépes rendszer azt eredményezte, hogy dokumentáltan a legmegfelelőbb szer, a szükségesen minimális mennyiségben kerül az ágyazatra.

5.4. A vasúti pálya környezeti állapotának definíciója

Az előző fejezetekben elemeztem a vasúti közlekedés környezeti hatásait. A szennyező források, szennyezőanyagok és ezek hatására kialakuló környezeti minőség bemutatására kiválasztott jellemzők ismeretében azt kell megterveznem, hogy milyen módon mérhető a szennyezettség mértéke, és a kapott eredményeket hogyan értékelhetem. A vasúti pálya környezetállapotát szeretném rendszerszerűen megfigyelni, ehhez azonban elsősorban ennek a fogalomnak a definíciójára van szükség, még ilyen rendszer ugyanis nem létezik. Figyelembe véve azt, hogy a legfontosabb elem a környezeti megítélésben az ágyazat, a definíció a következő:

A vasúti pálya környezetállapota egy ökológiai ágyazatminőségi érték, amelyik a pályatest közvetlen közelében lévő környezeti elemekre hatással van. Ez az ökológiai minőség három kategória betűjelével jellemezhető: K_A , K_B és K_C . Minden kategóriamegjelölés mögött kézzelfogható, dokumentált, környezeti minőséget leíró eredmények vannak.

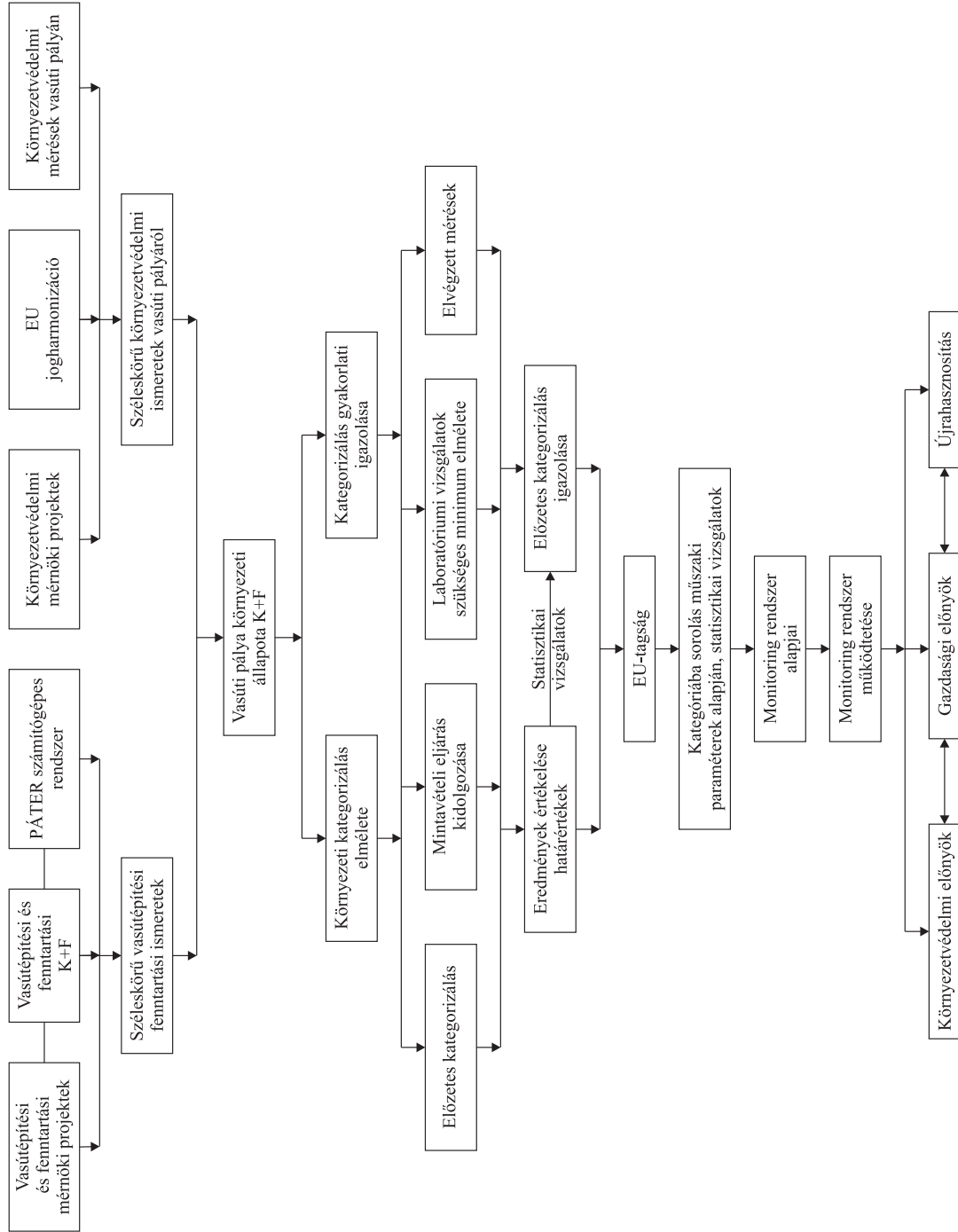
Ez szokatlan definíció, mivel ágyazatminőséggel fogom jellemezni a környezeti állapotot. Ennek az az oka, hogy az előbbi fejezetekben említettek szerint az ágyazat az a pályaelem, amelyik a szennyezést fölveszi és közvetíti, illetve megtartja. Ennek az elemnek a környezeti minősége jelentősen befolyásolja tehát a talaj és az ott lévő talajvíz minőségét is. Ebből logikusan következik, hogy *ha az ágyazatot tisztán tudnánk tartani, akkor a vasúti pálya állapot is jó lenne, és a környezeti elemeket sem veszélyeztetnénk.* A pályában fekvő ágyazat tisztaságának ismerete csakis folyamatos megfigyeléssel lehetséges. Ezért szükségesnek tartom a pálya környezeti állapotának elemzésén túl, a környezeti monitoring rendszer mielőbbi bevezetését is, hiszen az ágyazat minőségének ismerete naprakészen csakis így biztosítható.

5.4.1. A vasúti környezeti monitoring rendszer célja

A monitoring rendszer elvének kidolgozásával az a célom, hogy olyan, megvalósítható eszközt adjak a vasúti pályát üzemeltető szervezetek kezébe, amellyel egyszerűsödhet a hulladékgazdálkodásuk, naprakész lesz, és bizonyíthatóan átláthatóvá válik a vasúti pályában fekvő ágyazat ökológiai minősítése. Ez azért fontos, mert ez az anyag bármikor kikerülhet a pályából felújítások során. Akkor is szükséges tudni az ökológiai állapotot, ha a vasúti pályát felszámolják ugyan, de helyben marad, és más célokra használják majd, vagy egyszerűen csak egy környezetbarátabb közlekedés mementőjeként marad a területen.

Az előzőekben leírtam azokat a közelítéseket, elhanyagolható elemeket, amelyekkel nem foglalkozom a monitoring rendszer elméletének kidolgozásakor.

A zúzottkő értékes, jó szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező anyag. Az apró szemcséjű frakciója az úgynevezett rostaalj valóban azt a képzetet keltette mindig, mint a 3. képen mutatott állomási mellékvágányok olajsáros ágyazata, hogy veszélyes anyagokkal terhelt. Ha a használt zúzottkövet esetleg meg is mentettük az újrahasznosítás számára, a rostaaljra kimondtuk az ítéletet, lerakóba vele! Azonban nem minden rostaalj szennyezett. A pályaépítéssel, felújítással, korszerű fenntartással kapcsolatos munkáim (KTMF [1986]), (Koren [1991]), (KTE [1992]), (BAUCONSULT [1992]), (SZIF [1996]) eredményeinek ismeretében kirajzolódott bennem egy szerintem hasznos, és kivitelezhető rendszer képe annak érdekében, hogy az értékes anyagokkal ne hulladékként bánjunk. Ennek az elképzelésnek az alakulását, és az elmélet gyakorlati igazolását szeretném a következőkben bemutatni. A 6. fejezet megértését segíti a 7. ábra, amely azokat a logikai lépéseket ismerteti, amelyek elvezettek környezeti pályaminősítés elméletének kialakulásához, és a monitoring rendszer szükségességének felismeréséhez.



7. ábra: A vasúti pálya környezeti monitoring rendszeréhez vezető lépések

6. A vasúti pálya környezeti minőségi kategóriájának

elmélete

A vasúti pálya környezeti minősítésének elméletéhez vezető lépések és történések jól követhetők a 7. ábrán.

6.1. Előzmények

Az 1993–96. években témavezetőként több, pályakorszerűsítéssel kapcsolatos munkában végeztem laboratóriumi méréseket is a pályából kikerülő zúzottkő ágyazati mintákból. (SZIF [1996]) A mintavételezés mindig az aktuális feladathoz kötődött, és így sikerült nyíltvonali, kitérő alatti, jelző közeli, állomási és depóniában lévő zúzottkőből való mintasorozatokhoz jutnom. Az akkori előírásoknak megfelelően a nehézfém tartalmat, illetve olajtartalmat vizsgáltam, és a laboratóriumi eredményeket összevettem a határértékekkel. A talajok nehézfém tartalmára vonatkozó higiénés határérték hiányában a megengedhető értékeket a 9003/1983. MÉM-EüM-OVH közös közlemény, illetve az MI-08-1739/1990 szabályozta.

Összehasonlítottam a kapott értékeket az ún. „Holland jegyzékkel” (Förstner [1993]) is. A több száz mintasorozatból álló laboratóriumi eredmények értékelésekor feltűnt, hogy az olajtartalom meghatározására szolgáló SZOE (szerves oldószer extrakt) vizsgálatok értékei magasak, de csak bizonyos mintáknál. A minták csoportosítása után nyilvánvalóvá vált, hogy azokon a helyeken magas ez az érték, ahol lehetőség van a pályára hulló olajos anyag összegyűlésére. Ezek a helyek pedig a kitérők, a bejárati jelzők, ahol a vonatok az állomás előtt megállíthatják vágányfoglaltság esetén, és természetesen az állomási vágányok, szerelőműhely közeli vágányok vagy olajlefejtők.

Annak idején a mintákat általában az ágyazat bontásával egy időben vettük, és így megjelölhető volt az ágyazat bennfekvési helye. Voltak azonban olyan mintavételezések is, amelyek régi ágyazati gyűjtőhelyekről (depóniából) történtek, ahová a környező vonal rekonstrukciója során vegyesen hordták és tárolták a régi zúzottkővet. Ezeknek a mintáknak a laboratóriumi értékelése vezetett el arra a megállapításra, hogy nem lenne szabad összekeverni a különböző helyekről vett ágyazati anyagot. Ami a nehézfém tartalmat illeti, nem adódott soha határérték-túllépés, annál inkább a SZOE értékeknél. Az olajszenyyezett ágyazat keverése a nyíltvonali ágyazattal oda vezetett, hogy az egész depóniát elszennyezte.

Ebből azt a következtetést vontam le, hogy a nyíltvonali minták esetében az olajszenyyezettség esetleges, és általánosságban elmondható, hogy nem veszélyes mértékű, tehát az ágyazat a pályából kikerülve még értékes anyag lehet.

Erre az eredményre jutottak a más országokbeli ezzel kapcsolatos vizsgálatok is (Baasner et al. [1995]), lehetővé téve az eddiginél nagyobb mértékű újrahasznosítást. (Schilder et al. [2000])

Ezért azt a lehetőséget kellett megkeresnem, hogy van-e olyan része a MÁV Rt. vonalhálózatának, ahol a közel állandó jó minőség garantálható még használt zúzottkő esetén is. A jó minőség alatt itt ökológiailag nem káros minőséget értek.

Ennek felderítésére szélesebb körű, az előbbi osztályozás szempontjait követő vizsgálat vált szükségessé a MÁV vonalain. Ekkor kerestem meg a MÁV Rt. pályagazdálkodási szakembereit és javasoltam, hogy K+F munka keretében vizsgáljuk meg egy pálya környezetállapotot figyelő rendszer kialakításának a lehetőségeit. Az adatok feldolgozása során sok nehézséget okozott, hogy időközben az Európai Unió tagjai lettünk, gyorsan változtak a jogszabályok, és, hogy személyes okok miatt hosszú időre fel kellett függesztenem az értekezési munkámat.

6.2. A vizsgálatok

A módosított hatásmátrix elemeit tekintve a következő néhány szennyező paraméterre szűkítettem le a vizsgálatot:

- olajszennyezés az ágyazatban (akár a forgalomban lévő gépek, akár a fenntartás gépei, vagy a kenőszerkezetek okozzák a szennyezést);
- gyomirtó szerek az ágyazatban;
- természetes eredetű hulladékok az ágyazatban (WC-használat).

A nehézfémek vizsgálatáról lemondtam, mivel sosem kaptam határérték-közeli eredményeket az előző fejezetben említettek alapján, továbbá azért, mert olyan minta is volt a vizsgálatok során, ahol a vonal közelében lévő mezőgazdasági területről vett kontrollminta nehézfém értékei jóval magasabbak voltak, mint a pályában fekvő rostaalj mintákéi. A zúzottkő apró frakciójában, a rostaaljban található nehézfém tartalmakat nagyban befolyásolhatja a kő eredeti ásványianyag-tartalma. A tiszta zúzottkő fémtartalmának vizsgálatáról az irodalomban nem találtam információt, anyagi lehetőségeim pedig nem engedtek ilyen jellegű laboratóriumi munkát elvégeztetni.

A vasúti pályában fekvő ágyazati anyag ökológiai szempontú vizsgálata a következő nehézségek elé állított:

- ki kell dolgozni a vasúti pályából forgalom alatt vehető mintavételezést;
- nincs előírt laboratóriumi vizsgálat a ágyazat ökológiai minőségének meghatározására, ami igazolhatná egy vasúti pályaszakasról, hogy a környezetre nézve veszélytelen, és ha az ágyazati anyaga kikerülne a pályáról, akkor nem számítana veszélyes hulladéknak, tehát ennek az elvét és gyakorlatát is ki kell dolgozni;
- a mintavételezés forgalom alatti pályából történik, balesetveszélyes;
- meg kell vizsgálni, milyen hosszú pályaszakasz minősége tekinthető homogénnek, továbbá, hogy
- mennyi idő alatt változik a szennyezettség mértéke;
- milyen jellemzők változtatják a szennyezettség növekedést legjobban.

A fenti nehézségek megoldásának a terve vezetett a vasúti pálya környezeti monitoring rendszere elméletének kidolgozásához.

6.3. A monitoring rendszer elméletének leírása

A tervezett monitoring rendszerhez az alapállapot ismerete, majd a folyamatos ellenőrzés szükséges. Az ezzel kapcsolatos kutatásom logikai lépései a következők:

- *feltételes kategorizálás* – az eddigi szakmai tapasztalatom és elérhető műszaki információk alapján
- *a feltételes kategorizálás állandósítása* – a vasútvonalak környezeti kategóriába sorolásához objektív adatok, eredmények szükségesek, ezeket laboratóriumi mérések biztosítják. A mérések és a kategória állandósítás feltételeit a következőképpen kell megterveznem.
 - 1) *mintavételi eljárás kidolgozása* – a laboratóriumi mérések elvégzéséhez egy, a pályából forgalom alatt vehető, és később kötelezően alkalmazandó mintavételi eljárás szükséges.
 - 2) *a laboratóriumi vizsgálat típusok meghatározása* – a vasúti pálya ökológiai hatásait biztonsággal megmutató legegyszerűbb, legkisebb számú, a későbbiek során monitoring végzésére alkalmas vizsgálat típusokat meg kell adnom.
 - 3) *a vizsgálati eredmények feldolgozása a feltételes kategorizálás igazolásához* – ebben a fázisban szükséges az ágyazatba került anyagok mennyiségi, minőségi ismerete, és veszélyességének mértéke, valamint a kapott eredmények statisztikai feldolgozása az összehasonlításhoz.
- *végleges kategorizálás* – a feltételes kategorizálás igazolása után, ki kell dolgoznom a minőségi kategóriák jellemzésének szükséges és elégséges feltételeit, hogy bármikor, bármely, a monitoring rendszerbe bevonni kívánt vonalra elvégezhető legyen a kategóriába sorolás.

Az itt leírt logikai lépéseket követve a további fejezetekben írom le a kutatásommal kapcsolatos felmerült problémákat, azok megoldását és eredményeit.

6.3.1. A mintavétel problémaköre

A 6.1. fejezetben említett korai mintavételezések mindig egy adott keresztmetszetre vagy egy adott depóniára vonatkoztak. A mintavételezéskor mindig feljegyeztem, vagy, ha személyesen nem voltam jelen, szakemberek megítélésére bízva, feljegyeztem, hogy szemrevételezéssel mennyire látszik tisztának, vagy szennyezettnek az ágyazat. Összesen 177 minta statisztikai vizsgálata alapján az eredmények a következő összefüggéseket mutatták.

Vegyük alapul a nem nyíltvonalai, szemre sem jónak minősíthető vágányt. (Ezek az állomások átépítésekor kivett anyagok). Ha az ebből kikerült mintákat vizsgáltam, akkor ezekhez képest a kitérők alóli minták 132 százalékkal szennyezettebbek voltak. Az összehasonlítás alapja a legjellemzőbb szennyezés, az olajtartalom volt.

A nyílt vonalí ágyazatból vett minták viszont 58 százalékkal kevésbé voltak szennyezettek.

A szemrevételezéssel jónak minősített pályaszakaszok 48 százalékkal kevésbé szennyezettek. A szennyezettség mértékére nézve a SZOE érték nyújtott eligazodást. (A nagy SZOE sok szennyezést jelent). Mindhárom eltérés 1 százalékon is szignifikáns, ami azt jelenti, hogy 1 százaléknál kisebb (0,2%) az esélye annak, hogy csak a mintavételi hiba miatt lett ekkora az eltérés.

Mindezek az eredmények arra a következtetésre vezettek, hogy külön kell választanom a vizsgálataimhoz a pálya egyes szakaszait. Ennek részletes leírását a 7. fejezetben adom.

6.3.2. A pálya környezeti kategorizálásához szükséges közelítések

Amint a korai munkák vizsgálati eredményei mutatták, a vasúti pálya környezeti szempontból nagyon eltérő szennyezettségű állapotban lehet. Ez az állapot a forgalom hatására állandóan változik. Ugyanakkor vannak a vasúti pályának olyan *jellemzően azonos tulajdonságokkal* rendelkező szakaszai, amelyek nemcsak egy országon belül, hanem a *vasúti pályákon általában* hasonló szennyezettséget mutatnak. Ezért a hagyományos vasúti pályákon három elkülönülő környezeti kategóriát nevezek meg:

- K_A a tiszta ágyazat kategóriája;
- K_B a közepesen szennyezett ágyazat kategóriája;
- K_C a lokális pályaszakaszok ágyazatának kategóriája.

A *tiszta ágyazat* (K_A) megnevezés azt jelenti, hogy olyan ágyazatról van szó, amelyben az ökológiai veszélyeket jelentő szennyezések nem fordulnak elő. Természetesen műszaki szempontból az ágyazat lehet „szennyezett”. Ez azt jelenti, hogy a hosszú bennfekvés ideje alatti aprózódások, tömörödések miatt elveszítette a rugalmasságát, és a továbbiakban nem képes ellátni az 5.1. fejezetben leírt feladatát.

Közepesen szennyezettnek (K_B) fogom nevezni a szemrevételezéssel is elhasználódottnak, olajosabbnak tűnő ágyazatot (ilyenek általában az állomási vágányok ágyazatai). A laboratóriumi vizsgálat az ellenkezőjét is bizonyíthatja, tehát ilyen „kinézetű” ágyazat is lehet ökológiailag veszélytelen.

Lokálisnak (K_C) nevezem azt a pályaszakaszt, amelyik helyszínrajzilag erősen helyhez köthető (kitérők, jelzők, sínkenő berendezések szakaszai). Ezekről a helyekről jellemzően *szennyezett* ágyazati minták várhatók, de itt is lehetnek nagy különbségek, tehát a szennyezettség mértéke a laboratóriumi vizsgálat után dől el. A monitoring során ezeket a szakaszokat mindenképpen külön eljárással látom kezelhetőnek. Annak érdekében, hogy egységes, minden vasútvonalra alkalmazható, rendszeres mintavételezéssel megvalósuló, a pályakorszerűsítések tervezését a környezeti szempontok figyelembevételével lehetővé tevő monitoring rendszert tudjak javasolni, bizonyos korlátokat kell szabni. A korlátozások azért is szükségesek, hogy mindig *megbízhatóan azonos minősítési eljárás* alá essen a használt ágyazati anyag, bárki végezze is a pálya-felújítást, illetve a hulladékkezelést. A vasúti pályára vonatkozó környezetállapotot meghatározó vizsgálataim megkezdése előtt a következő közelítések váltak szükségessé:

a) *Három környezeti kategória felállítása*

Nem folyamatosan számszerűsített minősítést fogok adni az ágyazatról, hanem határokat szabok. Ezek lesznek az úgynevezett *környezeti kategóriák*, K_A , K_B és K_C jelöléssel ellátva és bizonyos, környezetállapotot leíró paraméterek számszerű értékeinek hozzárendelésével.

b) *Az egyes kategóriába eső vonalszakaszokat azonos környezeti minőségűnek tekintem*

A minősítés elvégzése után úgy tekintem, mintha a pálya minden egyes folyóméterét megvizsgáltam volna, tehát azonos környezetállapotúnak tartom a ténylegesen bevizsgált szakasszal. Ezt azért lehet megtenni, mert a szemrevételezéssel, illetve a forgalmi adatok ismeretében minden változás észrevehető, és a rendszerben megadható lesz a kategóriaátsorolás lehetősége.

c) *Egy általánosan alkalmazható mintavételezési módszer kidolgozása*

Meghatározom a kategorizáláshoz mértékadó mintavételi hosszakat, amelyeken bizonyos szakaszonként pontmintákat kell venni, és több pontmintából átlagmintát képezni. Ehhez azt a jelenleg érvényes szabványt tartom szem előtt, amelyik a veszélyes hulladékok mintavételét írja elő, és ahhoz képest tesztek közelítést. Azért van szükség erre a támpontra, mert a vonalas létesítmények környezetvédelmi monitoringjára érvényes mintavételi szabvány nincs.

A három kategória-elképzelés tehát a korai mintavételek eredményei alapján született. Még mielőtt elkezdeném a minősítéshez szükséges egyéb feltételek elvénnek a tisztázását, a vasúti pályákat a fent leírt ismereteknek az alapján a következő szempontok szerint lehet besorolni. *Ezt feltételes kategorizálásnak fogom hívni.*

A három feltételes kategóriába való besorolás szempontjai:

- 1) *pályán folyó, rendeltetésszerű használatból adódó tevékenységek szennyező hatása;*
- 2) *terület érzékenységének figyelembevétele;*
- 3) *nem rendeltetésszerű használatból adódó szennyeződések (más szakszolgálati technológiai rendszerek nem megfelelő minőségű, nem a normál tevékenységhez tartozó emissziói).*

A teljes kategorizálás elvégzésekor az egyes jellemzőknek számszerű értéket kell adni, ehhez szükségesek a laboratóriumi vizsgálatok is.

A rendeltetésszerű használat szennyező paramétereit a módosított mátrix (2. táblázat) tartalmazza. Az érzékeny területek figyelembe vétele elsősorban a tájvédelmi körzetekben, nemzeti parkok területén áthaladó vasútvonalakra értendő. A nem rendeltetésszerű használat alatt bizonyíthatón (és bírsággolhatóan) szennyező módon közlekedtetett járművek vontató szakszolgálati működtetését értem.

Fent leírtak ismeretében egyelőre számszerűsítés nélkül a három környezeti kategória megfogalmazása a következő:

K_A kategória

Azoknak a vasúti pályáknak a környezetállapotát jellemzem K_A kategóriával, ahol a rendszer környezetállapotot befolyásoló jellemzőinek a hatása, emissziója a vasúti pálya eddig eltelt életére összegezve kis mértékű, a terület érzékenysége kismértékű, a pályán villamos vontatás van, vagy dízel vontatás esetén a terhelés mértéke nem túl nagy, a személy/teherforgalom aránya jó, pályageometria megfelelő (pl. nyíltvonali pályaszakaszok, jó alépítményi és talajvízviszonyok mellett, nincs erősen szennyező ipari tevékenység a pálya mentén stb.). Mindezek új építésű pályák esetén is érvényesek, az összegzés kezdete a használatbavétel időpontja.

K_B kategória

Azoknak a vasúti pályáknak a környezetállapotát jellemzem K_B kategóriával, ahol a rendszer környezetállapotot befolyásoló jellemzőinek a hatása jelentősebb, akár a pálya korossága, akár a nagyobb terhelés vagy kedvezőtlen személy/teherforgalom arány miatt, vagy a rendeltetésszerű pályahasználat során is fellépő szennyezési lehetőségek miatt (pl. állomási vágányok). Mindazon pályaszakaszok ide sorolandók, amelyek a K_A kategória követelményeit nem tudják teljesíteni, de nem esnek a K_C kategóriába.

K_C kategória

Azoknak a lokális pályaszakaszoknak a környezetállapotát jellemezhetjük a K_C kategóriával, amelyeknek az ágyazata környezetvédelmi szempontból kiemelt figyelmet érdemel. Ide tartoznak azok a vágányszakaszok, amelyeken a rendeltetésszerű pálya-használat nagyfokú szennyezéssel jár(hat) és a szennyezést kiváltó-megelőző technológia hiányzik, vagy a vasúti pálya közelébe erősen szennyező ipar/mezőgazdaság települt.

6.3.3. A feltételes kategorizálás megvalósíthatósága

A K_A , K_B vagy K_C kategóriába sorolást előzetesen úgy kellett elvégezni, hogy még nem voltak a kategóriákat jellemző laboratóriumi adataim, illetve határértékeim. Hiszen éppen az volt a célja a feltételes kategorizálásnak, hogy kijelölhessem a mintavételi helyeket. Feltételezem, hogy szemrevételezéssel is megfelelő biztonsággal meg lehet állapítani egy vasúti pályaszakaszról, hogy melyik kategóriába tartozik, ha jól ismerem azt a pályaszakaszt. A vasúti pályákat jól ismerő szakembernek nem nehéz bizonyos árulkodó jelek alapján megítélni a pálya állapotát. Ezek a jelek a következő csoportokba sorolhatók:

1) Szemrevételezéssel értékelhető jellemzők

- zúzottkő aprózódottsága (ez azért fontos, mert a legfinomabb részekben akkumulálódik a szennyeződés);
- alépítményi finom részek felpumpálódása (vízcsák) utal a vízelvezetési gondokra, az alsó, finomszemű réteg vízzáróvá válására;
- szennyezés szaghatása;
- pályamenti növények;
- szemmel látható, nem zúzottkő eredetű anyagszennyezés az ágyazatban;
- hulladék az ágyazaton;
- olajosodás az ágyazatban;
- gyom az ágyazatban;
- hulladék a padkán;
- olajszennyezés a padkán;
- áruszóródás a padkán;
- gyomosodás a padkán;
- áruszóródás az árokban;
- olajosodás az árokban;
- hulladék az árokban;
- gyomok az árokban;
- hulladék a rézsűn;
- rostaalj a rézsűn;
- illegális hulladéklerakás a vasúti pálya közelében;
- vizsgált keresztmetszet bevágás vagy töltés-e;
- csőáteresz közelsége;
- szivárgó megléte;
- élő vízfolyás közelsége;

- védett terület közelsége;
 - lakott terület közelsége;
 - mezőgazdasági terület közelsége.
- 2) *Adatokból, járulékos információkból kikövetkeztethető jellemzők*
- területhasználati kategória;
 - vízminőségi kategória;
 - talajvízmélység;
 - ivóvízbázis megléte;
 - talajminőség;
 - terület csapadékviszonyai;
 - terület lefolyási viszonyai;
 - szennyezőanyagok forrása;
 - szennyeződés mértéke, mélysége;
 - illegális hulladék vélhető veszélyessége;
 - gyomirtási technológia;
 - rendszeres veszélyes anyagszállítás van-e a vonalon;
 - rendszeresen szállított szóródó anyagok fajtái.
- 3) *Vizsgálattal megállapítható jellemzők*

A kategorizáláshoz olyan jellemzők is szükségesek, amelyek teljesen objektív módon utalnak a szennyezőanyagok jelenlétére. Ezek a laboratóriumi vizsgálattal eldönthető jellemzők. Nagyon sok vizsgálatot kellene végezni az ágyazatban található anyagok felderítésére, erre nincs lehetőség, a kört a legszükségesebb vizsgálatokra kell leszűkíteni. Ezért volt szükség az 5.3. fejezetben leírt szennyezési folyamatok feltárására.

A hulladék veszélyességének mértéke a hulladékban lévő, veszélyes tulajdonságokkal rendelkező összetevők sajátosságaitól, azok együttes hatásától függ. A hulladék potenciális környezeti veszélyességének megjelölése érdekében a hulladékokat veszélyességi osztályokba kellett besorolni a 102/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet alapján. (A laboratóriumi vizsgálatok idején ez a rendelet volt érvényben.)

A kutatási munkám elsősorban arra irányult, hogy a K_A kategóriával jellemezhető környezeti állapotú vasúti pályát mutassam be, amelynek ágyazata nem szennyezett. Ezért jelen kutatási munka keretében szükségtelennek tartottam valamennyi, a hulladék veszélyességének megállapítása és a veszélyesség mértékének besorolása szempontjából releváns paraméter laboratóriumi vizsgálatát (pl. K_C kategória). Első közelítésben kiválasztottam néhány, kifejezetten az általános környezeti viselkedésre utaló fizikai-kémiai és ökotoxikológiai jellemzőt, amely véleményem szerint megfelelő támpontot ad a pályák (ágyazat) környezeti szempontú megítéléséhez és besorolásához. Törekedtem arra is, hogy az általam kiválasztott paraméterek vizsgálatait a továbbiakban rendszeresen elvégezhetőek legyenek.

Emellett a következő kiválasztási szempontok játszottak még szerepet:

- a vizsgálat lehetőleg egyszerű, gyorsan elvégezhető legyen;
- ne igényeljen különleges minta-előkészítést és tárolást;
- könnyen reprodukálható legyen;

- a vizsgálat tartozzon a hulladékminősítést megalapozó vizsgálatok körébe,
- vegye figyelembe a vasútüzemből várható, legjellemzőbb szennyeződések;
- ne legyen túl költséges.

Mіндеzen szempontokat szem előtt tartva úgy döntöttem, hogy az ökotoxikusság megítélése érdekében csíranövény-teszttel vizsgáltatom a növényi, daphnia-teszttel pedig az állati szervezetekre gyakorolt hatást. A fizikai-kémiai paraméterek közül előtérbe helyeztem az ágyazat várható szennyezettségének megfelelő komplex paraméterek: az olajszenyezésre mutató szerves oldószer extrakt (SZOE), a csapadékkal kioldható anyagok összmenyiségére utaló vízdoldhatóanyag-tartalom, valamint a kémiailag oxidálható anyagok mennyiségével arányos kémiai oxigénigény (KOI) meghatározását. Az utóbbi elsősorban szerves, az előbbi elsősorban szervesetlen szennyezőanyagok jelenlétére utal.

Ha a fenti vizsgálatok eredménye negatív, akkor ez azt jelenti, hogy környezeti, ökológiai szempontból tiszta a vasúti pálya, a kikerülő hulladék nem veszélyes. Ha valamelyik vizsgálat eredménye nem negatív (határértéket túllépő), akkor további vizsgálatok szükségesek annak eldöntésére, hogy milyen szerves szennyezőanyag van jelen, pl. magas mért KOI-érték esetén.

Az ammóniumion-tartalom meghatározásával az antropogén eredetű szennyezés mértékére kívántam jelzés értékű eredményt nyerni, míg a pH-érték meghatározása minden fizikai-kémiai vizsgálat nélkülözhetetlen eleme.

A laboratóriumi vizsgálattal megadható jellemzők tehát:

- pH-érték,
- ökotoxicitás csíranövényteszt alapján,
- ökotoxicitás Daphnia-teszt alapján,
- KOI,
- ammóniatartalom,
- olajtartalom,
- vízdoldható anyag mennyisége.

A mintavételre, szállításra, tárolásra és előkészítésre a kutatásom idején érvényes MSZ 21978 szabványok² alapján a vizsgálat sorozat céljára részletes előírásokat dolgoztam ki.

6.3.3.1. A környezetállapot jellemzők korlátozása

A fenti 1)-3) pont alatti jellemzők bemutatják a környezeti állapotot, megfelelő értékelési, minősítési rendszer alkalmazásával. Az elképzelésem kidolgozása során törekedtem arra, hogy az elmélet könnyen gyakorlatba ültethető legyen.

Ezt szem előtt tartva, sajnos nem lehet ennyi paraméterváltozást számszerűsíteni és állandóan figyelni, hiszen azt el kell ismerni, hogy a vasúti közlekedésben elsősorban a biztonság a döntő, és az ehhez szükséges felügyeleti és fenntartási munka is jelentős terhet ró a szakszolgálatokra, elsősorban a pályagazdálkodási egységekre. A vasúti pályán valószínűleg a jövőben is ez a szempont fogja alapvetően meghatározni a

² A szabvány MSZE 21420-17 számúra változott, lényegi tartalmi változás nélkül

munkáltatás tervezését. Csak havária, illetve jelentős elszennyeződés esetén lesz a *környezetvédelem* a munkáltatást megkövetelő *elsődleges* szempont. A környezet állapotának ismerete a MÁV Rt. hulladékgazdálkodásának megtervezésénél is hangsúlyos szerepet kapott, hiszen az Országos Hulladékgazdálkodási Tervbe törvényi előírás szerint is illeszkednie kell. Ennek a tervnek pedig a hulladék mennyiségi csökkentése, a megelőzés és hulladékhasznosítás a kiemelten kitűzött célja.

A környezetgazdálkodás csak működő, naprakész információkat nyújtani képes rendszerre alapozható. A rendszerépítés és hatékony működtetés érdekében engedményekre kényszerülünk. Nem vizsgálhatok meg egy vonalhálózaton minden egyes folyómétert, különösen ha arra gondolok, hogy a laboratóriumba szállítandó mintákat forgalom alatti pályából kiagyazással kell venni. Erre még akkor sem kerülhetne sor, ha egyébként elegendő ember és pénz állna a rendelkezésemre. Ugyanis ezzel a vizsgálati módszerrel az előbb leírt biztonsági prioritást tenném kérdésessé.

Ezért a jellemzők darabszámának a korlátozásával el kellett döntenem, hogy az előzőekben felsorolt paraméterek közül, melyek legyenek azok, amelyek az előzetes kategorizálást lehetővé teszik, illetve a kategóriába sorolt vonalakról vett minták laboratóriumi vizsgálatai alapján ellenőrzik is. Ezek a paraméterek a következők:

Az adott kategóriájú pályaszakasz beazonosításához szükséges adatok:

- Vasútvonal száma, megnevezése
- Állomás/állomásköz megnevezése

Indoklás: A vasútvonal neve, száma megmutatja, hogy mennyire fontos helyet foglal el az országos vasúthálózatban. A fővonalaknak a munkáltatási gyakorisága, minőség-figyelése (vágánygeometriai mérések) is más, mint mellékvonalak esetén.

Műszaki adatok:

- Ágyazat adatai (anyaga, vastagsága, pályafekvési kora)
- Védőréteg adatai (anyaga, vastagsága, pályafekvési kora)

Csak K_C kategória esetén szükséges további műszaki adatok:

- Szivárgó adatok
- Kitérő adatai (típusa, váltó típusa, alkalmazott kenőanyag)
- Jelző adatai (helyszínrajzi helye)
- Sínenő berendezés (típusa, alkalmazott kenőanyag)

Indoklás: Az ágyazat vastagsága, anyagminősége befolyásolja a szennyezés elterjedését. Természetesen az ágyazat bennfekvési kora is jelentős tényező. A kitérők típusa, a sínenő berendezés jelenléte utal a karbantartás mértékére és anyagaira, a szivárgó elhelyezkedése felhívja a figyelmet a szennyezés esetleges továbbterjedési lehetőségére.

Üzemi adatok:

- Vontatás neme
- Tehervonati, személyvonati arány
- Pályára engedélyezett sebesség
- Összes átgördült forgalom
- Szállított áruajtakra vonatkozó információ

Indoklás: A vontatási nem egyértelművé teszi, hogy várható-e a vontatójárműből esetleges szennyezés. Ez elsősorban a dízel vontatójárművek üzemanyag típusa és mennyisége miatt lehetséges, de a villanymozdonyokhoz képest magasabb koruk is szerepet játszik. Új járművektől elvárható, hogy ne legyen üzemszerű működés közben olajcsepegés. A tehervonatok jobban igénybe veszik a vágányt, mint a személyszállítás, és az elhasználódás, szennyeződés is gyorsabb. Kisebb sebességnél a rosszul karbantartott gépek szennyezése nagyobb, mint nagy sebesség esetén. A forgalom közvetíti a szennyezést, ezért ezeket az adatokat ismerni kell. Az áruajtákról nehezen szerezhető információ, nem szabad megengedni a szóródásukat, alkalmas, és jó minőségű szállító jármű kell.

Környezetérzékenységi adatok:

- Lakott terület távolsága
- Intenzív mezőgazdasági/ipari terület távolsága
- Talajtípus
- Talajvíz mélysége

Indoklás: A közeli lakott terület ismerete nemcsak a vasút lakosságra vonatkozó esetleges kellemetlen környezeti hatásai miatt fontos, hanem a lakosok illegális hulladéklerakási szokásai révén a pálya környezeti megítélése miatt is. A mezőgazdasági, ipari szennyezést nem szabad a vasúti pálya rovására írni, de tudni kell, hogy korrekt lehessen a környezeti kategóriába sorolás egy ilyen jellegű helyen is. Az eredeti talaj, amelyre a vasúti pálya épült, illetve amely a környezetében van, meghatározza a kijuttott szennyezések továbbterjedésének ütemét, és mértékét. A talajvíz felszín közelsége is kockázati tényező.

Monitoring adatok:

- Mintavételre vonatkozó adatok
- Laboratóriumi eredmények

Indoklás: A fenti adatok a monitoring rendszer építése során mind fontosak, később, a kész rendszer működésekor hozzájönnek ezekhez még a rendszer szervezésekor meghatározott gyakorisággal, a mintavételezés adatai, és a kapott eredmények.

6.3.3.2. Mintavételi eljárás kidolgozása

A kategorizálás elvégzéséhez laboratóriumi eredmények is szükségesek, ezért ehhez meg kellett határoznom a minta darabszámot, és a mintavétel módját.

Ehhez azt az akkor érvényes szabványt tartottam szem előtt, és ahhoz képest tettem közelítést, amelyik a veszélyes hulladékok mintavételét írta elő. Azért van szükség erre a támpontra, mert nincs a vonalas létesítményeknek környezetvédelmi monito-

ring mintavételi szabványa. Figyelembe véve tehát az MSZ 21 978-1:1986 Veszélyes hulladékok vizsgálata. Mintavétel című szabványt, annak 6.4. pontjában találtam a 3. táblázatot, amely a mintavételek számát mutatja.

3. táblázat: MSZ 21 978-1:1986 10. táblázata

| A hulladék mennyisége m ³ vagy tonna | A pontminták száma | Az átlagminták száma |
|--|--------------------|----------------------|
| 100 vagy kevesebb | 6 | 3 |
| 101-1000-ig | 9 | 3 |
| 1000-10000-ig | 18 | 6 |
| 10000-nél több | 36 | 12 |

Ebben leírtak szerint 1000 m³-ig 9 pontmintából képzett 3 átlagmintát kellett vizsgálni.

A MÁV D54 Műszaki útmutató 18.4. fejezetének 26. táblázata igazít el a folyóméterenkénti zúzottkő ágyazat mennyiségéről egyvágányú pályán. Eszerint 1 folyóméter egyvágányú, egyszerű, szimmetrikus kialakítású vasúti pályában átlagosan 2,2 m³ zúzottkő mennyiség van.

Az ágyazatban az apró szemű frakcióban gyűlik össze a szennyezőanyag, tehát ezt kell majd a laboratóriumban is megvizsgáltatni. Ha meggondoljuk, hogy a vonalak nagy része K_A és K_B kategóriájú ágyazat, és az még nem „érett” a rostálásra, tehát nem tartalmaz nagy mennyiségű apró szemcséjű részt, akkor feltételezhető, hogy a pályában fekvő ágyazat 10% rostaaljat tartalmaz.

Az előbbieket alapján javaslom, hogy a mintavételi szakaszok hossza olyan legyen, amelyből a vágányban található rostaalj 1000 m³ depóniát alkotna.

Ez ésszerű feltételezés, hiszen vágányfelújításakor eddig is legtöbbször depóniába hordták a kiemelt ágyazatot, ahol frakciókra rostálták és rostaalj depóniákat is képeztek.

Ahhoz, hogy 1000 m³ rostaalj depónia képződjön, a következő számítás szerinti vágányhosszat kellene felbontani és kirostálni: 1 folyóméter vasúti pályában 2,2 m³ ágyazat van, ennek 10 százaléka a feltételezett rostaalj, tehát 0,22 m³.

Ebből következik, hogy 1000 m³ rostaalj depónia 4545,45 folyóméter vágány felbontásával és rostálásával keletkezne. Tehát 4,5 km vágányszakaszból az előbbi táblázat szerint a kilenc pontmintából képzett három átlagmintát kell venni.

Ez azt jelenti, hogy 1,5 km hosszú szakasról fog útmutatást adni egy átlagminta. A táblázat szerint egy átlagminta három (500 méterenként vett) pontminta keveréséből állítandó elő. Annak érdekében, hogy a kezdetekben az elmélet igazolásához megnyugtatóbb eredményeket használhassak fel, a szabványos előírásnál sűrűbb pontminta vételezést írtam elő a laboratóriumi vizsgálatokhoz, és három helyett öt pontmintából kevertetem az átlagmintát, vagyis 300 méterenként került sor a pontminta vételre. Ez megbízhatóan elegendő sűrűség, mert a vasúti forgalomban, a pálya jellemzőiben (folyópályáról van szó) semmi sem indokolja a még ennél is sűrűbb mintavételt, ugyanis nincs ennél kisebb távolságra ható változó jellemző.

Vannak azonban a vasúti szakszolgáltatnak az átlagosnál szennyezőbb tevékenységei és így szennyezettebb pályaszakaszai. Ezek a kitérők, kijárat-bejárat jelzők, sínkenő berendezések környezetében található, és hiába fekszenek nyíltvonalon vagy csatlakoznak nyíltvonalhoz, mégis külön kategóriát képeznek, és a fenti elvek nem vonatkoznak rájuk. Ezért a legszennyezettebb szakaszokon más mintavételezést kell megvalósítanom.

Ebben az esetben a megközelítés elve az, hogy egy mérnöki szakasz (régbben Pályagazdálkodási Főnökség) területén a kitérők átlagmintája 3 különböző kitérő váltórésze alól vett pontminta összekeveréséből áll. Azért döntöttem így, mert ez képet ad azon az *adott területen* a kitérő karbantartás *általános gyakorlatáról*, nem csak *egy adott kitérőről*. Ez fogja általában a kitérők alatti ágyazat állapotát jellemezni.

Ha a legszennyezettebb kitérőket választom mintavételre, akkor ez a biztonság javára fog eredményeket szolgáltatni a K_C típusú kategorizáláshoz. Ugyanígy jártam el jelzők és sínkenő berendezések környezetében szükséges pontminta vétel esetében is. Annak érdekében, hogy a rendszer működése során lehetővé váljék az esetleges K_B kategóriás pálya környezetállapot romlásából következő K_C kategóriába való átsorolás, azt is előírtam, hogy erősen szennyezett folyópálya (tehát nem kitérő) esetén hogyan vegyenek K_C kategória meghatározáshoz mintát.

Összefoglalva tehát, a kategorizáláshoz a feltételezett K_A és K_B kategória esetén laboratóriumi vizsgálat céljára a reprezentatív pályaszakaszon 300 méterenként pontmintát kell venni. A pontmintákból egy reprezentatív szakaszon legalább 3 átlagmintát kell képezni (1500 méterenként folyamatosan vett öt pontmintából).

Az átlagmintákkal egy időben ellenmintát/kontrollmintát is kell venni, célszerűen úgy, hogy kétszeres tömegű pontmintát veszünk, és az átlagminta készítésénél az összekevert pontminták térfogatát kettéosztjuk átlag- és kontrollmintára.

A reprezentatív pályaszakaszok felsorolása kategóriánként:

- A K_A kategória reprezentatív pályaszakaszai a következők: nyíltvonalon az állomási bejárat jelzők előtt legalább 200 méterrel kezdődő és a nyílt vonal felé húzódó szakasz.
- A K_B kategória reprezentatív pályaszakaszai a következők: a jelzők után 10 méterrel kezdődő állomási átmenő fővágány szakasz.
- A K_C kategória reprezentatív pályaszakaszai a következők:
 - a) A feltételes K_A , illetve K_B kategóriába sorolt vonalon/állomáson található három legjellemzőbb (azonos besorolási jellemzőjű) kitérő váltórésze alatti zúzottkő ágyazat.
 - b) A feltételes K_A , illetve K_B kategóriába sorolt vonalon/állomáson található bejárat-kijárat jelzők körzetében az átmenő fővágányban a mozdony megállását jelző legszennyezettebb hely (3).
 - c) A feltételes K_A , illetve K_B kategóriába sorolt vonalon/állomáson található három sínkenő berendezéshez legközelebbi megbontható aljköz a kent sínszál alatt.

6.3.3.3. *Mintavételi helyek a forgalom alatti vasúti pályán*

A mintavételi darabszámokon túl a gyakorlati mintavételezés eljárását is ki kellett dolgozni, mivel erre eddig sem szabvány, sem előírás nem állt rendelkezésre.

Amint ismeretes, a pályában lévő szennyeződések a pályaelemek közül leginkább az ágyzatban, annak is az alsóbb rétegeiben gyűlnek össze. Nem foglalkozom tehát a sínszálakon, kapcsolószerkeken és az aljak felső, oldalsó felületein megtapadó szennyeződésekkel, ezeket a csapadék szintén az ágyzatba mossa. Az ágyzat – zúzottkő, homokos kavics – alsó síkja és a földmű vagy javítóréteg felső síkja az a környezet, ahonnan – a pálya keresztmetszét tekintve – mindig venni kell a mintákat. (8. ábra)

A mintavételi helyek meghatározásánál arra kellett ügyelni, hogy a kiágyazás ne csökkentse a forgalombiztonságot, tehát ha mintavételezés közben vonatok áthaladása miatt a munkát félbe kellene szakítani, a kibontott ágyzat miatt még elegendően biztonságos legyen az alj alátámasztása. Ezért egy keresztaljon csak egyoldali kiágyazást lehet megengedni.

A mintavételi tervben kijelölt helyszínen, a helyszínen meghatározott mélységben történik a pontminták vétele.

A kiágyazás két alj között a pálya bal vagy jobb oldalán történik 40–50 cm szélességben. A munka közben a földmúkorona síkjáig eltávolítjuk az ágyzatot úgy, hogy mintát lehessen venni a sínszál és az alj homlokfelülete közötti részen. A mintát a $d \leq 10$ mm nagyságú ágyazati, alágyazati szemcsés anyagból, illetve a földmúkorona legfelső – szennyezést megfogó, tartalmazó – rétegéből kell venni.

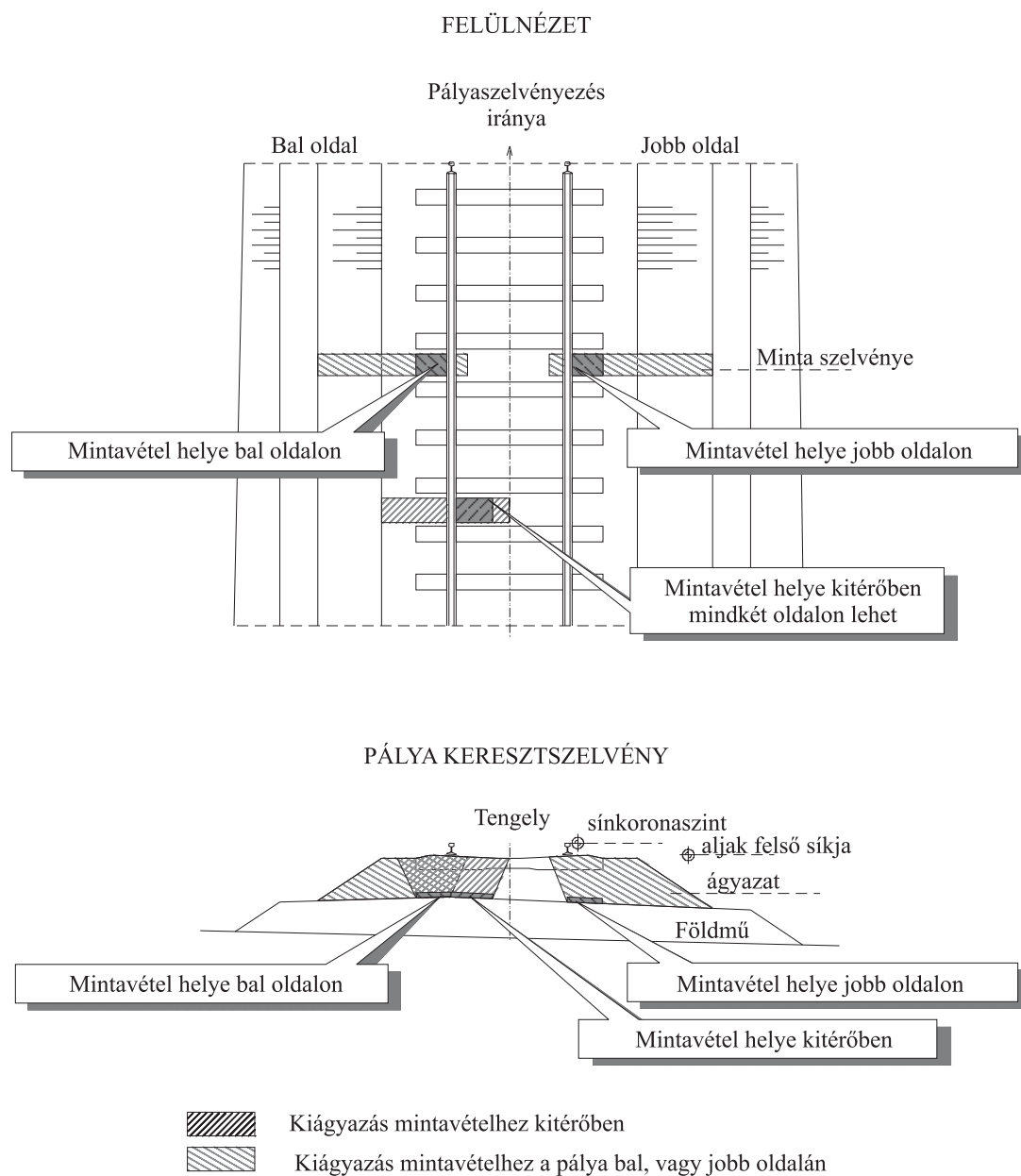
A minta anyagát megfelelő méretű és teherbírású vízhatlan zacskóba kell lapátolni. Egy pontminta szükséges mennyisége zúzottkő tartalmú anyagok esetében legalább 5 kg, zúzottkőmentes talajminta esetében legalább 2 kg.

A mintavételben közreműködőknek rendelkezniük kell a vasúti területen végzendő munkához szükséges engedélyekkel. A megbontott felépítményt mindig helyre kell állítani.

A minták vételének kettős célja van:

- 1) *laboratóriumi vizsgálatuk a kategóriába sorolást dönti el;*
- 2) *a már környezeti minőségi kategóriába sorolt vasúti pályákat a besorolási jellemzők függvényében meghatározott időnként ellenőrizni kell, hogy változott-e és milyen mértékben a szennyezettsége.*

A fenti műszaki követelményeknek, és a részletezett környezetvédelmi szempontoknak megfelelő mintavételi részletrajz alapján bárki megtervezheti majd a rendszeres mintavételezést. Ezt az általam kidolgozott és ismertetett eljárást használtam fel a kutatásom során a feltételes kategorizálás objektív adatokkal alátámasztható véglegesítéséhez.



8. ábra: Kiágyazás mintavételhez, mintavételi helyek

6.4. Feltételes kategorizálás a gyakorlatban

Az előző fejezetben leírt elvek alapján az elmélet igazolásaként a gyakorlatban is el kellett végezni a vasúti pálya környezeti kategorizálását.

Ennek a lépései a következők voltak:

- Kísérleti szakaszok kijelölése
- Feltételes kategorizálás
- Mintavétel a kísérleti szakaszokon
- Laboratóriumi vizsgálatok elvégzése

6.4.1. Kísérleti szakaszok kijelölése

A vasúti pálya környezetállapotát meghatározó jellemzők elméletének bemutatása után a következő lépés ennek gyakorlati megvalósítása, és az elmélet igazolása. Az a feltevés, amely szerint a környezetállapotot a 6.3.3.1. fejezet szerinti jellemzőkkel be lehet mutatni, csak úgy igazolható, ha az ilyen jellemzők alapján kiválasztott vasúti vonalszakaszokról bebizonyítható, hogy helyes volt a feltételezés. A feltételezés ebben az esetben egyúttal a feltételes környezeti kategóriába sorolást jelenti. Ennek érdekében a MÁV Rt. területéről különböző pályagazdálkodási főnökségeket kerestem meg. Ezeknek a főnökségeknek a kijelölése olyan szempontok alapján történt, hogy a környezeti állapotot meghatározó paraméterek (vontatás neme, vonal terheltsége, korosság, táj jellege stb.) minél szélesebb skálája szerepeljen az illető főnökségek vonalhálózatán. Ilyen például a Győri Pályagazdálkodási Főnökség.

6.4.2. Feltételes kategorizálás

A feltételes kategorizálás a szemrevételezésen, a pálya történeti, infrastrukturális adatainak ismeretén és szakmai tapasztalatokon nyugvó kategorizálást jelent a mintavételi helyek kijelölése érdekében.

A K_A , K_B és K_C feltételes kategóriába való besorolásnál az előbbi fejezetekben említett hatásmechanizmusokat és a területüket régóta jól ismerő szakemberek (pályamesterek, környezetvédelmi felelősök) javaslatait, megítélését is figyelembe vettem. Hat pályagazdálkodási főnökség területéről mintegy 300 km hosszú kísérleti szakaszor állt rendelkezésemre a mintavételezéshez, amelyeknek vizsgálata, és a helyszíni bejárások után választottam ki a tényleges mintavételi helyeket.

6.4.3. Mintavétel a kísérleti szakaszokon

A mintavételezés előkészítésébe és tervezésébe bevontam a pályagazdálkodási főmérnökségek szakembereit, akik a legnagyobb helyi tapasztalattal rendelkeznek. A pálya kategorizálásakor szükséges döntő fontosságú tevékenység így vált a gyakorlati szakemberek számára elfogadhatóvá.

A mintavételezések mintegy 80 fő közreműködésével történtek. A felügyeletet, mintahely-kijelölést, adatlapkitöltést magam és az ilyen munkában járatos kollégáim végezték. A forgalom alatti pályán csakis a MÁV dolgozói végezheték a pályabontással kapcsolatos munkákat!

A mintavételezési helyek kategórián belüli egyértelmű és pontos meghatározásához az előkészítés során

- a vonal megnevezését,
- a vágány szelvényszámát,
- a vágány számát kellett megadni,

míg a minta pályoldal szerinti helyzetét, mélységét a mintavételezéskor – pontosabban a helyszínrre érkezéskor – kellett eldönteni és a mintavételi jegyzőkönyvbe rögzíteni.

A helykijelölés után a mintavétel helyszínéről, környezetéről lehetőleg meg kellett szerezni a forgalmi és munkáltatási adatokat is, és a környezetéről fényképek, bejárás és a vasúti helyszínrajzok alapján rögzíteni a vízelvezetési, talajminőségi, és talajhasználati adatokat.

Az *A kategória* mintáit a Budapest-Hegyeshalom vonalon végül a kétvágányú fővonal 1637+70 – 1682+70 szelvényei között (4,5 km) vettük.

Ezen a szakaszon a felépítményszerkezet: 54 rendszerű sínek, rugalmas leerősítés, LM feszített vasbeton aljak, zúzottkő ágyazat, homokos kavics védőréteg, az alépítmény: 1-3 m magas töltés, helyenként kétoldali árokkal.

Vontatási nem: villamos vontatás.

A környék síkvidéki jellegű, a pálya jobb és bal oldali területe egy fás-bokros sávot követően mezőgazdasági művelés alatt áll. (4. kép)



4. kép: Pályaszakasz az 1676+70 szelvény környezetében

A Budapest-Hegyeshalom fővonalból a *B kategória* mintáit a 1490+00 – 1535+00 szelvények között (4,5 km) vettük. Ez a szakasz az alacsony töltésben (max. 2,0 m) fekvő Abda állomás, ahol a víztelenítés szivárgóval történik. Nemcsak állomási vágányt jelöltettem ki B kategóriájú mintavételre, hanem korosabb ágyazatú és feltételezhetően szennyezettebb nyíltvonalis részeket is. Ilyen a hegyeshalmi vonalon például az 1529+00 – 1532+00 szelvények közötti szakasz, melynek környékén lefolyástalan, vizes területre utaló növények, nádas található.

Minden *C kategóriájú* mintát kitérő alól, jelző előtt, vagy sínkenő berendezésnél vettünk, ennek indoklását az előző fejezetekben leírtam.

A munkát mindig terepszemlével kezdtem, és fényképek is készültek a területről. A szemle során pontosítottam a végleges mintavételi helyet, és ezután kezdődhetett el a kiágyazás.

A kiagyazást általában a sínszál külső oldalán, két aljközben végeztem, de előfordult két sínszál közötti kiagyazás is. Mindig azt a sínszálát választottam, ahol jellemzőbbnek tartottam a szennyezést. A kiagyazás addig a rétegig történt, ahol már megjelentek az apró szemű részek, amelyek koncentráltan magukban hordozzák a szennyezőanyagokat. Egy ilyen nyitott kiagyazást mutat K_A típusú pályán az 5. kép.



5. kép: Nyitott mintagödör (K_A kategória)

6.4.4. A laboratóriumi vizsgálatok

A több szakasról összegyűjtött mintákat (minden esetben az átlagmintát) a hozzájuk tartozó jegyzőkönyvekkel együtt Budapestre, a Környezetgazdálkodási Intézet akkreditált laboratóriumába szállítottuk, ahol a 6.3.3. fejezet 3. pontja szerint a következő vizsgálatokat végeztem el:

- pH-érték meghatározása;
- ökotoxicitás vizsgálata csíranövényteszt alapján;
- ökotoxicitás vizsgálata Daphnia-teszt alapján;
- KOI meghatározása;
- ammóniatartalom vizsgálata;
- olajtartalom vizsgálata (SZOE);
- vízdoldható anyag mennyisége.

A mintavételezés és a laboratóriumi vizsgálatok két éven keresztül folytatódtak. Ennek eredményeként 177 minta laboratóriumi eredményét dolgozhattam fel az elméletem igazolására. Példaként egy minta laboratóriumi eredményét mutatom a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalról. A feltételes kategorizálás szerint ez a szakasz a K_A kategóriába volt sorolva.

Budapest-Hegyeshalom 1666-1681 szelvények közötti átlagminta

| | |
|--------------------------------|------|
| pH | 8,02 |
| Ammónia, mg/l | 0,44 |
| KOI, mg/l | 55 |
| Vízoldható anyag, mg/l | 42 |
| SZOE, mg/kg | 582 |
| Daphnia elegendő hígítás, víz | 5x |
| Daphnia elegendő hígítás, DMSO | <10x |
| Csíra elegendő hígítás, víz | 10x |
| Csíra elegendő hígítás, DMSO | <10x |

A kapott laboratóriumi eredmények feldolgozását, és értékelését a következő fejezetben mutatom be.

7. A laboratóriumi eredmények értékelése

Az elvégzett vizsgálatok után azt szerettem volna megtudni, hogy az eredetileg K_A kategóriájúnak feltételezett pályából vett minták eredményei valóban jók-e, tehát határérték alattiak-e a benne található szennyezések? Ennek megállapításához a határértékek ismeretére volt szükség.

7.1. Határértékek

A mintavételezés és laboratóriumi vizsgálatok idején a 102/1996 (VII. 12.) Korm. rendelet volt érvényben. Ennek érvényessége mára részlegessé vált, ezért a kapott eredményeket a jelenlegi, érvényben lévő rendeletek szerint is ellenőrizni fogom az alábbi fejezetekben. Azt szeretném igazolni, hogy bizonyos szennyezettségi értékek alatt nem szükséges veszélyességi besorolás a K_A kategóriájú, hulladékká vált ágyazatnak.

A veszélyes hulladékokról szóló 102/1996. (VII. 12.) Korm. rendelet (a továbbiakban Rendelet) 3. § (3) bekezdése alapján a veszélyes hulladék jegyzékben szereplő, de veszélyességi osztályba nem sorolt (***)-gal jelölt hulladékot a minősítéséig a *legnagyobb környezeti veszélyt jelentő összetevőjének* megfelelő veszélyességi osztályúnak kellett tekinteni.

A veszélyesség mértékének megállapítása szempontjából releváns határérték-rendszereket a Rendelet 3. mellékletének 3. függeléke tartalmazta.

Ennek alapján a III. veszélyességi osztályba, tehát a mérsékelt veszélyes hulladékok közé tartoznak:

- a) *azok a hulladékok, amelyeknek folyadékfázisában vagy desztillált (ioncserélt) vízzel készített kivonatában akár egy komponens koncentrációja >10-szeresen haladja meg az ivóvízben megengedett határértéket,*
- b) *azok a hulladékok, amelyek 4,5 pH-jú ammónium-acetát pufferoldattal készített kivonatában akár egy komponens koncentrációja >100-szorosan haladja meg az ivóvízben megengedett határértéket,*
- c) *azok a hulladékok, amelyek akár egy komponensének koncentrációja – figyelembe véve az adott talaj terhelhetőségét – több mint 10-szeresen meghaladja a mezőgazdasági talajokra érvényes határértékeket, vagy túllépi a szennyvíziszapra vonatkozó határértéket,*
- d) *azok a környezet élő szervezeteit mérsékelt károsító hulladékok, amelyeknek folyadékfázisa vagy desztillált (ioncserélt) vizes kivonata a Daphnia- és a csíranövény-tesztben 10–100-szoros hígításban, a talajbaktérium-tesztben, a haltesztben és az algatesztben 10–50-szeres hígításban negatív eredményt mutatnak.*
- e) *azok a hulladékok, amelyek mutagenitási tesztje enyhe mutagén hatást (100–500 revertáns/g) jelez,*
- f) *azok a hulladékok, amelyek nem tartalmaznak ugyan Salmonella baktériumokat vagy humán parazita bélféregpetéket, de azokban az F.-coliform és/vagy F.-streptococcus baktériumok 10–200 telep/g mennyiségben kimutathatók.*

Ezt azért mutattam be, mert ezt a rendeletet ismerve és használva állapítottam meg az elvégzendő szükséges és szerintem elégséges vizsgálati csoportot. A vizsgálatokat a fenti rendelet 2. függelékében megadott nemzeti szabványok szerint végezték el a

Környezetgazdálkodási Intézet akkreditált laboratóriumában. Abban az esetben, ha valamely hulladékkomponens vizsgálatára vonatkozóan nemzeti szabvány nincs, akkor a vizsgálatot az adott komponensre alkalmazott, nemzetközileg elfogadott vizsgálati módszerrel kell elvégezni. (Bándi szerk. [1996])

A Rendelet előírásainak megfelelően, a veszélyesség mértékének megállapításakor a különböző vizsgálatok során mért értékek közül mindig a legszigorúbb határértékhez viszonyított értéket kell figyelembe venni.

Kiemelve ezek közül a fizikai-kémiai vizsgálatok során mért értékek viszonyítási alapjául szolgáló határérték-rendszereket, az alábbiakat állapíthattam meg:

- Az ivóvíz fizikai és kémiai vizsgálat alapján történő minősítéséhez kapcsolódó határértékeket az MSZ 450-1:1989 szabvány tartalmazta, amelynek kötelező alkalmazását az 58/1999. (XI. 26.) EüM rendelet írta elő.
- A talajra vonatkozó határértékeket a 2000. június 7. óta hatályos 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet tartalmazza, amelyből a Rendelet alkalmazása szempontjából a földtani közegre megállapított „B” szennyezettségi határértékeket kell figyelembe venni.
- Az előző pontban hivatkozott együttes rendelet hatályba lépését megelőzően az MI-08-1735:1990 műszaki irányelvben feltüntetett határértékek segítettek a veszélyes hulladék vizsgálata során nyert eredmények értékelésében. A szennyvíz, szennyvíziszap és egyéb nem veszélyes hulladékok termőföldön történő elhelyezéséhez, valamint a hígtrágya kijuttatásához szükséges talajtani szakvélemény elkészítésekor és az eredmények értékelésekor ennek a műszaki irányelvnek az alapján jártak el a talajvédelmi hatóságok.

A fentiek alapján az ivóvíz szabványból készített veszélyes hulladék határértékeket az ÖNORM S2072 figyelembevételével I., II., III. osztályú hulladékok esetén a 4. táblázat mutatja. (A hulladékminősítő eljárásoknál használt táblázatból csak a pályaminősítéshez szükséges adatokkal.)

4. táblázat: Desztillált vizes hulladékkivonatokra vonatkozó határértékek

| Jellemző | Ivóvíz, mg/l | Hulladék III. vesz. oszt. | Hulladék II. vesz. oszt. | Hulladék I. vesz. oszt. |
|----------------------|--------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| pH | 6,5–8,5 | <5,5–11* | <5,5–11* | <2 vagy >12,5* |
| NH ₄ mg/l | 1,0 | 10,0–100 | 101–1000 | >1000 |
| KOI mg/l | | 150–1500 | 1510–15000 | >15000 |

* ÖNORM. S2072 inert hulladékok lerakásánál megenged 5,5–11 pH-t (Eluatklasse I., Grenzwert I.b.), települési hulladéklerakóknál 5,5–13 pH-t (Eluatklasse III., Grenzwert III.a.).



Környezeti kategorizálás határértékei

Az eredeti szilárd hulladékokra vonatkozó határértékeknél mivel általánosan elfogadott hazai határérték a talajszennyezésekre 2000. június 7-ig nem volt, ezért a szennyvíziszap határérték és külföldi határértékek, valamint a hazai javaslatok értékei alapján számított I., II., III. veszélyességi osztályú hulladék-határértékeket alkalmaztam. Ennek táblázata a következő. (5. táblázat)

5. táblázat: Az eredeti szilárd hulladéokra vonatkozó határértékek, mg/kg

| Jellemző | Szennyvíziszap határérték | Talaj határérték | Hulladék III. vesz. oszt. | Hulladék II. vesz. oszt. | Hulladék I. vesz. oszt. |
|----------|---------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Kőolaj | 5000 | 100 | 1000–10 000 | 10 000–100 000 | >100 000 |

Az első vizsgálati eredmények értékelése után – noha korábban említettem, hogy nehézfém határérték-túllépés a korábbi vizsgálatoknál sohasem volt – mégis úgy döntöttem, hogy ebben a kutatási munkafolyamatban is néhány mintának a nehézfém-tartalmát is megvizsgálatom, ezért az acetát pufferes hulladékkivonatok határértékeire is szükségem volt, ezt mutatja az ivóvíz szabvány függvényében az 1. melléklet.

A 10/2000. (VI. 2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelet határértékeit a 2. és 3. Mellékletek mutatják. A rendelet 1. §-a alapján:

- a) A földtani közeget ért szennyezések és azok hatásainak környezetvédelmi minősítéséhez és a szükséges védelmi intézkedések megtételéhez e rendelet (a továbbiakban: R.) 2. mellékletében megadott (B) szennyezettségi határértékeket, illetőleg a (C_i) intézkedési szennyezettségi határértékeket kell alkalmazni.
- b) A felszín alatti vizeket ért szennyezések és azok hatásainak környezetvédelmi minősítéséhez és a szükséges védelmi intézkedések megtételéhez az R. 3. mellékletében megadott (B) szennyezettségi határértékeket, illetőleg a (C_i) intézkedési szennyezettségi határértékeket kell alkalmazni.

Itt csak a saját vizsgálatomat érintő értékeket közlöm:

- a) Összes alifás szénhidrogén C_2^{***} C_3^{***}
3000 5000 mg/kg szárazanyag
- b) Összes alifás szénhidrogén C_2^{***} C_3^{***}
1000 2000 mértékegysége: µg/l

Jelmagyarázat:

*** = (C_i) intézkedési szennyezettségi határérték: egy adott terület – külön jogszabály szerinti – szennyeződés érzékenységtől függően meghatározott kockázatos anyag koncentráció, amelyet meghaladó érték esetén – (E) egyedi szennyezettségi határérték vagy (D) kármentesítési szennyezettségi határérték hiányában – a környezetvédelmi felügyelőségnek intézkednie kell (C₁ = Fokozottan érzékeny, C₂ = Érzékeny, C₃ = Kevésbé érzékeny terület).

Az ökotoxikológiai vizsgálatok határértékei szintén a fent már hivatkozott rendelet 3. függeléke alapján a 4. Mellékletben található.

Az első negatív hígítás mértéke

| Teszt | Nem veszélyes | III. veszélyességi osztály |
|-------------|---------------|----------------------------|
| Daphnia | ≤10 | >10–100 |
| Csíránövény | ≤10 | >10–100 |

7.2. A laboratóriumi vizsgálati eredmények értékelése

A határértékek ismeretében tehát azt vizsgáltam, hogy az előzetesen feltételezett kategóriákból származó minták megfelelő eredményt mutatnak-e.

Az volt a feltételezésem (a Rendelet alapján), hogy ha a kapott eredmények nem érik el a III. veszélyes hulladék kategória határértékeit, akkor az ágyazat, ahonnan a mintákat vettük, megfelelően tiszta, nem veszélyes hulladékként, hanem hasznosítható, például feltöltés és töltésképzés alapanyagaként szerepelhet a pályából kikerülve. Ezt elsősorban a K_A kategóriába sorolt pályák ágyazati anyagaitól lehetett elvárni.

- Az ammónia vizsgálat értékei meg sem közelítették a határértéket, ezért ezek szerepeltetését a későbbiek során el is hagytam.
- A pH-érték is a semleges, illetve enyhén lúgos jelleg körül ingadozott, egyik minta sem mutatott savas hatást.
- Egyedül a szerves oldószer extrakt (SZOE) értéke, ami az ásványolaj-tartalomra utal, közelítette meg a határértéket. Ezt a szigorúnak mondható határértéket 1000 mg/kg-nak vettem, ez egy érzékeny terület intézkedési határértéke alatti koncentráció, tehát akkor is megfelelő, ha a vasúti pálya tájvédelmi területen halad. A fokozottan érzékeny terület 300 mg/kg intézkedési koncentrációját vasúti pályára nem tartottam reálisnak. (2. melléklet) Az 1000 mg/kg SZOE határértéket egyetlen minta eredménye lépte túl, ennek oka az ágyazat magas kora (35 év).
- Két minta esetében a csírateszt rossz értéket mutatott, ezt leszámítva a K_A kategória eredményei igazolták az előre feltételezett besorolásokat.

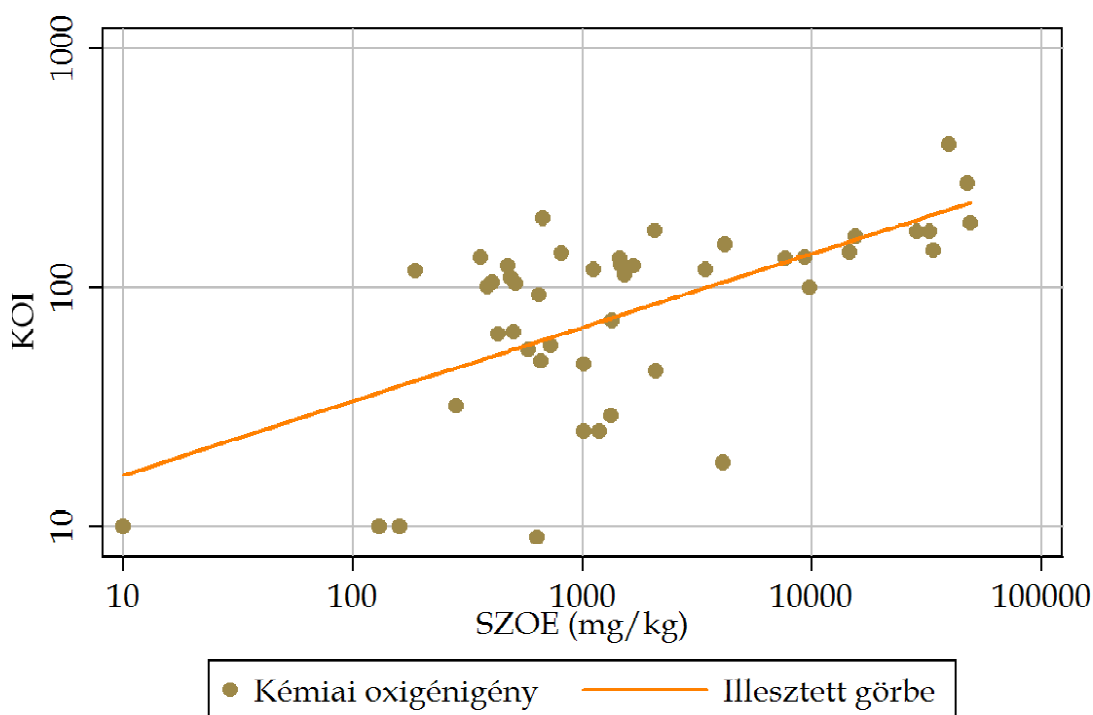
A teljes vizsgálati adatsort figyelembe véve (mindhárom kategória) megvizsgáltam az egyes szennyezőanyagok laboratóriumi eredményekben megnyilvánuló korrelációját. A következő statisztikai eredményeket kaptam.

A vastag számok 1 százalékos szinten nullától szignifikánsan különböző korrelációt jelölnek.

6. táblázat: Az egyes környezeti szennyezések korrelációja

| | Ammónia | KOI | Vízoldható | SZOE |
|------------|---------|--------------|--------------|-------|
| Ammónia | 1,000 | | | |
| KOI | -0,153 | 1,000 | | |
| Vízoldható | -0,148 | 0,512 | 1,000 | |
| SZOE | -0,097 | 0,674 | 0,477 | 1,000 |

Látható tehát, hogy a SZOE szennyezés a KOI és a vízben oldható anyagok mennyiségével pozitívan korrelál. Az is kiolvasható az eredményekből, hogy a KOI értékek korrelációja erősebb. A kémiai oxigénigény vizsgálata általában 80 százalékos határfokkal mutatja meg a mintában az összes oxidálható szerves anyagot. Előfordulhatna, hogy nem ilyen jelentős a korreláció, annak az lehetne az oka, hogy sok olyan anyag van a mintában, ami oxidálható ugyan, de nem olajszármazékból ered. Például oxidálható fémek stb. Az, hogy a KOI értékek ilyen szignifikánsan együttmozognak a SZOE értékekkel, számomra azt jelenti, hogy valóban az olajszenyezés, és nem más szennyezőanyagok adják a vasúti ágyazat alapszenyezését. (9. ábra)



9. ábra: A KOI és a SZOE kapcsolata

Ezért a továbbiakban a SZOE szennyezés vizsgálatára koncentrálok.

7.2.1. A mintákban található anyagok veszélyessége

A vizsgálatok befejezése után jelent meg a hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény, amely 2001. január 1-jén lépett hatályba, és megteremtette a törvényi szabályozáson alapuló, egységes hulladékgazdálkodási rendszer kialakításának lehetőségét. Egységes keretet adott a korábban mindössze néhány részterületre kiterjedő szabályozásnak, összhangban áll hulladékok jegyzékéről szóló 94/3/EK és a 96/350/EK bizottsági határozatokkal. A törvény jelentős lépés azon az úton, amely a nemzetközi elvárásoknak is megfelelő struktúra kialakításához, kialakulásához és folyamatos, színvonalas működtetéséhez vezet. A törvény határozottan elsőbbséget ad a képződő hulladék mennyisége és veszélyessége csökkentésének, továbbá a hulladék hasznosításának, szemben az ártalmatlanítással. (Nagy et al. [2002])

A környezetre és az emberi egészségre gyakorolt hatásuk alapján a hulladékokat a veszélyes és a nem veszélyes, valamint az inert hulladékok kategóriájába soroljuk. E csoportosítás alapját az képezi, hogy az adott hulladék rendelkezik-e a nemzetközileg megállapított veszélyességi jellemzők valamelyikével vagy sem. A veszélyességi jellemzőket Magyarországon a hulladékgazdálkodási törvény 2. melléklete sorolja fel. A veszélyes anyagok és a veszélyes hulladékok közötti kapcsolat fentiek szerinti megteremtése a jogi szabályozásban régóta meglévő hiányt pótol, *egyúttal lehetőséget ad arra, hogy a korábbi szabályozás által alkalmazott veszélyes hulladék minősítési és besorolási rendszer új, a gazdálkodó szervezetek részére kevésbé költséges megoldással helyettesíthető legyen.*

Az Európai Hulladék Katalógusban felsorolt, a nemzetközileg megállapított veszélyességi jellemzők bármelyikével rendelkező hulladékok a kódszám mellett található (*)-gal vannak megjelölve.

A jelenleg érvényes Európai Hulladék Katalógus (European Waste Catalogue, röviden EWC) a 2001/118/EK és 2001/119/EK bizottsági, valamint a 2001/573/EK tanácsi határozatokon alapul és 2002. január 1-je óta van érvényben. A hulladék katalógus kihirdetése hazánkban a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelettel történt meg.

A miniszteri rendelet 1. mellékletének A) pontja az ún. Alaplista, amely az Európai Hulladék Katalógus kódszámait tartalmazza. A jegyzék főcsoportjában megtalálható az ágyazati anyagra is alkalmazható kód:

- 17 építési és bontási hulladékok (beleértve a szennyezett területekről kitermelt földet is)

A jegyzékben a hulladékokat hat számjegyű kóddal jellemzik. A kód első két számjegye a keletkezés tevékenység szerinti főcsoportra, a második két számjegye a főcsoporton belüli alcsoportra utal. Hulladék csak a keletkezési tevékenység szerinti főcsoportba és ezen belül a megfelelő alcsoportba sorolható be.

Szennyezett ágyazat besorolása a fentiek értelmében kétféle lehet:

- 17 05 07* veszélyes anyagokat tartalmazó vasúti pálya kavicságya
- 17 05 08 vasúti pálya kavicságy, mely különbözik a 17 05 07-től

A kétféle besorolhatóságnak az oka, hogy az ágyazatba olyan anyagok kerülhetnek, amelyek veszélyessé tehetik azt.

*Az első esetben egyértelmű a veszélyességre való utalás (ezt a * jel mutatja), míg a második esetben el lehetne fogad(tat)ni, hogy hasznos anyagról van szó. Az volt a célom, hogy a második kódjelű besorolást adhassam a nyíltvonali pályából kikerülő zúzottkőnek.*

7.2.2. A veszélyesség mértékének számítása

Az 5.3.3. fejezet alapján az alábbi legáltalánosabb szennyező anyagok előfordulása várható az ágyazatban. A veszélyes anyagok szállításához szükséges *Biztonsági Adatlapokat* megszereztem, és a veszélyes komponensek jellemzőit bemutatva számolom a veszélyesség mértékét.

7.2.2.1. A vizsgált szennyezőanyagok

A MÁV Rt. gazdálkodásában előforduló anyagok iránt széleskörű vizsgálatot folytattam. A építési és fenntartási gyakorlatban dolgozó szakemberekkel történt személyes megbeszéléseimre, kivitelező cégekhez és gyártókhoz küldött leveleimre kapott válaszokra, valamint interneten szerzett információkra hivatkozhatom. A felhasznált anyagok skálája széles, ha a teljes MÁV vertikumot nézem. Ha a pályás szakszolgálat működésén belül az én vizsgált területemre vonatkoztatom a keresést, akkor az anyagok listája leszűkül. Ezt nagyon szerencsés ténynek tartom. Természetesen az alább felsoroltaknál bizonyára bővebb a kínálat, és a használat is, de ezek az anyagok minden megkérdezett esetében használatosak, mindennaposak voltak. A MÁV széleskörű vizsgálatok alapján rendelte el a környezetbarát kiterő-kenőanyag használatát (MÁV [2001]/1, 2, 3), ami számomra azt sugallja, hogy a K_C kategóriájú anyagok szennyezettsége is nagymértékben csökkenni fog az évek során.

- Üzemanyag, kenőanyag:
- a) *Gázolaj F MSZ EN-590:2004 2.* (Gyártó: MOL Rt. Dunai Finomító)

| | |
|----------------------|--------------------|
| Veszélyes komponens: | PAH max. 11 % |
| | X _n R65 |
| | R40 |
| | N R52/53 |

Dízelmotordonyok motorhajtóanyagként gázolajat használnak a vontatójárműveknél. A gázolaj azért fontos környezetvédelmi szempontból, mert a jármű a kenőanyagkészletekből az üzemelés során viszonylag (a jármű állapotától függően) keveset fogyaszt, ugyanakkor az üzemanyagkészletet (az üzemeléstől függően) folyamatosan nagyobb mennyiségekkel pótolni kell. Ezért a legnagyobb mennyiségben felhasznált veszélyes anyag a gázolaj, és a legtöbb környezetvédelmi probléma is ehhez az anyaghoz kötődik a gépészeteknél.

Az üzemanyagok nagyrészt egyenes láncú szénhidrogéneket tartalmaznak. A gázolajok hosszabb láncú molekulákat tartalmaznak, amelyek biokémiailag nehezebben bonthatók. Túl nagy szénatomszám esetén a biodegradáció nem is megy végbe. Az egyenes láncú szénhidrogének veszélyessége abból adódik, hogy lebomlásuk rengeteg oxigént igényel, emiatt a közeget hosszú időre oxigénhiányossá teszik. Felezési idejük a bontás körülményeitől erősen függ.

Lényegesen veszélyesebbek a gázolajokban lévő policiklusos aromás vegyületek, amelyek szintén szénhidrogének, azonban kondenzált helyzetű (méhsejt szerűen felépülő) gyűrűkből állnak. Ezek a széngyűrűk hattagúak, a szénatomok negyedik párosítatlan elektronja pedig aromás szerkezetet hoz létre. A policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) fokozottan rákkeltő hatásúak.

A Biztonsági Adatlap alapján látható, hogy a poliaromás szénhidrogének max. 11 százalékban lehetnek benne. A korai rostaalj mintákban megnéztem a PAH tartalmat, és külön a PCB tartalmat is, de nem volt határértéken túli mennyiség az eredmények között. Ennek az oka véleményem szerint az, hogy az olajcsöpögések inkább a forgó alkatrészek üzemszerű működését biztosító kenőanyagokat juttatják az ágyazatba és nem az üzemanyagot. Nagy hiba lenne, ha üzemanyagelfolyással járhatnának a mozdonyok. Ezért a veszélyes PAH szennyezés a gépjárműjavító telepeken, a vontatási főnökségeken, a töltő-lefejtő vágányok mentén található inkább és nem a vasúti pálya nyíltvonalain. A Gázolaj F MSZ EN-590:2004 2. jelű anyagban a leírás szerint nincs PCB.

- b) MOL Synt Diesel 10W-40 szintetikus dízelmotorolaj

| | |
|----------------------|-------------------------|
| Veszélyes komponens: | cink-alkil-ditiofoszfát |
| X _i | R41 max. 1,4 tömeg% |
| X _i | alkaril-szulfonát |
| R43 | max. 0,8 tömeg% |

A motorolajok nagyrészt szintén szénhidrogénekből állnak, azonban a fizikai tulajdonságokat módosító adalékanyagokat is tartalmaznak. A Biztonsági Adatlap ezek között újabb aromás vegyületeket, fenolszármazékokat említ, ezek gyakran toxikus illetve rákkeltő hatásúak, az alkalmazott R-mondatok alapján pedig irritáló hatásúak.

- Kenőanyag (váltókenés):
 - a) *Thermocup 1200 FL* (Gyártó: NICRO (SWISS) AG

Veszélyes komponens: R nincs

S 26

(Az R-mondatok értelmezését a veszélyes anyagokkal és a veszélyes készítményekkel kapcsolatos egyes eljárások, illetve tevékenységek részletes szabályairól szóló külön jogszabály tartalmazza (44/2000 (XII. 27.) EüM rend.). Esetünkben az R40 jelentése: maradandó egészségkárosodást okozhat, R41 jelentése: súlyos szemkárosodást okoz. Az R43 jelentése: bőrrel érintkezve túlérzékenységet okoz, R65 lenyelve ártalmas. Az R52/53 összetett R mondat jelentése: ártalmas a vízi szervezetekre.)

- Permetezőszerek:
 - a) Arsenal
 - b) Diuron 600 FW
 - c) Glialka 480
 - d) Nikesuper Combi 600 FW

A permetezőszerek Biztonsági Adatlapjait nem kaptam meg. A MÁV vonalhálózatán a gyom-mentesítés országosan egy cég kezében van. A környezetben gyorsan lebomló termékekkel, és adott helyszínre számítógépes rendszer segítségével tervezett mennyiségű permetezőszerekkel végzik a munkájukat ellenőrizhető körülmények között.

A fentiek alapján veszélyes hulladéknak kellene tekintenünk az ágyazati anyagot. De a hulladékgazdálkodási törvény éppen arra ad lehetőséget, hogy a technológiájából adódó valóságos veszélyeket mérhesse fel minden gyártó, és annak megfelelően kérje a hulladéka besorolását. A MÁV Rt. a vizsgálataim idején ezt nem így értelmezte. A technológia (bontások, átépítések, karbantartások) során kigyűjtött ágyazati anyagnak nincs meg a bejáratott útja, hanem mindig ad hoc vizsgálatok döntenek el, hogy az adott depónia hova kerüljön. Ez véleményem szerint költségesebb, nem hatékony, ellenkezik a hulladékgazdálkodási törvény elveivel, és sokszor ad alkalmat az illegális, félillegális megoldásokra. Sokkal könnyebb lenne egy olyan eljárást követni, melyben a bontás helyéről már akár előre lebonyolított szerződéskötések alapján a hasznosítás helyére lehetne vinni az anyagot. Ezt akkor lehetne megtenni, ha folyamatos környezeti monitoring rendszer biztosítaná a szennyezőanyag-figyelést, és országos szinten elfogadott adminisztrációs eljárás igazolná, hogy a nyíltvonali pályából kikerülő ágyazat és rostaalj ökológiailag nem szennyezett.

7.2.2.2. A veszélyes anyagok koncentrációjának számítása

A laboratóriumi eredmény értékelését a SZOE-értékeket figyelembe véve, és a 7.2.2.1. fejezetben leírt valószínűsíthető anyagok alapján végeztem el. Az előzőekben közelítő értéként az 1000 mg/kg SZOE értékre mondtam azt, hogy nem veszélyes mértékű mennyiség. Nézzük meg a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendelet alapján, igaz-e ez az állítás. A számítás lépései a következők:

- 1) Feltételezem, hogy a minta SZOE-értéke éppen 1000 mg/kg.
- 2) Feltételezem, hogy ez az érték mindig csak az egyik, előző fejezetben bemutatott veszélyes anyag ágyazatba kerüléséből adódott.
- 3) Kiszámítom a ténylegesen a mintában előforduló szennyezőanyag-mennyiséget.
- 4) Összehasonlítom a 16/2001. (VII. 18.) KöM rendeletben megadott határértékekkel.
- 5) Megállapítom, melyik az a legnagyobb SZOE érték, ami a legveszélyesebb komponens esetében is megfelel a nem veszélyes kategóriának.
- 6) Ellenőrzöm, hogy a feltételes kategorizálás alapján a K_A kategória értékek megfelelnek-e a számított értékeknek.
- 7) Megadom a módosításhoz szükséges paramétereket, amennyiben szükséges.
- 8) Ezután foglalkozom a monitoring rendszer MÁV vonalhálózatára való kiépítésének lehetőségével, és hasznosságával.

$$\text{SZOE} = 1000 \text{ mg/kg}$$

Ez az érték csak MOL Synt Diesel 10W-40-ből adódik az ágyazatban, melynek veszélyes alkotói:

- max. 1,4% cink-alkil-ditiofoszfát,
- max. 0,8% alkaril-szulfonát.

Összkoncentráció a mintában R41 és R43 mondatok alapján max. 10 tömeg% lehet.

A SZOE érték maga 0,001 tömeg%, így az ezen belüli veszélyes összetevők százaléka mindösszesen: 0,0000022%

Ez az adalékanyagok tömegére vonatkozik, a szintetikus alapolajhoz nincs megadva R mondat, mivel nem veszélyes, csak az, hogy kb. 80 tömeg% a koncentrációja.

Ha ezt is beleszámítanám a káros anyagokba, akkor is a 0,001 tömeg% SZOE értékben csak 0,00082% lenne a káros anyag. Ez jóval alatta marad a határértéknek.

A Thermocup 1200 FL termékben nincs egészséget és környezetet veszélyeztető anyag, a használatáról nagyon kedvezőek a visszajelzések, ezért ezzel itt nem kell foglalkoznom.

$$\text{SZOE} = 1000 \text{ mg/kg}$$

Ez az érték csak Gázolaj F MSZ EN-590:2004 2.-ből adódik, melynek veszélyes komponensei:

- PAH max. 11%
- X_n R65, R40
- N R52/53

Az R52/53 mondatok alapján a határérték 25% tömegkoncentrációt is megenged, ezért nem ez a mértékadó.

Az R65 mondat alapján max. 1% fordulhat elő a hulladékban anélkül, hogy ne legyen mutagén hatása. A vizsgált esetben 110 mg a szennyezőanyag mennyisége. Ez 1 kg-ra vetítve 0,00011 tömeg%-ot jelent, ami szintén jóval alatta van a max. 1 tömeg% határértéknek.

Akkor lenne veszélyes a környezetre csak PAH tartalom szempontjából az anyag, ha 110 000 mg/kg SZOE értéket mérnénk. Ilyen magas érték is előfordulhat, de kizárólag kitérők alól, vagy olajlefejtő vágányok közelében vett mintákban! Azt mondhatnánk erre, hogy akkor nem is veszélyes egyik ágyazati anyag sem! Azt szeretném hozzáfűzni ehhez a gondolathoz, hogy az egyéb jellemzők ilyen nagy szennyezettségénél már mutatnák az ökológiai veszélyt; a Daphnia-, vagy az alga- és halteszt, csírateszt jeleznék, hogy nem tiszta anyagról van szó.

A vizsgálataim során a legmagasabb SZOE koncentráció kitérők alól vett mintából 48 800 mg/kg volt. Volt az egyik állomási vágányból vett minták között 107 550 mg/kg kiugró érték is, mert olajlefejtő vágány közelében vettük a mintát.

A K_A besorolású nyíltvonalis pályán 1340 mg/kg volt a legmagasabb SZOE érték! Az előbbi számításaimat figyelembe véve nyugodtan kijelenthetem, hogy a SZOE koncentrációkat figyelembe véve a feltételes kategorizálás helyes volt.

Ahhoz, hogy a permetezőszerek hatásait is figyelembe tudjam venni a vizsgálataim során, a vizsgálatba bevont pályagazdálkodási főnökségeket megkerestem, és megkérdeztem, hogy mikor és milyen szerrel permeteztek a vonalon. A kérdésekre kapott válaszokat az alábbiakban foglalom össze:

- A mintavételezést megelőzően 5 hónappal volt az utolsó permetezés.
- „Nikesuper Combi 80 WP” gyomirtót használtak, amelynek hatóanyagai: terbutilazin (30%), linuron (20%) és diuron (30%), gyártója a Nitrokémia 2000 Rt.
- A terbutilazin perzisztenciája kicsi, felezési ideje talajban 14–28 nap, az alkalmazott mennyiségtől függően a kezelést követően 3–10 hétig mutatható ki. Mobilitása kicsi, a talajszemcséken adszorbeálódik. Bomlástermékének perzisztenciája nagyobb, azonban mobilitása is nagyobb, így hajlamos a talajvízbe szivárogni. Mindezek alapján a vegyszer jelenléte az ágyazatban kevésbé valószínű.
- A linuron gyökéren keresztül szívódik fel, és a növényekben több úton metabolizálódhat. Talajban közepesen perzisztens, felezési ideje aerob körülmények között 75 nap, anaerob körülmények között 230 nap. Bontását talajban főképp mikrobák végzik, a folyamat terméke egy kevésbé aktív metabolit (3,4 diklór-anilin) és CO₂. Kevésbé-közepesen vízdékony, a talaj anyag és szerves alkotóin adszorbeálódik, így mobilitása kicsi. A talaj szervesanyag-tartalmának növekedésével mobilitása csökken. Mindezek alapján megfelelő szervesanyag-tartalom esetén (magas KOI érték esetén) a vegyszer jelenléte az ágyazatban esetleg elképzelhető.
- A talajban megmaradó diuron a növényekre toxikus. Perzisztenciája nagy, felezési ideje 1 hónap és 1 év között változhat, metabolitjai felezési ideje 1–5 hónap. Esetenként a kezelést követő 3. évben is kimutatható. Bontását főképp mikrobák végzik. Mobilitása nagy, vízzel gyorsan kimosódik, és ott semleges kémhatás esetén nagy stabilitású. Mobilitása a talaj szervesanyag-tartalmának növekedésével csökken. Mindezek alapján a vegyszer jelenléte az ágyazatban kevésbé valószínű.

1997-től a Földművelésügyi Minisztérium illetékes főosztályának jóváhagyásával a vasúti gyommentesítésre új technológiát alkalmaznak.

Az elmúlt évek gyomirtása rámutatott arra, hogy a MÁV-nál jelentkező vegyszerezési gondok csak több herbiciddel (amint ez az utóbbi évek szerválasztékában már tapasztalható volt), illetve a készítményekből több lépcsőben megvalósítható technológiai eljárásokkal oldhatók meg. Alátámasztja ezt a törekvést a jogszabályokban előírt kijuttatási (kipermetezési) előírás – mind a herbicidek felhasználhatóságának, mind a védekezés szakember által történő irányítása, valamint a környezetvédelmi fokozott elvárások vonatkozásában egyaránt. Az új technológiai követelmények alapján Gaál [1999] szerint, a védekezés eredményesen csak több lépcsőben végezhető el.

1) *A vasútvonalak kezelése a gyomnövények előjövetele előtt (preemergens kezelés)*

A felhasználható anyagok: imazapyr, diuron, glifozát, triklópyr stb.

2) *Kikelt gyomnövények, cserjék utókezelése (postemergens kezelés)*

Az utókezelésnél mindig a kiirtandó növényzet érzékenységből és a környezeti adottságból kell kiindulni. Az utókezelésnél fokozott figyelmet kell fordítani az elsodródásra.

Felhasználható hatóanyagok: glifozát, triklópyr, imazapyr.

Az újabb fejlesztések alapján a gyomfelvételezések segítségével, számítógépes irányítással optimális mennyiségben a célterületre lehet permetezni a herbicideket. (Torhosi et al. [1998])

Mindez azt jelenti, ahogyan a főnökségek megkérdezése alapján a leírásból is látható, hogy sokféle anyaggal van dolgunk, és az egész ország területén főnökségenként vagy vonalszakaszonként esetleg évenként is változó szerekről van szó. Tehát ha a mintavételkor gyomirtó szer maradványa is lehet a mintában, akkor a vizsgálatokat ez megnehezíti, és a monitoring rendszer rutinos, könnyen végezhető mintavételi-vizsgálati eljárásait bonyolulttá teszi.

Ezért azt javaslom, hogy a monitoring rendszernek ne legyen része a gyomirtószer-maradvány vizsgálat, mert ez országosan külön gyomirtó monitoringgal megoldott, hiszen a szigorú adat-rögzítés, számítógépes tervezés biztosított.

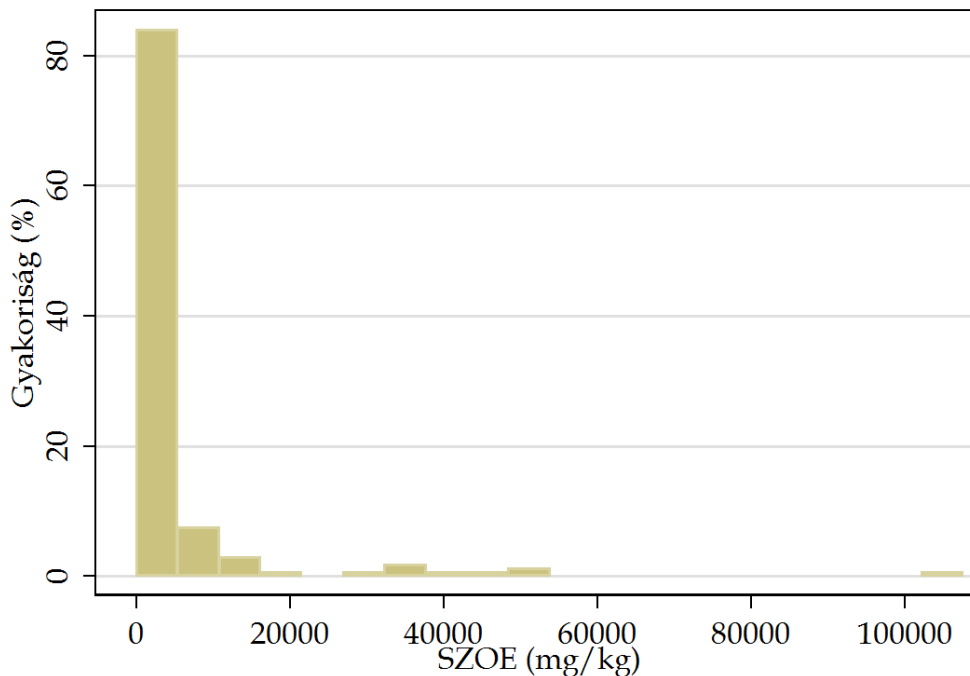
Ami viszont fontos (és eddig is ez volt az előírás, ezért nem találtunk a régi vizsgálatok során bontott pályaanyagban gyomirtó szert): a pálya felújítása, ágyazat eltávolítása előtti évben ne legyen permetezés, vagy csak szigorúan a gyorsan lebomló szerekkel! Így mire az ágyazatot kiemelik egy K_A kategóriájú pályából, a gyomirtó szerek biztosan lebomlottak benne.

A fent leírtak érvényesek a K_B és K_C kategóriákra is.

7.3. A laboratóriumi vizsgálati eredmények statisztikai feldolgozása

Először azt vizsgálom, hogy mi befolyásolja a SZOE mennyiségét az egyes mintákban. Az alábbi ábra a teljes mintasorozat SZOE hisztogramját mutatja. Látható, hogy néhány nagyon magas SZOE értéktől eltekintve a minták többsége 1000 mg/kg alatti SZOE-t tartalmaz. (10. ábra) A vizsgálatot és az ábrákat is a STATA 8.2 programmal végeztem, ami nem a saját tulajdonom, ezért a statisztikai ábrák stílusa eltér a többi

ábrától. Az angol nyelvű szoftver ugyanis csak képként mentve engedi meg a szoftveren kívüli bemutatást.



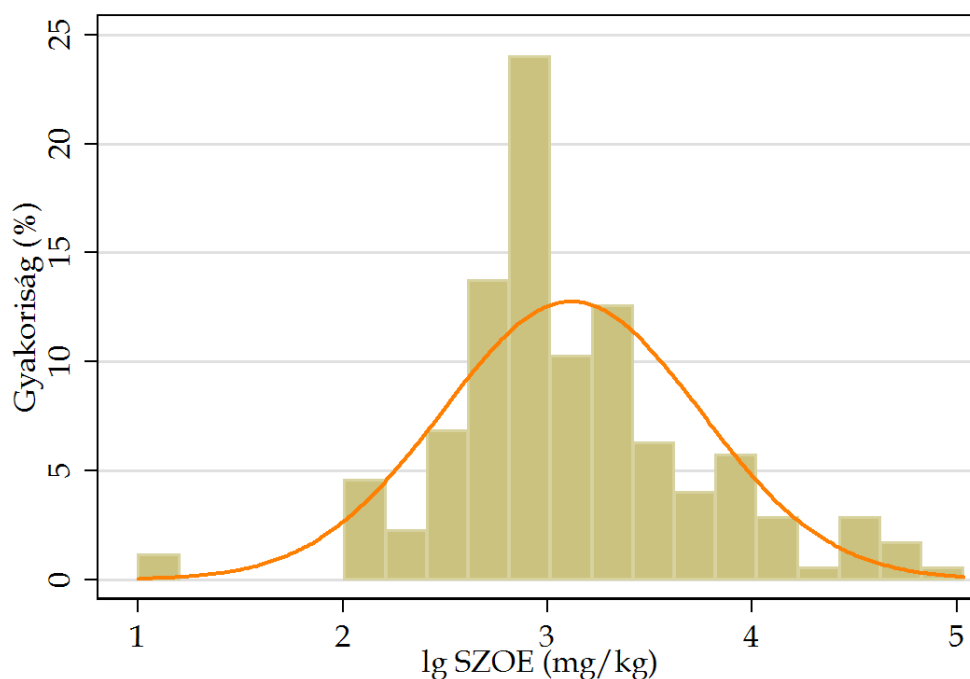
10. ábra: SZOE eloszlás gyakorisága

A medián érték 1010 mg/kg. Az átlagos SZOE mégis 4515 mg/kg, mert az eloszlás meglehetősen ferde, jobbra elnyújtott. (7. táblázat)

7. táblázat: A változók statisztikai jellemzői

| Változó | Minimum | Medián | Átlag | Maximum | Szórás |
|-----------------|---------|--------|-------|---------|--------|
| SZOE mg/kg | 0 | 1010 | 4515 | 107 550 | 11,621 |
| lg(SZOE) | - | 3,03 | 3,17 | 4,69 | 0,63 |
| KOI mg/l | 0 | 110 | 103 | 397 | 745 |
| lg(KOI) | - | 2,05 | 1,90 | 2,60 | 0,39 |
| Vízoldható mg/l | 14 | 84 | 99 | 496 | 85,2 |
| lg(vízoldható) | 1,15 | 1,92 | 1,89 | 2,70 | 0,30 |

Ezért megvizsgálom a SZOE (tízese alapú) logaritmusa eloszlását is. A hisztogramon folytonos vonal jelzi az azonos várható értékű és szórású normális eloszlás sűrűségfüggvényét. Bár a SZOE logaritmusa valamivel csúcsosabb, mint a normális eloszlás, a hisztogram viszonylag jó közelítéssel normális. Az eloszlás ferdesége is jóval kisebb (11. ábra), hiszen az átlag (3,17) nem sokkal magasabb, mint a medián (3,03).



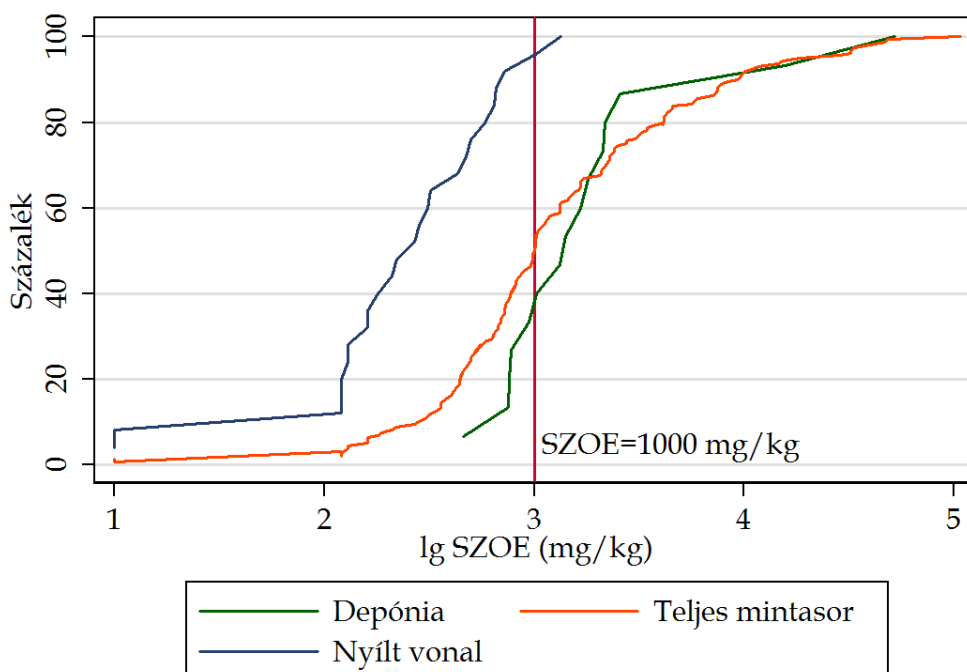
11. ábra: A lg SZOE eloszlása

A SZOE-eloszlás ferdesége miatt a továbbiakban egyszer a mediánt használom egyes mintacsoportok középértékeinek jellemzésére, máskor a SZOE logaritmusával számolok. (A medián nem érzékeny a ferdeségre, mert nem számított, hanem helyzeti középérték, éppen felezi a mintát. Azt pedig az imént láttuk, hogy a lg SZOE közel szimmetrikus, ott tehát használható az átlag is.)

A továbbiakban a minták csoportosításához az alábbi elnevezéseket használom:

- összes minta (K_A vonalról, K_B vonalról K_C területről, depóniából);
- teljes mintasor (K_A , K_B , K_C);
- nyílt vonali minta (K_A);
- állomási minta (K_B);
- kitérő (K_C);
- depónia (D).

A 162 darabszámú (átlagminta) teljes mintasor mellett 15 minta származott depóniából. A 12. ábra a depóniából származó minták SZOE-eloszlását veti össze a teljes mintasor, illetve a nyílt vonalról vett minták SZOE-eloszlásával. Az egyes vonalak azt ábrázolják, hogy a minták hány százalékának (Y-tengely) kisebb a SZOE-tartalma, mint az X-tengelyen adott érték. A függőleges vonal az eredetileg határértéknek tekintett 1000 mg/kg SZOE-tartalmat jelöli. Könnyen leolvasható például, hogy a teljes mintasor (narancssárga vonal) kb. 50 százalékában kisebb a SZOE-tartalom 1000 mg/kg-nál. (12. ábra)



12. ábra: Különböző helyekről vett minták eloszlásai

A zöld és narancssárga vonal majdnem pontosan egybeesik, ami azt jelenti, hogy a depóniából vett minták eloszlása közel megegyezik a teljes minta eloszlásával. Ez nem meglepő, mivel a depóniába vegyesen kerülnek mindhárom kategóriájú (K_A , K_B , K_C) helyről. A depóniából vett minták valamivel (42 százalékkal) szennyezettebbek a teljes mintánál, de ez az eltérés statisztikailag nem szignifikáns, azaz nagy valószínűséggel a mintavétel hibáiból származik. *Viszont ez is mutatja annak a veszélyét, hogy ha depóniából kiindulva akarjuk meghatározni a minták veszélyességét, véletlenszerűen vehetünk kitérő alól odahordott mintát, és hibát követünk el, amikor ezzel jellemezzük a depóniánk nagy részét!*

A kék vonal, amely a nyílt vonali minták eloszlását ábrázolja, ezzel szemben azt mutatja, hogy a nyílt vonali ágyazat SZOE tartalma jóval alacsonyabb, mint a teljes mintasoré és mint az átlagos depóniába kerülő ágyazaté. A nyílt vonali minta több mint 90 százaléka 1000 mg/kg alatti SZOE értékkel rendelkezik, és még az átlagos SZOÉ-érték is alacsonyabb, mint a depóniából vett legtisztább minta. *Össességében a nyílt vonali ágyazat 83 százalékkal kevesebb SZOÉ-t tartalmaz, mint a depóniába kerülő ágyazat (a nyílt vonali mintában a medián 245 mg/kg, a depóniában 1410).*

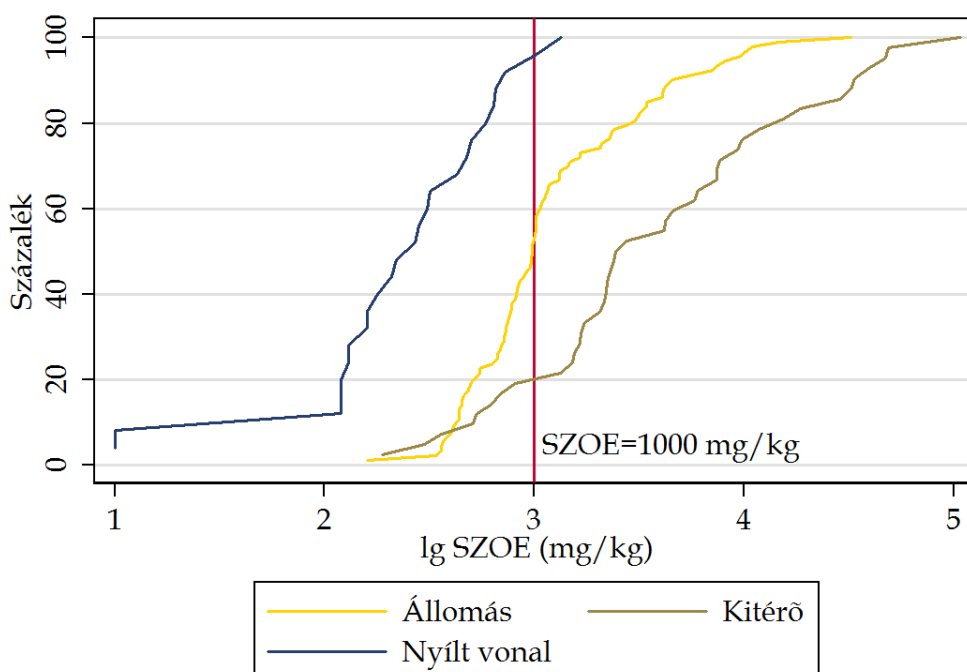
A 8. táblázat az egyes minták SZOÉ tartalmának jellemző számait mutatja be mintavételi helyek szerint. Nyílt vonalról (K_A) 26 minta származik, állomásról vagy jelző előtti vágányszakaszból (K_B) 94, kitérőtől (K_C) 42. Látható, hogy mind a medián, mind az átlagos állomási minta jóval szennyezettebb a nyílt pálya mintáinál (a medián állomási SZOÉ tartalom, 980 mg/kg, kereken négyszerese a nyílt vonalnak, 245 mg/kg-nak). A kitérők alól származó minta ennél is jóval szennyezettebb, a medián 2605 mg/kg, több mint tízszerese a nyílt vonalnak. Ezek az eltérések az F-próba szerint statisztikailag szignifikánsak. (Az F-próba két eltérő minta átlagát hasonlítja ösz-

sze, és megmondja hogy szignifikáns-e az eltérés. Ehhez azt nézi meg, hogy a mintákon belüli szóródáshoz képest mekkora a két mintaátlag eltérése.)

8. táblázat: SZOE tartalmak jellemzői környezeti kategóriánként

| Mintavétel helye | Mintaelem szám | SZOE mg/kg | | | | |
|--------------------|----------------|------------|--------|--------|---------|--------|
| | | Minimum | Medián | Átlag | Maximum | Szórás |
| Nyílt vonal | 26 | 0 | 245 | 351 | 1 340 | 322 |
| Állomás vagy jelző | 94 | 0 | 980 | 2 264 | 32 300 | 4 054 |
| Kitérő | 42 | 188 | 2605 | 11 474 | 107 550 | 20 047 |
| Teljes minta | 162 | 0 | 990 | 4 344 | 107 550 | 11 411 |
| Depónia | 15 | 460 | 1410 | 5 738 | 52 590 | 13 489 |

A három mintavételi hely SZOE-eloszlását mutatja az alábbi diagram. (13. ábra)



13. ábra: K_A, K_B, K_C minták eloszlási diagramjai

A mediánok eltéréseit a táblázat alapján már bemutattam, de a 13. ábrán az is látható, hogy majdnem minden százaléknál hasonlóan nagy szennyezettségi különbség áll fenn a három mintacsoport között. Kivételt képeznek a legtisztább kitérői minták (a legtisztább 10%), amelyek közel azonos szennyezettségűek, mint az állomási minták legtisztább 10 százaléka.

A függőleges vonal az 1000 mg/kg-os értéket jelzi. A nyílt vonali mintákból csak 2 minta (a minták 7 százaléka) haladja meg ezt a szennyezettséget, a minták döntő többsége tisztának tekinthető. Ezzel szemben a kitérői minták 80 százaléka szennyezettebb, mint 1000 mg/kg. A harmadik csoport, az állomási minták csoportja vegyes szennyezettségű; a minták egyik felének SZOE-tartalma 1000 mg/kg alatti, a másik

felének 1000 mg/kg feletti. A továbbiakban részletesebben megvizsgálom, hogy mivel magyarázható a SZOE-szennyezettség mértéke.

7.4. A vonalak környezeti kategóriáinak műszaki paraméterei

A szennyezetségek megjelenése az ágyazatban mindig műszaki (működési) okokra vezethető vissza, arra, hogy a vasúti pályát használjuk. A legjellemzőbb paraméterek, amelyek befolyásolhatják a szennyezések alakulását a következők:

- Ágyazat kora;
- Vontatási nem;
- Összesített terhelés;
- Tehervonati arány a terhelésben.

1) Ágyazat kora

A vasúti pálya földművére helyezett zúzottkő réteg beépítésétől, illetve kicserélésétől eltelt idő években.

Az évenkénti terhelés az ágyazat ismétlődő szennyezésével jár, ezért a környezetállapot megítélésnél az eltelt idő fontos tényező. A szennyezést növelheti a nem megfelelő járműállapot. A több változós regressziós elemzésben nem volt szignifikáns a vasúti ágyazat kora és a SZOE szennyezés közötti kapcsolat.

2) Vontatási nem

Vontatójárművek (mozdonyok) által használt energiaforrás szerinti csoportosítás: villamos/dízel vontatás. Gőzmozdonyvontatás a nagyvasúti MÁV-vonalakon megszűnt. A több változós regressziós elemzésben nem volt szignifikáns a vontatási nemek és a SZOE szennyezés közötti kapcsolat.

3) Összesített terhelés

Az ágyazat kora alatt adott keresztmetszetben összesen átgördült forgalom elegytonában kifejezett értéke. Az adatokat a MÁV Rt. éves nyilvántartása tartalmazza. Az összesített terhelés gyengén korrelál a SZOE szennyezettséggel (0,20).

4) Tehervonati arány a terhelésben

A tehervonatok és személyvonatok átgördült elegytonna százalékos aránya, ha a teljes terhelés, 100 százalék. Ha az összesített terhelést személy- és teherforgalomra bontva vizsgáltam, akkor azt az eredményt kaptam, hogy a személyforgalom nem gyakorolt szignifikáns hatást a SZOE tartalomra, míg a teherforgalom jelentős pozitív hatást mutatott. Ezért meg kellett vizsgálni az összes átgördült elegytonna hatását is.

A fenti magyarázó változókat jellemzi a 9. táblázat.

9. táblázat: A magyarázó változók jellemzői

| Változó | Medián | Átlag |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Pálya kora | 27 év | 24,8 év |
| Vontatás sebessége | 91 km/h | 106 km/h |
| Villanyvontatás | - | 25% |
| Teherforgalom | 113 millió elegytonna | 108 millió elegytonna |
| Személyforgalom | 65 millió elegytonna | 65 millió elegytonna |

A fenti változók közül egyedül a teherforgalom nagysága bizonyult statisztikailag szignifikáns magyarázó változónak. A SZOE szennyezettséget legjobban leíró regressziós egyenlet a következő. Zárójelben a becsült együtthatók sztenderd hibája olvasható.

$$\lg(\text{SZOE}) = 1,88 + 0,436 \lg(\text{teherforgalom})$$

$$(0,268) (0,149)$$

$$R^2 = 0,70$$

Nagyobb teherforgalom nagyobb SZOE szennyezést eredményez, amit a pozitív együttható mutat. A 0,436-os együttható azt jelenti, hogy a teherforgalom 10 százalékos emelkedése körülbelül 4 százalékos szennyezés növekedést indukál. Az együttható egy százalékon is statisztikailag szignifikánsan különbözik nullától, vagyis annak esélye, hogy csupán a mintavételi hiba folytán kaptunk ekkora együtthatót, kisebb, mint egy százalék. Összehasonlításképpen, a többi magyarázóváltozó szignifikancia-szintje sosem csökkent 10% alá, vagyis azok esetében a mintavételi hiba miatt nem beszélhetünk hangsúlyos összefüggésről.

A regresszió R^2 együtthatója 0,70, vagyis a teherforgalom több mint kétharmadát magyarázza a SZOE tartalom szóródásának. Ez meglehetősen jó illeszkedésnek tekinthető, különösen, hogy csak egyetlen magyarázó változó használatára van szükség.

A 14. ábrán a becsült függvényt láthatjuk, ami a teherforgalomhoz hozzárendeli a becsült SZOE szennyezettséget. Mivel az összefüggés a SZOE logaritmusára lineáris, a SZOE szintjét hatványfüggvénnyel írhatjuk le,

$$\text{SZOE} = 75,9 \times (\text{teherforgalom})^{0,436}$$

ahol $75,9 = 10^{1,88}$.

A függvény 370 millió elegytonna teherforgalomnál éri el az 1000 mg/kg-os szennyezést, vagyis ennél kisebb összesen áthaladt forgalom esetén a szennyezés átlagosan 1000 mg/kg alatti.

Természetesen az illeszkedés nem tökéletes, így a teherforgalom alapján csak becslést készíthetünk a várható SZOE szennyezésre. Ha jobban aggódunk a szennyezés alulbecslése mint felülbecslése miatt, konzervatívabb becslést kell készíteni. Ha például azt szeretném megbecsülni, hogy mi az az érték, aminél 95 százalékos eséllyel alacsonyabb SZOE szennyezést kapnék egy mintában, akkor a

$$\text{SZOE}_{95} = 2,68 \times 75,9 \times (\text{teherforgalom})^{0,436}$$

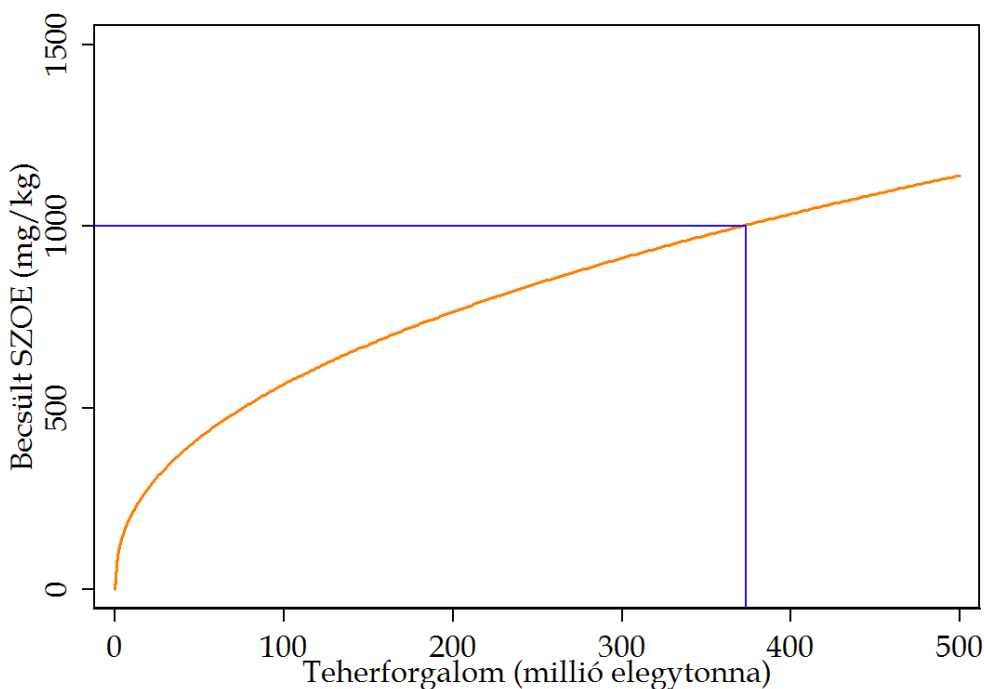
összefüggést kell használnom. A 2,68 biztonsági szorzó $10^{(1,645 \times 0,26)}$ -ként adódik, amiből 1,645 a sztenderd normális eloszlás inverz függvényének értéke a 0,95 helyen, 0,26 pedig a SZOE becslésének sztenderd hibája. Ha viszont azt szeretném megbecsülni, hogy mi az az érték, aminél 99 százalékos eséllyel alacsonyabb a SZOE szennyezés egy mintában, akkor

$$\text{SZOE}_{99} = 4,02 \times 75,9 \times (\text{teherforgalom})^{0,436}$$

összefüggést kell használni. A 4,02-es biztonsági szorzó $10^{(2,326 \cdot 0,26)}$ -ként adódik, amiből 2,326 a sztenderd normális eloszlás inverz függvényének értéke a 0,99 helyen, 0,26 pedig a SZOE becslésének sztenderd hibája.

Egy példa:

Egy vágány eddigi ágyazat bennfekvési idő alatt átfutott teherforgalma 60 millió elegytonna. Ekkor ott az ágyazat várható SZOE szennyezettsége $75,9 \times 60^{0,436} = 452$ mg/kg, és 95 százalékos biztonsággal állíthatjuk, hogy a szennyezettség kisebb, mint $2,68 \times 75,9 \times 60^{0,436} = 1212$ mg/kg.

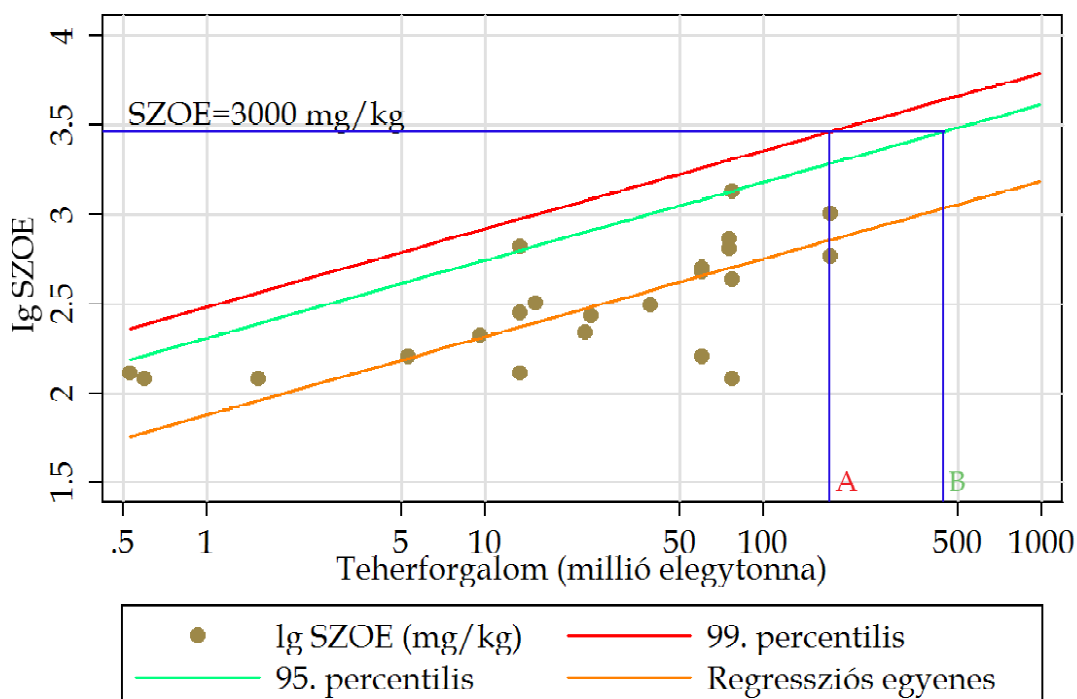


14. ábra: Becsült SZOE-érték

A 7.2.2.2. fejezetben számított tényleges veszélyesanyag-koncentrációk alapján úgy vélem, hogy a K_A kategória SZOE értékének határát feljebb lehet emelni. Ha az eddigi 1000 mg/kg helyett 3000mg/kg lesz a határérték, akkor a legveszélyesebb komponens (a ritkán előforduló PAH) esetén is 0,33 tömegszázalék veszélyes anyag adódik a mintában, szemben a rendeletben megengedett 1 százalékkal. Vagyis, ha másképpen fogalmazom, még mindig maradna 0,66 százaléknyi „hely” más, hasonlóan veszélyes szennyezőanyagoknak, míg eléri a határértéket a minta. Természetesen ezt nem szeretném kihasználni, és ezért csak a K_A kategóriában engedném meg ezt a határérték emelést, mert ez volt az a mintasor, amelyik valóban 1000 mg/kg alatti értékeket produkált, másrészt ezen a területen tudható legnagyobb biztonsággal, hogy milyen anyagok várhatóak az ágyazatban.

A határérték felemelését úgy is lehetne egy monitoring rendszerben ellenőrizni, hogy rendszeresen mintát veszek, és a méréseket újra elvégzem. Azonban célszerű csak akkor mérni, és mintát venni, ha meg tudom becsülni egyéb paraméterek alapján, hogy valóban jelentős változás várható a környezeti állapotban. Ezeket a paramétereket, vagyis a műszaki paramétereket a mérések helyettesítésére akkor használhatom, ha tudom a laboratóriumi eredmények és a műszaki paraméterek közötti korrelációt, amint azt az előzőekben bemutattam.

A 15. ábrán a narancssárga vonal jelzi a lg SZOE és lg teherforgalom regressziós egyenesét. A zöld vonal egy adott teherforgalomhoz tartozó SZOE eloszlás 95 percentiliséit jelzi. Ha ismerjük a teherforgalmat, akkor 95% az esélye annak, hogy az ilyen forgalmat elviselő ágyazatból vett mintában a SZOE tartalom nem haladja meg a zöld vonalon leolvasható értéket. A piros vonal esetében a konfidenciaszint 99%. Az ábra kétféleképpen használható; vagy a teherforgalom alapján kívánok becslést készíteni az ágyazat várható SZOE tartalmára, vagy adott SZOE határértékhez (esetünkben az új, 3000 mg/kg értékhez) keresem azt az elegytonna átgördülést, amelyik 95% (99%) biztonsággal még határérték alatti szennyezést okoz. A *B pont* jelzi az előbbi esetet (95%), ahol a terhelési érték 479 millió elegytonna, míg az *A pont* a másodikat (99%), ahol a terhelés 189 millió elegytonnára adódott. Természetesen minél nagyobb biztonsággal szeretnénk a határérték alatt maradni, annál kisebb forgalom engedhető meg. (15. ábra)



15. ábra: Határérték alatti SZOE-tartalom becslése

Ez az ábra, vagy inkább ennek továbbfejlesztett változata sokat segíthet a vasúti pálya környezeti monitoring rendszerének kiépítése során.

A következő fejezetben azt foglalom össze, hogy milyen lépések szükségesek a MÁV Rt. vonalhálózatán egy ilyen monitoring rendszer kiépítéséhez és működtetéséhez, és hogy ezzel milyen előnyökre tehet szert a vállalat.

8. A vasúti pálya környezeti monitoring rendszere

Kutatási munkámmal az volt a céлом, hogy egy, a vasúti pályákon bevezethető környezeti monitoring rendszer szükségességét igazoljam, és a kiépítésének elveit lefedjem. A pályára jutó szennyezések számbavétele után a laboratóriumi eredmények feldolgozása valóban azt mutatta, hogy a nyíltvonali vasúti pályában fekvő zúzottkő, illetve onnan kikerülve a rostaalj, nem veszélyes hulladék. Ennek az igazolását nagyon nagy jelentőségűnek tartom. Egyrészt azért, mert jelentős költségmegtakarítás érhető el a pályafelújítási munkák során azzal, hogy nem hulladéklerakóra kell szállítani a rostaaljat, másrészt a lakossági előítéletek megváltoztatása miatt is. Harmadrészt pedig azért, mert ennek az eredménynek a hiányában nem lenne értelme monitoring rendszert működtetni. A kutatási munka befejezése után az eredmények felhasználásával ez volt a célja a megbízónak, a MÁV Rt. Pályavasúti Igazgatóságának is. Ezt a célt elérték, és a MÁV Rt. Értesítőjének 27. száma (2004. július 2.) 2454. oldalán a hulladékok besorolásakor a 11. szám alatt szerepel a Rostaalj = vasúti pálya kavicságya, amely különbözik a 17 05 07^{*}-tól. Ezzel a kutatási céлом első részét elértem, vagyis a K_A nyíltvonali pályából kikerülő rostaaljat nem kell lerakóra szállítani, hanem eladható. Az önkormányzatok már nem gyanakvással nézik, ha valaki rostaaljat visz az üdülőtelki rossz állapotú utak javítására, hanem ők is a vásárlók közé tartoznak. A hulladék besorolása azonban csak az első lépcső a monitoring rendszer kialakításában.

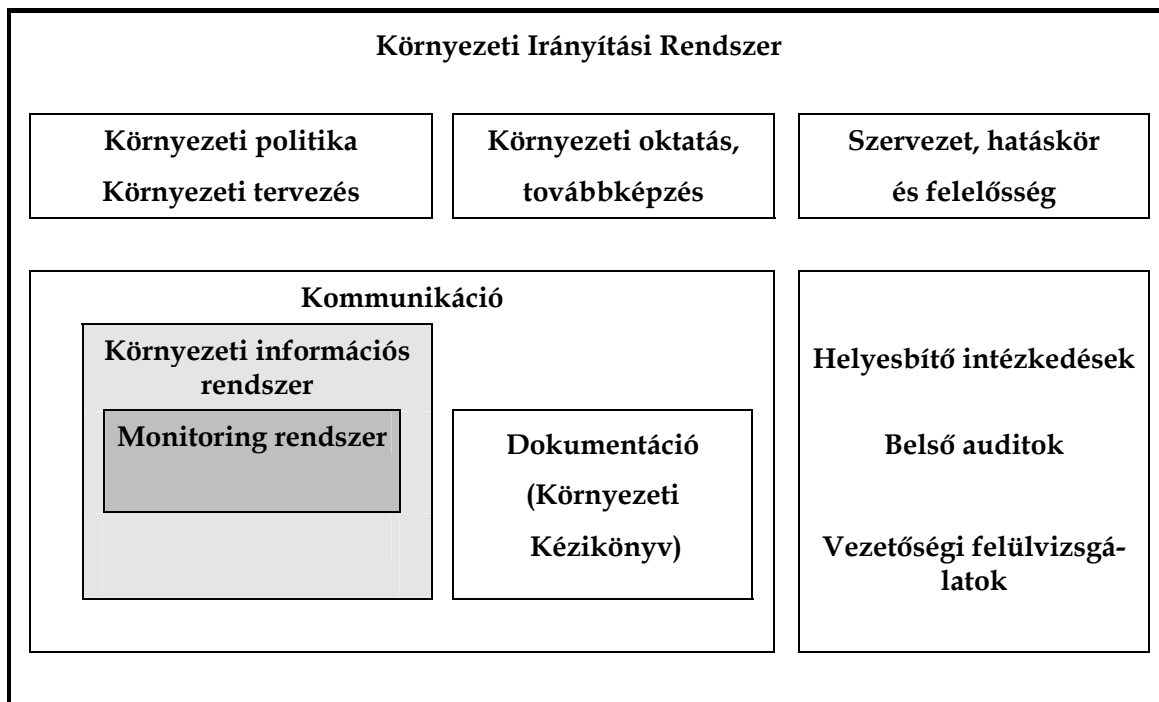
8.1. A monitoring rendszer kiépítésének folyamata

A pálya környezeti monitoring rendszerét arra az eredményre érdemes alapozni, amelyet ebben a munkában leírt vizsgálatokból ismerünk, nevezetesen, hogy a használt vasúti ágyazat és rostaalj nem számít veszélyes hulladéknak. A statisztikai vizsgálatokból az is kiderült (7.4. fejezet), hogy várhatóan milyen teherforgalom mellett marad határérték alatt az ágyazatban a legjellemzőbb szennyezőanyag-tartalom, az olajszármazék. Ez az érték csak nagy teherforgalmú vonalakon eredményezheti azt, hogy ha sokáig marad ágyazatrostálás nélkül a pályában az ágyazat, akkor a K_A kategóriából átkerülhet a K_B kategóriába. Az elkövetkező években az Európai Unió biztosította hitelforrások jelentős mértékű vonalfelújítást, rehabilitációt tesznek lehetővé. Ezek mind ágyazatcserével járnak. A pályáról hulladékként kikerülő rostaalj felhasználásának véleményem szerint országos szinten szervezettnek kell lennie. A monitoring megfigyelést, mérést jelent. Ha még a pályában fekvés idején biztonsággal megmondható, hogy milyen minőségi paraméterekkel fog rendelkezni a rostaalj a kikerüléskor, akkor előre tervezhetővé válik az elhelyezése, felhasználása.

A környezeti monitoring azonban nem csak a rostaalj tisztaságának bizonyítására szolgál. Más fontos szerepe is van. Rendszeres ellenőrzést jelent a vasúton, vasút mellett történő környezeti változásokról, hirtelen megjelent szennyezésekről, azok okairól. Az ellenőrzést értékelés, és dokumentált intézkedési terv követi. A vasúti pálya műszaki biztonsága mellett így megvalósul a környezeti biztonság is. A monitoring rendszer megkönnyíti a továbblépést az általánosan elfogadott rendszerek, a Minőségbiztosítási, és a Környezetirányítási Rendszer felé.

Ha elfogadjuk azt a távlati környezetpolitikai célt (MÁV [2005]), amit a MÁV Rt. többek között kitűzött, hogy az ISO 14000-es szabványt követő Környezetirányítási

Rendszert kiépíti, akkor a vasúti pálya környezeti monitoring rendszere megfelel majd az ezen belüli alrendszernek. (16. ábra) Célszerűnek látszik valóban úgy kidolgozni, hogy a későbbi ISO KIR kialakításnál a legkisebb változtatással (a többi elem kiépítésével) lehessen teljessé tenni.



16. ábra: A monitoring helye a KIR rendszerben

A környezeti információs és monitoring rendszer a KIR rendszeren belül olyan információs, elemző és szabályozási eszközrendszer, amely

- koordinálja a környezeti vonatkozású tervezést, irányítást, ellenőrzést és információellátást,
- kiépíti ezek rendszerét.

A környezeti monitoring az emisszió- és imisszió értékek mérés technikai megfigyelésére szolgál (megfigyelés és mérés). A gyűjtött információkat az elemzési rendszernek megfelelően kell előkészíteni és csoportosítani.

A döntéshozatal az adatok elemzésével alapozható meg. Az elemzés (kiértékelés) feladata, hogy feldolgozza az anyag- és energiaszabványokra, illetve azok környezeti hatásaira vonatkozó információkat, majd adatokat szolgáltatson a döntéshozók számára. Az adatok feldolgozását jól megválasztott kritériumrendszer alapján kell elvégezni, amelynek elemei a következők:

- a jogi feltételek betartása,
- társadalmi követelmények, elvárások,
- a környezet terhelhetősége,
- környezeti kockázat,

- anyag- és energiatakarékosság lehetősége,
- termékhasználat környezeti szempontjai,
- újrahasználat, újrahasznosítás lehetősége. (Bándi szerk. [1996])

A vasúti pálya környezeti monitoring rendszer kiépítése és fejlesztése szükségességének tehát a következő okai vannak:

- a pályán periodikusan végzett szennyező tevékenységek
- a változó környezetvédelmi jogszabályok követése a munkáltatással és a vasút üzemeltetése során
- európai normák követési kötelezettsége

A monitoring rendszer megvalósításának lehetőségét határozottan segíti a

- már jól működő, pályageometriai számítógépes rendszer (PÁTER)
- PÁTER-hez illeszthetőség

A monitoring megvalósulásával elérhetők a következő célok

- a vasúti közlekedés környezetbarát megítélésének erősítése
- rendszerszemléletű pálya- és környezetgazdálkodás (ISO-követés)
- hulladékok hasznosítása.

8.1.1. A „PÁTER” rendszer

A vasúti pálya környezeti monitoring rendszer kiépítését segíti a már meglévő, és jól működő pályageometriát figyelő, és tervező „PÁTER” rendszer, amelynek tervezési munkáiban részt vettem, egy évig témavezetőként is (Koren [1991]), (Horvát [1995/1]). A MÁV Rt. A D. 5. sz. Utasítással szabályozza a pályafelügyeleti tevékenységet. Ennek célja a vasúti pálya és kapcsolódó létesítményei állapotának mérésekkel, megfigyelésekkel regisztrált mennyiségi és minőségi adatok alapján történő ellenőrzése és figyelemmel kísérése, az elhasználódási folyamat felismerése.

Az utasítás – a többi között – meghatározza a vágánymérések végrehajtásának, a vasúti pálya és tartozékai időszakos vizsgálatának rendjét és a beosztásokhoz rendeltlen a vonalbejárások és -beutazások megtartásának sűrűségét is.

A szabályozott felügyeleti tevékenység során hatalmas mennyiségű, gépi úton, illetve szemrevételezéssel felvett adat áll rendelkezésre, amely mind a vasúti pálya műszaki állapotának megítélését segíti elő. Egyértelműnek látszik, hogy a környezeti monitoring rendszer a már meglévő és általánosan használt PÁTER rendszerbe integrálva valósítsuk meg. (Zsákai [1995])

A PÁTER rendszer felépítése

A PÁTER rendszer elméletileg magalapozott adatgyűjtési- és feldolgozási eljárásokon nyugvó, számítógéppel támogatott rendszer, amely elemzések elvégzése révén megkönnyíti a felügyeleti munkát, segíti a szükséges intézkedések meghozatalát, a munkáltatások megszervezését.

Lehetővé teszi a

- törzsadatbázisa segítségével az egyes vasúti vonalak műszaki jellemzőire, a pályageometriára, a szerkezeti kialakításra és a pályához kapcsolódó létesítményekre vonatkozó adatok tárolását, gyors elérését,
- a vasúti vágány mérési időpontbeli állapotának jellemzését, a geometriai és a szerkezeti állapot minősítőszámokkal való leírását,
- a pályaromlási folyamatnak leírását és előrebecslését,
- a szükséges karbantartási munkák helyének, mennyiségének és idejének meghatározását,
- a pályafelújítás szükségességének eldöntését,
- az elhalasztott karbantartások pályaalapra gyakorolt hatásának becslését,
- az elvégzett munkák minőségi ellenőrzését,
- a költségalapú munkáltatási tervezés segítségét,
- nyilvántartási, statisztikai adatok szolgáltatását.

A PÁTER az alábbi különálló képernyőkből/modulokból áll:

- F1 - Help PÁTER verzió leírás, üzemeltetési leírás és felhasználói leírás;
- F2 - Vonal vonalválasztás illetve szakaszok kigyűjtése;
- F3 - Térkép magyarországi vasútvonal-hálózat megjelenítése térképpel;
- F4 - Db törzsadatok megjelenítése (javítása) táblázatos formában;
- F5 - Törzs törzsadatok megjelenítése (javítása) diagramszerűen;
- F6 - Mérés vágánygeometriai mérési adatok megjelenítése;
- F7 - Munka munkáltatások nyilvántartása, megjelenítése, romlási folyamat nyomon követése;
- F8 - Stat statisztikák (SAD eloszlásgörbék) megjelenítése;
- F9 - Terhelés forgalmi terhelési adatok karbantartása, megjelenítése.

A PÁTER rendszer elemei közül csak azokat ismertetem, amelyek a környezeti szempontú felügyeleti tevékenység esetén is fontosak.

A térkép modul (F3)

A vonalválasztó modulban kijelölt vonalakat meg lehet tekinteni a térkép modulban. A térképen fehér színnel rajzolódik át a kijelölt vonal.

Törzsadatok (F5)

Ide mindazon adatok, adatcsoportok tartoznak, amelyek tájékoztatnak a vizsgált vasútvonal (szakasz) legfontosabb műszaki jellemzőiről, legfontosabb nyilvántartási adatairól, szerkezeti elemeiről és létesítményeiről, bizonyos történeti (munkáltatási) előzményekről és kiindulást jelentenek az elemzések elvégzéséhez.

Munkáltatási adatok (F7)

Az egyes karbantartási munkáltatások illetve a felújítási tevékenység helye, ideje, fő jellemzőik adatai.

Mérési adatok (F6)

A különféle pályamérések és vizsgálatok adatainak feldolgozása, képi megjelenítése történik ebben a modulban:

- a vágánygeometriai mérési adatok képernyője,
- a lokális pályahibák képernyője (egy mérési félév, több mérési félév együtt),
- romlásvizsgálat képernyője (mérőszámok és minősítőszám több mérési félévben együtt),
- munkáltatási adatok képernyője (pályakarbantartási munkanemenként a pálya-hossz mentén, az idő - a sürgősség - függvényében,
- statisztikák képernyője (SAD eloszlásgörbék változása) (F8),
- forgalmi terhelési adatok (F9).

A mérési adatok feldolgozása látványos és hangsúlyos részét képezi a pálya geometriai minősítésének. A környezeti monitoring rendszert is ehhez a megjelenítéshez kell kapcsolni, ezért erről itt részletesebben is írok.

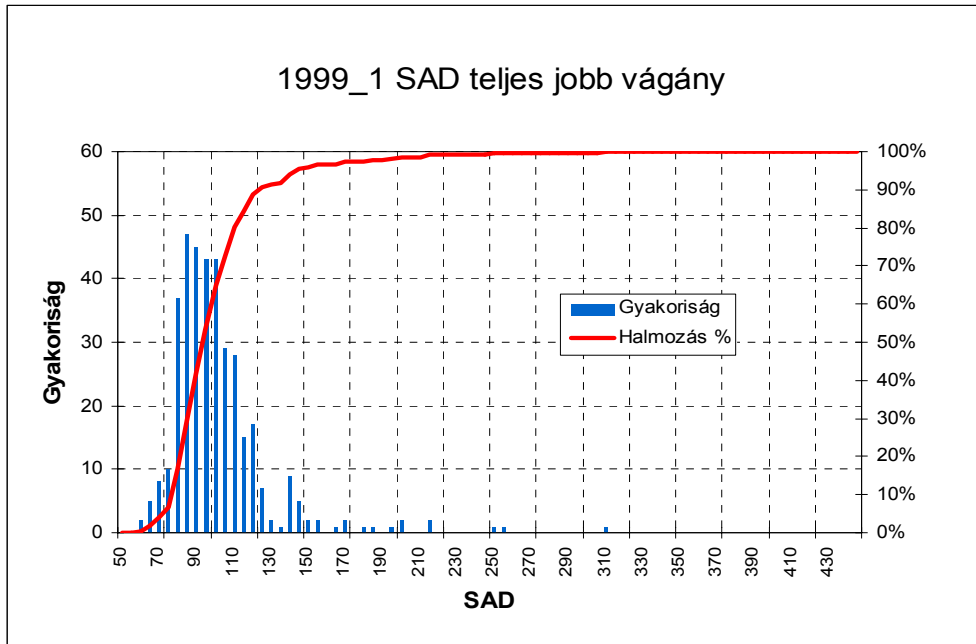
A vasúti pálya geometriai állapotának értékelése nem csak egy-egy keresztmetszet értékelésére terjed ki, hanem egy hosszabb szakaszra (10-1000 m közötti szakasz). A kiválasztott minősítési hosszon „H_{min}” geometriai jellemzőnként egy-egy számértéket határozunk meg. Ezekből a számértékekből egy minősítőszámot képezünk, mely hat geometriai jellemzőt (süppedés jobb, süppedés bal, irány jobb, irány bal, síktorzulás_A, síktorzulás_B) tartalmaz.

A „MINŐSÍTŐSZÁM” általános képlete:

$$SAD = \frac{1}{3} (SÜPP_{jobb} + SÜPP_{bal} + IR_{jobb} + IR_{bal} + SIKT_A + SIKT_B)$$

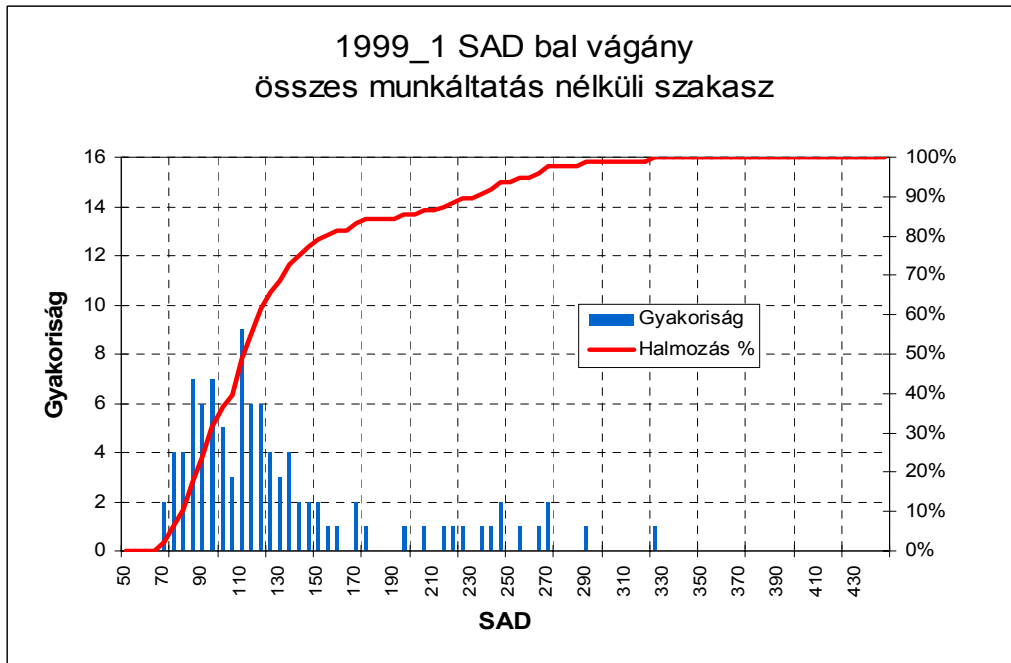
Ezeket a SAD számokat dolgozza fel a számítógépes program a leválogatásnak megfelelően diagram formában.

Példaként a környezeti vizsgálatom idején (1999.) végzett pályageometriai mérések (Kiss [2005]) SAD számainak diagramjait mutatom be a Budapest-Hegyeshalom vonalról. (17-19. ábrák)



17. ábra: SAD számok eloszlása a teljes vonalon³

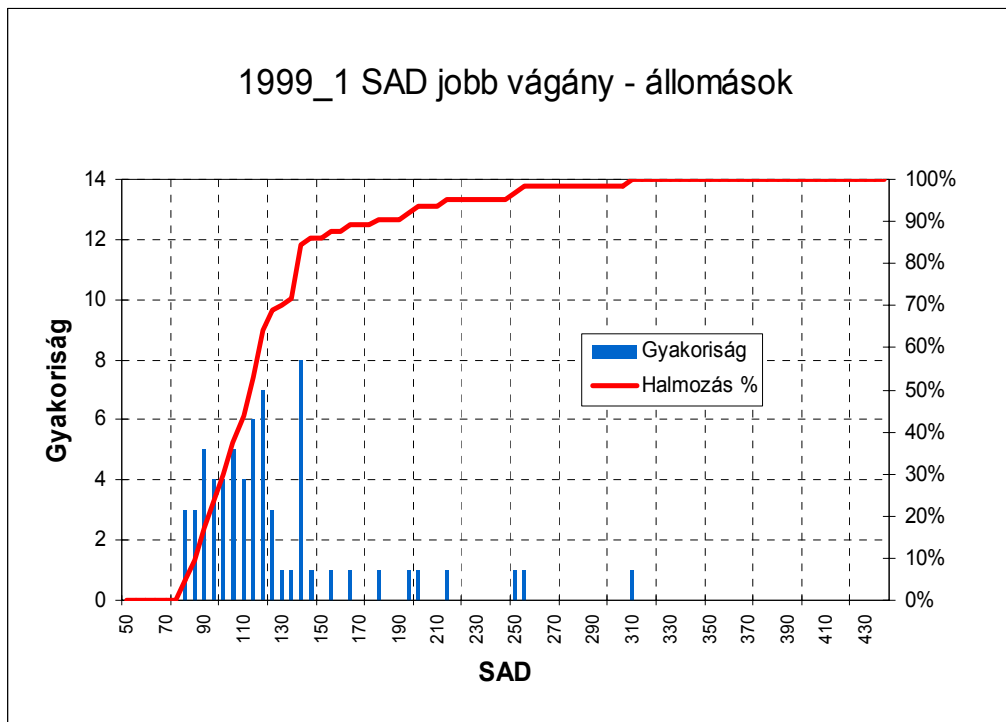
A 17. ábrán egy méréssor teljes adatsorából készült gyakorisági/eloszlási ábra látható. Ugyanerről a vonalról, ugyanebben az időben mért adatokból csak az elmaradt munkáltatások adatsorából készült jobbra elhúzódiagram jól mutatja a pályaromlást. (18. ábra)



18. ábra: A pályaromlás görbéje⁴

³ Forrás: (Máté [2005])

Az állomások a pályageometriát tekintve is kritikus szakaszok, munkába vételük is nehezebb, ezért a minősítőszámaik is sokszor rosszabbak a nyíltvonalakénál. (19. ábra)



19. ábra: Állomási vágányok SAD szám görbéje⁵

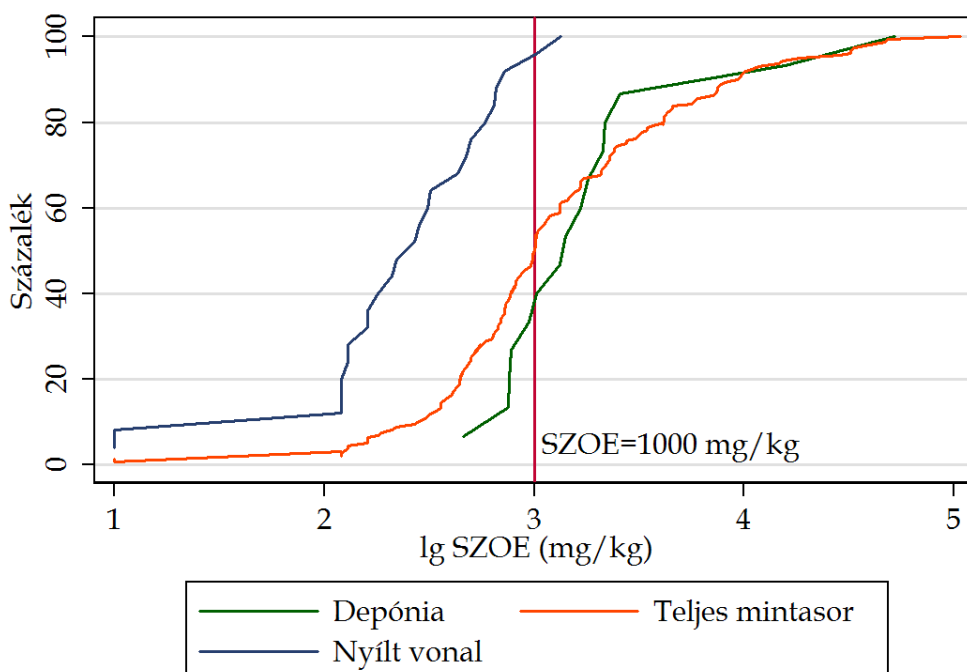
A fentiek analógiájára összehasonlításként bemutatom a már ismert saját statisztikai eredményeimet. Ezek nem csak a Budapest-Hegyeshalom vonalra vonatkoznak, hanem a teljes kísérleti vonalszakaszokra, hiszen nem volt annyi adatom, hogy vonalanként vizsgálhassam a SZOE szennyezés alakulását. A 20. ábra görbéiből is látható, hogy a PÁTER rendszerhez való csatlakozást nem csak a hasonló szemléletű feldolgozás és értékelés, hanem mindezek elfogadottsága teszi egyértelművé. A MÁV Rt. pályagazdálkodással foglalkozó szakemberei már megszokták, hogy a pályák geometriai állapotát a SAD számok eloszlási görbéiről „olvassák” le. Ez a szemléletes eljárás nagyon gyors értékelést tesz lehetővé.

A hasonló elven készített környezeti minőséget bemutató ábrák értelmezése, az előbbi szakemberek számára nem is kíván magyarázatot.

A nyíltvonalai SZOE értékek sokkal meredekebb és kis szennyezettségi értékek területén húzódó ábrát mutatnak, míg a teljes mintasor hosszan elhúzódik, mutatva, hogy bármekkora szennyezési érték előfordulhat benne. Az ábrára nézve mindenki fel tudja mérni a depóniába hordott rostaalj szándékosan rontott környezeti minőségváltozását.

⁴ Forrás: (Máté [2005])

⁵ Forrás: (Máté [2005])



20. ábra: Nyílt vonali és teljes mintasor közötti SZOE-eltérések

A PÁTER-rendszer részletes ismertetésére itt nincs mód, de a gyalogbejárás modul és a pályafelügyeleti tevékenység szorosan kapcsolódik a környezeti monitoring rendszerhez, ezért ezeket röviden ismertetem.

8.1.2. A számítógépes gyalogbejárás modul

A *pályafelügyeleti tevékenység* nagyon fontos eleme a helyszíni gyalogbejárás. Ezen a szakember adatokat és tapasztalatokat szerez a vasúti pálya állapotáról, hibáiról és hiányosságairól.

A PÁTER rendszer fejlesztése során történt meg a számítógépes gyalogbejárás rendszer kialakítása, amely a vasúti pálya szerkezeti állapotának leírásához szükséges adatok jelentős mennyiségét szolgáltatja. A végrehajtás eszköze egy PSION típusú kis számítógép, amelyet a bejárando szakasz adataival a PÁTER rendszer törzsadatárából lehet előzetesen (bejárás előtt) feltölteni. A helyszínen a program olyan kérdéseket tesz fel, amelyek megválaszolásával adatokat kapunk a felépítmény szerkezeti elemeinek hibáira, hiányosságaira. Az adatfelvétel 100 méteres minősítő hosszanként megismétlődik. A PSION gépben tárolt adatokat a bejárás befejeztével a PÁTER rendszerbe lehet áttölteni, s annak szoftvercsomagjával a szerkezeti minősítést el lehet végeztetni.

A gyalogbejárás adatgyűjtés és a környezeti monitoring között nagyon szoros lesz a kapcsolat, hiszen a jelenlegi műszaki alapú adatgyűjtést célszerű kiegészíteni a környezeti szempontú adatgyűjtéssel.

8.1.3. A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység

A vasúti pálya környezeti monitoring célja a pálya nyomvonalának és pontosan meghatározott környezetének környezeti szempontú felügyelete. Ennek során, helyszíni bejárásokon alapuló megfigyelés és adatgyűjtés, majd adatfeldolgozás és értékelés történik. Az eredmények alapján határozhatók meg a szükséges intézkedések, a végrehajtás helye, ideje és módja. A rendszeres felügyeleti tevékenység lehetőséget ad a végrehajtás hatékonyságának ellenőrzésére is.

Az adatgyűjtés és így a beavatkozási javaslatok is

- az üzemi feladatok ellátásából (forgalmi és vontatási üzemi feladatok),
- a kereskedelmi feladatok ellátásából (személy- és teherszállítási feladatok),
- a pályafenntartásból, felújításból,
- a MÁV területen történt illegális hulladéklerakásból

eredő környezetszennyezésekkel és azok kezelésével foglalkoznak.

A pályafelügyeleti gyalogbejárást végző személyzet feladata a környezeti adatok felvétele is. Ez több szempontból is célszerű döntés, hiszen

- a pályafelügyelet mellett a vasúti területek és a pályavasúti létesítmények felügyelete is a pályagazdálkodási szakszolgálat feladata,
- a pályafelügyelet jól szervezett, szigorúan szabályozott, rendszeres tevékenység,
- a pályafelügyelet gyalogbejárási adatgyűjtési rendszerének korszerűsítése folyamatban van,
- a már évek óta sikerrel működő PÁTER (Vasúti pályafenntartási és -felújítási munkákat tervező döntésszolgáltató rendszer) *adattáza, szoftvere és hardvere jó alap lehet a környezeti szempontú felügyeleti tevékenységhez.*

A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység feladata az, hogy

- segítse a környezetvédelmi tárgyú törvényi szabályozásokból származó feladatok végrehajtását,
- tegye lehetővé a vasúti pályák környezeti állapotának korrekt jellemzését,
- segítse a vasúti pályák környezeti problémáinak megoldását, a pályák általános környezeti állapotának javítását,
- segítse a környezeti gondok költséghatékony menedzselését, az energia- és anyagtakarékos gazdálkodást,
- segítse a keletkezett hulladékok hasznosítását
- kiindulási alapja lehessen egy későbbi ISO 14 000-es rendszer bevezetésének,
- számítógépes rendszerré válhasson,
- hozzájáruljon a MÁV Rt. kedvező (környezetvédelmi) megítéléséhez.

A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység általános sémáját a 21. ábra mutatja.

8.1.4. A környezeti monitoring modul PÁTER rendszerhez történő illesztése

A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység előbbiekben bemutatott, tervezett elemei a 21. ábrán a következők:

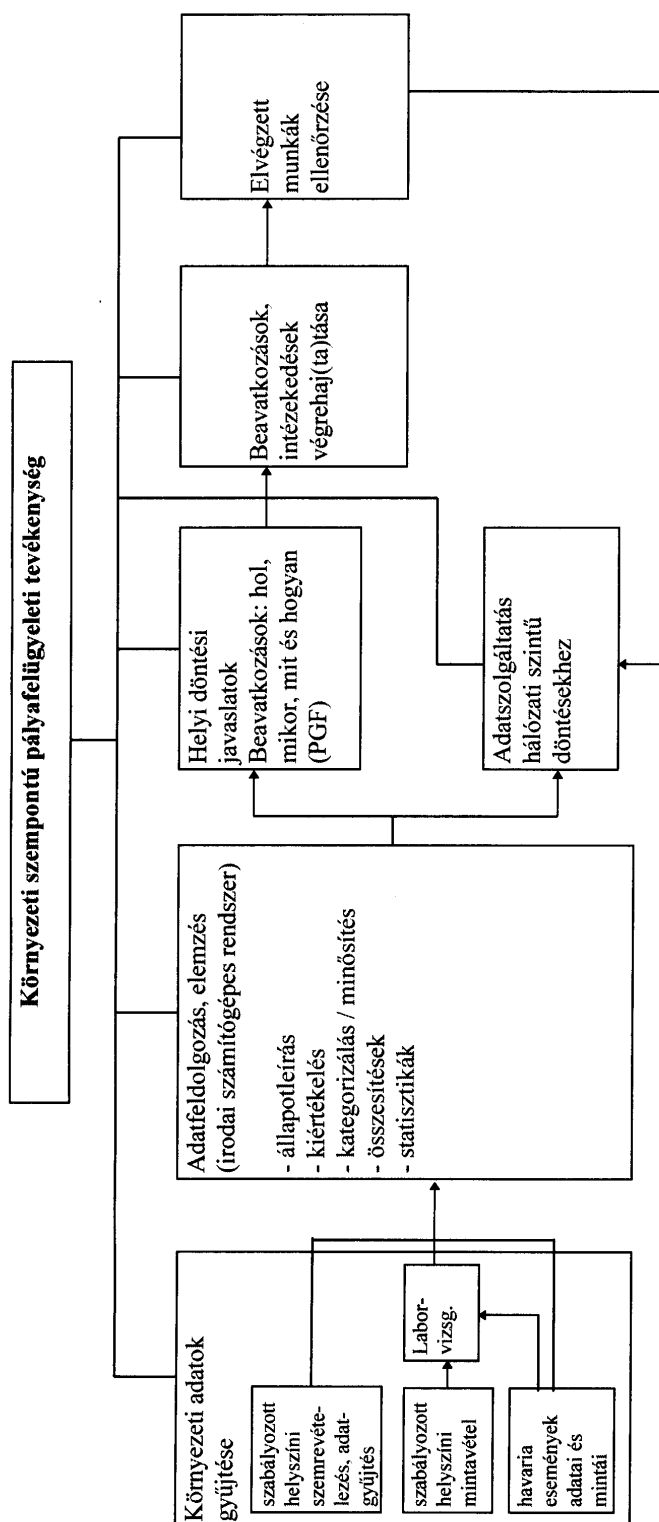
- szemrevételezéses adatgyűjtés pályabejárással,
- adatgyűjtés mintavétellel (esetenként, de nem rendszeresen),
- adatok kiértékelése (terület, szennyezőforrás, környezeti elem),
- pályaszakasz minősítése
- javasolt beavatkozások (mikor?, hol?, mit?, mi módon?),
- beavatkozási terv készítése (lokális, PGF területi, hálózati szintű)
- havária események kezelése,
- elvégzett munkák ellenőrzése, visszacsatolás
- statisztikák, adatszolgáltatások készítése.

A monitoring modulnak a PÁTER rendszerhez történő illeszkedését mutatom be a 22. ábra alapján.

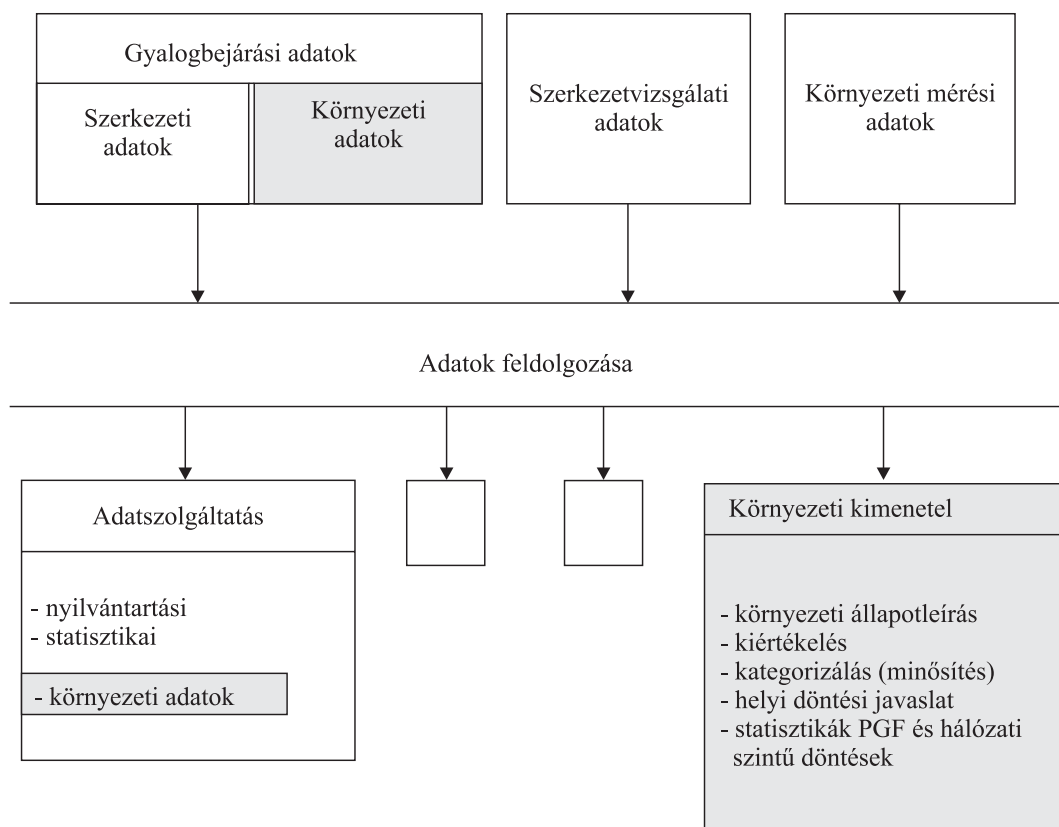
Az adatgyűjtés és bevétel a jelenlegi pályaszerkezeti számítógépes modulba kapcsolódik be. Igény esetén természetesen programozási eszközökkel megoldható, hogy az adatgyűjtés önállóan, csak a környezeti adatfelvételre korlátozódva is végrehajtható legyen.

A környezeti adatok, laborvizsgálati eredmények feldolgozására új, a jelenlegi szoftverbe ágyazható programegységeket kell írni.

A kimeneti oldalon biztosítani kell a környezeti információk önálló képernyő(kö)n történő megjelenítését, nyomtatásban való dokumentálását.



21. ábra: A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység általános sémája



22. ábra: A környezeti modul PÁTER rendszerbe illesztésének sémája

8.1.5. A környezeti szempontú pályabejárás

A vasúti pálya környezeti állapotát leíró jellemzők megismerésének legfontosabb eszköze a 8.1.2. fejezetben említett helyszíni pályabejárás. A szakértő szemmel semmi más adatfelvételi mód nem helyettesítheti, ugyanakkor van lehetőség a pusztán számokon, megjegyzéseken túl egyéb információgyűjtési módra is (pl. a technikai fejlettség mai fokán a digitális fényképezőgép vagy a videokamera felvételei könnyen beépíthetők egy számítógéppel támogatott rendszerbe).

A pályabejárás során szemrevételezéses adatgyűjtés történik. Az adatfelvételi rendben három szintet kell megkülönböztetni.

- Az első adatfelvételi szint a monitoring rendszer felépítését segíti. Ekkor olyan nagyszámú, szűrőpróbaszerűen kiválasztott megfigyelést kell tenni, amelyek révén lehetővé válik
 - ellenőrizni szennyezőforrásonként/jellegzetes szennyezőhelyenként az elképzelt adatfelvételi rend megfelelőségét és hatékonyságát,
 - az országos pályahálózatra vetíthető módon megállapítani szennyezőforrásonként/jellegzetes szennyezőhelyenként a későbbi mintavételi és laboratóriumi vizsgálati rendet,
 - kijelölni a kategorizáláskor szükséges mérések helyét.

A helyszíni gyalogbejáráson gyűjtendő adatoknak az alábbi területeket kell szolgálniuk:

- talajvédelem,
- vízminőség-védelem,
- levegőtisztaság-védelem,
- élővilág,
- zaj- és rezgésvédelem,
- hulladékkezelés.

Az első szint után kell beiktatni a gyalogbejárással megadott helyeken a mintavételezéseket és azok laboratóriumi vizsgálatát.

b) A második szint az éves helyszíni bejárás rendbe beleillő adatfelvétel. Ez már a működő rendszer eleme, amelynek helyességét, megfelelőségét a gyakorlat – esetlegesen többszöri módosítás után – visszaigazolta.

- ezen a szinten a kategória-fenntartó ritka mintavételezés szükséges.

c) A harmadik szint a havária esemény(ek) adatfelvétele. Ennél jellegéből és körülményeiből adódóan igen pontos adatfelvétel történik, hiszen a legtöbb meghatározó körülmény (pl. időpont, szennyezőanyag fajtája és mennyisége, időjárási viszonyok, szennyeződés bekövetkezése oka stb.) ismert. Az elképzelések helyessége teljes mértékben azonban majd csak a tényleges események esetleges bekövetkezése során igazolódhat.

A környezeti szempontú pályabejárást szabályozott módon a pályafelügyeleti gyalogbejárás részévé kell tenni, s meg kell teremteni a helyszíni adatfelvétel hardver és szoftver elemeit.

Ehhez először a D. 5. sz. Utasítás *rendeleti kiegészítése* szükséges. Ebben az alábbiak szabályozása szükséges:

- a környezeti adatgyűjtéssel és helyszíni mintavétellel (együtt adatfelvétellel) kapcsolatosan meg kell határozni
 - az adatfelvételi bejárások idejét, gyakoriságát,
 - a havária esemény adatfelvételi rendjét,
 - az adatfelvételre kötelezett szervezetek és beosztottak körét,
- a nyers (kézi számítógépes) adatok továbbításának rendjét,
- a helyszíni minták továbbításának rendjét.

MÁV Rt. szabályozás kell a minták laboratóriumi vizsgálati rendjére és az eredmények szolgáltatására is.

A *hardver oldal* megteremtése a szemrevételezéses adatok gyűjtése szempontjából külön intézkedést nem kíván, mert a szerkezeti adatokat gyűjtő gyalogbejárás eszköze a PSION Workabout kézi számítógép erre is megfelelő lesz. Nehezebb kérdés a helyszíni mintavételezés eszközállományának megteremtése.

A *szoftver feltételek* megteremtése megkívánja a gyalogbejárás adatgyűjtő program újraírását, mert:

- a PÁTER rendszer törzsadataiból a kézi számítógépbe átemelendő adatok köre megváltozik (kiegészül),
- a helyszíni bejárásnál a felteendő kérdések köre bővül,
- igény esetén önálló, a pályaszerkezeti felvételtől független működtetésre is szükség lehet,
- a környezeti adatok feldolgozása részben más progamegységekkel történik.

A jelenleg használt szerkezeti adatgyűjtő progamegység újírása időigényében és költségeiben elfogadható ráfordítást jelent.

Ez a felsorolás jóval szélesebb spektrumú a dolgozatomban ismertettnél. A célom a monitoring rendszer elvének a kidolgozása volt, a tényleges tervezés jóval átfogóbb munkát, és még több vizsgálatot igényel annál, amit egy ilyen értekezés keretein belül meg lehet valósítani.

Mindezek után szeretném összefoglalni, hogy melyek a teljes vasúti vonalhálózatra szóló monitoring rendszer kiépítésének a szükséges lépései.

8.2. Vasúti pálya környezeti monitoring rendszer a MÁV Rt. vonalhálózatán

A dolgozatomban a környezetállapot meghatározására adtam megoldást. A rendszer kialakításához a következő lépések szükségesek.

8.2.1. A monitoring rendszer kiépítésének lépései

Vizsgálati paraméterek megállapítása

A dolgozatomban leírt jellemzők elsősorban a K_A kategóriájú, nyíltvonalis pályák állapotát jellemzik biztonsággal. A monitoring rendszerbe az állomási vágányok és kitérők, jelzők alatti pályák is beletartoznak. Az innen kikerülő zúzottkő és rostaalj állapotát több jellemzővel lehet megadni. Ezekben a szakaszokon a vizsgálatok körébe valószínűleg be kell vonni a PAH vizsgálatokat is. Fel kell mérni azokat az anyagokat, amelyeket jellemzően ezeken a területeken használnak, és meg kell állapítani a veszélyességi koncentráció mértékét a nyíltvonalis pályáéval azonos módszerrel. Meg kell találni a kapott határérték koncentrációhoz köthető műszaki paraméter korrelációját. (teherforgalom, váltókenési gyakoriság, állomási megállított vonatszám stb.)

A kísérleti szakaszok kiterjesztése

A vizsgálati paraméterek megállapításához és reprezentatív eredmények érdekében a teljes országra kiterjedő vizsgálatot kell végezni. Ezzel el lehet érni, hogy minden vonaltípus és terheléstípus reprezentálva legyen a kísérleti szakaszokban. A saját vizsgálatokból az ország délkeleti vonalai maradtak ki. A monitoring rendszer általánossá válásával a még hiányzó adatok megszerelhetők.

Alapállapot felvétele

A monitoring rendszer kiépítéséhez alapállapot („nulla szint”) felvétele szükséges. Ehhez az 5.3. és a 7.4 fejezetben leírt technikát kell követni, kiegészítve a helyszíni bejárás adataival. A bejárás megkezdése előtt a PÁTER adatállományából le kell töl-

teni a pályára vonatkozó, és a környezeti monitoringhoz is nélkülözhetetlen fontos adatokat, létre kell hozni a környezeti modult.

Helyszíni adatfelvétel

A környezeti pályabejárás tevékenységéhez kapcsolódó kérdéseket szintén a kézi számítógépes program részévé kell tenni. Ez azonban csak az adatok egy részét tudja szállítani, a másik részét a laboratóriumi eredmények jelentik.

Az adatgyűjtéseknek a jelenlegi szerkezeti adatfelvétel jellegével azonosnak kell lennie.

Helyszíni mintavétel

A mintavételekhez kötelezően előírás a mintavételi jegyzőkönyv, ennek pontos megírásában segítenek a PÁTER-adatok. Ahhoz, hogy ezek is a PÁTER rendszerbe épülhessenek, egységes adatlapot kell kidolgozni vagy meg kell oldani azok számítógépes adatátvitelét.

Az adatfelvétel gyakorlatilag a bejárás irodai előkészítésével kezdődik. Ekkor a kézi számítógépbe kell átemelni a PÁTER rendszer itt szükséges törzsadatait. Ezek az azonosítást, a későbbi válogatást, a kimutatások és statisztikák készítését is lehetővé tevő adatok. A 6. Mellékletben bemutatom a szükséges adatok mellett a PÁTER-ből fontosnak vélt adatátvételt, illetve az átvétel szükségességének okát.

Kategóriába sorolás elvégzése

Az összegyűjtött adatok, vizsgálati eredmények alapján meg kell adni az azonos kategóriájú szakasz kezdő és végszelvényét.

Kategóriába sorolás ellenőrzése

Monitoring mintavételekkel és azok laboratóriumi vizsgálatával történik.

- K_A kategória esetén átlagosan állomásközönként javaslok pontmintát venni, és max. 10 pontmintából 1-1 átlag-, illetve kontrollmintát készíteni. Rövidebb összefüggő reprezentatív pályaszakasz esetén értelemszerűen kevesebb pontmintából készül az átlagminta. A monitoring mintavételezés K_A kategóriájú pályán két-évente történjen, mindig más állomásközben addig, amíg a teherforgalom nagysága el nem éri a 3000 mg/kg SZOE határértéket, a 15. ábrán mutatott becsülő diagram szerint.
- K_B kategóriájú pálya esetén a fentiekből következően monitoring céllal nem történik mintavételezés.
- K_C kategóriába tartozó területeknek nincs szükségük folyamatos monitorozásra, mivel ezek kiemelt figyelmet érdemlő környezeti állapotú lokális pályaszakaszok. A kiemelt figyelem külön-külön, vagy együtt a következőket jelenti:
 - kitérők és sínkenő berendezések kenőanyaga környezetbarát kenőanyag,
 - görgős csúcscsínállítási megoldás,
 - járművek esetében a jó műszaki állapot biztosítása,
 - cseréje, rostálása esetén az ágyazat külön kezelendő,
 - mintavétel csak csere, illetve rostálás esetén szükséges.

Az ellenőrzés eredménye a laboratóriumi vizsgálati eredmények alapján vagy az eredeti kategória megerősítése, vagy másik kategóriába való átsorolás lehet.

Intézkedési tervek

Az eredmények alapján szükségessé válhat bizonyos intézkedések előírása, például illegális hulladék elszállítása stb. Itt lehet utalni arra is, hogy hova kell szállítani a kikerülő anyagot, ennek háttérpart kell kialakítani. Például a Budapest-Hegyeshalom vonalon a zúzottkőszállító dömperek ideiglenes útvonalát a depónia területen rostaalj és apró szemű zúzottkő keverékével fedték, és tömörítették. (SZIF [1994]) A teljes átépítés alatti forgalom terhelését elviselte, esőben a vizet a felszínéről oldalra elvezette, és nem deformálódott. Ez adta az ötletet, hogy a későbbi felújításoknál a rostaaljat a földmű korona tetejére vízzáró, vízelvezető megerősítő réteggént alkalmazzák (Koren [1996]). Nagyon érdekes és hazai vizsgálatra alkalmas megoldásnak tartom a rostaalj-beton felhasználást is. (Schwarz [1995]) A cikkben a ludwigshafeni iparvágány-hálózat súlyosan elszennyezett vasúti ágyzatának a kérdéséről van szó. Az átépítés során nem tudták elvinni a szennyezett rostaaljat, mert a mentesítés költségei magasabbak lettek volna, mint a teljes felújítási költségek. Ezért az anyagot helyben visszaforgatták úgy, hogy szilárd burkolatú vágányhálózatot alakítottak ki. A burkolat anyaga a saját kísérletezésű rostaalj-beton volt, aminek a receptúráját is közölték. Teherbírása azonos a hagyományos betonéval, és a szennyeződések is kioldhatatlan formában magába zárta. A jelenlegi munkám folytatásaként nagyon szeretném megvizsgálni ezt a fajta betont, mert szerintem díszburkolati betonelemeket lehetne gyártani belőle, és az állomások felújításakor a peronokat ezzel lehetne burkolni.

A működő monitoring rendszer a változások nyomon követésére, és azok bemutatására szolgál. Az előzőekben bemutatott eloszlási görbék elsősorban a szakemberek számára „beszédesekek”. Sokat segíthet a MÁV környezeti megítélésének javításában az eredmények nyilvánossá tétele. Ennek legszemléletesebb formája a térképen való megjelenítés, ami a döntéshozók számára azonnal átláthatóan mutatja a szükséges intézkedéseket és azok mértékét is.

A kapott kategorizálási eredmények ábrázolása

Az azonos kategóriába került szakaszokat azonos jelöléssel térképen kell ábrázolni:

- K_A esetén zöld színnel,
- K_B esetén sárga színnel,
- a K_C kategória lokális helyeit piros pontokkal kell feltüntetni.

A pálya menti illegális hulladéklerakást a tényleges helyen viola színű szaggatott vonallal kell ábrázolni.

A jelentős szennyezésű ipari-mezőgazdasági pálya menti területeket barna szaggatott vonallal kell jelölni az érintett helyen és hosszban.

Védett természeti területek melletti pályaszakaszokat piros szaggatott vonallal kell ábrázolni a pálya jobb/bal oldalán.

8.2.2. A környezetállapot megfigyelő rendszer előnyei

A monitoring rendszer működésével hatékonyabbá válhat a környezetgazdálkodás. A környezeti jogi szabályozás fokozatosan szigorodni fog, és figyelembe kell venni az anyagok újrasznosíthatóságának lehetőségeit. A rendszer ebben nagy segítséget nyújt, mert előre tervezhetően lehet az újrafelhasználás mennyiségét, a tisztítási technológiák idő- és költségigényét kalkulálni. Rendszerbe foglalva lehet a veszélyes hulladékok kezeléséről, elszállításáról és megsemmisítéséről dönteni.

A rendszer alapján, a korrekt hulladékgazdálkodás könnyebben működtethető.

A vasúti pálya monitoring rendszer működése megkívánja a vállalaton belüli szabályozásokat is, és ezzel kezdeményezője új, vagy megújított, korszerűsített utasítások megalkotásának.

A környezetvédelmi jogalkotás és műszaki, gazdasági szabályozás változásainak nyomon követése a rendszer életképességének az alapja, ezért egy erre szakosodott csoport létrehozása szintén előnyt jelent.

8.2.3. Hátrányok

A közös rendszer hátránya kétségtelenül a működtetés munkaigényessége. A pályafelügyeletnek a környezetvédelmi bejárással megkettőződik a feladata. A feladatokhoz felelősöket kell rendelni, de egyértelművé kell tenni, hogy hol várható könnyebbség a már működő rendszer következtében, és a többletfeladatot is ezeken a területeken kell szétosztani.

Egyszeri többletkiadást jelent a rendszer szoftver és hardver feltételeinek a megteremtése, illetve a meglévők kiegészítése, átalakítása. A rendszer működtetésének feltétele az utasítások szükséges mértékű átdolgozása. Nem kis feladat a személyi állomány elméleti és gyakorlati felkészítése sem.

8.3. *A vasúti pálya monitoring rendszere működésének gazdasági kérdései*

A vasútvonal-rehabilitációs munkák meghatározó forrása az Európai Unió infrastruktúra-támogatása, az Európai Beruházási Bank (EIB) nyújtotta hitel és ezen összegeket kiegészítő hazai költségvetési támogatás. A 2001-ben megkezdett, közel 140 milliárd forintértékű ISPA program mellett az EIB 60 milliárd forintos új programmal, valamint az EU Kohéziós Alap 50 milliárd forint nagyságrendű programmal szerepel a fejlesztési tervekben. A következőkben a 2005–2007 közötti tervezett vasúti pályát érintő beruházások listáját közlöm. A közelítő km hosszakat ennek alapján számítottam. (Kiss [2005])

8.3.1. A vasúti pályát érintő beruházások (állomási felújítások nélkül)

ISPA 2000/HU/16/P/PT/001:

Budapest–Cegléd–Szolnok–Lökösháza vasútvonal rehabilitációs munkái I. ütem (Vecsés–Szolnok vonalszakasz)

- Vecsés (kiz)–Albertirsa (bez) vonalszakasz 2005
- Cegléd (kiz)–Szolnok (kiz) vonalszakasz 2006

ISPA 2000/HU/16/P/PT/002:

Budapest-Győr-Hegyeshalom vasútvonal rehabilitációs munkái

- Ács (bez)-Győrszentiván (kiz) vonalszakasz 2005

ISPA 2000/HU/16/P/PT/003:

Zalalövő-Zalaegerszeg-Boba vasútvonal rehabilitációs munkái

- Zalalövő (kiz)-Bagod (bez) al- és felépítmény 2005
- Bagod (kiz)-Zalaegerszeg-delta (kiz) vágányépítés 2006
- Zalaegerszeg deltavágány építés 2006
- Zalaegerszeg (kiz)-Ukk (kiz) vágányrehabilitáció 2005-2007
- Ukk (bez)-Boba delta (bez) vágányrehabilitáció 2005-2007

ISPA 2001/HU/16/P/PT/007:

Budapest-Cegléd-Szolnok-Lökösháza vasútvonal rehabilitációs munkái II/1. ütem

- Szajol-Tiszatenyő vonalszakasz átépítése 2006
- Tiszatenyő-Mezőtúr vonalszakasz átépítése 2006
- Békéscsaba-Lökösháza vonalszakasz átépítése 2006

CCI 2004/HU/16/C/PT/001:

Budapest-Cegléd-Szolnok-Lökösháza vasútvonal rehabilitációs munkái II/2. ütem

- Bp. Ferencváros-Vecsés vonalszakasz vágányépítés 2006-2007
- Mezőtúr-Gyoma vonalszakasz vágányépítés 2006-2007
- Gyoma-Békéscsaba vonalszakasz átépítése 2006-2007

EIB I. PÁLYAREHABILITÁCIÓ I.A:

Budapest (Rákos)-Újszász-Szolnok vasútvonal rehabilitációs munkái

- Tápiószecső (bez) - Nagykáta (bez) 2005-2006
- Nagykáta (kiz) - Újszász (kiz) sínrehabilitáció 2006-2007

EIB I. PÁLYAREHABILITÁCIÓ I.B:

Cegléd-Kiskunfélegyháza-Szeged vasútvonal rehabilitációs munkái

- Kecskemét (kiz)-Városföld (kiz) 2005
- Városföld (bez)-Kiskunfélegyháza (kiz) 2005-2006

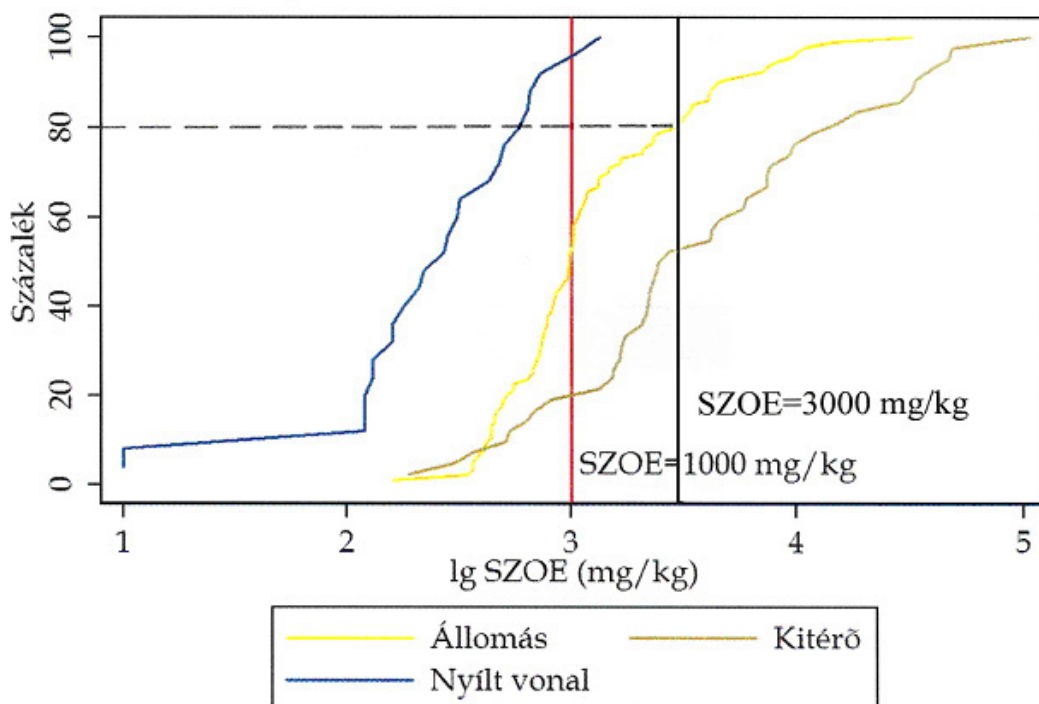
EIB IV. PÁLYAREHABILITÁCIÓ

- Győr-Pápa-Celldömölk vasútvonal-villamosítás 2006-2007
- Budapest-Esztergom vasútvonal korszerűsítése 2006-2007
- Budapest-Lajosmizse vasútvonal korszerűsítése 2007-2009

A tervezett beruházások listája szerint az elkövetkező években mintegy 1000 km vasúti pályát érintő beruházás várható. (A beruházások során 9 állomást is átépítenek) A 6.3.3.2. fejezetben írtak szerint 1 folyóméter vasúti pálya 2,2 m³ ágyazatot tartalmaz. Ha a pálya már nem megfelelő műszaki minőségű, akkor felbontásakor az 1 folyóméter vágányból kb. 1 m³ rostaalj várható. A tervezett beruházások esetében tehát leg-

alább 1 millió m³ folyópálya és további 1 millió m³ állomási rostaalj mennyiséggel kell számolni. Erre a mennyiségre már lehetne alapozni egy hulladékhasznosítási tervet. A tiszta ágyazati rostaaljért 150–300 Ft közötti árat fizetnek tonnánként. Az andezit/bazalt kőzet sűrűségét (2,7–3,1 t/m³) figyelembe véve a rostaaljat és a zúzottkövet is 1,8 t/m³ halmazsűrűségűnek tételezem fel. Az egyik tömör kő, de nagy szemnagyságú, a másik por alakú, de bazalt, illetve andezit por. A keletkező hulladék mennyiségek és az azokkal való gazdálkodás lehetséges módzatairól a következő feltételezéseim vannak:

- a) Minden nyíltvonalai pályából bontott zúzottkő ágyazatot külön kezelnek (szállítanak, gyűjtenek), ennek eredményeként a teljes innen származó rostaalj mennyiség eladható, a régi zúzottkő mennyiségéből a maximális érték 40% visszaforgatható alágyazatként. Az állomások anyagát külön szállítják, és a különösen szennyezett zúzottkövet (kitérő, jelző, olajlefejtő stb. helyek) a deponálás helyén is külön depóniába rakják. Az állomási vágányok anyagainak 80 százaléka eladható, a 23. ábrán közölt várható SZOE becslés alapján 15 százaléka kezelendő pl. lerakás, és csak kb. 5 százaléka jelentős szennyezésű, veszélyes hulladékként ártalmatlanítandó rész.



23. ábra: Állomási vágányok határérték alatti SZOE-tartalma

- b) Minden beruházásba bevont területéről depóniába szállítják a bontott anyagot, ahol az összekeveredik. A beruházások 9 állomást is érintenek, K_B és K_C kategóriájú anyaggal. Az állomási vágányhálózat bontásával véleményem szerint az eredetileg kalkulált hulladék-mennyiség kétszerese várható. (2 millió m³ rostaalj). Feltételezve a 7.4. fejezet 12. ábra szerint igazolt elszennyeződést, a B) esetben nem adható el a rostaalj, hanem lerakóba kerül. A használt zúzottkő mennyiségéből csak 20% lesz alkalmas a visszaforgatásra.

Az a) variáció mennyiségeit és költségeit a 10. táblázat, míg a b) variációját a 11. táblázat tartalmazza.

10. táblázat: a) variáció – A 2005–2009 közötti beruházások ágyazati mennyiségei és költségei SZOE mg/kg (állomás és 1000 km pálya)

| Megnevezés | m ³ | t | db | Egységár | Bevétel, Ft | Kiadás, Ft | Egyenleg, Ft |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----|------------|------------------------|--------------------------|---|
| 1. Vonali munkákból | | | | | | | |
| Bontott ágyazat | 2,2×10 ⁶ | 4×10 ⁶ | - | - | - | - | - |
| ebből rostaalj | 1×10 ⁶ | 1,8×10 ⁶ | - | - | - | 0 | |
| Bontott ágyazat vissza 40% | 0,88×10 ⁶ | 1,58×10 ⁶ | - | 2360Ft/t | 3728,8×10 ⁶ | 0 | |
| Új ágyazat 60% | 1,32×10 ⁶ | 2,38×10 ⁶ | - | 2360Ft/t | | 5616,8×10 ⁶ | |
| Eladott rostaalj 100% | 1×10 ⁶ | 1,8×10 ⁶ | - | 300Ft/t | 540×10 ⁶ | 0 | |
| Lerakott rostaalj | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Ártalmatlanított rostaalj | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Laboratóriumi vizsgálat | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2. Állomási munkákból | | | | | | | |
| Bontott ágyazat | 2,2×10 ⁶ | 4×10 ⁶ | | - | - | - | - |
| Ebből rostaalj | 1×10 ⁶ | 1,8×10 ⁶ | | - | - | - | - |
| Bontott ágyazat vissza 20% | 0,44×10 ⁶ | 0,8×10 ⁶ | | 2360Ft/t | 1888×10 ⁶ | | |
| Új ágyazat 80% | 1,76×10 ⁶ | 3,2×10 ⁶ | | 2360Ft/t | | 7552×10 ⁶ | |
| Eladott rostaalj 80% | 0,8×10 ⁶ | 1,44×10 ⁶ | | 300Ft/t | 432×10 ⁶ | | |
| Lerakott rostaalj 15% | 0,15×10 ⁶ | 0,27×10 ⁶ | | 30Ft/kg | | 8100×10 ⁶ | |
| Ártalmatlanított rostaalj | 0,05×10 ⁶ | 0,09×10 ⁶ | | 120Ft/kg | | 10800×10 ⁶ | |
| Laboratóriumi vizsgálat | | | 270 | 65000Ft/db | | 17,55×10 ⁶ | |
| Eredmény | | | | | 6588,8×10 ⁶ | 32086,35×10 ⁶ | -25497,55×10 ⁶ |
| Környezetvédelmi kiadás | 12,3 milliárd Ft | | | | | új ágyazat új ágazat | -25497,55×10 ⁶ +5616,80×10 ⁶ <u>+7552,00×10⁶</u> 12328,75×10 ⁶ |

Az első feltételezésem (A) variáns) szerint tehát a rostaalj eladásból, illetve ágyazati vissznyereményből keletkezik közel 6,6 milliárd Ft bevétel, és az új zúzottkő vásárlásából és a hulladék kezelési költségekből 25, 5 milliárd Ft kiadás. Az új zúzottkő árát leszámítva adódik a környezetvédelmi költség: 12,3 milliárd Ft.

11. táblázat: b) variáció – A 2005–2009 közötti beruházások ágyazati mennyiségei és költségei (9 állomás és 1000 km pálya). Vonali és állomási munkák együtt

| Megnevezés | m ³ | t | db | Egységár | Bevétel Ft | Kiadás Ft | Egyenleg Ft |
|----------------------------|----------------------|----------------------|-----|----------|------------------------|---------------------------|--|
| Bontott ágyazat depóniában | 4,4×10 ⁶ | 7,92×10 ⁶ | - | - | - | - | |
| ebből rostaalj | 2×10 ⁶ | 3,6×10 ⁶ | - | - | - | - | |
| Bontott ágyazat vissza 20% | 0,88×10 ⁶ | 1,58×10 ⁶ | - | 2360Ft/t | 3728,8×10 ⁶ | 0 | |
| Új ágyazat 80% | 3,52×10 ⁶ | 6,34×10 ⁶ | - | 2360Ft/t | | 14 962,4×10 ⁶ | |
| Eladott rostaalj | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | |
| Lerakott rostaalj 100% | 2×10 ⁶ | 3,6×10 ⁶ | - | 30Ft/kg | 0 | 10 800×10 ⁶ | |
| Ártalmatlanított rostaalj | 0 | 0 | - | 0 | 0 | 0 | |
| Laboratóriumi vizsgálat | - | - | 540 | 65 000 | | 35,1×10 ⁶ | |
| Eredmény | | | | | 3728,8×10 ⁶ | 122 997,5×10 ⁶ | -119268,7×10 ⁶ |
| Környezetvédelmi kiadás | 104,3 milliárd Ft | | | | | zúzottkő | -119268,7×10 ⁶ <u>+14962,4×10⁶</u> 0 ⁶ - 104306,3×10 ⁶ |

A második variáns sokkal kedvezőtlenebb. Nem elsősorban azért, mert az eladásból származó bevételektől esik a MÁV Rt., hanem a hulladék kezelés költségei, és a többlet új anyag ára miatt. A 10. táblázat alapján bevételnek csak a bontott ágyazati visszanyeremény számít, de az is jóval kevesebb a depóniában összekevert anyagok szennyezettsége miatt. A bevétel 3,7 milliárd Ft, és a kiadások a nagyobb zúzottkő-mennyiség és a rostaalj depóniába való lerakása miatt 119 milliárd Ft. Az új zúzottkő árát leszámítva 104,3 milliárd forintra rúg környezetvédelmi kiadás ennél a variánsnál.

A hulladéklerakók, és ártalmatlanító telepek laboratóriumi vizsgálatok nélkül nem fogadják az anyagot. A tanulmányomban ismertetett, és működtetett monitoring rendszer kellene ahhoz, hogy csak a területet kelljen igazolni, és a pályán áthaladt elegytonna mennyiséget, hogy vizsgálat nélkül lerakóba adható legyen az anyag.

A legalapvetőbb vizsgálatok költsége körülbelül 65 000 Ft mintavétel nélkül, a következő vizsgálati elemeket feltételezve:

- SZOE
- PAH összes
- pH
- vízdoldható anyag
- ammónia
- KOI

Az MSZE 21420-17 szabvány az 1. táblázatában 10 000 m³-ként 6 átlagmintát ír elő 24 pontmintából. Ez a) esetben, amíg a K_B kategória környezeti minőség paraméterei nincsenek kidolgozva, 270 mintát jelent. A depóniába vitt ágyazati anyag esetén 540 minta vizsgálata szükséges.

Az hulladékkezelés költségeit (környezetvédelmi kiadás) szembe állítva a beruházásra elkülönített EU-támogatások mintegy 250 milliárd Ft összegével, nyilvánvalóvá válik, hogy nem lehet megengedni, hogy lerakóba kerüljön a rostaalj. Nem is kerül. Sokszor hónapokig, máskor akár 2 évig is áll a depónia helyen, amiért viszont nem fizet a reménybeli vevő. De az is lehet, hogy már előre sorban állnak érte a vásárlók. A vasúti pályán működtetett környezeti monitoring nélkül fennáll a veszélye annak, hogy ökológiailag nem tiszta ágyazatot veszünk a depónia helyről, és továbbadjuk a szennyezést az újabb helyre.

Általában szakmai bizonytalanság a jellemző, ha meg kellene mondani, mi is várható, az építés melyik fázisában mit fognak tenni a visszamaradó rostaaljjal. Mennyivel egyszerűbb lenne, ha működne egy vasúti pálya környezeti monitoring rendszer, és a tendereztetésekben is szerepelne, hogy melyik vonalon, melyik állomáson mit kell tenni a visszamaradó ágyazati anyagokkal.

Ezzel az értekezéssel ehhez a jövőbeni munkához szerettem volna hozzájárulni.

9. Összefoglalás

Értekezésemnek célja annak bebizonyítása, hogy a vasúti pályán érdemes lenne környezeti monitoring rendszert kiépíteni és működtetni. Ezt a célt azért tűztem magam elé, mert családi indíttatásomnál fogva mindig érdekelt a vasút helyzete. Édesapám még a 424-es sorozatú gőzmozdonyon volt vezető, és gyerekkoromban egyszer-kétszer engem is elvitt magával a Szerencs–Hidasnémeti vonalon. Az egyetemen vasúti pályákkal kapcsolatos diplomamunkát választottam, és később az egyetemi doktori értekezésem is vasúti pályához kötődik.

Építőmérnökként a budapest-hegyeshalmi vonalon beépítendő anyagok szemmegoszlási vizsgálatait végeztem (Koren [1994]), csak érdeklődésből tudakoltam a laboratóriumi vizsgálatokat. Akkor általában a kitérők alól vett minták eredményei keltették fel az érdeklődésemet. Ugyanis a hosszú ideig depóniában álló rostaaljából kinőttek a mezei virágok. Amikor környezetvédelemmel kezdtem foglalkozni a 90-es évek elején, magától értetődőnek tűnt az első kutatási téma, szennyezett-e a vasúti ágyazat?

Akadtt egy-két kellemetlen eset, amikor lakossági feljelentés miatt kellett laboratóriumi mintát venni, nem megfelelő helyen lerakott vasúti rostaaljából, és kellett büntetést fizetnie a lerakónak. A MÁV sosem tartozott a „gazdag” vasutak közé. Érdekelt, hogy hogyan lehetne ésszerűsíteni a rostaaljjal való gazdálkodást, hulladéknak kell-e tekinteni, és ha igen, veszélyes hulladék-e? Mit lehet kezdeni vele, ha kikerül a MÁV területéről? Ezek a kérdések foglalkoztattak, miközben a pályarekonstrukciók felgyorsultak, és a válasz egyre sürgetőbbé vált. Az európai csatlakozásunk nagyon sok környezetvédelemmel kapcsolatos jogszabály megváltozását eredményezte, ami állandó odafigyelést igényelt. Érdeklődésem találkozott a MÁV Rt. szakembereinek a hasonló gondolkodásmódjával, és elkezdhettem a hároméves kutatási munkát.

Dolgozatomban ugyanazt a sorrendet követtem végig, ahogy az elképzelésemet valóra váltottam.

- Megállapítottam, hogy a vasúti pálya ökológiai környezetállapotának ismerete fontos, mert a szennyeződést az altalajnak és az abban lévő talajvíznek, valamint a pálya környezetének is átad(hat)ja, amíg működik rajta a közlekedés. Ha felhalmozódott a szennyezés, akkor már a használaton kívül lévő pálya sem lehet ökológiailag veszélytelen. A szokásos karbantartás, illetve felszámolás esetén az elszállítandó anyag környezeti minősége szempontjából fontos, hogy milyen (volt) a vasúti pálya környezeti állapota. Ezt a környezetállapotot nem lehet egyszer megállapítani, és örökérvényűnek tekinteni, mert a vasúti pályán folyamatos az üzem, mindig lehetnek változások a használatos anyagokban, technológiákban. Ezért csakis rendszeres megfigyelés, azaz monitoring biztosíthatja a naprakész ismereteket a környezetterhelésről. A szakirodalmi áttekintésben (4. fejezet) a környező országok vasúttáraságait kerestem meg kérdőívvel, valamint irodalomgyűjtés útján néztem utána, hogy hasonló rendszer kiépítésében gondolkodnak-e. Azt találtam, hogy senkinek sem jutott eszébe, hogy a vasúti pályára alakítson ki monitoring rendszert, inkább gépészetre, és szállításra szerették volna kiépíteni, néhol meg is tették. (DB, Holland Vasutak)

- Vasútépítő mérnökként tudtam, hogy a megfigyeléssel, vizsgálattal csak az ágyazatra, és annak apró szemű, ágyazat alatt összegyűlő részére, a rostaalra kell koncentrálnom. A zúzottkő felületén is megtapadnak szennyeződések, de a forgalom alatt, a súrlódások következtében ezek ledörzsölődnek, és a lekopott anyaggal leereszkednek az alsó ágyazati rétegbe. Nyilvánvaló, hogy ezt az anyagot kell vizsgálni, ha azt szeretném megtudni, milyen szennyező hatások érték a vasúti pályát, ezzel befolyásolva annak környezeti állapotát. Ez a kedvezőnek, vagy károsnak mondható ökológiai állapot adódik át a földmunkára, vagy a környező talajra. Nem lenne korrekt, ha minden szennyezést a vasúti közlekedés számlájára írnánk, hiszen lehet a környéken sok vegyszert használó mezőgazdasági tevékenység, vagy káros emissziójú ipari üzem. Ezért igaz ugyan, hogy az ágyazatot fogom vizsgálni, de a monitoring rendszernek része lesz a pálya infrastrukturális adatsora, és eddigi élettörténete is. Tudni kell azonban, hogy milyen anyagok várhatók a vasúti pályán, és milyen tevékenységek eredményeként, mert a szennyezések mérséklése is itt a legcélravezetőbb. Ezt az 5. fejezetben írtam le részletesen.
- A vasúti ágyazat szennyezettsége nem mindenütt egyforma. Minden szakember tudja, hogy nagyobb olajszennyezés várható jelzők előtt, és állomási vágányokban, mint nyíltvonalon. A kitérő alatti ágyazatban a legjelentősebb a szennyezés. A szakirodalomban is találni erre való vizsgálatokat, (Schmutz [2000]) szerint jó lenne a kitérő alatti szennyezést nem „csővégi technológiával” csökkenteni, hanem kibocsátáscsökkentéssel, vagyis olyan kitérőkenő anyag, vagy szerkezeti megoldás kell, amelyik nem okoz magas koncentrációjú szennyezést. Ma már a MÁV is környezetbarát kitérőkenő pasztát használ, és a görgős csúcssínmegoldás nem igényel külső kenőanyagot. Ezekből, és a saját tapasztalataimból, korai mérési eredményeimből kiindulva eldöntöttem, hogy három kategóriára osztom előzetesen az ágyazati anyagot, előfordulási helye szerint. Azt szerettem volna így bizonyítani, hogy a különbség a három kategória között számszerűsíthető. Eddig senki nem írta le, hogy milyen kapcsolat van nyíltvonali, állomási és kitérő alatti zúzottkő ágyazat szennyezettsége között. A feltételes kategóriába sorolásról, annak paramétereiről, elvégezhetőségéről a 3. fejezet szól. Azért kellett ezt elvégeznem, hogy célzottan lehessen a laboratóriumi vizsgálatokhoz mintákat venni.
- A mintavételezéshez ki kellett dolgoznom a teljes technológiát, mert az az elvem, hogy nem a bontáskor kell a monitoring adatokat ismernem, hanem előtte. Előre tervezhető így, hogy mi történjen az ágyazati bontott anyaggal, ha előre ismerjük a minőségét. Ehhez két dologra volt szükség:
 - mintavételi helyszíni, keresztmetszeti leírásra, ábrára, ugyanis forgalom alatti pályából kell mintát venni a biztonságot, pályaállékonyságot szem előtt tartva.
 - ki kellett dolgoznom a mintavételi darabszám elvét is, mert ilyen szabvány nem létezik. A leírást, és indoklást szintén a 6. fejezet tartalmazza.

- El kellett döntenem, hogy melyek legyenek azok a legfontosabb, de elégséges vizsgálatok, amelyek az ökológiai állapotra biztonsággal utalnak, és így a
 - pH-érték meghatározása,
 - ökotoxicitás vizsgálata Daphnia-teszt alapján,
 - ökotoxicitás vizsgálata csíranövényteszt alapján,
 - KOI meghatározása,
 - ammóniatartalom vizsgálata,
 - olajtartalom vizsgálata (SZOE),
 - vízdoldható anyag mennyisége mellett döntöttem.
- Az olajtartalom vizsgálatának szükségessége nyilvánvaló volt, hiszen a feltételes kategorizálást is ennek alapján végeztem, mert ez, illetve ennek hiánya, szemmel is elég jól látható. Fém tartalmat csak az első mintavételeknél vizsgáltam, mert vizsgálataim, és szakirodalmi ismereteim megerősítettek abban, hogy nehézfémkoncentráció-túllépés nincs sosem a mintákban. Ugyanezért nem javaslom a permetezőszerek mintabeli vizsgálatát sem. (Schmutz [2000]) A mintavételezést is a 6. fejezetben írtam le.
- A laboratóriumi eredmények értékeléséhez szükség volt a határérték ismeretére. A 7. fejezetben leírtam, hogy milyen anyagok előfordulásával, és azok milyen koncentrációjával lehet számolni a K_A kategóriával jelölt, jó minőségű, ökológiailag tiszta ágyazatban. Az volt a feltevésem, hogy 1000 mg/kg SZOE (olajtartalom) értéknél húzom meg a határt a K_A kategóriához. Ezt korábbi vizsgálataim tapasztalatára, és régebbi határérték-koncentrációk használatára alapoztam. Ezután megvizsgáltam, hogy melyik az a lehetséges legveszélyesebb anyag, ami előfordulhat a zúzottkőben. Ez a gázolaj volt. Ennek (és a többi anyagnak is) a szállításához használatos biztonsági adatlapját a MOL Rt.-től és a MÁV Rt. Győri Szakasz mérnökségétől elkértem, és kiszámítottam a szennyezőanyag-koncentrációt. Feltételeztem, hogy az összes (esetemben 1000 mg/kg) SZOE koncentráció egyedül ebből a legveszélyesebb anyagnak a zúzottkőbe jutásából származik. Így ellenőriztem a jogszabályi előírásnak megfelelően, hogy mérgező-e, veszélyes-e az egészségre ez a hulladék. Mélyen a határértékek alatt volt a koncentráció. A PAH-vizsgálatot nem végeztem minden mintán, mert korábban nem volt kimutatható a mintákban. Ezt a döntésemet a 7. fejezetben indokoltam. A PCB-tartalom biológiai lebontására is vannak laboratóriumi kísérletek. Anderson et al. [2002] szerint, ő és munkatársai narancsból készült kivonattal mint oldószerrel tisztították meg a szennyezett ágyazatot, és 98% hatásfokot értek el, miközben a kapott vegyület természetes úton lebomlik. A PCB-tartalommal szerencsére a magyar pályákon nem kell számolni, hiszen ez az anyag elsősorban talpfatelítésből kerülhet az ágyazatba. A MÁV Rt. csak speciális esetekben és jellemzően nem a nyíltvonalra fektet faaljas vágányt, a kitérőink is nagyon korán betonaltasak lettek. (Horvát [1989]) Az már az első koncentrációszámításos vizsgálatnál kiderült, hogy az 1000 mg/kg értékkel nagyon óvatos voltam, és ezt a határértéket teljesíteni tudta (kettőt kivéve) minden, előzetesen K_A kategóriájának feltételezett minta.

- A minták laboratóriumi vizsgálati eredményeinek elemzését a matematikai statisztika módszerével végeztem el. Az egyes vizsgálati anyagok eredményeinek a korrelációi a SZOE és a KOI között mutattak jelentős összefüggést. A kémiai oxigénigény vizsgálata általában 80 százalékos határfokkal mutatja meg a mintában az összes oxidálható szerves anyagot. Előfordulhatna, hogy nem ilyen jelentős a korreláció, annak az lehetne az oka, hogy sok olyan anyag van a mintában, ami oxidálható ugyan, de nem olajszármazékból ered. Például oxidálható fémek stb. Az, hogy a KOI-értékek ilyen szignifikánsan együtt mozognak a SZOE-értékekkel, számomra azt jelenti, hogy valóban az olajszennyezés, és nem más szennyezőanyagok adják a vasúti ágyazat alapszennyezését. (9. ábra) Ezért a SZOE-vizsgálatokra koncentráltam.
- Összehasonlítottam az egyes területekről vett minták SZOE-értékeit. Bizonyíthatóan látszik, hogy a nyíltvonali minták több mint 90 százaléka 1000 mg/kg alatti SZOE-értékkel rendelkezik, és még az átlagos SZOE-érték is alacsonyabb, mint a depóniából vett legtisztább minta. Összességében a nyíltvonali ágyazat 83 százalékkal kevesebb SZOE-t tartalmaz, mint a depóniába kerülő ágyazat. Az is kiderült a vizsgálat során, hogy a depóniából vett minták valamivel (42 százalékkal) szennyezettebbek a teljes mintánál, de ez az eltérés statisztikailag *nem szignifikáns*, azaz nagy valószínűséggel a *mintavétel hibáiból* származik. Viszont ez is mutatja annak a veszélyét, hogy ha depóniából kiindulva akarjuk meghatározni a minták veszélyességét, véletlenszerűen vehetünk kitérő alól odahordott mintát, és hibát követünk el, amikor ezzel jellemzünk egy-egy depóniát! A monitoring rendszerrel ez kiküszöbölhető. A 11. ábra alapján számszerűsíthető a várható SZOE-érték a mintákban.
- Kutatásom idő- és költségkorlátja nem engedte meg, hogy az ország minden vasútvonalának területéről mintát vegyek, de tudni szerettem volna, hogy lehet-e mintavételezés nélkül is megbízhatóan megbecsülni a várható SZOE-tartalmat. Ebben az esetben a monitoring rendszer működtetése sokkal olcsóbbá válhatna, és nem menne a biztonság rovására. Ezért a mintavételezés mellett olyan egyéb, műszaki jellemzőket is gyűjtöttem, amelyekről a szennyezés növekedése várható a vonalon. Ezeknek paramétereinek a felsorolása, és kiválasztásuk indoklása a 7.4. fejezetben található. A SZOE-értékek és ezeknek paramétereinek a regressziós analízise azt eredményezte, hogy egyedül a pályán eddigi élete (ágyazat kora) alatt átgördült elegytonna (tehovonat) mutatott szignifikáns regressziót. A kapott egyenlet alapján 370 millió elegytonna átgördülése után éri el az ágyazat szennyezettsége az eredeti határértéknek megadott 1000 mg/kg SZOE-koncentrációt. A minták értékei, és a veszélyesanyag-számítások alapján ezt a határértéket 3000 mg/kg értékre emeltem fel.
- A statisztikai számítások eredményeként elkészítettem egy kezelhető becslő ábrát, amelyik a következőképpen használható: vagy a teherforgalom alapján kívánok becslést készíteni az ágyazat várható SZOE-tartalmára, vagy adott SZOE-határértékhez (esetünkben az új, 3000 mg/kg értékhez) keresem azt az elegytonna-átgördülést, amelyik 95% (99%) biztonsággal még határérték alatti szennyezést okoz. A monitoring rendszer során jól használható a várható szennyezés, és így a kategóriában maradás igazolására, laboratóriumi vizsgálat nélkül is.

- A vizsgálataim igazolták azt a feltevésemet, hogy a nyíltvonalai rostaalj ökológiailag még akkor is tiszta anyag, amikor műszakilag már nem megfelelő, és az állomási rostaalj megfelelő elkülönítéssel (szennyezett részek külön bontása) 80 százalékban szintén ökológiailag tiszta. (23. ábra) A kutatási munkám eredményeként a hulladékbesorolásnál is elismerték ezt a tényt, és nem került vissza a veszélyes anyagok közé az ágyazati rostaalj. A vasúti pálya környezeti monitoring rendszerének kiépítéséhez szükséges lépéseket a 8. fejezetben írtam le. Nagy előnye a MÁV Rt.-nek, hogy már évek óta működik egy, a pályageometria minőségét figyelő rendszer, a PÁTER nevű, amelynek a kidolgozásában magam is részt vettem. Ennek a rendszernek sok, már elkészült elemét, adatbankját fel fogja tudni használni az általam javasolt monitoring rendszer is. Nem ismerek olyan vasutat Európában, ahol ilyen típusú rendszer működne, ezt erősíthetnénk egymást támogató rendszerként a környezeti monitoring betagolódásával. A monitoring előnyeit, hátrányait, és a hozzá kapcsolható hulladékkezelési költségek alakulását a 8. fejezet végén mutatom be. A számítások csak nagyon közelítőek, de így is látni lehet, hogy nagyságrendbeli különbségek vannak a rendszerrel illetve a monitoring működtetése nélkül a vasúti hulladékgazdálkodásban.

Értekezésemmel azt szeretném elérni, hogy a monitoring rendszer kiépüljön a MÁV Rt. hálózatára, majd az újrahatszósítás témakörben is kutatómunkát végezhessek.

Irodalomjegyzék

- Andersen, M., Fuglsang, A. [1995]: *Why the railways go in for environmental management*. Rail International, May
- Andersen, P., Cunningham, J., Barry, D. A. [2002]: *Efficiency & Potencial Environmental Impacts of Cleaners on Contaminated Railway Ballast*. Railway Engineering 5th Internatioal Conference and Exhibition, 3–4 July, Commonwealth Institute, London
- Baasner, P., Böhm, H., Menz, K. [1995]: *Rohstoff wiederverwendet – Altschotterrecycling*. Deine Bahn 7/95.
- Bándi Gy. [1996]: *Kézikönyv a veszélyes hulladékokról*. Környezetvédelmi Kiskönyvtár, 3. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
- BAUCONSULT Mérnökiroda [1992]: *PÁTER – A pályafenntartási és pályafelújítási munkák tervezését és ellenőrzését segítő számítógépes rendszer*. Tanulmány, Győr
- Bontmind, W. [1995]: *Organisation and management of the environmen at SNCB*. Rail International, May
- Carpenter, T. G. [1994]: *The Environmental Impact of Railways*. John Wiley & Sons Ltd., England
- Csillag I. dr. [2003]: <http://www.norda.hu/emrfu/download/nft/kiop.doc>
- Dobos J., Márton F., Nagy P. [1992]: *Az M43 és M47 sorozatú dízelmozdonyok szerkezete, működése és kezelése*. MÁV Rt. Vezérigazgatóság
- DSB Environmental Policy Office [1998]: *1997 Green Accounts for the Danish State Railways*. Copenhagen
- Ellwanger, G. [1995]: *Environmental activities at the international union of railways (UIC)*. Rail International, May
- ERRI D182/RPA [1995]: *Einheitliche technische Lieferbedingungen und Beschreibung des Qualitätssicherungssystems für Bahnschotter*. Utrecht, März
- Förstner, U. [1993]: *Környezetvédelmi technika*. Springer Hungarica Kiadó Kft., Budapest
- Gaál J. [1999]: *A gyommentesítés, területkarbantartás korszerű lehetőségei*. Sínek Világa 1.
- Horvát F. dr. [1984]: *A betonaltas kitérők kialakítása*. Sínek Világa, XXVII. évf. 4. szám, pp. 175–182.
- Horvát F. dr. [1995/1]: *Pályadiagnosztikai alapokon nyugvó vasúti pálya-karbantartási és felújítási döntésségi rendszer*. Közlekedéstudományi Szemle. 8. szám, pp. 274–279.
- Horvát F. dr. [1995/2]: *PÁTER – Vasúti pályafenntartási és felújítási számítógépes tervező rendszer*. Sínek Világa 1. szám, p. 22.
- Hüber, P., Chrétien, R. dr., Erny, S. [2002]: *State of environmental management as practised by UIC member railways*. Rail International, Schienen der Welt 11 pp. 20–25.
- Kaess, G., Kleinert, U. [1993]: *Beurteilung und Recycling von Altschotter*. ETR 42. H. 10.

Kaess, G., Mauser, H. [1995]: *Der Gleisschotter der Deutschen Bahn auf dem Weg nach Europa*. Die Naturstein-Industrie 4/1995.

Kiss S. [2005]: *A MÁV Rt. Győri Szakaszmérnökség vezetőmérnökével történt szakmai konzultációk, és átadott munkáltatási anyagok*. 2005. május-június

Koren E. [1990]: *Állapotfüggő pályafenntartási rendszer*. Egyetemi doktori értekezés, BME

Koren E. (Nagy E.) [1972]: *Sínfeszültség terhelés alatti mérése a Budapest-Ferencváros vonalon*. Diplomaterv, Budapesti Műszaki Egyetem

Koren E. (témavezető) [1991]: *Javaslat a pálya minősítő eljárásainak fejlesztésére – Tanulmány*. Széchenyi István Műszaki Főiskola, Vasútépítési és Geodézia Tanszék, Győr

Koren E. (témavezető) [1994]: *Tata állomás anyagdepónia vizsgálatai – Tanulmány*. Széchenyi István Műszaki Főiskola, Vasútépítési és Geodézia Tanszék, Győr

Koren E. (témavezető) [1996]: *A Budapest–Hegyeshalom vasútvonal korszerűsítése. Környezetvédelmi mérések*. Tanulmány, SZIF, Győr

KTE Vasúti Pályaszerkezeti és Technológiai Állandó Bizottság [1992]: *A Budapest–Hegyeshalom vasúti fővonal alépítményével kapcsolatos néhány kérdés a bevezetni szándékolt nagyobb sebességű közlekedés tükrében*. Tanulmány, Budapest

KTMF [1986]: *A vasúti felépítmény geometriai mérethatárai II*. Kutatási zárójelentés, Vasútépítési Osztály, Győr

Lőkös L. [2002]: *Kutatás-fejlesztés a MÁV–THERMIT Kft-nél*. Sínek Világa 2002. évi különszám

Maier, B., Kettner, J. [1996]: *Umweltschutzmanagement bei der Deutschen Bahn AG*. Eisenbahningenieur Kalender

Mangel J. [2002]: *Vasúti közlekedési folyosók fejlesztése EU támogatással*. Sínek Világa 2002. évi különszám

Máté Zs. [2005]: *A pályageometriai minősítőszámok alakulásának adott időszakban, adott vasútvonalra történő elemzése, valamint az FKG munkáltatások hatásának vizsgálata*. Szakdolgozat, Széchenyi István Egyetem, Győr

MÁV [2001]/1: *A Thermocup 1200FL kenőanyag felhasználási utasításáról*. MÁV Pálya, Híd és Magasépítészeti Szakigazgatóság Pályagazdálkodási Divízió levele a MÁV Forgalmi Szakigazgatósághoz

MÁV [2001]/2: *A Nicro 1200FL kenőanyag felhasználási tapasztalatairól*. A MÁV Csomóponti Főnökség Budapest Keleti Pu. MÁV Pályavasúti Üzletághoz írt levele

MÁV [2001]/3: *A Thermocup 1200FL kenőanyag használatáról*. MÁV 19/1999. PHM. Ig. sz. utasítás

MÁV [2004]: *MÁV Rt. Értesítője a 27. sz. hulladékok besorolása*. p. 2454.

MÁV [2005]: *12/2005 (V. 20. MÁV Ért. 20.) VIG. sz. vezérigazgatói utasítás a MÁV Rt. környezetvédelmi stratégiájáról*. Pp. 759–767.

MÁV D54 Műszaki útmutató

Nagy G. dr., Hornyák M. dr. [2002]: *Hulladékgazdálkodás*. Egyetemi Jegyzet, Széchenyi István Egyetem, Győr

Neuschl Sz. [2001]: *A magyar vasút megítélése környezetvédelmi szempontok alapján*. Közlekedéstudományi Szemle LI. Évf. 12. sz. pp. 441–449.

Oggier, P. [2002]: *Die Entsorgung von Gleisaushub, Erleuterungsbericht zur Gleisaushubrichtlinie*. SBB AG, Bern

ORE 1 Frage D 182 [1991]: *Einheitliche Beurteilungskriterien der Schotterqualität und Bewertungsmethoden des Schotterzustandes im Gleis – Untersuchung der gegenwertigen Qualität des Schotters und der Abnahmebedingungen*. Bericht Nr. 1. Utrecht X.

ORE 2 Frage D 182 [1991]: *Einheitliche Beurteilungskriterien der Schotterqualität und Bewertungsmethoden des Schotterzustandes im Gleis – Beurteilung des Schotterzustandes im Gleis*. Bericht Nr. 2. Utrecht X.

Pál J. [2002]: *EU-konform MÁV Rt. infrastruktúra-üzemeltető szervezet létrehozása*. Sínek Világa 2002. évi különszám

PEMP [1999]: *Pesticide Management Education Program at Cornea University*. pmep.cce.cornell.edu

Pusa, I. [1995]: *VR's Environmental Management System*. Rail International, May

Sagevik, M., Kuppelweiser, H., Orsini, R. [2004]: *Added shareholder value through environmental management*. Rail International Schienen der Welt, February pp. 6–15.

Schilder, R., Piereder, F. [2000]: *Formation rehabilitation Austrian Federal Railways – five years of operating experience with the AHM 800-R*.

Schmutz, G. [2000]: *Ballast and recycling spent ballast*. Rail International (July–August) pp. 2–7.

Schwarz, R. [1995]: *Verwertung von kontaminiertem Gleisschotter*. Eisenbahningenieur 6 (5) pp. 320–325.

SZE [2005]: *Országstratégia-helyzetértékelés (az „élhető környezet” stratégiája)*. Széchenyi István Egyetem Környezetmérnöki Tanszék

SZIF–Győr [1994]: *A Budapest–Hegyeshalom vasútvonal korszerűsítése – Tata–Almásfüzitő vonalszakasz átépítése bontott ágyazati anyagának környezetvédelmi vizsgálata*

SZIF–Győr [1996]: *A Budapest–Hegyeshalom vasútvonal korszerűsítése – Környezetvédelmi mérések*. Zárótanulmány

Torhosi M., Varga Z. [1998]: *A vasúti területek gyomtalanítása*. Sínek Világa 4.

Zsákai T. [1995]: *A pályadiagnosztika fejlesztése*. Sínek világa, 38. évf. 1. 17–21.

www.gkm.hu [2005]: *Internetes információ*. <http://www.gkm.hu>

www.lwr.kth.se [2005]: *TRITA-LWR Report 3000*. www.lwr.kth.se

www.mav.hu [2002]: *Internetes információ*. www.mav.hu/mavrt/kornyeztvedelem

www.sbb.ch [2005]: *Internetes információ*. <http://mct.sbb.ch>

Ábrák jegyzéke

1. ábra: A Belga Vasutak környezeti menedzsment szervezete
2. ábra: A Finn Vasutak Környezeti Menedzsment Rendszere
3. ábra: Régi ágyazat vizsgálata, előkészítése és újrahasznosítása
4. ábra: A MÁV Rt. környezetvédelmi szervezeti felépítése
5. ábra: A vasúti pályatest részei
6. ábra: A vasúti közlekedés következtében fellépő lehetséges szennyezések okai
7. ábra: A vasúti pálya környezeti monitoring rendszeréhez vezető lépések
8. ábra: Kiágyazás mintavételhez, mintavételi helyek
9. ábra: A KOI és a SZOE kapcsolata
10. ábra: SZOE eloszlás gyakorisága
11. ábra: A lg SZOE eloszlása
12. ábra: Különböző helyekről vett minták eloszlásai
13. ábra: K_A , K_B , K_C minták eloszlási diagramjai
14. ábra: Becsült SZOE-érték
15. ábra: Határérték alatti SZOE-tartalom becslése
16. ábra: A monitoring helye a KIR rendszerben
17. ábra: SAD-számok eloszlása a teljes vonalon
18. ábra: A pályaromlás görbéje
19. ábra: Állomási vágányok SAD-szám görbéje
20. ábra: Nyílt vonali és teljes mintasor közötti SZOE-eltérések
21. ábra: A környezeti szempontú pályafelügyeleti tevékenység általános sémája
22. ábra: A környezeti modul PÁTER rendszerbe illesztésének sémája
23. ábra: Állomási vágányok határérték alatti SZOE-tartalma

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Hatásmátrix
2. táblázat: Módosított hatásmátrix
3. táblázat: MSZ 21978-1:1986 10. táblázata
4. táblázat: Desztillált vizes hulladékkivonatokra vonatkozó határértékek
5. táblázat: Az eredeti szilárd hulladéokra vonatkozó határértékek, mg/kg
6. táblázat: Az egyes környezeti szennyezések korrelációja
7. táblázat: A változók statisztikai jellemzői
8. táblázat: SZOE tartalmak jellemzői környezeti kategóriánként
9. táblázat: A magyarázó változók jellemzői
10. táblázat: a) variáció – A 2005–2009. közötti beruházások ágyazati mennyiségei és költségei SZOE mg/kg (állomás és 1000 km pálya)
11. táblázat: b) variáció – A 2005–2009. közötti beruházások ágyazati mennyiségei és költségei (9 állomás és 1000 km pálya). Vonali és állomási munkák együtt

Képek jegyzéke

1. kép: Aszfaltburkolat vasúti felépítmény alá
2. kép: Vízbázis fölött haladó vasútvonal
3. kép: Olajszennyeződés gyakori mozdonyállásnál
4. kép: Pályaszakasz az 1676+70 szelvény környezetében
5. kép: Nyitott mintagödör (K_A kategória)

Mellékletek jegyzéke

1. Melléklet: Acetát pufferes hulladékkivonatokra vonatkozó határértékek
2. Melléklet: (A) háttér koncentráció talajra és határértékek földtani közegre, mg/kg szárazanyag
3. Melléklet: (A) háttér koncentráció és határértékek felszín alatti vizekre, µg/l
4. Melléklet: Az ökotoxikológiai eredmények értékelése
5. Melléklet: Vizsgálati eredmények
6. Melléklet: PÁTER-ből átvehető adatok

1. Melléklet Acetát pufferes hulladékkivonatokra vonatkozó határértékek, mg/l

| Jellemző | Ivóvíz | Hulladék III. vesz. oszt. | Hulladék II. vesz. oszt. | Hulladék I. vesz. oszt. |
|----------|--------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Al | 0,1 | 10,1 - 100 | 101 - 1000 | >1000 |
| As | 0,05 | 5,1 - 50 | 51 - 500 | >500 |
| Pb | 0,05 | 5,1 - 50 | 51 - 500 | >500 |
| Cd | 0,005 | 0,51 - 5 | 5,1 - 50 | >50 |
| Cr | 0,05 | 5,1 - 50 | 51 - 500 | >500 |
| Cu | 0,2 | 20,1 - 200 | 201 - 2000 | >2000 |
| Mn | 0,1 | 10,1 - 100 | 101 - 1000 | >1000 |
| Mo | 0,07 | 7,1 - 70 | 71 - 700 | >700 |
| Ni | 0,02 | 2,1 - 20 | 21 - 200 | >200 |
| Hg | 0,001 | 0,1 - 1 | 1,1 - 10 | >10 |
| Ag | 0,01 | 1,0 - 10 | 10 - 100 | >100 |
| Fe | 0,2 | 20,0 - 200 | 200 - 2000 | >2000 |
| Zn | 0,2 | 20,0 - 200 | 200 - 2000 | >2000 |
| Na | 200,0 | 20 000 - 200 000 | >200 000 | |
| Ca | 250,0 | 25 000 - 250 000 | >250 000 | |



Környezeti kategorizálás határértékei

2. Melléklet (A) háttér koncentráció talajra és határértékek földtani közegre, mg/kg szárazanyag

| Fémek és félfémek | A* | B** | C ₁ *** | C ₂ *** | C ₃ *** |
|----------------------------|------|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| Króm összes | 30 | 75 | 150 | 400 | 800 |
| Króm VI. | *k | 1 | 2,5 | 5 | 10 |
| Nikkel | 25 | 40 | 150 | 200 | 250 |
| Réz | 30 | 75 | 200 | 300 | 400 |
| Cink | 100 | 200 | 500 | 1000 | 2000 |
| Arzén | 10 | 15 | 20 | 40 | 60 |
| Kadmium | 0,5 | 1 | 2 | 5 | 10 |
| Higany | 0,15 | 0,5 | 1 | 3 | 10 |
| Ólom | 25 | 100 | 150 | 500 | 600 |
| Összes alifás szénhidrogén | 50 | 100 | 300 | 3000 | 5000 |

Jelmagyarázat:

*k = kimutathatósági határ értéke

* = (A) háttér koncentráció: reprezentatív érték, egyes anyag természetes vagy ahhoz közeli állapotot jellemző koncentrációja a felszín alatti vízben, illetve a talajban.

** = (B) szennyezettségi határérték: felszín alatti víznél az ivóvízminőség és a vízi ökoszisztéma igényei, földtani közeg esetében a talajok multifunkcionalitásának és a felszín alatti vizek szennyezéssel szembeni érzékenységének figyelembevételével meghatározott kockázatos anyag koncentráció.

*** = (C_i) intézkedési szennyezettségi határérték: egy adott terület - külön jogszabály szerinti - szennyeződés érzékenységétől függően meghatározott kockázatos anyag koncentráció, amelyet meghaladó érték esetén - (E) egyedi szennyezettségi határérték vagy (D) kármentesítési szennyezettségi határérték hiányában - a környezetvédelmi felügyelőségnek intézkednie kell (C₁ = Fokozottan érzékeny-, C₂ = Érzékeny-, C₃ = Kevésbé érzékeny terület).


3. Melléklet (A) háttér koncentráció és határértékek felszín alatti vizekre, µg/l

| Fémek és félfémek | A* | B** | C ₁ *** | C ₂ *** | C ₃ *** |
|-------------------|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| Króm összes | 1 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| Króm VI. | *k | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Nikkel | 5 | 20 | 50 | 75 | 100 |
| Réz | 10 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| Cink | 65 | 200 | 300 | 500 | 1000 |
| Arzén | 5 | 10 | 20 | 50 | 75 |
| Kadmium | 0,4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
| Higany | 0,2 | 1 | 1,5 | 2 | 3 |
| Ólom | 3 | 10 | 40 | 70 | 500 |

| Szervetlen vegyületek | A* | B** | C ₁ *** | C ₂ *** | C ₃ *** |
|----------------------------|-----|-----|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ammónium | 250 | 500 | 1000 | 3000 | 4000 |
| Összes alifás szénhidrogén | 50 | 100 | 500 | 1000 | 2000 |

4. Melléklet Az ökotoxikológiai eredmények értékelése

| Teszt | Az első negatív hígítás mértéke | | | |
|----------------|---------------------------------|------------------|-----------------|----------------|
| | Nem veszélyes | III. vesz. oszt. | II. vesz. oszt. | I. vesz. oszt. |
| Daphnia | ≤10 | >10-100 | >100-1000 | >1000 |
| Csíránövény | ≤10 | >10-100 | >100-1000 | >1000 |
| Hal | ≤10 | >10-50 | >50-100 | >100 |
| Alga | ≤10 | >10-50 | >50-100 | >100 |
| Talajbaktérium | ≤10 | >10-50 | >50-250 | >250 |

 Környezeti kategorizálás határértékei

5. Melléklet Vizsgálati eredmények

A minták nehézfém tartalma, mg/l

| KVI kód | Minta jele | Zn | Cr | Cu | Ni | Pb | Cd | As | Hg |
|------------------|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | | mg/l | | | | | | | |
| 00-055-03/45 | Győr PGF A/2 kontrollminta | 0,003 | nd | 0,024 | nd | 0,006 | nd | nd | nd |
| 00-055-03/46 | Győr PGF A/3 kontrollminta | 0,003 | nd | 0,022 | 0,002 | 0,006 | nd | nd | nd |
| 00-055-03/47 | Zalaegerszeg PGF A/1 kontrollminta | 0,01 | nd | 0,015 | 0,002 | 0,003 | nd | nd | nd |
| 00-055-03/48 | Zalaegerszeg PGF A/3 kontrollminta | 0,012 | 0,002 | 0,012 | 0,002 | 0,006 | nd | nd | nd |
| 00-055-03/49 | Pápa PGF C/1 kontrollminta | 0,029 | nd | 0,022 | 0,003 | 0,007 | nd | nd | nd |
| Kimutatási határ | | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 | 0,001 | 0,01 | 0,01 |

Fizikai-kémiai vizsgálatok eredményei

| KVI kód | Minta jele | pH | Ammónia | KOIk | Vízoldható anyag |
|------------------|-----------------------------------|------|---------|------|------------------|
| | | | mg/l | | |
| Kimutatási határ | | - | 0,01 | 10 | 10 |
| 99-192-01/1 | Győr PGF A/2 átlagminta | 8,64 | 0,10 | 138 | 400 |
| 99-192-01/2 | Zalaegerszeg PGF A/2 átlagminta | 7,11 | 0,25 | nd | 20 |
| 99-192-01/3 | Győr PGF B/2 átlagminta | 8,34 | 0,22 | nd | 20 |
| 99-191-01/4 | Zalaegerszeg PGF B/2 átlagminta | 7,69 | 0,11 | 18,5 | 140 |
| 99-192-02/6 | Veszprém PGF A/2 átlagminta | 7,91 | 0,03 | 10 | 84 |
| 99-192-02/7 | Székesfehérvár PGF A/2 átlagminta | 8,32 | 0,03 | 10 | 14 |
| 99-192-02/8 | Pápa A/2 átlagminta | 7,74 | 0,03 | 10 | 28 |

SZOE-vizsgálatok eredményei

| KVI kód | Minta jele | SZOE, mg/kg |
|--------------|-----------------------------------|-------------|
| | Kimutatási határ | 10 |
| 99-192-01/1 | Győr PGF A/2 átlagminta | nd |
| 99-192-01/2 | Zalaegerszeg PGF A/2 átlagminta | 120 |
| 99-192-01/4 | Győr PGF B/2 átlagminta | 550 |
| 99-192-01/4 | Zalaegerszeg PGF B/2 átlagminta | 4 100 |
| 99-192-01/5 | Győr PGF C/4 átlagminta | 1 660 |
| 99-192-02/6 | Veszprém PGF A/2 átlagminta | 160 |
| 99-192-02/7 | Székesfehérvár PGF A/2 átlagminta | 10 |
| 99-192-02/8 | Pápa PGF A/2 átlagminta | 130 |
| 99-192-02/9 | Veszprém PGF C/4 átlagminta | 360 |
| 99-192-02/10 | Pápa PGF C/1 átlagminta | 32 300 |
| 99-192-02/11 | Zalaegerszeg PGF C/1 átlagminta | 1 330 |
| 99-192-02/12 | Székesfehérvár PGF C/1 átlagminta | 4 160 |

6. Melléklet PÁTER-ből átvehető adatok

| | |
|--|---|
| PÁTER T01 - kiépítés éve - utolsó átépítés | hány éve szennyeződik esetleg az altalaj, a talajvíz, felszíni víz. Szennyezési előélet több adalék a szennyezési előlethez, volt-e földműstabilizáció stb. |
| a szennyezési előélet alapvetően meghatározza a környezet jelenlegi állapotát, ismerete ezért nagyon fontos | |
| T02 - szelvényezés | a korrekt szennyezési hossz, illetve a kategória hossz meghatározásához kell |
| meg kell határozni a szelvényráhagyásokat a kategóriahosszak meghatározásánál. Pl. kitérő előtt/után X méter | |
| T03 - sebesség | lassújelek is |
| meg kell határozni, hogy a sebesség milyen irányban +/- befolyásolja a környezeti hatást | |
| T04 - igazgatóság | tudni kell a minősítés és az intézkedési terv, munkáltatások tervezése miatt |
| T05 - PGF | a felelősség, illetve kompetenciaszint megadása |
| a rendszernek tudnia kell, hogy milyen szinten milyen adatokra lesz szükség | |
| T06 - szakasz | A gyalogbejáráshoz kötődően itt van az adatgyűjtőhely |
| T07 - állomás | |
| itt kell majd elkezdni „építeni” a rendszert | |
| T08 - ívek | kissugarú? van-e sínkenő |
| T09 - lejtviszonyok | pl. havaria-szennyezésterjedés iránya, sebessége-befogadó |
| T10 - felépítmény | korrekt adatgyűjtés miatt |
| T11 - alj | későbbi újrahasznosítás lehetőségének bevétele a rendszerbe |
| T12 - kapcsolószerkezetek | hol, mennyi, milyen típus, hová lesz a törött elem stb. későbbi újrahasznosítási rendszer- |

adat

| | |
|---|--------------------------------|
| T13 | anyaga, vastagsága stb. fontos |
| - ágyazat | |
| ágyazat a szennyezésbefogadó közeg, meg kellene vizsgálni a tiszta ágyazat összetételét is | |
| T14 | fontos |
| - védőréteg | |
| tudni kell, hogy a védőréteg vízzáró-e, vagy hová továbbítja a vizet/szennyezést | |
| T15 | |
| - állomás | |
| meg kell határozni az egyes vágánytípusok környezetterhelési indexét. Melyikkel kell foglalkozni külön is, melyikkel nem? Kategorizáláshoz is kell. | |
| T16 | fontos |
| - kitérők | |
| meghatározni, hogy mely kitérő jellemzőknek vannak környezeti hatásai. Hol, milyen a kenőanyag minősége, mennyisége, mitől függ stb. Víztelenítés, jégmentesítés stb. | |
| T20 | kenés miatt |
| - dilatációs berendezés | |
| T21 | fontos a kenőanyag is |
| - sínkenő | |
| milyen és mennyi kenőanyagot használ, milyen hosszon, hány év az élettartam, mikor folytat | |
| T24 | minden adata fontos |
| - árok | |
| T25 | fontos |
| - szivárgó | |
| nem juthat-e be fentről/oldalról szennyezés | |
| T28 | |
| - alagút | |
| vonalvezetése milyen, havaria esetén hova megy a szennyezés, milyen a vízelvezetés. Dízel üzem esetén a légszennyezés kiüledése hova jut? Bejárat/kijárat terhelése | |
| T30 | |
| - rakodó | |
| a rendszernek kezelni kellene a legáltalánosabban itt mozgatott anyagokat | |
| M01-05 | Későbbi rendszerhez adatok |
| M06 | stabilizátor |
| -FKG | |
| apróbszemű szennyezés lejtuttatása földmunkáig | |

M07

- rostálás

kitermeléses tisztításnál hol volt a gyűjtőhely
