SÜTŐ LÁSZLÓ – A SZÉNBÁNYÁSZAT HATÁSAI

A SZÉNBÁNYÁSZAT
FELSZÍNFEJLŐDÉSRE ÉS TERÜLETHASZNÁLATRA GYAKOROLT HATÁSAI
A KELET-BORSODI-SZÉNMEDENCÉBEN

NYÍREGYHÁZA
2013

Sütő László

A szénbányászat felszínfejlődésre és területhasználatra gyakorolt hatásai a Kelet-Borsodi-szénmedencében

Lektorálta:
Prof. Dr. Schweitzer Ferenc,
Prof. Dr. Szabó József,
Dr. habil. Rózsa Péter

ISBN 978-963-08-8367-2

A 2007. esztendőben megvédett doktori disszertáció kéziratának javított kiadása.

A könykiadás támogatói:
az OTKA K 101787 számú pályázata,
az MTA DAB és „A tudományért a régióban” Alapítvány könyvkiadási pályázata,
a Nyíregyházi Főiskola Természettudományi és Informatikai Kar Tudományos Bizottságának pályázata.

Borító fotók: Szabó József (1970-es évek); Sütő László (2000): Az Ádám-völgyi meddőhányó-rendszer

Gprint Iroda
Felelős vezető: Halász Gábor
Nyíregyháza
2013

Tartalomjegyzék

1. CÉLKITŰZÉS 4
2. A VIZSGÁLATI TERÜLET HATÁRAI 7
3. A TÉMA SZAKIRODALMÁNAK ÉRTÉKELÉSE 9
3.1. A domborzat szerepe a tájalkotó tényezők között 9
3.2. A szénbányászat hatásainak értékelése 11
3.2.1. A szénbányászat környezeti hatásai 11
3.2.2. A szénbányászat mint antropogén geomorfológiai tényező 13
3.2.3. A bányászati formák átalakulása 15
3.3. A területhasználat időbeli változásainak értékelése 19
3.4. A terület megismerésének célzott jellemzése 21
3.4.1. A földtani adottságok értékelése 21
3.4.2. A geomorfológiai kutatások értékelése 22
3.4.3. A szénbányászat és a tájrendezés szakirodalmi vonatkozásai 23
4. KUTATÁSI MÓDSZEREK, ADATBÁZIS, ADATKEZELÉS 25
4.1. A geomorfológiai viszonyok vizsgálati módszerei 25
4.2. A felszínsüllyedések számítási módszerei és értelmezése 27
4.3. Meddőhányók környezetvizsgálati rendszere 29
4.4. A területhasználati és a tájértékelő térképek elkészítése 32
4.5. A bolygatottság meghatározása és térinformatikai ábrázolása 37
5. FÖLDTANI ADOTTSÁGOK ÉS FEJLŐDÉSTÖRTÉNET 39
5.1. Földtani adottságok és a fontosabb fejlődéstörténeti események 39
5.2. A széntelepes rétegsor 43
6. A MAI DOMBORZAT 49
6.1. A Bükkhát felszínalaktani vázlata 49
6.2. A fő felszínformáló folyamatok 53
6.2.1. A felszíni formák és a földtani képződmények kapcsolata 53
6.2.2. Völgyfejlődés 55
6.2.3. Csuszamlások 59
7. TERÜLETHASZNÁLATI VÁLTOZÁSOK 1784-TŐL NAPJAINKIG 64
7.1. A kőszénbányászat fejlődése és területi kiterjedése 64
7.2. A Bükkhát területhasználata a 20. századig 73
7.3. A területhasználat átalakulása a nagyipari bányászat kezdetétől 81
8. A TERÜLETHASZNÁLATI VÁLTOZÁSOK TÁJI HATÁSAI 89
8.1. A területhasználat domborzati kapcsolatai 89
8.2. A kultúrtájjá alakulás szakaszai és következményei 91
8.3. A területhasználat hatása a tájszerkezetre 94

9. A BÁNYÁSZAT DOMBORZATI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI 102
9.1. A bányászati hatások időbeli változásának folyamata 102
9.2. Felszínsüllyedések kialakulása 104
9.2.1. Felszínsüllyedések a területen 104
9.2.2. A felszínsüllyedések domborzatátalakító szerepe 106
9.3. A külfejtések és egyéb bányászati tevékenységek hatásai 110
9.4. A terület meddőhányói 112
9.4.1. A meddőhányók kataszterének újrafelvételezése 112
9.4.2. A meddőhányók anyaga 113
9.4.3. A meddőhányók felszínformálódása 116
9.5. meddőhányók környezeti hatásai 122
9.5.1. Vízszennyezési vizsgálatok 122
9.5.2. A meddőhányók okozta mikroklíma-változások 125
9.5.3. A meddőhányók növényzete 127
9.5.4. A meddőhányók tájba illeszkedése 129
9.6. A bolygatottság értékelése 134
10. ÖSSZEGZÉS 136
11. IRODALOMJEGYZÉK 144
MELLÉKLET
FÜGGELÉK

1. CÉLKITŰZÉS

Az antropogén beavatkozások közvetlen vagy közvetett szerepe a felszínformálódásban az ipari forradalom óta mind jelentősebbé vált, a 20. századra kialakult technológiai fejlődés hatékonysága nyomán ugrásszerűen megnőtt. Az *ember* azonban *nemcsak beavatkozó, hanem hatásviselő is* a rendszerben, ezért alkalmazkodnia kell a kialakulóban lévő új környezethez. Így egyre időszerűbbek azok a kutatások, amelyek azt vizsgálják, hogyan és milyen mértékben változtak az emberi beavatkozások egy adott területen, ezek hogyan illeszkednek a jelenlegi adottságokhoz, hatásukra milyen új folyamatok játszódnak le környezetükben, illetve hogyan lehet a belőlük fakadó veszélyeket, károkat elhárítani, az átalakított térszíneket rendezni.

Azért választottam kutatási témaként a szénbányászat hatásainak földrajzi vizsgálatát, mert ez a tevékenység egyszerre fejlesztője egy térségnek, ugyanakkor helyileg olyan hatékony tájátalakító, melynek nyomán teljesen új környezet alakul ki. A szénbányászat földrajzi tényezők változásában betöltött szerepét, hazánk egyik montanogén hatásoktól leginkább érintett ipari övezetében, a Kelet-Borsodi-szénmedencében vizsgáltuk meg.

Az *időbeli keretet a kőszénbányászat kezdete jelenti*, amely *1767-től* dokumentált a területen. Ugyanakkor a Bükkhát tájhasználata a 18. század végén még mindig igazodott a természeti adottságokhoz. A modern nehézipar megjelenésével az ember egy speciális táji adottság kihasználására törekedett. A Borsodi-iparvidék, egyebek között, elsősorban a mélyművelésű kőszénbányászat hatásait szenvedte el. A közel 250 éves magyar szénbányászat termelésének egynegyede, ~300 millió tonna került ki a Borsodi-szénmedencéből.

A kitermelés közben azonban nem foglalkoztak sem a többi tájhasználati tevékenységgel, sem a tájtényezőkben okozott változásokkal. Ezért a szénmedencében koncentrálódnak a különböző „érettségű" meddőhányók, valamint a fejtési mezők feletti elmozdulások. A települések fokozatosan a montanogén térszínek felé terjeszkednek, ami gyakorlati szempontból indokolja a bányászati hatások részletes ismeretét. Ugyanakkor a dombság laza miocén üledékeken kialakult felszíne maga is erőteljesen fejlődik, amelyhez a szénbányászat új hatótényezőként járult hozzá.

A geomorfológiai és felszínfejlődési viszonyok megismerését segítette, hogy részt vehettem a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékén a Tardonai-dombság (Bükkhát) 1:25 000 léptékű földtani újrafelvételezési kiszállásain. A térképezők – Kozák Miklós, Püspöki Zoltán, Csámer Árpád, McIntosh Richárd, Szalai Katalin – segítségével megismerhettem a

dombság fejlődéstörténetét és felszínalaktanát meghatározó földtani képződményeket. Erre alapozva Kozák Miklós és Szabó József professzorokkal jártuk be a felszínfejlődési vagy bányászati szempontból leginkább problémás helyszíneket, ahol megosztották velem szakmai tapasztalataikat.

A hatások értékelése során *tájtörténeti keretbe helyeztük a bányászat folyamatát* a területhasználati tevékenységek között. Ehhez kapcsolódva, *öt időpontot érintő vizsgálatsorozatban* kitekintettünk a tájszerkezet mintázatának és működésének változásaira is. Ebben a szakaszban nyújtott szakmai segítséget az, hogy a történeti földrajz országosan elismert műhelyébe, a Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszékére kerültem, így kikérhettem Frisnyák Sándor professzor és Dobány Zoltán véleményét.

A téma feldolgozása összetett feladatnak bizonyult. Több földtudomány (földtan, bányászat, geomorfológia, tájökológia, környezetvédelem-analitika, történeti földrajz) módszereit is használtuk, ami óhatatlanul aránytévesztéshez vezethetett a jobban és kevésbé megértett részletek között. Azonban a régebbi kutatásokkal ellentétben *(Erdősi F. 1966; Juhász Á. 1974)* a bányászati tevékenységnek általában csak a (több) évtizede lezajlott hatásaival találkoztunk, amelyekből töredékesen lehet következtetni a kialakító folyamatokra, ezért szükségesnek tartottuk a sokszínű módszertant.

Ezek alapján a kutatási téma térbeli és időbeli keretének meghatározása során az alábbi **célkitűzések**et fogalmaztam meg:

- Elkészíteni a kutatási terület eddig hiányzó, 1:25 000 méretarányú áttekintő geomorfológiai térképét.
- Megvizsgálni a geomorfológiai adottságokat két fő szempont szerint (kerülve a részletvizsgálatokat, amelyek külön doktorit képezhetnének):
  - összefüggéseket megfogalmazni a földtani adottságok és a geomorfológiai viszonyok között a völgyek és a szállítóközeg nélküli lejtős tömegmozgásos formák megfigyelésén keresztül,
  - feltárni a bányászati formaképzés mennyiségi és minőségi jellemzőit.
- Megvizsgálni a területhasználati viszonyok tér- és időbeli változását. Jellemezni az ember tájátalakító tevékenységének folyamatát – kiemelten a bányászatot – és megbecsülni a tájökológiai hatásait (de nem végeztünk teljes körű tájökológiai kutatást).
- Levéltári források és szakirodalmi adatok alapján elkészíteni a kutatási terület bányászati létesítményeinek és formakincsének térképét. Ez minden törekvés ellenére sem jelent adatbeli teljességet és befejezettséget az átfogott időintervallum hossza miatt.

- ☞ Elemezni a szénbányászat formai, környezeti hatását egy-egy kiemelt mintaterületen, majd ezekből általánosítható következtetéseket levonni a kutatási terület egészére nézve.
- ☞ Pontosítani a montanogén formakincs és a rajta végbemenő másodlagos folyamatok antropogén geomorfológiai szempontú osztályozását.
- ☞ Kidolgozni a kőszénbányászat morfológiai hatásaira alapozott, a táj bolygatottságát minősítő rendszer alapelemeit.
- ☞ A bolygatottsági és tájértékelő vizsgálatok alapján elkülöníteni a kultúrtájjá alakulás állomásait, a domináns emberi tevékenységekhez köthető tájtípusokat.

2. A VIZSGÁLATI TERÜLET HATÁRAI

A vizsgálati egység lehatárolását a kutatási témához igazodva földtani és felszínalaktani alapokon végeztük el. Földtanilag ***a Kelet-Borsodi-szénmedence Sajótól D-re eső részével foglalkoztunk*** *(1. térkép).* Természetföldrajzi szempontból a középtáj *Hajdú-Moharos J. és Hevesi A. (1997)* beosztása alapján ***a Bükkhát*** területét foglalja magában, amelyet *Szalai K. (2004)* Tardonai-dombságként nevezett meg. A dolgozatban tehát a Sajó-völgy, az Északi-Bükk és az Upponyi-hegység által földtanilag is jól elhatárolt, uralkodóan harmadidőszaki alapanyagú területet vizsgáltuk. Dédestapolcsánytól Ny-ra, az Upponyi-hegység és a Bükk közötti miocén folt ugyan tovább folytatódik Ny felé, alatta azonban a geofizikai adatok szerint már 200 m tszf-i magasságban található meg a paleomezozóos medencealjzat *(Szalay I. et al. 1976; Király E. 1989)*. Ezen a részen széntelepes rétegeket már nem találunk (vagy nem nyílt lehetőség szénképződésre, vagy a Bükk kiemelkedése során a széntelepek lepusztultak), így mesterségesen jelöltünk ki a határt a Bán-patak vízgyűjtőjén. Ugyanakkor Miskolc előterében a Szinva bal partján még szükségessé vált egy töredék folt elhatárolása, amelyen a Diósgyőr környéki bányászat nyomait találjuk meg. Ezt a részterületet a bányászati hatások értékelésénél vettük figyelembe, egyéb összehasonlításban nem szerepel.

A medencedombságot a Sajóba futó vízfolyások szabdalták fel részvízgyűjtőkre. A szénbányászat domborzatra és területhasználatra gyakorolt hatásait részvízgyűjtőnként elemeztük. Ez lehetőséget teremtett a hasonló adottságú, de eltérő mértékű bányászati beavatkozást szenvedett területeken lezajló antropogén folyamatok összehasonlítására. Ezek alapján a *284 km^2 területű kutatási egység* az alábbi *patakoknak a miocén térszínre eső részvízgyűjtőiből állt össze*: Lyukó-patak, Pereces-patak, Bábony-patak, Harica- és Nyögő-patak, Alacska-patak, Tardona-patak, a Bán-pataknak a Dédestapolcsánytól K-re eső területe, a Sajó alluvium ide eső részei, valamint a Szinva vízgyűjtő részlete *(1. térkép).*

Az összehasonlítandó *részvízgyűjtőket két csoportra oszthatjuk,* amely földtani adottságokkal is kapcsolatba hozható. A medence K-i felén helyezkednek el a kisebb (Alacska, Lyukó, Pereces), 10 km^2 körüli területek (ennél a Bábony-patak vízgyűjtője némileg nagyobb [28 km^2]). Mind a *négy kisebb vízgyűjtő* teljes egészében harmadidőszaktól kialakult, *fiatalabb felszínt foglal el.* A szénmedence középső és Ny-i felén pedig *a legalább*

50 km^2-es nagy vízgyűjtők (Bán, Tardona, Harica) helyezkednek el, amelyek felső szakasza az *Északi-Bükk mezozóos felszínére nyúlik át.*

A vizsgálatok során ugyan a vízgyűjtő megnevezést használtam, de az egyes patakoknak csak a Bükkhátra eső vízgyűjtő-részletét elemeztük. A szénbányászat és a területhasználat értékelése során érintettük a Sajó-völgy alluviumát és a Szinva vízgyűjtő töredékét. De részletes kutatásokat ott nem végeztünk, mert ezeket további antropogén beavatkozások jelentősebb mértékben formálták, amelyek elemzése más szempontú feldolgozást kíván.

A térség bányáit a II. világháború után államosították, és többször átszervezték. Végül a Borsodi Szénbányászati Trösztön belül két nagyobb üzemegységet alakítottak ki: Miskolc közelében a *Miskolci,* a Sajótól D-re eső többi területen pedig a *Bükkaljai bányaüzemet*. Ez a dinamikusan változó arculatú, bányászatilag erősen bolygatott, iparilag is szennyezett tájegység ma átmeneti zóna a Bükki Nemzeti Park és a Sajó-völgyi ipari tengely között. Éppen ezért az emberi beavatkozások nyomainak tanulmányozása, rendszerezése gyakorlati hasznosságú feladat.

3. A TÉMA SZAKIRODALMÁNAK ÉRTÉKELÉSE

3.1. A domborzat szerepe a tájalkotó tényezők között

Táji oldalról hajlamosak vagyunk a domborzatot – emberi időléptékkel és átlátható térben – állandónak tekinteni a gyakran valóban gyorsabban változó tájtényezők között. Pedig felszínfejlődési szempontból a statikus állapot nem jellemző, még ha a nagy formák tekintetében ez ritkán okoz rövid idő alatt jelentős változást. A mai domborzat dinamikus egyensúlyi állapotát a geomorfológiai folyamatok sorrendje és aránya hozza létre. Felszínalaktani szempontból fontos kérdésnek tűnik, hogy egy olyan tektonikailag erőteljesen igénybe vett tájegységben, mint a Bükkhát, milyen mértékű az előrejelzettség a felszínformálódás térbeli rendjének kialakulásában.

A felszínalaktani jellemzés során morfometriai módszerekkel a domborzat pillanatnyi állapotát rögzíthetjük, de ez a statikus kép csak a felszínfejlődés ismeretében értelmezhető helyesen *(Pécsi M. 1991).* A morfometriai tanulmányok között már az 1950-es évek óta megjelennek a szerkezeti alapok, valamint a lejtő- és völgyhálózati összefüggések feltárására irányuló kutatások *(Góczán et al. 1954; Mattyasovszky J. 1956; Nagy E. – Nagy I. 1965; Egyed L. 1957; Kertész Á. 1972; 1974; 1976; Gábris Gy. 1986, 1987).* A völgyirány-statisztikai vizsgálatok továbbfejlesztése a szerkezeti, kőzettani összefüggések irányába *Szalai K. (2004)* nevéhez fűződik. *Püspöki Z. és társai (2005)* különböző kőzetfizikai tulajdonságok és a lejtőmeredekség között statisztikailag igazolható kapcsolatot találtak. A morfometriai elemek és a felszínfejlődési események összefüggését, disszertációm megírásával párhuzamosan folyó vizsgálatai során *Demeter G. és Szabó Sz. (2008)* bizonyította éppen a Bükk-vidék példáján. A hegység peremeinek laza molassz üledékekből felépülő lejtői napjainkban is dinamikusan formálódnak, gyakoriak a szállítóközeg nélküli lejtős tömegmozgások *(Szabó J. 1996)*, erőteljes a völgybevágódás folyamata, amely igazodik a kőzetminőségi különbségekhez *(Hevesi A. 2002).*

Az emberi tevékenység nyomán a földtani-felszínalaktani adottságok is egyre erőteljesebben változnak, amit több kutató a természetes anyagáthalmozásnál jelentősebbnek tart *(Nir, D. 1984; Pécsi M. 1991; Hooke, R. L. 2000).* Ezért néhányan javasolták *(Báldi T. 1978; Nir, D. 1984)* egy antropogén földtörténeti korszak bevezetését az elmúlt néhány ezer év időszakára. *Jakucs L. (1993)* szerint azok a tájak sérülékenyek, amelyek a földtörténet

során jellemző fejlődési irányukat és/vagy tempójukat a jelenben megváltoztatják. Ennek hátterében gyakran az emberi beavatkozások megerősödését találjuk meg. Fontos kérdésnek tartom, hogy a természeti adottságai révén *erőteljes felszínformálódásra hajlamos medencedombság területén* a tájhasználat - kiemelten *a bányászat* - milyen mértékű és *milyen* irányú *morfológiai változásokat okozott*. *Pécsi M. (1991)* és *Schweitzer F. (Schweitzer F. – Tiner T. 1996)* szerint ugyanis a domborzat egyszerre helyszíne és hatásviselője az antropogén beavatkozásoknak, ezért a tájalkotó tényezők megváltozásához lényegesen hozzájárulnak. Azaz, ha az ember átalakítja a természetes formakincset, és ennek nyomán a domborzat pillanatnyi egyensúlyi állapota megbomlik, akkor az visszahat a további tájhasználati lehetőségekre is. Ezért úgy gondolom, hogy az ember formaképző szerepének értelmezéséhez figyelmet kell fordítani az egykori és a jelenlegi felszínformáló erők jellemzőire, ügyelve arra, hogy mennyire különül el az ember által alkotott és a természetes formakincs.

A *domborzatminősítés* megoldandó *feladata* az antropogén beavatkozások pontosan nem számítható jellemzőinek *egzakt értékelése* (például a földhasznosítási formák eróziós szerepe, a domborzat bolygatottságának mértéke). A témában megjelent munkák zömmel tapasztalati úton rendelnek számértéket a beavatkozások típusaihoz *(például Góczán L. 1984; Szabó J. 1984, Pécsi M. 1991, Juhász Á. 2004).* Így viszont az egyes tulajdonságok súlya a felvételező tudásától függően szubjektív, az értékelési skálák számtani sorozatként adott pontértékei pedig nem feltétlenül tükrözik az adott beavatkozás intenzitásának növekedését. Ezért emelhető ki *Lóczy D. (2002)* tanulmánykötete, amelyben a különböző típusú földminősítő eljárások hazai és nemzetközi rendszerezését végezte el, értékelve a szubjektivitás kiküszöbölésére alkalmazott eljárásokat. *Fazekas I. (2000)* hulladéklerakók környezetminősítésére kidolgozott osztályozási rendszerében, *Szabó Sz. (2004)* tájérzékenység-vizsgálatában többváltozós, súlyozásos statisztikai módszerekkel válogatta ki a célnak megfelelő talajtulajdonságokat és egyéb földrajzi tényezőket. E számszerűsített minősítési mutatók segíthetnek a természetföldrajzi tényezőket ért emberi eredetű károk mértékének felmérésében is, valamint a jövőbeni beavatkozások megtervezésében.

3.2. A szénbányászat hatásainak értékelése

3.2.1. A szénbányászat környezeti hatásai

Az energiahordozók használatának elterjedése jelentősen hozzájárult az adott kor társadalmi fejlődéséhez. Ha jelentkeztek is az élővilágot károsító folyamatok, anyagok, azokat ismeretek hiányában ritkán kötötték össze a bányászattal. A technológiai fejlődés nyomán a montanogén beavatkozások a tájtényezők mindegyikén végigfutó, tájszintű változásokhoz vezettek. A bányászati eredetű anyagáthalmozás, valamint a másodlagos felszínváltozások nyomán pedig az emberi létesítményeket is bányakárok érték *(Buócz Z. 2000).* Kezdetben a környezetvédelmi szempontokat, *a területek utóhasznosítását másodlagos jelentőségűnek tekintették.* Ezért a lerakás és felhagyás során elsősorban rövid távú gazdasági szempontok érvényesültek, kárelhárítást csak konkrét káresemények bekövetkezése során végeztek *(BSzT, 1960; Bertalanfy B. et al. 1986; Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995),* de ezek csak tüneti kezelésnek számítottak. A káros szemlélet fennmaradásának oka hazánkban, hogy *az 1854. évi bányatörvény* és az 1881. évi kisajátítási törvény *szabadon lehetővé tette a bányanyitásokat,* nem törődve sem a termőföld értékével, sem az akkor még kevésbé kézzelfogható tájesztétikai, ökológiai szempontokkal *(Hahn Gy. – Siskáné Szilasi B. 2004).*

A meddőhányók lerakásánál elsősorban arra figyeltek, hogy minél kevésbé zavarja a további bányászati tevékenységet és költséghatékony legyen *(Földesi J. 1991).* Mérnöki szakmai kérdéseket nem feszegetve, ez több problémát vet fel. Ha a hányó lerakásához völgyet választottak, átfolyó vizei környezetre káros anyagokat moshattak ki a meddőanyagból, ami veszélyeztetheti az élővilágot, az ivóvízbázist. A vízzel átitatott laza rézsűoldal csuszamlásokra hajlamos lehet. A lefedendő felület hordozhat értékes termőterületet vagy védett természeti értéket.

A 20. század második felében a kárelhárításról a megelőzésre helyeződött a hangsúly. A bányaműveléssel veszélyeztetett létesítményeket védőidomok kijelölésével, pillérek bennhagyásával biztosították *(Martos F. 1960; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989).* Ekkor készült az első országos szabályozás a bányászat által károsított területek helyreállítására vagy újrahasznosíthatóvá tételére *(1960. évi III. Tv.),* azonban a gyakorlat azt mutatja, hogy a tájrendezési feladatok gyakran csak a bezárás után több évvel kezdődtek el *(Horn, 2002; Hahn Gy. – Siskáné Szilasi B. 2004).*

A bányászat nyomán, a jelenlegi környezetükben *új formák a további tájtényezők tulajdonságaira is hatást* gyakorolnak. A meddőanyag ugyan

természetes, de a hányók belsejében sajátos geokémiai folyamatok tevékenykednek. Ezek eredményeként *európai kőszénmeddőkön eddig közel 300 ásványtársulást azonosítottak (Shcherbakova, E. P. 2000).* Ezek ásványtani elemzése alapján kiemelkedően magas a terméskén és a szulfátok aránya, valamint szerves vegyületekben és ammóniában is gazdagabbak *(Szakáll S. 1986; Shcherbakova, E. P. 2000),* mint azt a kutatási területen is megfigyelhettük, kiegészítve olyan ritkaságokkal, mint a millosevichit, mascagnin vagy quinstedtit *(AES Lyukóbánya szóbeli közlés)*. Mindez a meddőhányókban előforduló ásványosodási folyamatok hasonló genetikáját tükrözi.

A másodlagos ásványképződés nyomán újra mobilizálódó elemek azonban környezetszennyezéshez vezethetnek. Ma már közismert, hogy a *szénbányászati meddők kéntartalma savas terhelést idéz elő (Kerényi A. 1995; Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995),* a keletkező *kénessavnak nehézfém oldó hatása is számottevő (Tomschey O. 1993).* A felszínre került *meddőhányók* széntartalmuk függvényében *öngyulladásra hajlamosak,* amely légszennyezést okoz *(Gyurkó I. et al. 1984; Spears, D. A. 1997).* Ha a kénessav nyomán feltáruló toxikus nehézfémek mennyisége jelentősnek bizonyul, úgy az élővilágra, köztük az emberre is veszélyes lehet, mint azt Felső-Sziléziában vagy a Donyec-medencében leírták *(Szczepanska, J. – Twardowska, I. 1999; Panov, B. S. et al. 1999).* Ugyanakkor, például a Borsodi Hőerőműben és a lakossági fogyasztás során az 1980-as években felhasznált kőszén éghető kéntartalma már nem volt túl magas (1,63 %) (*Fejér L. et al. 1989*), ami kedvező a környezetterhelés szempontjából.

A különbözőképpen feltárt elemek másként viselkednek az új környezetben, mint eredeti helyzetükben. *A szennyezés több évtizedig is eltarthat,* a felhagyás és műszaki területrendezés után is hatást gyakorolnak a talajvíz és a környékbeli vízfolyások elemösszetételére, felhasználási lehetőségeire *(Shcherbakova, E. P. 1997; Spears, D. A. 1997).* Ezért az Amerikai Egyesült Államokban a savas terhelésű bányavizeket ma már csatornákon különítik el a felszín alatti és felszíni vízektől *(Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995).*

A hányók nyers kőzetfelszíne talajképződési szempontból is kedvezőtlen tulajdonságú, a durvaporózusra kiégett meddőanyag gyenge víztartó képessége és egyéb kőzetfizikai paraméterek miatt *(Lehmann A. 1980; Csorba P. 1986; Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995).* A szénmeddőkön a vulkanizmusra emlékeztető kiégési folyamat befejeződése után a *meddőfelszínek* a növények számára *szélsőséges termőhelyi viszonyokat* jelenítenek meg. A másodlagos felszínfejlődés révén mind a meddőhányókon, mind a felszínsüllyedéseken átalakul a mikroklíma, megváltoztatva az élőhelyeket *(Lehmann A. 1980; Erdősi F. – Lehmann A. 1984; Erdősi F. 1987)*. Ezért a

szukcessziós folyamatok a környezetüktől eltérő feltételek között más fajösszetétellel jelentkeznek, a természetestől eltérő növényzeti fedettséggel. A tájba illeszkedés sikeressége a kedvező természeti viszonyok és a helyes tájrendezés összhangján múlik, kedvező esetben növekvő természetességi fokozat, ellenkezőleg tartósan tájidegen tereptárgy a végeredmény.

Összességében, *a bányászat nyomán, a befogadó környezet jelentős károsodása, szennyezése következhet be.* A tájra gyakorolt hatások erőssége megfelelő beavatkozásokkal nagyrészt csökkenthető. Ha ez nem történik meg, akkor a montanogén formákban lezajló másodlagos folyamatok elcsendesedéséig – akár a bányászat befejezését követő néhány évtizeden keresztül– érvényesülhet a tájtényezők károsodása, átalakulása.

3.2.2. A szénbányászat mint antropogén geomorfológiai tényező

A bányászat okozta mesterséges *anyagáthalmozás* napjainkra *felülmúlta a természetes felszínformáló folyamatok mértékét (Nir, D. 1981; Erdősi F. 1987; Pécsi M. 1991; Szabó J. 1993; Szabó J. – Dávid L. szerk. 2006).* Ezek hatékonysága és területi kiterjedése nyomán *a mezőgazdaság mögött a legnagyobb a tájformáló* szerepe *(Nir, D. 1981, Hooke, R. L. 2000).* A bányászati eredetű felszínmozgásokat a környezeti károk mellett morfológiai szempontból is értékelhetjük. A montanogén formákat ugyanúgy a természetes felszínformáló folyamatok alakítják tovább. Viszont *a másodlagos formaképződés a „nyers" felületeken* általában *gyorsabb,* mint a növényzet borította természetes lejtőoldalakon, ezért rajtuk könnyebben tanulmányozható az adott tájegységre jellemző felszínformálás.

A felszínmozgások területi kiterjedésének értékelése már a 15. századtól felmerült Anglia bányászati körzeteiben *(Somosvári Zs. 1989; Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995).* A felszínsüllyedések vizsgálata a káresemények pontosabb leírása miatt rövid idő alatt elterjedt. A korai süllyedési elméleteket a 19. század elején dolgozták ki, de az üledékrétegek kőzetmechanikai tulajdonságainak és a felszínmozgások lefolyásának bizonytalan ismerete miatt még nem tudták pontosan modellezni a többváltozós eseménysort. Ennek ellenére a montanogén eredetű felszínmozgások geomorfológiai célú kiértékelése csak a 20. század második felében kezdődött. Ezek közül *kiemelhető Nir, D. (1981) összefoglaló antropogén geomorfológiai munkája,* amelynek egyik fejezete kifejezetten a bányászati eredetű felszínsüllyedések számításával és geomorfológiai következményeivel foglalkozik. Ehhez hasonló értékelések a földtani környezeti veszélyek között tüntetik fel a bányászati eredetű felszínmozgásokat *(Bolt, B. A. et al. 1975; Bennett, M. R. – Doyle, P. 1997).*

De ezek leírásának elsődleges célja nem a szemiantropogén felszínformálás jellemzése, hanem a montanogén veszélyforrás ismertetése.

*Hazánkban az első antropogén geomorfológiai vizsgálatok*at az 1960-as évektől végezték, elsősorban *az MTA FKI kutatói.* Ezek közül a dolgozat témájára koncentrálva, csak a montanogén és a tájtörténeti változásokkal kapcsolatosakat emeltem ki. A bányászat – a beavatkozás eredeti állapotába vissza nem állítható roncsolt térszíneinek lokálisan uralkodó mivolta miatt – az antropogén geomorfológiai vizsgálatokban már a korai publikációkban megjelent *(Erdősi F. 1966; Juhász Á. 1974).* A Mecsek környéki bányászati körzetekben végzett komplex kutatási eredményeket átfogó tanulmányokban tették közzé *(Juhász Á. 1975, 1976; Lehmann A. 1980; Erdősi F. 1987). Erdősi F. (1978)* már ekkor kereste *a történeti források felhasználási lehetőségeit az antropogén hatások változásainak kiértékelésében*. Megközelítése a tájtörténeti kutatások elmúlt évtizedbeli felfutásáig egyedi nézőpontnak számított. Összetettsége miatt kiemelkedő *Erdősi F. (1987) a társadalomnak a természeti környezetre gyakorolt hatásairól alkotott szintézise a Mecsek példáján*, amely ***módszertani útmutató***ként is használható a bányászati folyamatok értékeléséhez. *Lehmann A. (1980)* és *Csorba P. (1986)* tanulmánya a meddőhányókon végzett növényzeti vizsgálatokban nyújtottak összehasonlítási lehetőséget. *Leél-Őssy S. (1973)* Nyugat-Borsodi-szénmedencében végzett kutatásait a részben hasonló környezeti adottságok miatt vettük figyelembe. A domborzat átalakultsági fokát jellemző minősítési rendszer kidolgozását *Juhász Á. (2004)* a dunántúli bányavidékeken végzett több évtizedes kutatásait összefogó módszertani tanulmánya segítette.

Az MTA FKI kutatócsoportjai több szakterület elismert szakembereiből álltak, s több évtizedes munkájuk a szénbányászat csúcsán, a környezeti hatások aktív időszakában készült. Az általuk felállított rendszer a látható felszínmozgásokra koncentrálva adta meg a minősítés alapjait *(Juhász Á. 1976; 2004)*. Kutatásaink kezdetekor – a 2004-ig működött Lyukóbányát kivéve – az utolsó bánya is több mint egy évtizede bezárt. Ezért az általam kidolgozott minősítő rendszer geomechanikai alapjait a bányászati felszínsüllyedések elméleti hátteréből vezettük le *(Hoványi L: - Kolozsvári G. 1989; Somosvári Zs. 1989),* mert a tényleges felszínmozgások már nagyrészt lezajlottak. A meddőhányók tipizálását az országos meddőkataszterben foglaltak *(Egerer F. – Namesánszky K. 1990),* valamint *Erdősi F. (1987)* meddőosztályozása alapján végeztük el.

Az 1990-es évektől az emberi beavatkozások geomorfológiai hatásainak értékelése a társadalmi igényeknek megfelelően többféle szempontrendszer megjelenítését tette lehetővé. *Szabó J. (1996)* nagydoktori értekezését a

szállítóközeg nélküli lejtős tömegmozgások *(röviden tömegmozgások)* természetes és antropogén geomorfológiai szerepének elemzéséhez használtuk. *Pinczés Z. (1980)* kutatási eredményeit a területhasználati változások eróziós szerepének történeti földrajzi elemzése során vettük figyelembe. A hányók barázdás eróziós méréseinek lebonyolításában *Kerényi A. (1994)* talajeróziós tapasztalatai segítettek. *Schweitzer F. (Schweitzer F. – Tiner T. 1996)* a társadalmi, gazdasági igényekhez alkalmazkodó nézőpontból vizsgálta a földtani, felszínalaktani – és egyéb környezeti – adottságokat a különböző lerakók, telephelyek létesítésének feltételrendszereként. Szempontjai a meddőhányók lerakási térszíneinek elemzéséhez nyújtottak információt.

A változatos témaköröket felölelő publikációk ellenére az *első modern szemléletű önálló, hazai antropogén geomorfológiai kézikönyv* 2006-ban jelent meg *Szabó J. – Dávid L. (2006) szerkesztésében*, 15 szerző közreműködésével. Jóllehet a természetföldrajzi könyvek kisebb részfejezeteként már évekkel ezelőtt készültek összefoglalók *(például Szabó J. 1993).* Az önálló tankönyvben az *energiahordozó-bányászatról* írt fejezetben *rendszereztem a különböző típusú formákat,* amelyek sajátosságait hazai és külföldi példákon keresztül mutattam be *(Sütő L. 2006).* Ezért az ott leírt alapfogalmakra a dolgozat további részében már csak utalni fogok.

A bányászati hatások időbeli lefolyásának vizsgálatát *Dávid L. (2000)* és *Karancsi Z. (2002)* PhD disszertációjában lefektetett rendszerezési elvek segítették. Utóbbi szerző hasonló történeti keretbe ágyazta a Salgótarján környéki szénbányászati körzet környezeti változásainak feldolgozását, amely szemléletbeli támpontokat, módszertani ötleteket nyújtott.

3.2.3. A bányászati formák átalakulása

A *kőszénbányászat formáit* mérnökgeológiai, antropogén geomorfológiai szempontok alapján *három csoportba sorolhatjuk (Szabó J. 1993, Szabó J. – Dávid L. szerk. 2006).* Ide tartoznak a bányatelepek létrehozása vagy a völgyek meddőanyaggal történő feltöltése során *elegyengetett térszínek,* az exkavációs eredetű *bányavágatok vagy külfejtések,* valamint a *meddőhányók* akkumulációs formái. Ezeken az éghajlati feltételekhez igazodó természetes lepusztulás másodlagos felszínformálódása nyomán *(Erdősi F. 1987; Szabó J. 1993)* már ***szemiantropogén*** vagy ***természeti-antropogén formakincs*** alakul ki *(Sütő L. 2006)*. Ez alól kivétel a közvetlen elsődleges formának számító bányatelep létrehozása. Szakirodalmi adatok alapján *(Juhász Á. 1976; Erdősi F. 1987; Jankowski, A. T. 2000)* méreteik meghaladhatják a természetes formakincsét, tehát tájformáló szerepük nyilvánvaló.

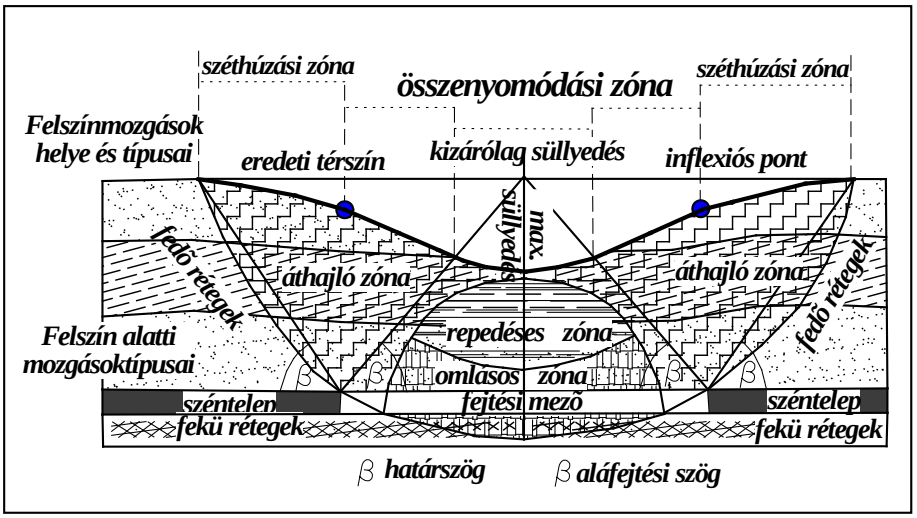
A mélyművelésű bányászati elmozdulásokat leíró függvényeket ***alakváltozási feszültség***nek nevezik *(Somosvári Zs. 1989).* Ennek alapján megadhatóak az üledékösszletben kialakult *mozgáselemek*: a vízszintes elmozdulás, a süllyedés, a lehajlás, a görbület, valamint a térszínemelkedések tulajdonságai. Az *elmozdulások oka* a bányaüreg kialakítása során fellépő anyaghiány, amelyet a fedőüledékek az új statikai egyensúlyi helyzet kialakulásáig betöltenek (*Martos F. 1958).* Ha a vágatok keresztmetszete kicsi, kritikus mélység alatt úgy záródnak össze, hogy a fedőben felszíni deformáció nem jön létre *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989).* Viszont a sekély mélységű tömegáthelyeződés így is módosíthatja a felszínfejlődést, a további bányászat során pedig befolyásoló tényezőként lép fel.

A bányászati eredetű felszínmozgások első kutatási eredményeit a 19. század végén foglalták össze, majd a 20. század elejére sikerült szintes településekre süllyedést számolni *(Somosvári Zs. 1989)*. Ennek oka a bányászati ***felszínmozgások*** bonyolultsága, mert *formája, mérete és időbeli lefutása függ* a széntelep és a fedő tulajdonságaitól, valamint a fejtés és a felhagyás módjától, amelyek önmaguk is változékony tényezők (*Martos F. 1958; Erdősi F. 1987; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989; Somosvári Zs. 1989)*:

- ☞ előbbiekhez tartoznak a telepmélység, a fedő kőzetmechanikai tulajdonságai (általános kőzetparaméter, átlagos Poisson-szám, süllyedési tényező stb.), a szerkezeti és hidrogeológiai viszonyok;
- ☞ utóbbiakhoz a lefejtett rétegek térbeli kiterjedése és vastagsága, a fejtés időtartama, a bányaművelés módszere (fejtési mód, biztosítás, üregfelhagyás vagy tömedékelési hatásfok).

Hazánkban 1953-tól a Bányászati Kutatóintézetben, valamint 1966-tól a Miskolci Egyetemen kutatták a felszínmozgások mechanizmusát. A laborvizsgálatok és az aktív bányászat során indult terepi mérések tapasztalataira alapozva empirikus képleteket alkottak *(Martos F. 1955, 1956; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989; Somosvári Zs. 1989).* A többváltozós mozgásfolyamat legfontosabb elemeit a ’80-as években differenciálegyenletekkel adták meg *(Somosvári Zs. 1989).*

Ha a mozgások a felszínre érnek, akkor elsőként a berogyott gödrök jutnak eszünkbe. ***Süllyedés***nek nevezzük *„a leművelt fejtési mezők felszíni vetületében, a függőleges komponensű elmozdulásvektort” (Martos F. 1955).* A süllyedések *metszete alapállapotban Gauss görbéhez* hasonló, amelynek a környezeti adottságok jellemzői deformálhatnak *(1. ábra).* Ennek kifejezésére *Hoványi L. – Kolozsvári G. (1989),* valamint *Somosvári Zs. (1989)* felületi tényezőt határozott meg a fejtési mező mérete és a fedővastagság hányadosaként, amelyet *fajlagos vágatmélységnek neveztek.*



1. ábra: A felszínsüllyedések felszín alatti és felszíni elemeinek elvi vázlata *(Erdősi F. 1987; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989. alapján módosítva)*

Többletfelület esetén a maximális süllyedésű pontok halmaza süllyedési mezőt alkot, ***kritikus felület***nél egy pontban érvényesül, ha a határszögek szára a felszín alatt összeér, ***részfelületet képez,*** a maximális süllyedés mélysége nem éri el az elméleti maximumot *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989, Somosvári Zs. 1989).* A süllyedéssel érintett felszín a kőzetmechanikai változások jellege alapján egy ***összenyomódási*** és egy ***széthúzási zónára*** tagolódik *(Erdősi F. 1987; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989, Szabó J. 1993). Morfológiai szempontból lényeges*, hogy tömegmozgások az első, leszakadások, árkos bezökkenések inkább a második zónában alakulnak ki. A törések helye leggyakrabban a fejtési frontok felszíni vetülete előtt látható, ahol maximális a húzófeszültség. A süllyedéses zóna felszíni vetülete ***határszög*** segítségével adható meg: a lefejtett telep peremét az első, technikailag mozdulatlan felszíni ponttal összekötő szakasz vízszintessel bezárt szögeként *(Martos F. 1956; Somosvári Zs. 1989).* A fejtési mezőtől kifelé irányuló határszög miatt *a mozgó felszín nagyobb az alábányászott területnél (1. ábra).*

A környezeti peremfeltételek elméleti azonossága mellett ott található *nagyobb kiterjedésű süllyedék, ahol a lefejtett telep mélyebben húzódik*. Ekkor a süllyedési mező sekély, tányérhoz hasonló; magasabb telepeknél viszont nagyobb mélységű, kisebb felületű csésze alakot vesz fel *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989). A miocén széntelepek laza beágyazó* üledékein, fo-

lyamatos mozgással *néhány hét alatt* szélesebb felszínsüllyedés jöhet létre. Ezek lefolyását a bezárt bányák miatt már nem tanulmányozhattuk.

Egymás felett lefejtett telepek esetén, a kőzetszilárdsághoz igazodva 5-10°-kal kisebb határszög számítható, emiatt a már fellazult térszínen *szélesebb lesz a felszínsüllyedés hatástávolsága (Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989; Somosvári Zs. 1989).* Az egyes fejtési mezők letermelése az anyagátrendeződés miatt, több szakaszban újabb felszíni mozgásokat válthat ki. *A süllyedések méretnövekedése a gépi frontfejtésekhez köthető,* mert a hidraulikus pajzsegységek folyamatos léptetése nyomán az aláfejtett, biztosítás nélkül maradó kőzettömeg visszaomlik. Védendő létesítmények érdekében megfelelően kiválasztott pillérek bennhagyásával, különböző tömedékelési eljárásokkal a süllyedés technikailag elhanyagolható mértékűre csökkenthető. Azonban egyrészt ezeket a módszereket a természetközeli területeken (erdők, gyepek stb.) nem alkalmazták a kárelhárítás költségei miatt, másrészt a süllyedések még akár egy évtizeddel később is mérhetőek *(Ládai J. T. 2002),* amely a geológiai értelemben vett süllyedési ütemhez hasonló léptékű, alátámasztva ezek üledékgyűjtő szerepét.

A dolgozatban *Erdősi F. (1987)* csoportosítása alapján, *a bányászati* térszínen kialakult ***mélyedéseket méret szerint csoportosítva morfológiai típusonként*** a következőképpen használtam: *süllyedési teknő > süllyedési mező > berogyás > horpa.* A formarendszer kialakulását és jellemző tulajdonságait a szakirodalom alapján részletesen elemeztem *(Sütő L. 2006),* ezért ezekre itt nem térek ki. A telepek felett közvetlenül kialakuló *omlásos zóna morfológiailag is lényeges,* mert ebben a kőzetek teljesen összetörnek és meglazulnak *(1. ábra).* A *repedéses zónában* a töredezettség ellenére a rétegek folytonossága megmarad, ezért teherbírásukat részben megőrzik, majd az *áthajló zóna* következik, ahol a kőzetek törésmentesek *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989).* Ezért a fellazult fedő kisebb teherbírása miatt e zónák meghatározása geomorfológiai és bányászati szempontból is fontos.

A felszínsüllyedések kialakulásától kezdve megindul a térszín elegyengetődése, az eróziós-deráziós folyamatok a módosult lejtésirányok által kijelölt új erózióbázishoz igazodnak *(Erdősi 1987, Wach, J. – Szczypek, T. 1996, Jankowski A. T. 2000).* Az így kialakult üledékgyűjtőt nemcsak a bányaterület, hanem a természetes felszín laza molassz üledékei is feltöltik. A külső erők hatására zajló másodlagos folyamatokat *Erdősi F. (1987)* mecseki, *Botkin, D. B. – Keller, E. A. (1995)* Appalache-hegységi, *Wach, J. – Szczypek, T. (1996)* felső-sziléziai és ribnyikszki bányakörzetében végzett vizsgálatai adatokkal is részletesen jellemzik *(Sütő L. 2006).*

A ***külfejtések*** a közvetlen exkavációs antropogén formák, amelyek akár a 4-500 m mélységet és a 80-100 km^2 felületi kiterjedést is elérhetik, mint azt *Szabó J. (1993)* kölni példával jellemezte. Az Amerikai Egyesült Államokban a külfejtések nyomán több ezer km^2 felületet bolygattak meg, amelynek 1995-ig alig felét állították helyre *(Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995).*

A ***meddőhányók****ra a szemiantropogén folyamatok jellemzőek,* felhagyásuk után a természetes földtani-felszínformáló erők által fejlődnek tovább *(Szabó J. 1993). Lehmann A. (1980)* szerint a mélyművelésű és a külszíni bányák hányói hasonló szerkezetűek; utóbbiakra a kisebb pirittartalom miatt az égési folyamatok nem jellemzőek. Fontos különbség még a külfejtéseket fedő talajok humusztartalma, amelyet szakszerűen leművelve, az eredetihez hasonló termőhely könnyebben kialakítható *(Kerényi A. 1995).*

A hányók elsődleges rézsűoldalainak pusztulásában többen kiemelik a lejtős tömegmozgások szerepét *(Csorba P. 1986; Erdősi F. 1987).* Majd a formákat különböző típusú mikromorfológiai változások tagolják tovább. *Csorba P. (1986)* szemcseösszetételi vizsgálatai – riolittufa meddőhányókon – a fizikai -kémiai mállás következtében finomodó anyagot jeleznek. Felszínüket a lejtőviszonyoktól függően különböző mélységű eróziós barázdák árkolják fel, törmelékfolyások, köpenycsuszamlások egyengetik felszínét *(Csorba P. 1986; Erdősi F. 1987).* A folyamatok hatékonyságát a növényzeti fedettség és a lejtőszög jelentős mértékben befolyásolja. A lejtőmeredekséggel nő az erózió mértéke, az évszakos környezeti változások által befolyásolva *(Erdősi F. 1987).* A növényzet megtelepedése nyomán a felszínformáló folyamatok lefékeződésével meredekebb rézsűoldalak is fennmaradhatnak *(Lehmann A. 1980; Csorba P. 1986).*

3.3. A területhasználat időbeli változásainak értékelése

A történelmi eseményekre, életmódra vonatkozó leírások egy adott kor kultúrtájának komplex földrajzi jellemzését adják *(Györffy Gy. 1987; Frisnyák S. 1995; Karátson D. 2002).* A pillanatnyi területhasználat egy sajátos többtényezős rendszer folyamatos változásának a következménye. Az ökológiai szemlélet elterjedése vezetett oda, hogy a *tájtörténeti kutatások* önálló szakterületként jelentek meg, felölelve több tudomány képviselőit *(R. Várkonyi Á. szerk. 2000).*

Frisnyák S. (1995) foglalta össze az egyes történelmi korszakokban *a kultúrtáj formálódásának lépcsőfokait* a korabeli Magyarországon a honfoglalástól napjainkig. A természeti környezet és a társadalom fejlődése közötti kapcsolat értelmezése alapján *Szegedi S. (2002) a kárpát-medencebeli*

kultúrtáj kialakítását öt időintervallumra osztotta a benépesülés kezdetétől a vízrendezési és vasútépítési munkálatok kiteljesedéséig. Ebben a negyedik szakasz második felére, a 18-19. századra tette a bányászat szerepének növekedését. Az energiahordozó cseréjét a környezetátalakulás egyik kiváltó okaként tüntette fel. Szerinte az ipar fejlődését időbeli késéssel követte a fa helyett a szén felhasználása, viszont a megnőtt energiaszükséglet miatt ez a nagyarányú erdőirtások és a tájhasználat-váltás egyik meghatározó tényezőjévé vált *(Szegedi S. 2002).* Vizsgálataim részben alátámasztják véleményét, azonban Borsodban a folyamat időben még inkább eltolódott, amelynek okaira később térek ki. A módszerek kiválasztásában, a következtetések levonásában jelentős segítséget nyújtottak *Dobány Z. (1999, 2004)* a Borsodi-medence Sajótól É-ra eső részén, valamint a Csereháton végzett történeti földrajzi tanulmányai. Eredményeinek alapos kiegészítését és elemzését ezen munkák – elsősorban ábraanyagában – bővített kiadásai és újabb területek bevonása jelenti, amelyek térinformatikai feldolgozása kutatásaink összehasonlító elemzését teszi lehetővé *(Dobány Z. 2010a, b, c).* Következtetéseink több szempontból jó egyezést mutatnak *Demeter G. (2006)* és társai *(Szalai K. et al. 2002)* által a morfomatriai paraméterek és a területhasználat összefüggéseiről a Borsodi-medence nyugati részén leírt gondolataival.

A klasszikus történeti földrajzi megközelítést kiegészítve egyre több kutatást végeznek egy táj állapotának jellemzésére nézve, valamely történelmi korszakban. Az antropogén hatások tájtörténeti szerepéről *Füleky J.* szerkesztésében 1997 óta jelennek meg konferenciakötetek *(Füleky J. szerk. 1997).* Többen vállalkoztak egy táj földhasznosítási viszonyainak és természetes növényzetének történeti léptékű leírására, amellyel a természeti adottságokhoz jobban igazodó területhasználat kialakítását javasolták *(Karancsi Z. 2002; Nagy D. 2003; Papp S. et al. 2004; Szilassi P. 2006).* Disszeertációm megírása után, a legújabb eredményekről és módszerek alkalmazásáról jelent meg konferenciakötet *(Szilassi P. – Henits L. 2010).* Mindezek az általam végzett tájhasználati vizsgálatok további pontosítására, a tájtörténeti és felszínformálódási összefüggések más típusú megközelítésére, a különböző tájtípusok összehasonlítására nyújtanak lehetőséget.

A *tájhasználati változások tájökológiai módszerek felhasználásával* is alátámaszthatók. A tájökológiai mutatók kiértékeléséhez fontos szem előtt tartanunk, hogy ezek eredetileg természetes tájtípusok értékelésére szolgáltak, ebből adódóan a kapott eredmények mást jelentenek a területhasználatra nézve *(Mezősi G. – Fejes Cs. 2004).* Véleményem szerint a tájtörténeti folyamatok ismeretében a folttípusok tulajdonságainak és térbeli mozaikosságának változásában nyomon követhetők az antropogén hatások, így e muta-

tók használhatók az emberi beavatkozás mértékének becslésére. A tájszerkezet koronkénti állapotértékelésére szolgáló mutatókat *Csorba P. (1997), Mezősi G. – Rakonczai J. (1997), Lóczy D. (2002)* írta le. Az egyes időintervallumok uralkodó tevékenységének kiemelésével általánosíthatjuk, hogy egy tájegység a kultúrtáj mely típusát képviseli *(Dobány Z. 2004).* Ezek időbeli változása pedig megmutatja, hogy a természeti erőforrások kiaknázásával milyen lépcsőfokokon keresztül jutunk el a mai állapotig.

A nehézipari eredetű tájváltozások értékeléséhez leginkább *Juhász Á. (2004)* krízisterületeken végzett kutatási eredményeit használtuk fel. A *bányászat okozta bolygatás* mértékének megállapítására *morfometriai analízis*en nyugvó *aktuálgeomorfológiai térképezés*nek nevezett ***domborzatminősítő rendszert*** dolgozott ki. Az így tipizált, azonos dinamikájú felszíntípusok elkülönítése a bányászati eredetű formák fejlődésének megállapításában, a bolygatott felszínrészletek elkülönítésében adott támpontokat.

3.4. A terület megismerésének célzott jellemzése

3.4.1. A földtani adottságok értékelése

A földtani adottságok tanulmányozását két szempont miatt tartottuk fontosnak. Elsőként arra kerestünk választ, hogy a *szerkezeti és rétegtani jellemzők* mennyire befolyásolták *a mai felszín kialakulás*át. Másrészt a *széntelepes rétegsor* tulajdonságai befolyásolták a *bányászat lehetőségeit*, később annak *utóhatásait* (meddőhányók tulajdonságai, felszínsüllyedések lefolyása stb.). Az antropogén terepidomok pedig, bekerülve a természeti rendszerbe, maguk is helyszíneivé váltak a felszínfejlődési folyamatoknak, módosítva a jövőbeni területhasználati lehetőségeket.

A szén gazdasági jelentősége miatt már 1854-ben megtörtént a borsodi lelőhelyek első jellemzése és anyagelemzése *(BSzT, 1960; Lehoczky A. 1965; Zsámboki L. 1988).* A Borsodi-szénmedence földtani térképezése *Schréter Z. (1917, 1923, 1952)* nevéhez fűződik. A nagyobb összefoglaló munkák eredményeit *(Schréter Z. 1929; Vadász E. 1929),* valamint a különböző rétegtani adattárak anyagait legutóbb *Püspöki Z. (2002) és Ádám L. (2006)* dolgozták fel, az üledéksor modern szekvenciasztratigráfiai értékelését adva. A területről a Bükkhöz kapcsolódóan *Balogh K. (1964)* szerkesztésében megjelent rétegtani leírás részben megerősítette az addigi eredményeket a barnakőszén keletkezésével kapcsolatban. A genetikai besorolás és a korbeosztás idővel változott, de a területi kifejlődés, a szén- és kísérő kőzeteinek leírása több vonatkozásában máig elfogadható.

A II. világháború után kikényszerített iparfejlesztéshez kapcsolódóan több ezer kutatófúrással tárták fel a széntelepes összletet, amelyek feldolgozását a Magyar Állami Földtani Intézet és a Borsodi Szénbányászati Tröszt szakemberei végezték el, majd jelentették meg belső adattári anyagokban és publikációkban *(*a fontosabbak *Radócz Gy. 1965, Juhász A. 1961, 1965, 1966, 1970).* A széntelepek kialakulásának ősföldrajzi viszonyait *Bohnné Havas M. (1985)* és *Radócz Gy. (1993)* tisztázta. A legújabb földtani újrafelvételezés eredményeként készült el az új térkép *(Budinszkyné Szentpéteri I. et al. 1999),* melynek 1:25 000 lapjaiba az egyetemi kollégák révén betekinthettem. A megfigyelések alapján közös publikációk is készültek *(Sütő L. – Szalai K. 2001, Sütő L. et al. 2002, 2005)*, amelyekben a morfológiai viszonyok, illetve a bányászat földtani összefüggéseit vizsgáltuk.

3.4.2. A geomorfológiai kutatások értékelése

Az uralkodóan molassz üledékekből álló térszín aljzatát erőteljes tektonikai hatások érték *(Juhász A. 1961; Kozák M. et al. 2001, Püspöki Z. 2002),* hegylábfelszíni helyzeténél fogva völgyekkel jelentős mértékben felszabdalt terület *(Hevesi A. 2002).* A kőszén gazdasági értéke miatt alapos és sokrétű földtani szakirodalmat kevesebb morfológiai elemzés kísérte. A térség egyik legismertebb kutatója, *Peja Gy.* már az 1950-es évektől publikálta a Bükk É-i előterén végzett megfigyeléseinek eredményeit *(Peja Gy. 1956a, 1956b, 1959, 1975).* A *Bükkhát fő völgyeit formakincs alapján tipizáló tanulmánya* elsők között mutatott rá a *tektonika és a völgymorfológia kapcsolatára (Peja Gy. 1956b).* A csuszamlásos és deráziós formák eloszlásában megfigyelt szabályszerűségek leírása segítette a geomorfológiai térkép elkészítését és elemzését. *Peja Gy. (1956a)* már ekkor felhívta a figyelmet a *felszínformák* pontos *ismeretének közvetlen gazdasági hasznára,* ha például bányanyitás során meddő járathosszt rövidítenek általa.

A *földtani és geomorfológiai adottságok közötti kapcsolatrendszer kérdését* – eltérő álláspontokkal – többen is felvetették. *Peja Gy. (1956b) morfológiai megfigyelései szerint* a Sajó jobb oldali mellékvölgyei, a Bükk kiemelkedése során DK-i irányban féloldalasan kibillenő rögök közötti törésvonal mentén vágódtak be. Ezért rendelkeznek aszimmetrikus – Ny-i oldalukon lankásabb, a K-i oldalon meredekebb – lejtőperemmel. *Juhász A. (1961) a bányaföldtani alapadatok alapján* állítja, hogy az alaphegységi vetők rendszertelen csapásiránya miatt csak a Bán-, a Tardona- és a Haricapatak völgyének egy-egy szakasza tektonikus eredetű, azzal az észrevétellel, hogy ezek általában a feltagolt aljzat sasbércein, vagy lépcsős vetődések

közepén helyezkednek el. Ugyanakkor több, a nagytektonikai mozgásokhoz köthető vetőt ír le, amelyek egy-egy árok, sasbérc határát jelölik ki, mint például a Bán-völgyön a Hugó-, az Ádám-völgyön át Ormosbányáig a Kakuk-, Kondótól Baross-aknáig a Kondói-, valamint a Nyögő-patak jobb partján a Nagykorcsolyási-vető *(Juhász A. 1961) (2. térkép).* A széntelepes rétegsorra jellemző tektonikai események korát még nem tudta pontosan beazonosítani. Újabb hegységszerkezeti kutatások alapján kiderült, hogy ezeket a *kárpáti-bádeni* határon lezajlott mozgások hozták létre, de bizonyítékok vannak a *szarmata* után keletkezett ÉÉK-DDNy-i csapásirányú vetőkre is *(Kozák M. et al. 2001, Püspöki Z. 2002).*

Szabó J. (1979) a felszínfejlődés jellemzőiből következtetett arra, hogy a dombság fő völgyeinek aszimmetrikus hátravágódása a keleties irányú lejtő-lealacsonyodásnak köszönhető. Emiatt tolódtak el a patakok jobb oldaluk felé, meredekebbé téve az alámosott keleti völgyoldalt. Ezt erősítette szerinte a csapadékvíz általános lefolyási iránya is, amelynek nyomán hosszabbá váltak a bal parti szubszekvens völgyek. Ezen okok miatt fejlődtek a mellékvölgyek is aszimmetrikusan. A Sajó felé tartó lealacsonyodás okozta a D-i lejtőoldal lankásabb, s az É-i meredekebb lefutását.

A Bükkhát legújabb földtani, felszínalaktani értékelését *Hevesi A. (2002),* valamint *Kozák M. - Püspöki Z. (2002)* alkotta meg. Kutatásaikhoz kapcsolódva *Sütő L. - Szalai K. (2001)* az eltérő kőzettani felépítésű térszínek geomorfológiai kapcsolatait vizsgálták. *Szalai K. (2004)* az Upponyi-hegyháton statisztikai módszerekkel bizonyította a tektonikai viszonyok felszínalaktani összefüggéseit. *Püspöki et al. (2005)* a kőzettani felépítés és a lejtőmeredekség közötti kapcsolatok korrelációját adta meg a Bükkhát területén. A jellegzetes felszínformák leírásai különböző konferenciakötetekben jelent meg *(például Hevesi A. 2005).*

3.4.3. A szénbányászat és a tájrendezés szakirodalmi vonatkozásai

A Borsodi iparvidék országos jelentősége miatt az ide vonatkozó szénbányászat történetét már többször összefoglalták. A legszélesebb körű, máig kéziratos anyag összeállítása *Ürmössy Lajos* bányamérnök nevéhez fűződik *(BSzT, 1957a-e, 1960).* A Miskolci Egyetem levéltárában, valamint a Borsodi Bányavagyon-hasznosító Kht. irattárában fellelhető forrásmunkákban tételes alapossággal szerepelnek korabeli levéltári és egyéb adatforrások, fotókópiák, a bányatelepek térképállománya, valamint a bányászat történetének igen részletes leírása. Ezeket az 1960-as évek történetétől újabb kötetekkel egészítették ki *(BSzT, 1992a, 1992b, 1994).* A később megjelent

monográfiák jobbára ezt dolgozták fel, egyéb forrásokkal kiegészítve *(Lehoczky A. 1965, 1967, Bertalanfy B. et al. 1986, Zsámboki L. 1988, Mándy A. – Zsámboki L. 1996).* A hazai szénbányászat adatainak statisztikai összegzését *Halkovics L. (2003)* közölte. A termelési adatok részletezését a témában nem gondoltuk szükségesnek, a nagyságrendeket egy-egy jellemző értékkel adtuk meg, ahol a környezetváltozás szempontjából fontosnak tűnt.

A bányászat változatos környezeti hatásai miatt a területrendezési feladatok sokoldalú megoldást igényelnek. A törvény rekultivációt ír ugyan elő, de a tájrendezéssel, kárelhárítással foglalkozó rokontudományok képviselői saját szempontrendszerüknek megfelelően kicsit másként értelmezik az ide tartozó fogalmakat *(Szőnyi L. 1957, 1961; Tóth S. (szerk.), 1985; Kerényi A. 1995; Csemez A. 1996; Juhász Á. 1999, 2004; Buócz Z. 2000). Dávid L. (2000)* PhD disszertációjában részletesen elemezte a magyar szakkifejezéseket és párhuzamosította azokat angolszász megfelelőikkel. Ezért ezzel nem foglalkoztunk, mert a felsorolt szerzők – a különbségek ellenére – hasonlóan gondolkoznak róla. Másrészt a műszaki, biológiai tereprendezés módszertana napjainkra kidolgozott. Az egyedi esetek ugyan sokszor eltérő gyakorlati megvalósítást kívánnak meg, de ezek kutatása nem része a dolgozatnak. Ezért csak a tájba illeszkedés és a tájrendezés kapcsolatát elemeztem az egyes formatípusoknál, de nem ismételtem meg a korábbi tanulmányokban kifejtett eljárásokat (*Szabó J. 1979; Gyurkó, et al. 1984; Erdősi F. - Lehmann A. 1984; Geffert K-né, 1986; Csemez A. 1996; Dávid L. 2000; Buócz Z. 2000; Hahn Gy. - Siskáné Szilasi B. 2004).*

Jóllehet még az 1980-as években elkezdődött a tájrendezés rendeleti szabályozása, többek között rekultivációs alap elkülönítésével, de a korábbi hiányosságokat már nem tudták megoldani. A fellelhető adatok alapján az az addig felhagyott bányaterületek 60 %-a rendezetlen *(Hahn Gy. – Siskáné Szilasi B. 2004).* Az Amerikai Egyesült Államokban hasonló rekultivációs arányokat tapasztalhatunk az 1960-as évekig. Ezért a formák tájba illeszkedése olyan lassan zajlott, hogy méretüknél fogva műholdról is tanulmányozhatók a napjainkig roncsolt, fedetlen, spontán növényzeti megtelepedéstől mentes térszínek *(Botkin, D. B. – Keller, E. A. 1995).*

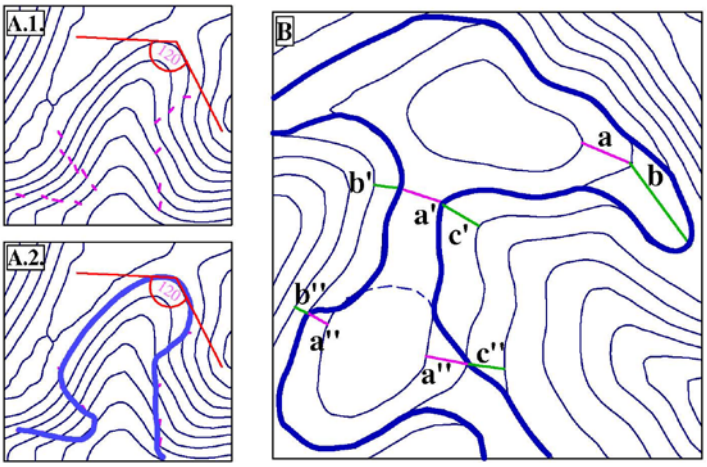
Az 1990-es években a bányatrösztök utódaként létrejött bányavagyon-hasznosító vállalatok *(a területen Borsodi Bányavagyon-hasznosító Rt),* többek között a tájrendezési munkákat koordinálták. Ezt szabályozza az 1997-ben módosított, 1993. évi XLVIII. Tv. *(Bányatörvény),* valamint az 1995. évi LIII. Tv. *(Környezetvédelmi törvény),* bár a gyakorlati végrehajtás még több hiányosságot rejt magában.

4. KUTATÁSI MÓDSZEREK, ADATBÁZIS, ADATKEZELÉS

4.1. A geomorfológiai viszonyok vizsgálati módszerei

A mai kép értelmezéséhez ***geomorfológiai térképet*** készítettünk *(3. térkép), Homoki Erika* közreműködésével. A terület kiterjedéséből adódóan a többszöri terepbejárás után is maradtak kevésbé ismert részletek, amelyek szerkesztését terepi tapasztalatok alapján terjesztettük ki.

Az elkészítéshez *Ádám L. és Pécsi M. (1985)* módszertani kézikönyvét használtuk. Az egységes formalehatárolás érdekében az eddigi eljárásokhoz képest technikai kiegészítést dolgoztam ki. A térinformatika korában szükségtelennek tűnő munkát azért vittem végig, mert úgy gondolom, hogy egy terület formakincsének áttekintéséhez komplexitása miatt továbbra is használható térképi végeredményhez juthatunk.



2. ábra: A völgyek *(A)* és völgyközi hátak *(B)* határvonalának szerkesztési módszere

Elsőként a szintvonalas térkép idomvonalaiból megrajzoltam a terület morfológiai „csontvázát". A ***völgyek határvonalának kiszerkesztése*** során megoldandó feladat, a völgy és a lejtőoldal elválasztása. Módszertanilag a völgyfő határvonala ott húzódik, ahol a mélyvonalat összezáró szintvonal görbülete 120 fokosnál nagyobb hajlásszögű *(Félegyházi E. et al. 1999).*

Ezt módosítottam úgy, hogy a völgyfőt kirajzoló szintvonalon, a mélyvonallal képzett metszéspontjából kiindulva, mindkét irányban *megkerestem az első inflexiós pontot (A1)*, értve ezalatt azt a helyet, ahol a szintvonal elője-

les görbülete előjelet vált *(2. ábra).* Innen a mélyvonal mentén lefelé haladva minden szintvonalon hasonlóan jártam el. A megfelelő inflexiós pontok összekötésével kirajzolódik a völgy határvonala *(A2).* Így ábrázolva a völgyeket futásvonaluk szabálytalanabb, mint más szerzők geomorfológiai térképein, de terepi megfigyeléseim alapján jobban visszaadják a valós formát.

A ***völgyközi hátak*** tetőszintjének ***elhatárolásához*** abból a terepi tapasztalatból indultam ki, hogy a laza üledékekből felépülő dombságokon a völgyközi hátak tetőszintjét körbevevő lejtőoldal általában meredekebbé válik. Ez nem feltétlenül markáns lépcső, de jelzi, hogy ezen a térszínen már a lejtőformáló folyamatok az uralkodóak. Ezért a térkép készítésekor *megvizsgáltam a tetőt lezáró* első három alapszintvonalat *(2. ábra).* Megmérve az első és a második *szintvonal távolságát,* összehasonlítottam a két utána következő szintvonalközzel. Ha az alacsonyabb magasságú szintvonalak köze kisebb lejtőszögű volt, úgy azt a tetőszinthez soroltam *(a, b).* Körbemérve a teljes szintvonalat, kirajzolhatók a tetőszinthez tartozó szintvonalközök. Ezt addig ismételtem a következő alacsonyabban fekvő alapszintvonal bevonásával, amíg adott szakaszon nagyobb meredekségű szintvonalközhöz értem *(a"b"; a"c"),* ahol a magasabb szintvonalon a tetőt lehatároltam. A hosszú, keskeny gerincek megadásához, amennyiben azok nem érték el a 100 m szélességet (de hosszúságot igen), a formát kijelölő azonos magasságú alapszintvonal távolságát hasonlítottam össze az alatta következő alapszintvonal közével *(a' b' c').* Amennyiben két kijelölt tetőszint között a lejtőszög olyan alacsonynak bizonyult, hogy az általam mért módszerrel azok peremei összeértek, egységes tetőszintet rajzoltam meg, a nyerget figyelmen kívül hagyva. Ahol viszont a szomszédos tetőszintek között markáns lealacsonyodás történt, ott a szintvonalközök alapján nagyobb a lejtőmeredekség, így a két tetőszint elkülöníthető, a nyereg megrajzolható.

E *módszertani kiegészítések* segítségével olyan *geomorfológiai tulajdonságok különíthetőek el,* mint a völgyközi hátak felszabdaltsága, a völgyek hátravágódásának mértéke, a tetőszintek völgyfők általi felemésztődése vagy az alacsonyabb rendű mellékvölgyek benyergelődése nyomán kialakult alacsonyabb tetőszintek. Az eljárásnak köszönhetően technikailag egyértelműen ismételhetővé válik a szerkesztés, a kutató személyétől függetlenül.

A domborzat ***morfometriai elemzéséhez*** IDRISI térinformatikai szoftverrel, *Németh Gáborral* elkészítettük a terület *lejtőkategória- és lejtőkitettségi térképét* 10 m-es szintvonalközökre. A *geomorfológiai* térképvázlat *elemeit* 1:10 000 méretarányban GeoMedia Professional 5.2. *vektorgrafikus térinformatikai rendszerbe illesztettük.* Így a felszínformákat zárt poligonként jelenítettük meg, alkalmassá téve adatok lekérdezésére.

A digitális térképlapok fedvényein kapcsolatot kerestünk az egyes felszínformáló folyamatok térbeli rendje és a kőzettípusok között. Megvizsgáltuk a csuszamlások, a lejtőkitettség és a lejtőmeredekség, valamint a csuszamlások, a völgyek és a lepusztulásszintek magassági viszonyainak kapcsolatát. A dombság völgyfejlődésére a fő vízválasztó gerincek elhelyezkedéséből vontunk le következtetéseket. Ehhez derékszögű koordináta rendszerben EOTR koordinátáikkal rögzítettük *a tetőpontok*at és *ezekre trendvonalat illesztettem*. Az így kapott egyenesek irányát elemeztem a szerkezeti viszonyok, a tetőpontokat pedig a trendvonal menti elhelyezkedés alapján.

Az aljzat szerkezeti vonalainak átöröklődését *völgyirány-statisztikai elemzés*sel, valamint a fentebb említett trendvonalakkal próbáltuk bizonyítani. Adatbázisként a Szénbányászati Tröszt és a bányaföldtani tanulmányok szerkezeti adataira *(BSzT, 1957a-e, 1960)*, valamint a földtani újrafelvételezés eredményeire *(Kozák M. et al. 2000)* támaszkodtunk, amelyek magukban foglalják a paleozóos alaphegységen és a Bükk É-i peremén végzett méréseket is. Az összegyűjtött szerkezeti irányokat összehasonlítottuk a felszínalaktani térképről leolvasott völgyirányok adataival. Ehhez felhasználtuk *Szalai K. (2004)* módszerét, nem mélyedve el a részletvizsgálatokban (rendűség, kőzettípusok stb.). A morfometriai térképekről nyert adatokat minden esetben leválogattuk a vízgyűjtők mindkét oldalára, a teljes vízgyűjtőkre, majd a dombság egész területére.

A csuszamlások fejlődésmenetének meghatározásához, a terepi megfigyeléseket a nagybarcai *Hét-tó* egyik *hepéjében* mélyített *fúrásból* nyert adatokkal egészítettük ki. A minták szemcseösszetételét a Debreceni Egyetem földrajzi tanszékeinek laboratóriumában Köhn-pipettával határozták meg (MSZ 08-0205-1978).

A feltárt adatok segítségével értelmeztem a felszínfejlődés folyamatát, figyelembe véve *Pécsi M. (1988, 1991), Pinczés Z. (1977; et al. 1993), Hevesi A. (1980),* valamint *Schweitzer F. (1993)* középhegységi maradványfelszínek kialakulására és térbeli helyzetére megfogalmazott következtetéseit.

4.2. A felszínsüllyedések számítási módszerei és értelmezése

A dolgozat jellegéből adódódóan nem egyedi káresemények pontos meghatározását, hanem a montanogén felszínsüllyedéseknek a dombság felszínformálódásában betöltött szerepét mutatom be. Ehhez a süllyedések feltételezhető vízszintes és függőleges maximumértékeit számítottuk ki, GeoMedia Professional 5.2. térinformatikai szoftverben.

A ***felszínsüllyedéssel érintett térszínek térkép***ének elkészítéséhez rögzítettem a bányabejáratokat *(1. melléklet)*, a lefejtett területek határvonalát, minden egyes fejtési mező felszín alatti mélységét, telepvastagságát és telepszámát. Az adatbevitelben és a lekérdezésekben *Homoki Erika, Németh Gábor és Sütő Péter* segített. A 18-19. századi kiterjedési adatokkal nem jellemezhető bányákra a meglévő adatokból becsült átlagot számoltunk. A fejtési mezők foltjaiból és a 3D dombormodell szintvonalas metszetéből súlyozott területi átlagot számítva fejtési mezőnként meghatároztuk a fedő átlagvastagságát. Így a maximális hibahatár értéke 1:25 000 térképi ábrázolással nem haladta meg a 0,6 mm-t. Ezek után a *fejtési mezők mozgással érintett hatástávolságát* az alábbi tapasztalati képletből számítottuk *(Martos F. 1955):*

$$r = H^{*}\mathrm{ctg}\beta$$

r a hatástávolság (m); H az átlagos fedővastagság; β a határszög (m)

A szükséges határszöget *Somosvári Zs. (1989)* képletéből kaptuk meg:

$$\beta = arc\mathrm{ctg}\left\{\frac{1}{0{,}618k}\ \ln\frac{0{,}585 * M * s(1-\eta_t)}{\Delta w}\ -\ \frac{1}{k}\right\}$$

β a határszög; k az empirikus kőzetminőségi állandó (lágy molassz üledékben értéke: 7,5); M a lefejtett telepvastagság (m); s a süllyedési tényező, értéke: 0,85; Δw a süllyedés mértéke (β számításánál a technikailag süllyedésmentes térszín pereme, értéke: 0,015); η_t: tömedékelési hatásfok, omlasztásos fejtésben értéke: 0, kamra- és pillérfejtésben értéke: 0,55

Az így számolt távolságot a fejtési mező felszíni vetületének határvonalától szerkesztettük meg GeoMedia szoftverben. Szimmetrikus hatástávolságot a közel szintes kőszéntelepek miatt használhattunk, mert ezek felett a süllyedések a Gauss görbéhez hasonlók. Azokban az esetekben, ahol több telepet fejtettek egymás alatt, kimetszettük a közös felületeket, és az ehhez tartozó módosított hatástávolságot szerkesztettünk meg.

A ***süllyedések maximális mélységének becslésére*** több egyenlettel próbálkoztunk *(Martos F. 1955; Nir, D. 1981; Somosvári Zs. 1989; Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989).* Ellenőrzésként a Lyukó-patak völgyében mért 1,8 m maximális mélységű horpát használtuk fel, amely az elméleti profilgörbéhez hasonló lefutású. A legjobban közelítő eredményt *Martos F.* és *Somosvári Zs.* matematikai összefüggése mutatta. Végül utóbbi képletét választottuk, mert ebben megjeleníthető a változatos tömedékelési hatásfok értéke. Ezek alapján az elméleti maximális süllyedés:

$$(W_{0\,max})_{\max} = M^{*}s^{*}(1-\eta_t)$$

$(W_{0\,max})_{max}$ a maximális süllyedés (m), a többi adatot fentebb leírtam

A *süllyedési értéket csökkenti* az üregfelhagyás módja. Omlasztásos fejtések esetén – amelyek a II. világháború után indultak – a maximális süllyedés teljes mértékben bekövetkezhetett, míg kamra- és pillérfejtéseknél a tartópillérek védőhatása miatt ez csak részleges maradt *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989)*, így a képletben 0,5-es tömedékelési hatásfokkal számoltunk. Második *módosító elem a felületi tényező (vö. 3.2.3.). Somosvári Zs. (2007) szóbeli közlése* alapján, a felületi tényező helyett egyszerűsítve számolhatunk a fejtési mező belseje felé visszamért határszöggel *(1. ábra).*

A *morfológiai változásokhoz szükséges zónák meghatározásához*, valamint a süllyedési mező mélység szerinti tagolásához a profilgörbe inflexiós pontjának helyzetét adtuk meg. *Somosvári Zs. (1989)* alapján *az inflexiós pont felszíni vetülete* közelítőleg egybeesik a fejtési mező peremének felszíni vetületével, azaz a digitalizált fejtések határvonalával. Mélysége pedig *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989):*

$$S_i = 0{,}61 * S_{max}$$

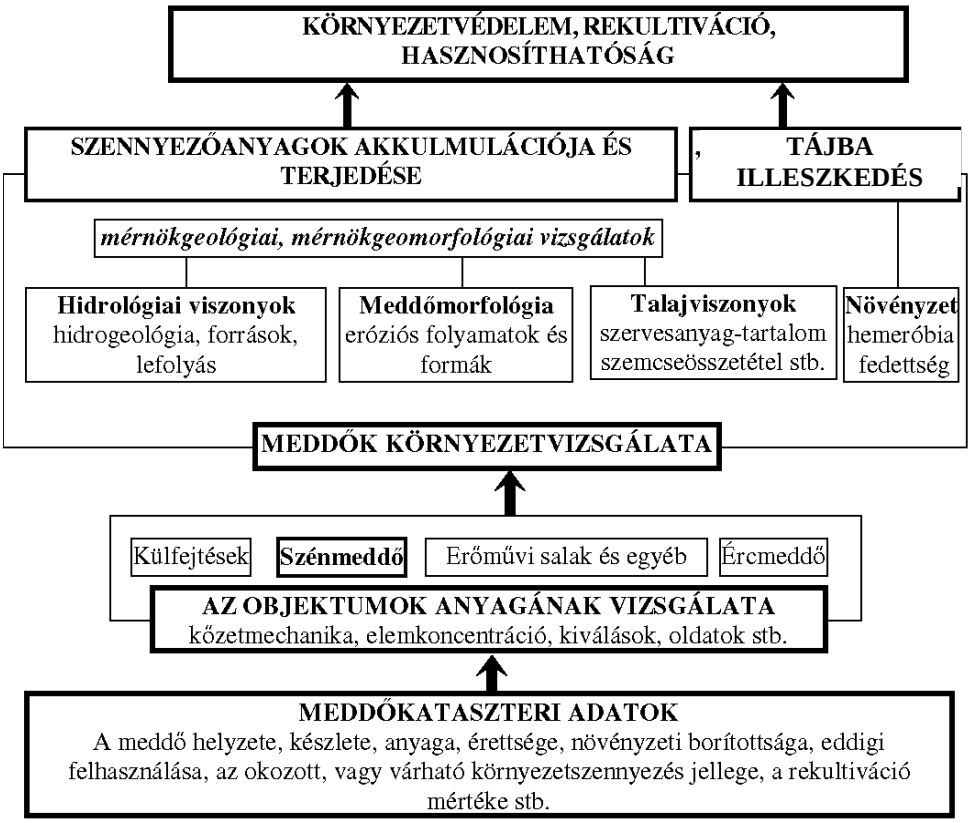
S_i: az inflexiós pont mélysége (m), S_{max} a maximális süllyedési pont mélysége (m)

Ezek a pontok a hatástávolsághoz hasonlóan izovonalként értelmezhetők, ezért ettől a süllyedés határvonaláig tartó sávban a mélységet S_i - 0 értékkel ábrázoltuk. Az inflexiós pontok vonalától *a süllyedés belseje felé* ábrázolt zónát a már említett *lejtős tömegmozgások* túlsúlya, az attól *kifelé* eső sávot pedig az *árkos elvetések miatt* a térképen külön jelöltük. Több egymás felett leművelt telepnél a hatástávolságot hasonlóan számítottuk, *figyelembe véve* a többszörösen aláfejtett részfelületekre érvényes *szuperpozíció elvét (Somosvári Zs. 1989).* Azaz a molassz üledéksort dinamikus közegként értelmezve a kimetszett felületeknél az alattuk húzódó fejtési mezők vastagságát összegeztük.

4.3. Meddőhányók környezetvizsgálati rendszere

A munkához elsőként a meglévő kataszteri felvételeket, adatsorokat gyűjtöttük össze. A Miskolci Egyetem Ásvány- és Kőzettani Tanszékéről az 1980-as években készített Országos meddőkataszterezés adataihoz jutottunk hozzá. Az akkori szerzők (*Egerer F. – Namesánszky K. 1990*) a kataszter összegzésében már javasolják a szénmeddők további kutatását, a területfejlesztési irányok kijelölése, valamint a környezeti veszélyforrások lehatárolása miatt. Ezért egy olyan ***lépcsőzetesen egymásra épülő vizsgálatsorozat***ot dolgoztunk ki, amelyben *a meddőhányók veszélyessége alapján* terjesztjük

ki egyre teljesebbé az elemzéseket *(3. ábra).* A munka első szakaszában kataszteri felméréssel és mintavételezéssel felfrissítettük az adatbázist *(2. melléklet).* Ebben *Homoki Erika* és *Kozák Miklós* segített.



3. ábra: A lépcsőzetesen egymásra épülő meddővizsgálatok rendszere *(Sütő L. 2000)*

A kialakított meddőhányók anyaga elég változatos, emiatt a reprezentatív mintavétel biztosításához durvatörmelékes feltárásokra alkalmazott módszert használtunk *(Kozákné Torma J. – Kozák M. 1980).* A meddőhányókon másodlagos anyagnyerés céljából létesített feltárásokból – a vulkáni kőzetekre hasonlító anyagból – 2-3 mázsa mintát gyűjtöttünk be. Megmintáztuk továbbá a széntelepes összletet magába foglaló vörösagyagos aleuritot a természetes és a kiégett meddőkőzet összehasonlításához.

A felszínre került meddőkőzetek ***szövete és ásványtani jellemzői*** az eltérő külső környezeti feltételek nyomán ***megváltoztak,*** ezek elemzéséhez Homoki Erikával 50 db makroszkópi és 50 db vékonycsiszolatot készítettünk

az Ásvány- és Földtani Tanszéken. A vizsgálatokat egy Microphot-SA mikroszkóppal végeztük *Kozák Miklós és Csámer Árpád* segítségével, a SEM mintákat *Beszeda Imre* elemezte a Szilárdtest Fizikai Tanszéken. A meddőanyagból röntgenanalízis készült Philips PW1710 diffraktométeren *Kovács-Pálffy Péter vezetésével az* ásványos összetételre, *Kiss Beatrix* segítségével titrimetriás vizsgálatok zajlottak a főelemekre a MÁFI Laboratóriumában. A meddőanyag kiégését termikus analízissel modelleztük. Ezt *Szöőr Gyula* professzor végezte a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének Termoanalitikai Laboratóriumában Derivatograph (MOM) készüléken.

A kőszénmeddők remineralizációs folyamataiban kulcsszerepet játszó ***kiégés hőmérséklet*** becslésére a természetes meddőanyag átlagmintáiból összeállított formákat 250-1200°C között 100°C-ként növekvő hőmérsékleten kiégettük. A mintákat és a hányók kiégett blokkjait szárítókemencében légszárazra szárítottuk, majd vizet adagoltunk hozzájuk. A telítettségi állapot elérése után összetört anyagból kiégési hőmérsékletenként átlagolt referenciamintákat képeztünk, amellyel bekalibráltunk a Derivatographot. A termikus analízis során, a terepi mintákon mért adatokat hasonlítottuk össze az általunk képzett referenciaértékekkel.

A kőzetelőkészítés és az anyagminőség kapcsolatának feltárásához a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézet *fagylaboratóriumában* ***fagyaprózódási kísérlet***ek zajlottak. Ennek során különböző típusú meddőkőzeteket raktunk fagykamrába, a napi fagyváltozékonyságot modellezve. A kiválasztott vizsgálati anyagokat légszáraz és telített állapotban száraz felületre, valamint vizes közegbe helyeztük, a fagykamra hőmérsékletét mindennap 0°C fölé engedtük, éjszakára ⁻10°C-ra hűtöttük. Az egy hónapig tartó kísérlet alatt a meddőkőzetek aprózódási hajlamát figyeltük meg.

A meddőkataszter adatainak felfrissítése, a hányók csoportosítása után jelöltük ki a további kutatások formáit, majd beindítottuk a ***rendszeres terepi megfigyelések***et. A csuszamlásokat és barázdás eróziós folyamatokat 21 hónapig mértük, *Juhász Csilla, Homoki Erika és Baros Zoltán* részvételével.

A Kazinci-völgy K-i oldalán az Ádám-völgyi meddőhányón részletesebb ***környezetvizsgálat***ot végeztünk. A hidrogeológiai viszonyokat *Püspöki Zoltán* segítségével jellemeztük. A szennyező anyagok feltáródását *oldási kísérletek* elemzésével igazoltuk. A kísérlet során az egy éves periódusú oldásnak kitett minta darálás nélkül, az egy órás, egy napos, egy hetes oldásra előkészítetteket 1 cm-es szemcsenagyságúra őrölve, átlagmintaként elemezték. A kőzetminta és a hozzáadott víz aránya 1 kg:3,75 l volt. A szennyezés terjedésének folyamatát a meddőhányó környezetéből vett *vízmintá*kkal vizsgáltuk. A Debreceni Egyetem Agrártudományi Központ laborató-

riumában ICP módszerrel elemösszetételt határoztak meg (MSZ 21470-50 : 1998). A Hajdú-Bihari Önkormányzatok Vízmű Rt. akkreditált laboratóriumában kémiai vízminősítését végeztek (MSZ 450/1 : 1989): a pH, a lúgosság, a fajlagos elektromos vezetőképesség, az összes keménység, a klorid, az ammónium, a nitrit és nitrát; a karbonát és hidrokarbonát, az összes oldottanyag-mennyiség, valamint a kémiai oxigénigény mértékére.

A meddőhányók részletes talajvizsgálatát végül kihagytuk, mert néhány minta elemzéséből kiderült, hogy a hányók néhány évtizedes kora és szélsőséges tulajdonságai miatt a talajképződés csak a kezdeténél tart. A csak részben közölt *légszennyezési és mikroklíma mérések*et *Baros Zoltán-nal* kezdtük el, amelyeket aztán *Szegedi Sándorral* folytatott tovább. Évszakos méréseiket a növényzeti fedettség, a kiégés, valamint a lejtőkitettség alapján jelölték ki, a porszennyezés lehetőségét a Debreceni Egyetem szélcsatornájában vizsgálták *(Szegedi S. – Baros Z. 2004a, b).*

A növényborítottság a hányó tájba illeszkedésének időbeli lefolyása szempontjából is fontos indikátor, ezért a kijelölt formákon kvadrátozással *cönológiai felvételezések* készültek *Fazekas István, Geng Imola és Molnár Csaba* segítségével az Ádám-völgy mellett Baross-akna és Sajószentpéter II. lejtakna meddőhányóján *(Szegedi S. – Baros Z. 2004a; Sütő L. et al. 2007).* Az ökológiai mutatók alapján figyelembe vettük a Zólyomi-féle relatív indikátorszámokat (TWR-kategóriák): a hő- (TZ), a nedvesség- (WZ) és a talajigényt (RZ), a Borhidi-féle relatív ökológiai indikátorértékek közül a fény- (LB) és a nitrogén-igényt (NB), a Raunkier-féle életforma-egységekbe („ökológiai rendszerezés") való besorolást. A zavarás mértékének meghatározásához a Simon-féle *(Simon T. 1997)* és a Borhidi-féle természetvédelmi (TVK) értékeket vizsgáltuk meg *(Margóczi K. 1998).*

4.4. A területhasználati és a tájértékelő térképek elkészítése

A *területhasználatot* és ezzel összefüggésben a tájalkotó elemek állapotának változását az *I. katonai felméréstől öt időpontban vizsgáltuk.* Ezekhez az alábbi alaptérképeket használtuk fel:

1. a területen 1783-1784 között lezajlott I. katonai felmérés 1:28 800 méretarányú lapjait,
2. az 1857-58 között elkészült második katonai térképezés 1:28 800 méretarányú lapjait,
3. az 1883 során végzett harmadik katonai felvételezés 1:25 000 méretarányú lapjait,

4. az 1924. évi terepbejárással helyesbített, 1928-ban kiadott 1:25 000 méretarányú térképlapokat,
5. az 1989-ben készült 1:25 000 méretarányú Gauss-Krüger rendszerű katonai térképeket.

Az elkészült adatbázishoz kapcsoltuk a *Corine Felszínborítási Rendszer* 1:50 000 méretarányú digitális térképét a 2000. évből. Ezt a generalizálás miatt csak áttekintésre használtuk. Figyelembe vételét nemzetközileg elfogadott *nevezéktana* miatt tartottuk fontosnak. Ezért az összes térkép *területhasználati folttípusait* ehhez igazodva *kategorizáltuk*, amely később összehasonlításra is lehetőséget teremt más területekkel. Az egyes folttípusok elkülönítéséhez a Corine ötfokozatú osztályozási rendszer 4. 5. hierarchiaszintű beosztását alkalmaztuk. A *szénbányászattal kapcsolatos elemeket külön alcsoportokba rendeztük* – lévén ez kiemelt fontosságú a dolgozatban –, ugyanakkor a Corine nevezéktana összevonná más folttípusokkal (például szén-külfejtések: építőanyag-fejtők; bányatelep: ipartelep stb.).

Felhasználás előtt a különböző vetületi rendszerű (a Jozefiánus térképezés vetület nélküli) állományokat *EOTR rendszerbe illesztettük*, a szükséges információkat *digitalizáltuk*, felhasználva a Debreceni Egyetem Földtudományi Intézet digitális térképeit. Az adatállományt Access és Excel programokban tároltuk. Az adatbázis és a térképek elkészítése GeoMedia Professional 5.2. szoftverrel történt. Az adatok digitalizálásban és kezelésében *Németh Gábor, Homoki Erika és Sütő Péter* segítettek.

Az első három katonai térképezés anyagát digitális formátumban megkaptuk a miskolci Ökológiai Intézet Alapítványtól, ezért ezeken csak kisebb korrekciókat végeztünk a kiértékelési célok szerint. A negyedik időpont alaptérképe a III. katonai felmérés 1924-es 1:25 000 méretarányú újrafelvételezése. Az 1928-ban átdolgozott lapok sztereografikus vetületben készültek, greenwichi kezdőmeridiánnal, szintvonalakkal és egyszerű színezéssel *(Irmédi-Molnár L. 1936).* Azonban a Sajó mentén nem vettek fel új szelvényeket, ezért ebben az 1-2 km széles sávban a III. katonai felmérés tartalmi felújítás nélküli, német feliratú fekete-fehér lapjait használtuk. Ezeken a digitalizálást a D-ről részben átfedő térképlapok segítségével végeztük.

Az országos felmérések térképi információit összeírások (Mária Terézia-féle úrbérrendezés; Pesty Frigyes Borsod vármegyei leírása, katonai térképek leírása stb.) segítségével elemeztük. Az 1925-89 közötti időintervallum folyamatait az 1969-es 1:25 000 méretarányú sztereografikus térkép alapján értékeltük. Az 1989. évi sztereografikus térképek adatait egy-egy részterületre digitalizált 1:10 000 EOTR térkép alapján pontosítottuk.

A *táj mintázatának*, valamint az *antropogén beavatkozások térbeli eloszlásának és hatékonyságának jellemzés*éhez az emberi zavarás értékét számoltuk ki. Ehhez az öt jellemzett időpontban megadtuk a *foltok geometriai tulajdonságait*, valamint *hemeróbiaértékeinek adatbázisát (1. táblázat)*. A pillanatnyi természetességi fok meghatározásához *Varga Z.* és *Németh F.* természetvédelmi- *(Margóczi K. 1998)*, valamint *Csorba P. (1997)* tájökológiai mutatóit használtuk. Ehhez a térinformatikai adatbázisban a szakirodalom alapján számértéket rendeltünk az összes folttípushoz, azok ember általi zavarásának mértéke alapján:

- ☞ *Természetes* vegetáció (*ahemerób*) hiányában, ember által legkevésbé zavart kategóriát az *oligohemerób (féltermészetes) környezetek jelentették:* lombos erdőkkel, mocsárrétekkel; négyes értékkel.
- ☞ *Mezohemerób (rontott)* az a tájrészlet, ahol a földhasználat miatt másodlagos felszínborítás jellemző, hármas értékkel.
- ☞ Még éppen természetes, az *euhemerób (leromlott)* táji környezet, ahol a szórt gazdasági és lakóépületek, a homogén kultúrnövényzet, vagy zártkertek jelentek meg, kettes értékszámmal.
- ☞ A részben mesterséges felszíneket kétfelé bontottam. Ahol még megtalálhatóak zöldfelületek a mesterséges felszínborítású térrészek között egyes értékűek a *polyhemerób (nyílt beépítésű)* területek.
- ☞ A teljesen zárt beépítésű, *metahemerób (mesterséges)* térszínekhez, tekintve a teljeskörű antropogén hatást 0,5 értékszám került.

A több mint 8000 digitalizált folt értékét egyesével nem mérlegeltük, de a különböző időpontokban egy folttípus kaphatott más értéket, ha a területhasználati kategória technológiai jellemzői megváltoztak. A Corine rendszerben külön osztályba került kis- és nagytáblás művelési ágat térkép alapján nem tudtuk elkülöníteni. Viszont minden időpontban szerepeltek 10 hektárnál nagyobb méretű összefüggő szántófoltok. A korabeli leírások alapján *(Pesty F. 1988; Tóth P. 1991)* az első három katonai felvételen és az 1924-es térképen minden szántót kistáblás műveléssel jegyeztünk. Utóbb már biztosan voltak nagyobb parcellák, azonban az agrotechnika fejletlensége, a gazdálkodás elavult módja miatt ezek nem tekintők a gépesített nagyüzemi mezőgazdasághoz hasonlónak *(Dobány Z. 2004)*. A kis szántóparcellákat tagoló *fasorok, gyepek stb.* tájökológiai szempontból fontosak, mert ökológiai folyosót biztosíthattak az élővilág számára.

1. táblázat: A területhasználati kategóriák hemeróbiaértéke és besorolása a Corine rendszerbe

Corine kód	A kategória alapján használt megnevezés	Hemerobia érték
1121	Lakótelep	**0,5**
1122	családi házak	**1**
12111	Iparterület	**0,5**
12112	agrár létesítmény	**1**
12121	Bányatelep	**0,5**
12122	egyéb létesítmény	**0,5**
1222	Vasút, pályaudvar	**0,5**
1311	külszíni bánya	**1**
1312	Kőbányák	**1**
1313	külfejtés tava	**2**
13211	Szeméttelep	**0,5**
13212	Meddőhányó	**1**
1412	Temető	**1**
1421	sport létesítménye	**1**
2111	nagytáblás szántó	**2**
2112	kistáblás szántó	**2**
22112	Szőlő	**2**
2221	Gyümölcsös	**2**
2311	Legelő	**3**
2312	fás legelő	**3**
2421	vegyes gazdálkodás	**2**
2422	tanya, zártkert	**2**
3111	Erdő	**4**
3113	nyílt erdő	**3**
3114	Ligeterdő	**4**
3115	Ültetvény	**3**
3125	Fenyves	**2**
3139	elegyes ültetvény	**3**
3211	Gyep	**4**
3241	fiatal erdő	**2**
3243	Bozótos	**3**
3313	Folyópart	**4**
4111	Mocsár	**4**
5111	Folyóvíz	**4**
5113	Vízmosás	**3**
51211	természetes tó	**4**
51221	mesterséges tó	**3**

Az 1989-ben készült térképen, jóllehet a tsz területek mellett léteztek kisebb szántótestek, a gépek és kemikáliák használata már erőteljes környezeti hatással járt. Az egymás melletti táblák homogén, tagolatlan felszíne tájökológiai szempontból is kedvezőtlen. Ezért 1989-ben minden 10 hektárnál nagyobb egybefüggő szántófelszínt nagytáblás művelésbe raktunk a valós táblaméretektől függetlenül. A korabeli térképeken nem tudtuk elkülöníteni a tanyákat az agrárlétesítményektől, ezért a 20. századi tanyákat, tsz területeket is átsoroltuk a Corine rendszerben, mert az állattenyésztés külterjes jellemvonásokat mutatott. Így „Mesterséges felszínek" kategóriából az „Agrárlétesítményeket" a „Tanyák' alrendszerben használtuk a tájökológiai értékelés során.

A tájrészletek természetességi fokának értékeléséhez elkészítettük a *foltok és szegélyek adatbázisát*. A táj mozaikosságának, diverzitásának kifejezésére az átlagos vízgyűjtőnkénti adatok mellett, azok jobb és bal oldalára külön is megadtuk a használt tájökológiai mutatók eloszlását minden térképezett időpontban.

Az adatok értékeléséhez ***tájökológiai*** alapú ***számítások***at végeztünk *Lóczy D. (2002)* és *Nagy B. (1997)* munkái alapján:

$$H = -\Sigma p_i * \ln p_i$$

H: a területhasználati diverzitás, p_i*:* adott területhasználati folt százalékértéke

$$I = H / \ln S$$

I: a területhasználat egyenletessége, *S:* a térképen használt összes területhasználati kategória száma

$$E_s = \frac{\Sigma p_p + \Sigma p_{mt}}{\Sigma p_{eu} + \Sigma p_{me} + \Sigma p_{ol}}$$

E_s: az ökogeográfiai stabilitás; p_p: adott polyhemerób folt területe; p_{mt}: adott metahemerób folt területe; p_{eu}: adott euhemerób folt területe; p_{me}: adott mezohemerób folt területe; p_{ol}: adott oligohemerób folt területe *(az euhmerób besorolású szántók közül a kisparcellás művelést a természetes, a nagytáblás művelést, a felszínborítás homogenitása miatt a poli- és metahemerób foltok közé soroltam)*

E számításokat figyelembe véve jellemeztem a területhasználati beavatkozások időbeli folyamatát az öt időpontból rendelkezésre álló térképek alapján. Az adatokból megfigyelhető a tájátalakítás térbeli terjedési iránya és hatékonysága a korabeli központoktól a peremterületek felé. Ugyanakkor a tájökológiai mutatóktól függetlenül kellett értékelni a montanogén hatáso-

kat, mert ezek a földhasználatot csak lokálisan korlátozták. Sőt felhagyás után részben újra művelés alá kerülhettek egykori roncsolt térszínek. Viszont a hemeróbiaviszonyok között kevésbé tudtuk érvényesíteni a domborzat formálódásában okozott változásokat, ezért erre külön mutatót dolgoztam ki. A területhasználati formák térbeli kiterjedésének változását nemcsak a tájszerkezet állapotának kor szerinti értékelésére használtam, hanem megpróbáltam bemutatni, hogyan – és mely tevékenységek dominanciájával – zajlott a kultúrtáj formálódása 1784 és 2000 között.

4.5. A bolygatottság meghatározása és térinformatikai ábrázolása

A ***domborzat emberi eredetű bolygatottságát*** tekinthetjük úgy, mint valamely tevékenységi forma nyomán, az eredeti térszín megváltozásának térbeli értékét. Ennek jellemzését a felszínformáló tevékenységi típusok intenzitásváltozásának mértékével, valamint az antropogén felszínek vízszintes és függőleges kiterjedésének változásával adhatjuk meg. A problémát az jelenti, hogy bizonyos emberi eredetű domborzatváltozások nehezen számszerűsíthetők, másrészt az egyes tényezők hatásai nehezen választhatók szét *(Rózsa P. 2006).* A feladat összetettsége miatt a *dolgozatban* csak a *bányászatot választottuk ki* az antropogén beavatkozások közül a bolygatottság méréséhez, mert a terület montanogén érintettsége a táj jellegét legjobban befolyásoló tényező. Fontosnak tartom azonban megjegyezni, hogy *az új mutató kidolgozása* csak (minél) *több antropogén beavatkozástípus adatainak felhasználásával* válhat teljessé és használhatóvá egy kijelölt tájrészlet ember általi érintettségének jellemzésére.

A bányászat anyagáthalmozó tevékenységének jellemzéséhez a kőszénbányászati formaképzés mellett adatbázisba kerültek a különböző külszíni anyagnyerő helyek, bányavasutak, bányatelepek és egyéb bányászati létesítmények. A *felszínváltozás vízszintes kiterjedésének meghatározásához* a bányászati létesítmények és formák felületi kiterjedését GeoMedia szoftverrel rögzítettük. A bányászatból eredő *anyaghiány becsléséhez* elkészítettük az alófejtett területek térképét, rögzítve a foltokhoz tartozó fejtési vastagságot. A meddőhányók méretét azok felszíni kiterjedésével és térfogatával, az egyéb bányászati formákat szintén az előző tulajdonságokkal számoltuk (csak negatív magassági értékkel). A bányatelepeket a különböző beépítettségű területrészek arányával próbáltuk becsülni, egyes értéket adva minden planációs felületnek. A bányavasutak esetén a töltéseket és bevágásokat átlag 2 m szélességgel és hasonló magassággal vettük figyelembe.

Ezek után az ***abszolút bolygatottság*** meghatározásához minden montanogén terepidomra kiszámoltam a függőleges irányú felszínváltozás értékét a fent jellemzett tényezőkből, majd összegeztem az egyes mérőszámok abszolút értékét:

$$B=\ln(|M\_t|+|M\_h|+|M\_bt|+|M\_bv|+|M\_e|)$$

ahol B_b: bányászati eredetű bolygatottság; M_t: lefejtett telepvastagság; M_h: meddőhányó magassága; M_{bt}: bányatelep (használt átlagérték 1 m); M_{bv}: bányavasút (használt átlagérték 1 m); M_e: egyéb bányászati objektum magassága vagy mélysége adott felületen összegezve (mértékegység méterben)

Az így kapott adat megmutatja, hogy mennyi bányászati eredetű anyagmozgatás történt egy felületen adott időpontig. Ez a valóságban sem anyagtöbbletet, sem anyaghiányt nem jelent, a mérőszámmal az adott felszín igénybevételének abszolút mértékére utaltam, összegezve a többszörös fejtésből, meddőlerakásból stb. eredő bányászati hatásokat. Így ez a mutató a vizsgálat kezdeteitől folyamatosan növekvő értékű, amint egy adott helyen domborzatváltozás történt.

A bolygatottsági értékeket folttérképen ábrázoltuk. Mivel a domborzatváltozás mértéke alapján a táji hatások erőteljesebb változást mutatnak ez megjelent a mutatók kidolgozásában. Míg egy 18. századi kisméretű lejtakna, vagy egy 2-3 m magas homokbánya hatásai csak néhány méteren belül, a bolygatás közvetlen környezetében érvényesülnek, addig egy-egy nagyobb forma, mint például egy meddőhányó, több tájtényező állapotában is jelentősebb változást okoz, amelynek távolsága bizonyos tájtényezők esetén (vízés légszennyezés, tájesztétikai szerep stb.) a (több) km-es nagyságrendet is elérheti. Ezért *a felülről nyitott, abszolút bolygatottsági index skálabeosztását természetes alapú logaritmushoz kötöttem.*

5. FÖLDTANI ADOTTSÁGOK ÉS FEJLŐDÉSTÖRTÉNET

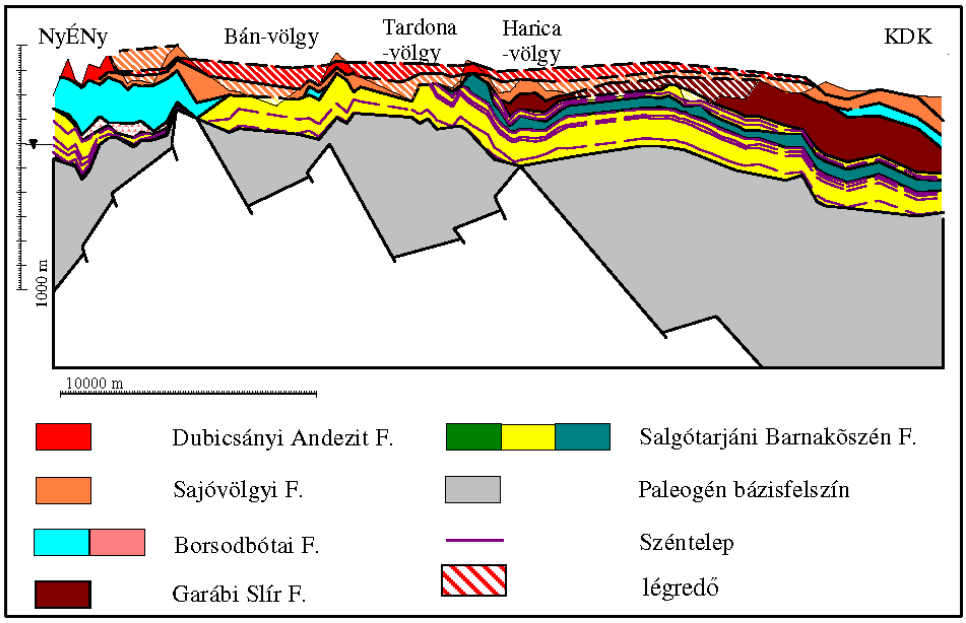
5.1. Földtani adottságok és a fontosabb fejlődéstörténeti események

A fejlődéstörténet tárgyalásakor a harmadidőszaki eseményekig nyúltunk vissza, mert ekkor jöttek létre a széntelepek, s kezdődött el a mai felszín kialakulása. Tekintve, hogy földtani kutatásokat nem végeztem, csak a fontosabbnak vélt információkat írtam le a dolgozatban.

Az egykori kainozóos üledékgyűjtő, a *Kelet-Borsodi-szénmedence* Sajótól D-re elhelyezkedő része. A *genetikailag ívmögötti medence (Karátson D. szerk. 2002) aljzata* olyan *többszörösen összetöredezett* paleo-mezozóos blokkokból áll, amelyek a Bükk É-i peremén igen erőteljes, ismétlődő torló hatást szenvedtek el az alpi orogenezishez kapcsolódó helyfoglaló mozgások során *(Kozák M. – Püspöki Z. 1995a).* Ezek a Darnó-törésrendszer mentén DNy-ÉK-i irányban szétnyíló sávok mentén *változó magasságban megemelkedve* egy Nyugat- és egy Kelet-Borsodi-részmedencére osztották a területet *(Kozák M. et al. 1998).* A törésrendszerekhez igazodva az aljzat $^{+}200$ - $^{-}200$ m tszf-i magasságban húzódik az ÉNy-i részen, a medence közepén már csak $^{-}400$ m, a DK-i végen $^{-}1000$ m mélységbe zökken le *(Juhász J. szerk. 1979).* Az egyenletesen süllyedő térszínt helyenként feltolódó felszín alatti küszöbök szakítják meg *(Peja Gy, 1959; Kozák M. et al. 2001; Ádám L. 2006).*

Az alsó széntelep feküjét alkotó változatos sekélytengeri, szárazföldi összlet a *koramiocén eggenburgi korszak*ban uralkodó kiemelkedéshez igazodva részben lepusztult *(Kozák M. et al. 1998).* Ezért az oligocén sorozat – eróziós lepusztulása és blokkos széttagoltsága miatt – egyenetlen térszínére a miocén rétegsor diszkordánsan települt *(Báldi T. – Radócz Gy. 1965; Püspöki Z. 2002) (4. ábra).* A Pannon-medence süllyedését előidéző tektonikai események vulkanizmus megindulásához vezettek, melynek nyomán részben vízbe hullott, áthalmozott riolittufa rakódott le *(Karátson D. szerk. 2002).* Az *ottnangi-kárpáti korszakban* fellépő eusztatikus transzgresszióhoz igazodva a lassan süllyedő pikkelyhátakon a vulkáni törmelék, valamint szárazföldi üledékekkel kevert tarkaagyag ülepedett le a mainál melegebb, szubtrópusi jellegű éghajlaton *(Püspöki Z. 2002).* Ez a 0-400 m vastag ***Salgótarjáni Barnakőszén Formáció képződés***ének bevezető szakasza *(Császár G. szerk. 1997, Radócz Gy. 2000b, Püspöki Z. 2002).* Ennek a ciklikus kifejlődésű, *uralkodóan sekélytengeri összlete tartalmazza a széntelepes rétegsort (4. ábra).* A *Sajólászlófalvai Tagozat*ot transzgressziós eredetű agyagos-aleurit szintek tagolják *(Radócz Gy. 2000b; Püspöki Z. 2002).*

A *kárpáti korszak* végi erőteljes lepusztulás, valamint a DK felé kiemelt alaphegységi térszín miatt, a széntelepek és az ezeket fedő bádeni üledékek a medenceperemek felé már csak hézagosan jelennek meg *(Kozák M. – Püspöki Z. 1995a).* A *hegységkeret elmozdulásának* nyomait kisebb (5-40 m) normál vetők igazolják, a Bükk peremén erősen *összetörve a szenes összletet (Juhász A. 1961, Kozák et al. 2001).*



4. ábra: A Bükkhát idealizált földtani szelvénye *(Püspöki Z. szerk. 2002)*

A *bádeni korszak*ban folytatódó eusztatikus transzgresszió nyomán a kiemelkedőben lévő hegységek közötti kimélyülő keskeny vályúkban, így a Sajó-völgymedencében is szárazföldi-sekélytengeri, majd mélyebb vízi üledékek rakódtak le. Az üledékképződés kezdetét, a szerkezeti mozgásokhoz csatlakozó vulkanizmust a Tari Dacittufa részben áthalmozott anyaga jelzi *(Püspöki Z. et al. 2001).* Erre a Borsodbótai Formáció agyagmárga-márga képződményei települtek *(Radócz Gy. 2000a; Gyalog L. – Budai T. szerk. 2004).* Ezek a rétegek, mozaikos kifejlődésük miatt, helyileg befolyásolták a felszínfejlődést, illetve a bányászati tevékenységet.

A *késő-bádeni korszak*ban indult meg, és többszöri megszakadással a *szarmata* és *a kora-pannon korszak*ban is folytatódott a miocén utolsó üledékképződési ciklusa. A tektonikai mozgások nyomán széttagolódott szigettenger jellegű Borsodi-szénmedence növekvő szárazulatain igen erőteljes

lepusztulás kezdődött. Ezért a Ny-i medencerész még 200 m vastag bádeni üledéke K felé 100 m-nél is vékonyabb, csak foltszerűen jelenik meg *(Püspöki Z. 2002).* Az erőteljes lepusztulás részben a széntelepeket is érintette.

A bádenihez hasonló környezetben rakódtak le a Sajóvölgyi Formáció üledékei *(Gyalog L. szerk. 1996; Császár G. szerk. 1997; Püspöki Z. 2002) (4. térkép).* A változatos üledékképződési környezet nyomán, a *szarmata-pannon* rétegsor homokos, kavicsos, kőzetlisztes és agyagos üledékei közé jelentős mennyiségű vulkáni anyag keveredett *(4. ábra).* Az őskörnyezeti modellek alapján olyan tengerparti, torkolati zóna rajzolható meg *(Püspöki Z. 2002),* amelynek gömöri kapcsolatokra utaló kiemelt lepusztulási térszínét durvakavicsos összlet bizonyítja a rétegösszlet feküjén *(Szabó J. 1979; Püspöki Z. et al. 1996).* Ez, a lepusztulás miatt, a szűk mellékvölgyekben valószínűleg recens kavicsanyaggal keverten fordul elő.

A több szakaszban zajló *vulkáni működés* nyomán a felszín közelébe *semleges lávakőzettestek és savanyú tufaszórások anyaga* került *(Csámer Á. 1999; Csámer Á. – Kozák M. 2007).* A völgyoldalakon szögletes blokkokból álló andezitbenyomulások, kürtőmaradványok, valamint lemezes-pados elválású, oszlopos megjelenésű andezittestek figyelhetők meg. A még nedves üledék közé nyomuló telér környezetével érintkező részein elbontódott, tufaszerű hialoklasztizálódott kőzetváltozat jelent meg *(Csámer Á. 2006; Csámer Á. – Kozák M. 2007).* A szubvulkáni testek *leginkább a Bán- és a Tardona-patak mellékvölgyeiben* bukkannak felszínre, mint például a kettő közötti Özvény-völgyben. Az andezittufa Putnok - Kazincbarcika térségében jól láthatóan *kettéosztja a Sajóvölgyi Formáció képződményeit (Püspöki Z. 2002; Gyalog L. – Budai T. szerk. 2004; Csámer Á. 2006).*

A *szarmata-pannon korszak* végén a Bükkhát a Bükk szerkezeti mozgásaihoz igazodva emelkedett, miközben egy rövid akkumulációs periódustól eltekintve, *közel 10 millió év óta lepusztulási terület (Balogh K. 1964; Szabó J. 1979; Hevesi A. 1980, 2002; Kozák M. – Püspöki Z. 2002).* A dombságon ezért csak két jelentősebb ide tartozó rétegsort találunk, Tardona és Kazincbarcika, valamint Sajószentpéter és Miskolc között. A *tetőközeli részeken helyenként vörösagyag is megfigyelhető* (például a Kazinc-völgy feletti Izbonyón). Azonban a kutatási területen, egyidejű üledékek hiányában a lepusztulási folyamatok jellege nehezen bizonyítható. A dolgozat témájához nem szükséges ezek részletes feltárása, ezért csak a témához kapcsolódó, általánosan elfogadható eredményeket foglaltam össze.

A Kárpát-medencében *pedimentációs lepusztulás válhatott* uralkodóvá a *harmadidőszak* végi szemiarid éghajlat miatt. *Pécsi M. (1963, 1988, 1991) és Schweitzer F. (1993)* megállapítása szerint erre a *késő*pannon *Sümegium*

(7,5-7 millió év) *alkorszak*ától két-három időszak kínálkozott, amikor több km széles, enyhe lejtésű (3-5°) ***hegylábfelszín nemzedékek jöttek létre.*** Elsőként a napjainkban a Bükk előterein 370-270 m magasan található bérbaltavári szint alakult ki a *pliocén* elején (6,4-5 millió év), amelyet későbbi tektonikus mozgások völgyközi hátakká szabdaltak fel *(Pécsi M. 1963, 1988; Schweitzer F. 1993).* A *kora-pleisztocén Villányium alkorszakával* (3,2-2 millió év) érkezett a következő száraz sztyepp éghajlat *(Schweitzer F. 1993),* ami az idősebb hegylábfelszínek további lealacsonyodásával járt, gyakran kialakítva egy 240-200 m körüli magasságú völgyi pedimentet *(Szalai K. 2004).*

A laza üledékek túlsúlya nyomán *glacis*ként értelmezhető felszínen *(Szabó J. 1979, Sütő L. – Szalai K. 2001)* a fő vízfolyások mentén sorakozó völgyközi hátak tetőszintje az általános lejtésiránynak megfelelően alacsonyodik DK felé, a Bán-völgyet kísérő 400-470 m magasság felszínektől, a Lyukó-patakot övező 250-280 m magasságig *(1. térkép).* Mint fentebb jeleztem, a völgybevágódás e hegylábfelszíneken a két pedimentáció közötti *Ruscinium-Csarnótanum alkorszak*okban elkezdődhetett *(Schweitzer F. 1993).*

A helyi erózióbázist jelentő Sajó-völgyi süllyedékhez futottak le a Bükk-fennsík tövéből a részben tektonikusan előrejelzett aszimmetrikus patakvölgyek *(Kozák M. et al. 2002).* A völgyek gyors kimélyítésére utal a lehordódott, kevésbé koptatott kavicsanyag is. A benyomuló keményebb andezit- vagy homokkőtestek mentén szurdokszerűen bevégódó völgyrészletek jelennek meg. A különböző lepusztulási szakaszok eltérő magasságú tetőszintjeinek elkülönülését a fő vízválasztó gerincek alatt, az erőteljes völgyképződés nyomán jellegzetes benyergelődésekkel elválasztott lepusztulásszintek maradványai mutatják meg.

A völgyfejlődés területi sajátosságai összefüggenek a Sajó tevékenységével. *Szabó J. (1979)* szerint *a Sajó* mai Kazincbarcika környéki hordalékkúp-építő tevékenysége a *pliocén* végén abbamaradt, mert a *folyótorkolat áthelyeződött a mai Miskolc előterébe.* Ez elősegítette az *üledékek kihordódását,* ami a dombsági *völgyek erőteljesebb bevágódásához vezetett.* Ez az esemény valószínűleg összefügg a Bükk negyedidőszaki emelkedésének kezdetével. Ennek morfológiai hatását *Peja Gy. (1959)* a kutatási terület peremén, a Diósgyőri-medence bezökkenésében és a Szinva-völgy kialakulásában látta bizonyítottnak.

Ez viszont arra enged következtetni, hogy a Bükk mezozóos térszínéről induló idősebb vízfolyások – mint a Bán- és a Tardona-patak – vízgyűjtőinek kialakulása már valószínűleg a *harmadidőszak* végén, a *pliocén* alatt elkezdődött *(Hevesi A. 2002).* A dombság K-i, a Bükk és a Sajó között összeszűkülő

területén; csak a Sajó-torkolat áthelyeződése után, a negyedidőszakban kezdődhetett el az új erózióbázishoz az Alacska, a Bábony, majd a Lyukó és Pereces-patakokat begyűjtő Szinva lefutása. Véleményem szerint *a Harica-Nyögő összetett vízgyűjtő rendszere a két eltérő fejlődésű részt választja el.* Ennek kialakulása feltételezhetően lefejeződéshez köthető Sajólászlófalvánál, ahol a szerkezeti mozgások miatt erőteljesen hátravágódó Nyögő-patak rabolta el a Harica felső szakaszát. A további kutatásokat igénylő feltételezést a dolgozat eltérő tartalma miatt részletesen nem vizsgáltuk.

A *pliocén* során elkezdődött feltagolódás a *pleisztocén*ben teljesedett ki. Ezen időszakban a hegység peremén a periglaciális lejtő- és völgyfejődés volt hatékonyabb. A hideg, száraz időszakokban a laza molassz összleten a fagyos lejtőleöblítés és a deráziós folyamatok erősödtek meg, valamint tovább folytatódott a hegylábfelszín alacsonyodása és kiszélesedése *(Pinczés Z. 1977; Hevesi A. 1980, 2002).* A nedvesebb periódusokban a folyók felszínformálása és a csuszamlások domináltak. A Bükk mezozóos kőzetein uralkodó fagyaprózódás és lejtőhátrálás szerepét a laza anyagú glacisfelszínen geliszoliflukciós anyagáthalmozás vette át *(Pinczés Z. 1977; Hevesi A. 1980, 2002).* Eredményei a lankás lejtőoldalakon húzódó lépcsőszerű peremek.

A homokos, agyagbetelepüléses miocén üledéksor szeszélyes váltakozásának köszönhető a lejtők, völgyoldalak hullámos felszíne. A nagy agyagtartalmú talajokon szőnyegszerű kúszások formálják a felszínt (*Szabó J. 1979*). A laza összletet napjainkban főleg a lineáris erózió pusztítja, amely gyakran belevág a deráziós völgyfőkbe *(3. térkép).* A negyedidőszak előtti felszíneket a helyenként elkeskenyedő, majd medenceszerűen kiszélesedő völgyekben a pleisztocén vízfolyások vastag völgytalpi képződményei fedték be. A mellékvölgyekben, a völgytalp felett helyenként 2-3 méter magasságban létrejött pleisztocén teraszmaradványok, 0,5-1 méteren lévő magas árterek a nedvesebb időszakokban bevágó vízfolyásoknak köszönhetők.

5.2. A széntelepes rétegsor

A megkutatott kőszén kőzettani *(Juhász A. 1970),* makro- és mikrofauna *(Bohnné Havas M. 1985)* vizsgálatai alapján rekonstruálhatók egy szubtrópusi szénláp folyamatai. A parti láperdő sekélyláp részei, a mély láp és a gyenge áramlások övének lehatárolásából következtetni lehet a kőszéntelepek térbeli elterjedésére és a szén minőségének változását befolyásoló tényezőkre. A *szénképződési ciklust négy fejlődési szakasz*ra bontják: az elmocsarasodást jelző ligeterdő kialakulásától kezdve, a változatos édes-

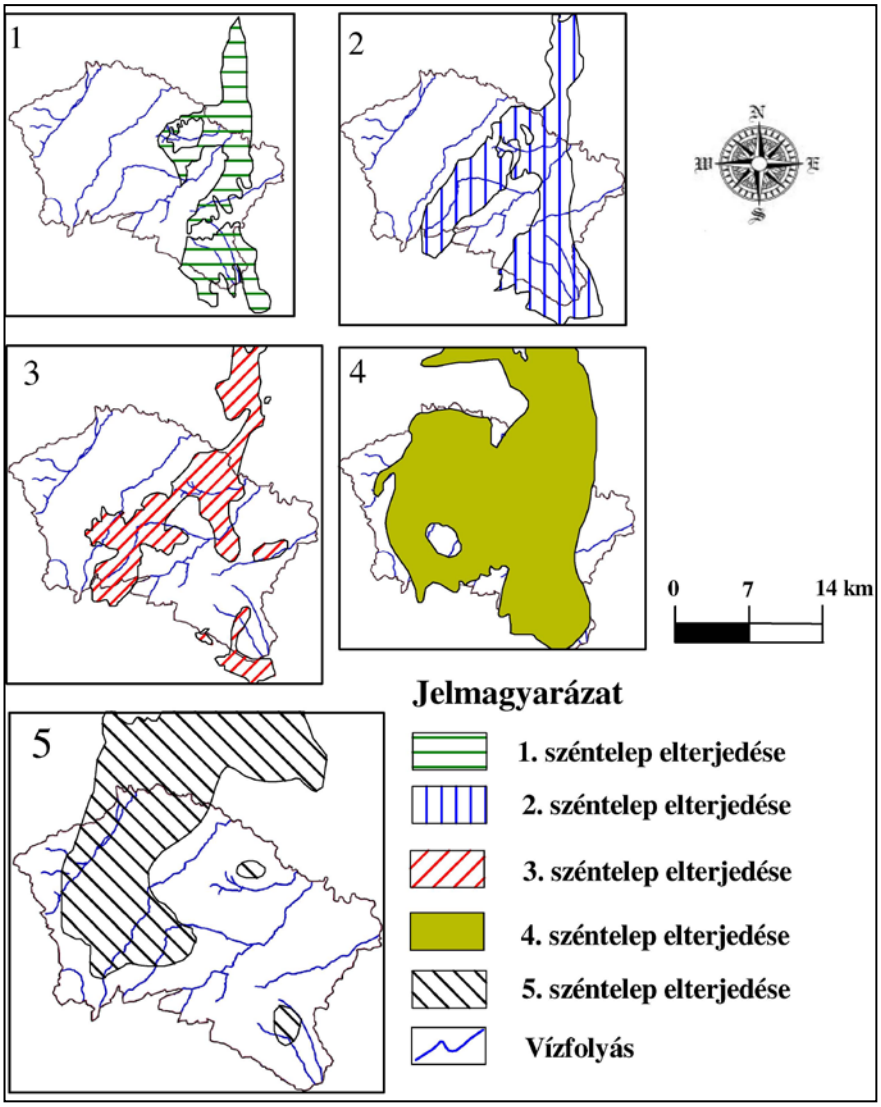
vízi-mocsári életterek változásán keresztül, a transzgresszió nyomán elpusztuló növényzeten lezajló szénképződéssel bezárólag *(Bohnné Havas M. 1985; Belláné Pelsőczi M. 1992; Radócz Gy. 1993).*

Az *ottnangi-kárpáti Salgótarjáni Barnakőszén Formáció öt széntelep*e részben megduplázódott, de három réteg tekinthető kiemelkedőnek *(Radócz Gy. 1993; Püspöki Z. 2002; Gyalog L. – Budai T. szerk. 2004, Ádám L. 2006).* A parteltolódások és az üledékgyűjtő aljzattagoltsága nyomán változik a 0,25-2,5 m átlagos vastagú széntelepek minősége és kiterjedése. *Teichmüller (et al. 1975*) szerint 1 m vastag barnakőszén 2000-3000 év alatt alakul ki. Azaz egy-egy telep átlagosan 500-5000 év alatt képződött a szénmedencében, s csak kiemelkedően nyugodt, egyensúlyi tengermozgások között volt idő 10 000 éves ciklus kifejlődésére (például a IV. telep Bükk peremi részén, Varbó-Diósgyőr között).

A tagoltság egyik következményeként *a Tardona-patak völgyétől Ny-ra* általában *a V. és IV. telepek* fejlődtek ki műrevaló vastagságban, míg tőle *K-re* elsősorban *a III. II. és I. telepek*et bányászták *(5. ábra).* A Bükk peremén a kezdetektől művelt I. teleptől a zárásig kitartó IV. telepig bányákat találunk. Több kutató megerősítette, hogy a széntelepek elsősorban az aljzat magasabb hátságainak, sasbérceinek tetején alakultak ki *(Juhász A. 1961, Bertalanfy B. et al. 1986).* A tenger oszcillációja nyomán megszakadó széntelepek mélysége és vastagsága a fejlődéstörténeti okok miatt DK felé nő, az É-i peremek felé szétseprűződve kivékonyodik.

A szén minőségét befolyásolta a növényi maradványok összetétele és az anyagbehordódás. A sósvízi környezet a kénszármazékok gyarapodását okozta. A leülepedési környezet nagy mésztartalma biztosította lúgos kémhatás kedvezett az algák szaporodásának, ami a szénülés során a hamutartalom növekedéséhez vezetett, emiatt Ny-ról K felé gyengül a szénminőség *(Belláné Pelsőczi M. 1992), ami a hányóképzést és a meddő környezeti hatásait befolyásolta.* Egyes teleprészek bányászatot megnehezítő keménysége kovásodás eredménye, amely vulkáni tufaszórás következménye lehet *(Szádeczky-Kardos E. 1952).*

A legalul kifejlődő ***V. széntelep foltszerű megjelenése,*** a bázisfelszín tagoltsága nyomán szigettenger jellegű őskörnyezetet feltételez. A mélyedéseket diszkordánsan töltötte ki a transzgresszió nyomán részben osztott V.a és V. széntelep *(Püspöki Z. 2002; Gyalog L. – Budai T. 2004).* Részleges kifejlődésének oka, hogy a fokozatosan előrenyomuló tengerben a parti rétegsor képződésének végén alakultak ki sekély szénlápok, de a Bükk peremén ehhez már nem volt meg a feltétel *(Püspöki Z. 2002).*



5. ábra: A széntelepek elterjedése a Kelet-Borsodi-szénmedencében

Vastagsága nagyon változatos, Bánfalvától Sajószentpéterig fokozatosan csökken *(2. táblázat).* Ezért *csak a Tardona-pataktól Ny-ra bányászták,* mivel K-re teljesen elvékonyodik. *Juhász A. (1965)* jellemzése szerint felette húzódik a szénmedence *leginkább vízveszélyes* homokteste, a telep védőrétege pedig igen vékony.

2. táblázat: A kőszéntelepek legfontosabb tulajdonságai
(Forrás, BSzT, 1960)

(m)[1] (km²)[2]	**V. (V.a)**	**IV.**	**III.b**	**III.a**	**III.**	**II.a**	**II.**	**I.a**	**I.**
mélység[1]	350	270-300	200-230	200-220	180-200	170-190	160-180	95-105	80-85
vastagság[1]	0,5-1,2	0,3-2	0,5-0,9	0,2-0,5	0,4-1,5	0,1-0,3	1,1-1,3	0,2-0,5	0,9-1,1
távolság[1]	25-55	50-100	5-10	6-10	20-40	6-10	50-85	20-30	0-25
védőréteg[1]	10>	10-20	5-10	5-20	>10	0-5	5>	5-10	5-10

Az első, a teljes szénmedence lagúnáiban jelentkező elmocsarasodás eredményeként alakult ki ***a IV. telep*** 258 km² felületi kiterjedéssel *(Juhász A. 1961);* emiatt ***a medencerész vezető szintjének*** tekinthető *(Püspöki Z. 2002).* A szénképződés helyszíneinek eltolódása és a későbbi erózió nyomán az összlet vastagsága K-ről Ny felé 100 m-ről 20 m-re csökken, viszont javuló minőségű szenet ad, Kisbarcától Kondóig növekvő mértékben *(1. térkép).* A Bükk peremén – részben oligocén üledék, részben vulkáni tufa adta a telep feküjét –, *ezt a réteget művelték legtovább* hazánk K-i részén: Haricán, Perecesen és Lyukóbányán *(Bertalanfy B. et al. 1986) (5. térkép).* A kiterjedés oka lehetett, hogy az oligocén tengerelöntés és a riolittufa áthalmozódása kiegyenlítette az aljzat egyenetlenségeit, a lassú süllyedés kedvezett a növénymaradványok elszenesedésének. A *telep fedőjében* a gazdag élővilág vázmaradványaiból réteghatárt képező *kövületpadok* jöttek létre *(Bohnné Havas M. 1985; Püspöki Z. 2002),* amelyek védőréteget képeznek. Ezek felett települ a parteltolódás miatt két különálló homoktest, amelyek szemcseösszetételük miatt folyósodásra hajlamosak (*Juhász A. 1965).*

A IV. és a ***III. telep*** között sekély szublitorális környezetben lerakódott finomhomokos üledék, ingadozó helyi parteltolódásokat jelez *(Püspöki Z. 2002).* A bányászatot nehezítő tényező a telepközön elhelyezkedő, helyenként 30 m vastag feszített vizet tartalmazó homokréteg (*Juhász A. 1965).* A következő időszakban az akkori partközeli területeken ***többször is klasszikus szénképződési ciklus*** zajlott le, amelyet III. és II. kőszéntelepek képviselnek *(Püspöki Z. 2002).* A DK-i szegélyen megjelenő III.b, valamint a medencében jobban elterjedt III.a kísérőtelep az V.a telephez hasonlóan, áthalmozott tufába települt barnakőszén *(Gyalog L. – Budai T. szerk. 2004*). Műrevaló készlete Alacska és Diósgyőr környékén jellemző. A III. főtelepet

tartalmazó, újabb 3 rétegből álló 50 m vastag üledéksora az egész szénmedencében elterjedt *(Juhász A. 1961).* A Ny-i peremen csak foltokban jelentkezik, mert még a miocén alatt erodálódott. *Jó minősége* miatt, ahol lehetett, termelés alá vonták, ezért ilyen aknákat találunk a Kazinc-völgyi Tervtárótól Lyukóig. A fedőben a szénláp képződés folytonossága miatt a II. teleptől kicsi a távolsága, de *védőrétege* általában *stabil (Juhász A. 1965).*

A ***II. telep*** csak a terület DK-i részén húzódik, észak felé elvékonyodik, ami nemcsak az eróziónak köszönhető, hanem az ÉNy-on újra uralkodóvá váló transzgresszió miatt megszűnő szénképződésnek is. A további vízszintemelkedés jellegzetes, helyenként 30 m vastagság transzgressziós homokleplet hozott *(Juhász A. 1965; Püspöki Z. 2002).* A homokos kifejlődés alatt a gyors vízszintemelkedés nyomán ***nincs keményebb védőréteg,*** ezért ez az összlet produkálta a *bányászatot veszélyeztető vízbetörések*et *(Juhász A. 1965).* A veszélyt fokozta a két telepet magában foglaló homokrétegek hidraulikai kapcsolata. A II.a telep fedőjében egy 100 m mélyen lévű vékony aleuritcsíkot 10-15 m finomszemű homok borít, amelyre néhány 10 m vastag, de jelentős elterjedésű nyíltvízi agyagos aleurit rakódott le (Sajószentpéteri Rétegtag) *(Gyalog L. – Budai T. szerk. 2004).*

Ezután következett a barnakőszén képződésének befejező szakasza. Ehhez a felszínközeli ***I.a és I. telepek*** kialakulása kötődik. A rendezetlen szerkezetű agyagásványok és a szénülési fok azt mutatják, hogy az összletet nem érte magasabb fokú diagenezis *(Viczián I. et al. 1998).* A szenet Miskolc és Kondó környéki bányákban fejtették leginkább, mert a későbbi földtörténeti korszakokban fellépő erózió ezeket a kőszéntelepeket a legtöbb helyen megsemmisítette *(5. térkép).* A szénbányászat története szempontjából mégis jelentősek, hiszen *ezeket a felszínen kibukkanó szénrétegeket fedezték fel először.* Az üledékképződés zárásaként kisebb megszakításokkal a *kora-bádeni* korszakra kiteljesedő transzgresszió homokleple fedte be a széntelepeket, egy 6 m vastag, állékonyabb aleurit réteg közbeiktatásával *(Püspöki Z. 2002).* A parteltolódások nyomán újabb szénképződésre már nem nyílt lehetőség.

A vágatok felszakadásában is szerepet játszó agyagos rétegek vastagsága és *települési viszonyai* a III-IV. széntelepek felett a legkedvezőbbek, az I. és V. széntelepen közepesek, míg a *II. széntelep* feletti folyós homok a *legveszélyesebb*nek minősíthető *(Juhász A. 1965).* A szénláp ciklikus kifejlődéséből adódó vízdús homokrétegek ismétlődése, valamint a terület D-i része felé a teleptávolságok csökkenése miatt szinte ***sehol sem található a felszínmozgások elkerülésére alkalmas fedővastagság.*** Az átlagosan 2-4° dőlésű széntelepek tektonikus zavartsága ugyan gyakran jellemző (*Juhász A.*

1961), de ezért csak kisebb foltokban kellett bennhagyni a szenet. A nagyobb normál vetők (10-40 m) közül a markánsabbak harántolják a széntelepeket: Márta-bánya É-i részén 45 m, az Anna-bánya D-i részén 26 m, a Sajószentpéteri II. akna D-i részén 10 m elvetési magasságú vetőket észleltek, Lyukó ÉNy-i részén pedig három helyen is megfogták ugyanazt a 17 m-es elvetést *(Juhász A. 1961) (5. térkép).*

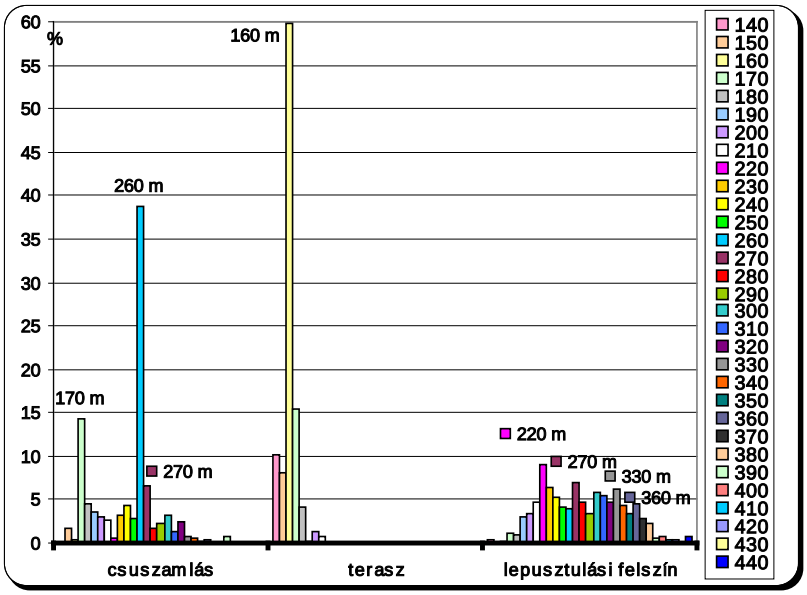
A pélites frakcióban megjelennek a vulkanogén málladékként értékelhető szmektit típusok, illetve ezek terrigén környezetben továbbmállott kaolinosodott termékei *(Viczián I. et al. 1998).* Az *összlet diagenezise során* kipréselődő pórusfolyadékok fölfelé történő vándorlása, majd a többször visszatérő térszínemelkedéseket és feltagolódásokat követő beszivárgások élénk elemmozgást okoztak a porózus összletben. Ezért a különböző vízvezető képességű rétegekben *a regionális kioldódási, kicsapódási folyamatok változatos elemkoncentrációkat idéztek elő.* Ezek a folyamatok eredményezték az egyes meddőszintek elkovásodását, karbonátos anyagának változását, a limonitos elszíneződéseket, bevonatokat. A felszínközeli telepeken ugyanakkor jellemző azok kilúgozása, ami a humusztartalom növekedésével járt együtt a köztes meddőben.

A fejlődéstörténeti eseményeknek köszönhetően a szénmedencében *alacsony fűtőértékű szén* képződött (~9,6 MJ/kg), magas hamu- és változó kéntartalommal *(Forman B. 2001).* A meddőanyag összes kéntartalma a szénmedence területén 1,75-3,1 % *(Fejér L. et al. 1989).* A hányók vegyes összetétele miatt a kikerült *meddő kéntartalma átlag körüli,* de mind a nagybarcai-, mind az Ádám-völgyi meddőben a maximális érték 3,5 % feletti, amit részben saját vizsgálataink is megerősítettek *(Fejér L. et al. 1989, Sütő L. et al. 2002).*

6. A MAI DOMBORZAT

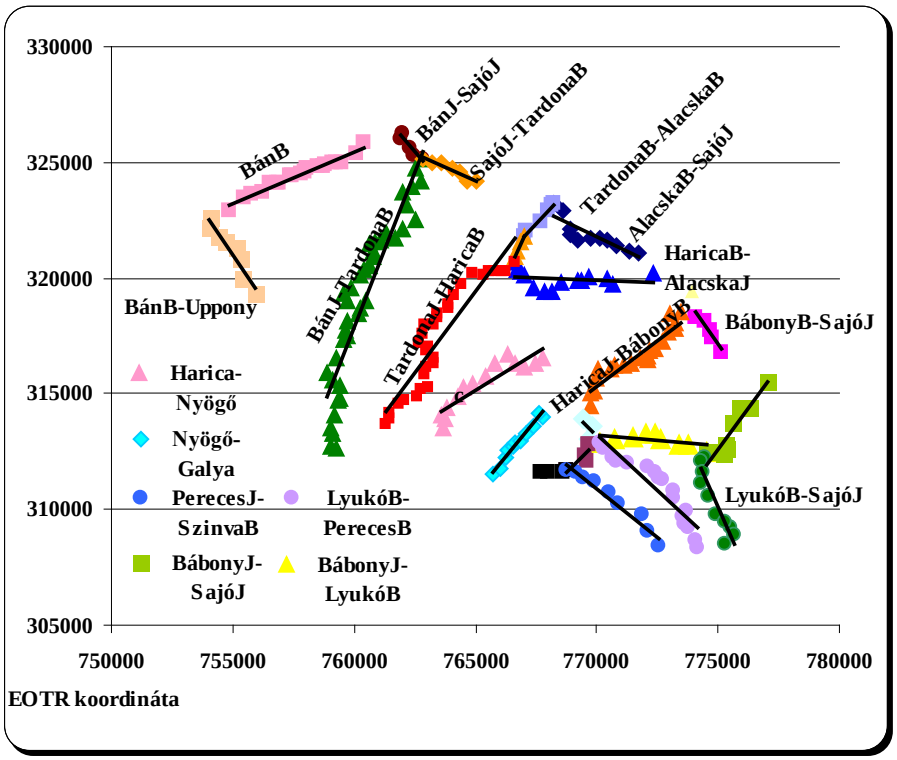
6.1. A Bükkhát felszínalaktani vázlata

Ahhoz, hogy az antropogén formaképzés méretbeli, formai és felszínformálódási viszonyait helyes léptékben értékelhessük, ismernünk kell az emberi tevékenységek geomorfológiai hatásterületét *(3. térkép).* A felszínfejlődés egyik alapvető sajátossága, hogy a terület erőteljes emelkedése miatt *(Miskolci L. 1973)* a *természetes geológiai erózió* ma is itt az *egyik legnagyobb az országban.* Ezért a lejtőket gyors egymásutánban érték a különböző felszínformáló folyamatok, amelyek hatásukban egymásra rakódva a már létrejött formakincset átalakították. A Bükkhát a környezeténél alacsonyabb medencedombság, a Bükk peremi hegylábfelszín részlete, amelyen a Sajó felé tartó általános lefutási irány is kirajzolódik. A Központi-Bükk területétől a Sajó-völgysíkig fokozatosan alacsonyodó térszínét a pásztás szerkezetnek megfelelően *DNy-ÉK-i csapásirányú völgyhálózat szabdalta fel.* A mai felszín kialakulása szempontjából fontos kérdés, milyen magasan helyezkednek el az egykor összefüggő lepusztulásszintek maradványai. A másik lényeges szempont az, hogyan alakult ki a dombságot felszabdaló részvízgyűjtők területe, melyik fejlődése erőteljesebb.



6. ábra: A felszínformák magasság szerinti elhelyezkedésének eloszlása

A lepusztulásszintek vizsgálatához felhasználtam *a geomorfológiai térkép és a szintvonalas térkép térinformatikai metszeté*ből készült adatsort. A gyakorisági görbe részben igazolta feltételezésem. Az eloszlásból kirajzolódik egy *160-170 m magas,* valószínűleg pleisztocén teraszszint, *220-240 m magasság*ban a villányi hegylábfelszín, valószínűnek tartható *270-280 m-en* egy lepusztulási felszín (bérbaltavári szint), valamint *330-340 m és 360-370 m* körüli tetőszint – a Bükk peremi magasabb *hegylábfelszín – maradványai (6. ábra).* Az értékek jó egyezést mutatnak *Schweitzer F. (1993)* tagolásával, *Szabó J. (1996)* Csereháton kapott eredményeivel. A lealacsonyodó tetőket, hátakat lépcsők sorozata köti össze, melyek közül az alacsonyabb térszíneken levők már a periglaciális felszínelegyengetés következményei. A dolgozat elkészültével párhuzamosan a völgykeresztmetszetek vizsgálatára alapozott térinformatikai módszerekkel *Demeter G.* négy szintet különített el *(Demeter G. – Szabó Sz. 2008).*



7. ábra: A vízválasztó gerincek koordinátageometriai ábrázolása

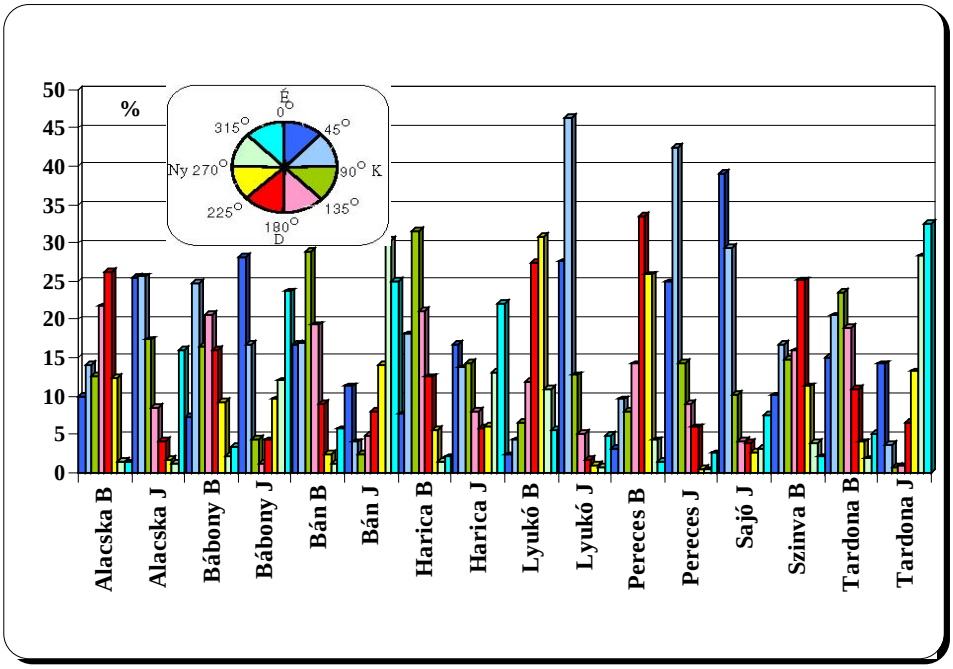
A vízgyűjtők fejlődésével kapcsolatos *munkahipotézis alapja*ként azon feltételezés szolgált, hogy ha egy egyenletesen lejtő, kibillenés nélküli, szerkezetileg zavarásmentes kiindulási térszínen zajlana a völgybevágódás, akkor az általános lejtésviszonyoknak megfelelő, É-i csapásirányú tetőszinteket kapnánk, közöttük szimmetrikus vízgyűjtőkkel. Ha a tetőpontok elhelyezkedése eltér az ideális iránytól, az aszimmetria vélhetően összefügg a fő szerkezeti irányokkal, valamint a szomszédos vízgyűjtők fejlődésével.

A vízválasztó gerincek lefutását követő *7. ábra* alapján, a kirajzolt csapásirányok részben tükrözik a Bükkre jellemző ÉK-DNy-i szerkezeti főirányokat, viszont a ***kisvízgyűjtők*** erre közel merőleges csapásirányúak. Ez feltehetően ***a fő szerkezeti irányokra merőleges haránttörésekhez köthető.*** A DK-i részen *összetorlódó határvonalak,* valamint a részvízgyűjtők *kis mérete* utalhatnak a Bükkhát DK-i peremének *rotációs mozgására is, amelyet Kozák M. és Püspöki Z.* írt le *(2002).* Érdekesek a Bükkhát K-re tolódó vízválasztói: a Bán mellékvölgyei a Tardona, a Tardonáé pedig a Harica vízgyűjtője felé vágódnak hátra erőteljesebben. *A dombság középső, legszélesebb sávjában* a legkeskenyebb a Bán és a Tardona jobb oldali vízgyűjtő része. Úgy tűnik itt ***a legerőteljesebb a „vízgyűjtők elrablása”*** *a K-ről szomszédos vízfolyások által.* A Harica-Nyögő több kisebb gerincre szabdalt részvízgyűjtőjén valószínűleg már történt ilyen esemény, ahol a Nyögő-patakot balról kísérő mellékgerinc, valamint a mai határ hasonló csapásirányú, közel vonalmenti elhelyezkedése utalhat az egykori vízválasztó futására. A harmadidőszak során *hátravágódó Nyögő* elérhette a K-Ny futásirányú *Harica-patak ősét,* majd lefejezve annak felső szakaszát, *hozzácsatolta sajátjához,* utóbbi Sajóbábony felé valószínűsíthető alsó szakaszán kialakult a kisebb, ma már önálló vízgyűjtő. Ezt látszik alátámasztani a Bábony és a Nyögő vízgyűjtő elkeskenyedő részlete között, Sajólászlófalva DNy-i határában az átlagosnál jobban lealacsonyodó, bizonytalan morfológiájú tetőszint, talán az egykori átfolyás helye *(1. 3. térkép).*

Góczán L. (1984) szerint 60 m/km^2 relatív relief felett a dombsági térszínek ***erősen tagolt***ak. Számításaink szerint ***a Bükkhát*** Ny-i peremén, a Bán-patak vízgyűjtőjének Upponyi-hegységre támaszkodó részén 129 m/km^2, tengelyében a Tardona-patak vízgyűjtőjén, a mezozoikum elhagyásával 118 m/km^2 (a teljesre 124 m/km^2), a Pereces- és a Lyukó-patak vízgyűjtőjén 96 m/km^2 a relatív relief. Összehasonlítva a kutatási területet a szomszédos tájegységekkel *(Szabó J. 1996, Félegyházi E. et al. 1999),* csak a hegységek tagoltsági értékei magasabbak. A földtani képződményekkel statisztikus kapcsolatot nem tudtunk kimutatni, de figyelemre méltóak a cementáltabb *szarmata-pannon* képződményeken magasabb, a laza *ottnangi* homokos üledékeken alacsonyabb relatív relief értékek. A nagyfokú tagoltság *oka*ként az *erő-*

teljes völgybevágódás jelölhető meg. Viszont a laza üledékeken a különbségeket a csuszamlások és deráziós folyamatok hamarabb felemésztették.

A *völgysűrűség* a dombság területén *3,7 km/km*^{2}, ami az átlagosnál *(Félegyházi E. et al. 1999) szintén magasabb érték.* Az erózió hatékonyságát mutatja, hogy a völgyek hossza a Bükkháton – az eróziós árkok nélkül – meghaladja a 866 km-t, amelyek *apró tetőkre és vékony gerincekre szabdalták fel a völgyközi hátakat.* A 100 m-nél keskenyebb tetőszintek aránya 45,6 %, miközben a keskeny gerincek hossza 142 km. Részvízgyűjtőnként a meredekebb oldalakon magasabb a vízszintes tagoltság, a különbség maximumát a Tardona-patak vízgyűjtőjén (1,4-szeres) éri el. A Sajóhoz közeledve az erőteljes erózió mellett a felhalmozás jelentős. A lepusztulás erősségét mutatja, hogy az eróziós völgyek talpán a *szarmata-pannon* korszaktól nagy mennyiségű és változatos minőségű kavicsanyag halmozódott föl.



8. ábra: A lejtőkitettségi értékek részvízgyűjtőnkénti megoszlása

A morfometriai mutatók és a felszínalaktani térkép alapján az általános lejtésirány és tetőszint-magasság befolyásolja az eróziós folyamatok térbeli elterjedését is. A Bükkhát DNy-i peremétől az ÉK-i Sajó alluviumig érve fokozatosan csökken a meredek falú eróziós völgyek, eróziós árkok száma, miközben nő a deráziós anyagáthalmozás jelentősége *(3. térkép).*

6.2. A fő felszínformáló folyamatok

6.2.1. A felszíni formák és a földtani képződmények kapcsolata

Az elkészült geomorfológiai térképre rávetítettük a litosztratigráfiai formációk elterjedését. A geomorfológiai formák nem teljesen esnek egybe ezekkel, mert a tényleges földtani adottságok egy formáción belül többféle, nagyon eltérő tulajdonságú képződményt tartalmaznak. De kőzetfizikai jellemzőik alapján csoportosítva *(3. táblázat)* mégis több alapvető morfológiai jellemvonás magyarázható. Ugyanakkor ezen kőzettulajdonságok megváltozását jól mutatják a morfometriai térképek területi különbségei *(Sütő L. – Szalai K. 2001)*, amelyek statisztikai összefüggéseit előbb *Püspöki Z. és társai (et al. 2005)*, majd *Demeter G.* és *Szabó Sz. (2008)* igazolták.

A dombság fejlődésében fontos szerep jutott a tömegmozgásos folyamatoknak. *Viczián I. és társai (1998)* Lyukótól Vadnáig végzett agyagásványtani vizsgálatok alapján *magas szmektittartalmat mutattak ki. Kozák M. és Püspöki Z. (1995b)* sajóbábonyi építésföldtani elemzései és morfogenetikai vizsgálatai is bizonyítják a változatos agyagtartalmú üledéksor szerepét *a lejtők csuszamlásos jellegének kialakulásában (Püspöki Z. et al. 1998, Vincze L. et al. 2000).* Igaz, a nagyméretű mozgások időszaka a pleisztocén korhoz köthető, napjainkban csupán kisebb mélységű felszínközeli mozgások aktivizálódnak a csapadék okozta víztöbblet vagy a bányászat nyomán.

A Kelet-Borsodi-szénmedence K-Ny-i kiterjedéséből következő üledékképződési különbségek *(Püspöki Z. 2002)* morfológiai eltérésekhez is vezettek. A jelentős felszínalkotó *ottnangi-kárpáti slír*, mint a bányászat és hatásai miatt kiemelten fontos Salgótarjáni Barnakőszén Formáció *(3. táblázat)*, rétegsorában gyakori finomhomok, kőzetliszt hozzájárul a kiegyensúlyozatlan felszínformálódáshoz *(Vincze L. et al. 2000)*. Alacsony agyagtartalmuk ugyan általában kedvező, de a szenes összlet fedőjében gyakori agyagos sávok elősegítik a *csuszamlások* megindulását, éppen az ember által igénybe vett területeken. Az ottnangi-kárpáti rétegeket fedő *Sajóvölgyi Formáció* a felszínfejlődés másik jelentős térbeli kifejlődésű összlete *(3. táblázat)*. Az előzőhöz hasonlóan igen vegyes összetételű, de uralkodóan cementált kavicsos-homok, aleurit alkotja. A gyenge kötőanyag miatt, a csuszamlások kialakulását ugyanúgy a felszínközeli agyag, agyagos aleurit rétegek csapadék okozta átázásához köthetjük *(Vincze L. et al. 2000)*. Ezért *a kárpáti homokkő rétegeken szélesebb hátak, lankás lejtőoldalak jellemzőek.* A völgyközi hátak maradványai fokozatosan alacsonyodnak le a fő vízfolyások felé, amelyeket nyergek, lépcsős lejtőpihenők kapcsolnak össze *(3. térkép)*, mint például Tardona É-i határában (Lipót-bérc, Gombolyag-tető, Tündér-hegy stb.) *(1. térkép)*.

3. táblázat: A terület kőzettani formációinak leírása
(Forrás: http://www.mafi.hu/microsites/kekkonyv/index.html)

aránya (%)	**formáció**	**kor (sorozat, emelet)**	**fácies**	**Litológia**	**kőzetfizikai csoport**
3,26	Edelényi Tarka-agyag F.	**miocén** (pannon)	Delta síksági (folyóvízi, mocsári, tavi) kifejlõdés	**tarkaagyag**, (szürke és tarkaagyag, agyagmárgás aleurit, lignit, homok, kavicsos homok)	*neogén aleurit*
0,24	Kozárdi F.	**miocén** (szarmata)	sekélytengeri-partközeli, csökkentsósvízi	**agyag-agyagmárga** (szürke, zöldesszürke molluszkás agyag, agyagmárga,	*neogén aleurit*
1,6	Galgavölgyi Riolittufa F.	**miocén** (szarmata)	szárazföldi-édesvízi-csökkentsósvízi	**riolittufa** (biotitos riolittufa, ignimbrit, agglomerátum, tufit) = "felső riolittufa"	*neogén tufa*
4,41	Dubicsányi Andezit F.	**miocén** (szarmata)	piroklasztikum, ritkán láva	**andezit piroklasztikum** (andezit breccsa, tufa, tufit)	*neogén andezit*
26,58	Sajóvölgyi F.	**miocén** (bádeni-pannon)	folyóvízi, tavi, beltengeri	**agyag, homok, kavics** (agyag, aleurit, homok, kavics, konglomerátum, lignit rétegekkel)	*neogén homokkő*
1,39	Borsodbótai F.	**miocén** (bádeni)	nyílttengeri medence	**agyag, agyagmárga** (agyag, agyagmárga mollusca és foraminifera faunával)	*neogén aleurit*
14,13	Garábi Slír F.	**miocén** (kárpáti)	parttól távoli, nyílttengeri	**homok, csillámos homok** (ciklikusan váltakozó csillámos homok, aleurit, agyag, agyagmárga, gazdag mikrofauna)	*neogén slír*
3,52	Egyházasgergei F.	**miocén** (kárpáti)	partvonal-lapos part menti	**homok, homokkő** (keresztrétegzett homok, homokkő, báziskonglomerátummal vagy kaviccsal)	*neogén slír*
41,23	Salgótarjáni Barnakőszén F.	**miocén** (ottnangi-kárpáti)	tavi, paralikus, részben folyóvízi-mocsári	**barnakőszén, homok, homokkő** (barnakőszén telepek, homok, homokkő anyakőzet, szenes agyag, aleurit)	*neogén slír*
0,08	Gyulakeszi Riolit-tufa F.	**mio-cén** (eggenburgi-ottnangi)	ártufa, szárazföldi lerakódás	**riolit ártufa** (biotitos, ignimbrites riolit és riodácit ártufa) = "alsó riolittufa"	*neogén tufa*
2,51	Felsőnyárádi F.	**miocén** (eggenburgi)	félsósvízi-édesvízi (mocsári)	**Aleuritos homok** (aleurit, homok, szenes agyag, kavics)	*neogén slír*

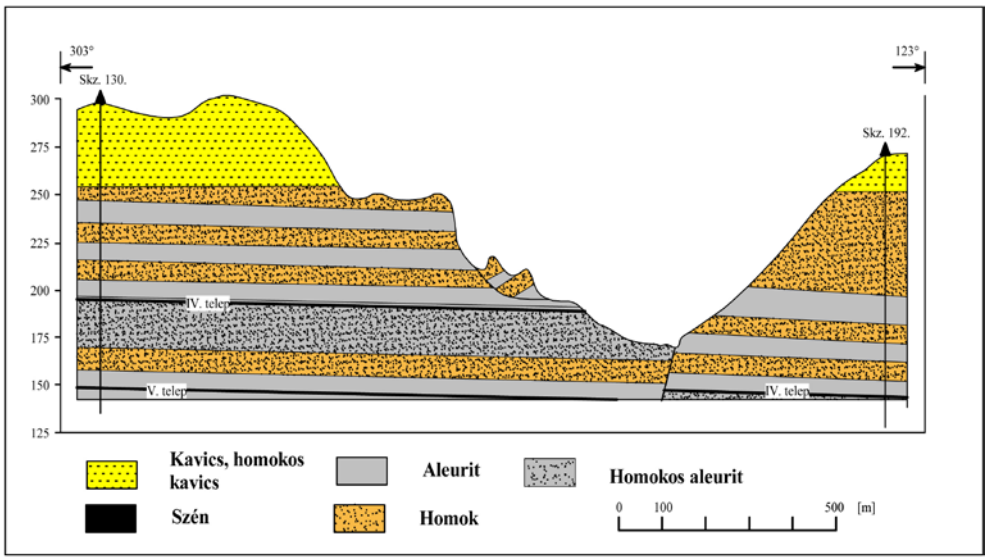
Jelentősen befolyásolják a morfológiai képet a *Sajóvölgyi Formáció* rétegsorába ágyazódó *Dubicsányi Andezit Formáció* különböző kőzetfáciesei. A benyomuló andezittestek által áttört piroklaszt környezetben, az intrúziók védőhatása nyomán fedőként szélesebb hátakat, völgyoldalként meredek lejtőprofilt alkotnak *(Csámer Á. 1999, Vincze L. et al. 2000, Sütő L. et al. 2005, Csámer Á. – Kozák M. 2007)*, amelyek területi egybeesése statisztikailag bizonyított *(Püspöki Z. et al. 2005)*. A diszkordáns szarmata fedő agyagosan elbontódott *tufaszerű képződményein* ezzel szemben szállítóközeg nélküli *csuszamlások és kúszások előidézői*. A kipreparált andezitbreccsa testek a dombságot felszabdaló kisvízfolyásokon markáns nyomokat hagytak – mint a Tardona vízgyűjtő közepén *Csámer Á. (1999)* –, környezetükben szurdokszerű völgyszakaszokat formálva a laza összletbe. A jelentősen bevágó részeken az alámosott védő rétegsort meglazítva mély fészkű csuszamlások kioldódásához vezetett, melynek iskolapéldája a Damasa-szakadék.

6.2.2. Völgyfejlődés

A völgyek fejlődéstörténeti szerepének és a szerkezeti meghatározottságnak a vizsgálatát, a völgyek és a földtani adottságok kapcsolatának pontosítását a földtani újrafelvételezés eredményei teremtették meg *(Kozák M. et al. 2000)*. A térképezés során a tektonikai vonalak rendszertelenségében több főirányt sikerült kimutatni *(Kozák M. et al. 2000; 2001; Szalai K. 2004)*. Feltételezésük szerint a Bükk előtéri miocén felszínen a lepusztulási irányokat az Upponyi-hegység törésrendszere mellett a Bükk hegység ÉNy felé tolódó, az óramutató járásával ellentétesen rotáló tömbjének az előtérre gyakorolt hatása jelölte ki. Erre erősíthettek rá a Darnó-törésrendszer aktivizálódása során felújuló vetők. Ezen összefüggések egyik bizonyítéka lehet a vízválasztók lefutása *(7. ábra)*, valamint az alaphegység tektonikus mozgásai és a völgyirányok közötti statisztikai összefüggések *(Demeter G. – Szabó Sz. 2008)*.

A szerkezeti mozgások alapján, a Bán-patak Ny-i peremén, *az Upponyi-hegységben,* a *fő feltolódási frontok csapásiránya 60-80°;* a *haránttöréseké 320°*, míg a diagonális törések 290°, illetve 330° körüliek *(Szalai K. 2004)*. A *Bükk É-i peremén* a szerkezeti mozgásokra nézve *50-80° fő feltolódási irány* és rá közel merőleges *330-350° haránttörés* mellett több, a Bükk rotációját jelző másodlagos szerkezeti irány mutatható ki (330° és 40-50°) *(Kozák M. et al. 2000; 2001)*. A *Bükkháton* ezek az értékek jobban szóródnak. A *35-50° fő feltolódás*t és a *335-345° haránttörés*t további szerkezeti irányok egészítik ki (például 310°; 20°), amelyek a bányabeli mérések alapján meglehetősen sűrűn, mintegy 100 méterenként feltagolják a felszínt *(Juhász J. szerk. 1979)*.

A szerkezeti viszonyok geomorfológiai szerepének kimutatására ***völgyirány-statisztikai vizsgálatok***at végeztünk. A mért irányokat völgyszakasz-hosszonként ábrázoltuk *(3. térkép).* Az így készült diagramok adatainak szórása elég nagy, igaz az egyes vízgyűjtőkön találhatók hasonló kiugró értékek. Ezek között az Upponyi-hegységtől a Bükk felé haladva némi eltolódás figyelhető meg, amint a vízgyűjtők legyezőszerűen szétválnak. A kiugró értékek *részben köthetők a tektonikai mérések adataihoz,* de ezen a feldolgozottsági szinten *kapcsolatuk gyenge,* bizonyításuk további részletvizsgálatokat igényelne. *Szalai K. (2004)* által az Upponyi-hegység miocén előterén már bizonyított nagyobb szórás oka lehet, hogy a többszöri elmozdulásból eredően sűrű vetőhálózat elemei egymásra rakódva maguk is erőteljesebben szóródtak, ugyanakkor a laza miocén üledéksor a szerkezeti előrejelzés kiegyenlítése irányába hat *(Kozák M. et al. 2002).*



9. ábra: Hársas-Pálsziget csuszamlásai a földtani viszonyok tükrében *(négyszeres túlmagasítással)*

A fő völgyek középső szakaszainak hasonló csapású, markáns irányváltása (Pereces, Lyukó, Bábony, Harica, Bán) lehet, hogy a Bükk fiatal, pleisztocén mozgásainak következményeként alakulhatott ki. Elképzelhető, hogy a *Harica-Nyögő vízgyűjtő összekapcsolódás*ának idejét is a *fiatal hegységszerkezeti mozgások* időszakához köthetjük.

A dombság fejlődésénél láttuk, hogy a fő anyagszállítási irányokat kijelölő vízfolyások – a Bán-, a Harica-Nyögő-, a Tardona-patak – két oldalán aszimmetrikus részvízgyűjtők alakultak ki. A feltolódási övek menti völgyszakaszok morfológiája az egész völgyhálózatra jellemző aszimmetriát mutat *(9. ábra).* A *fő vízgyűjtők két oldala között* átlagosan *1,5-6-szoros a szélességkülönbség*. Párhuzamosan zajló kutatása során *Demeter G. (Demeter G. – Szabó Sz. 2008)* is hasonló eredményre jutott az aszimmetricitási index kiszámítása alapján. Feltehetően a fentebb leírt *felpikkelyeződés szerkezeti sávjainak térbeli elrendeződése* rajzolódott ki újra a neogén végétől fejlődő völgyeken keresztül *(Kozák M. – Püspöki 1995, Kozák M. et al. 2002).*

4. táblázat: A részvízgyűjtők völgysűrűségi adatai

Vízgyűjtő bal oldala	**km/km^2**	**Vízgyűjtő jobb oldala**	**km/km^2**
Alacska	4,41	**Alacska**	4,41
Bábony	3,06	**Bábony**	3,92
Bán	3,54	**Bán**	4,27
Harica	3,37	**Harica**	3,97
Lyukó	4,53	**Lyukó**	4,09
Pereces	4,57	**Pereces**	3,51
Tardona	3,00	**Tardona**	4,30
		Sajó	0,94

A különbség befolyásolja a lepusztulási folyamatok hatékonyságát. A meredekebb oldalon a pikkelyfrontról rövidebb mellékvölgyek csatlakoznak a fővölgyhöz, amely megerősíti az aszimmetrikus kifejlődést. Ugyanakkor *a pikkelyfrontok völgysűrűségi értéke magasabb,* azaz a völgybevágódás erőteljesebb *(4. táblázat).* A pikkelyhátak keleties irányú völgyeinek hosszabb futásvonala a hasonló irányú másodlagos lealacsonyodással is összhangba hozható, mint azt a Tardona-patak völgyéről és mellékvölgyeiről *Szabó J. (1979)* leírta. A ***vízválasztó hátak eltolódása,*** mint láttuk, a ***pikkelyháti patakok hátravágódásához kapcsolható.*** A látszólagos ellentmondás – *Szabó J. (1984)* csereháti völgyfejlődési tapasztalatait felhasználva – feloldható úgy, hogy a pikkelyfronti oldal erőteljes bevágódása a kis vízgyűjtő miatt a mélyülési folyamatra összpontosul, és ez okozza a nagyobb völgysűrűséget. Ugyanakkor a szélesebb pikkelyhát völgyei szétágazóak – ezért kisebb a völgysűrűség –, nagyobb vízgyűjtőrészekről hozva hordalékukat. Ez viszont, a sekély völgyek ellenére, erőteljesebb hátravágódást eredményez, azaz összekapcsolható a vízválasztók hátrálási folyamataival.

A völgyoldalak mentén a pikkelyhátak, pikkelyfrontok helyzetét a relatív relief értékek is mutatják, mint a Tardona vízgyűjtőről leírtuk *(Sütő L. – Szalai K. 2001).* A vízgyűjtők oldalai között várt markáns lejtőmeredekségi különbségek helyett azonban alig 2 % az eltérés. Ennek valószínű oka, hogy a völgyfejlődés kezdetén, a szerkezetileg előrejelzett fővölgyek oldallejtőinek felszabdalódása már a negyedidőszak periglaciális klímájához köthető, ahol a felületi leöblítés, deráziós anyagáthalmozás az alapfelszín kiegyenlítődése felé mutat. Így *a fiatalabb völgyhálózat mai arculata* elsősorban a *helyi* kőzettani, morfológiai és növényfedettségi viszonyok *összefüggés*ében alakult ki. A vízgyűjtők D-i felén, ahol a Bükk közelsége miatt ereőteljesebb a szerkezeti meghatározottság, a mellékvölgyek a fővölgyekre (közel) merőlegesek, völgyfőik a fő vízválasztó két oldalán szinte egymás meghosszabbításába esnek. E jelenséget a haránttörések felszíni tükröződéseként értelmezhetjük *(3. térkép).* A vélelmezett lejtőfejlődési és völgyirányultsági összefüggéseket *Demeter G. és Szabó Sz. (2008)* a különböző völgygenerációk és a tektonikai előrejelzettség kapcsolatának különbségét igazolva pontosan bizonyította.

A miocén térszín felszínformálódásában már *Peja Gy. (1957), Szabó J. (1979*) és *Hevesi A. (2002)* is rámutatnak a deráziós folyamatok jelentőségére, amelyet terepi megfigyeléseink alátámasztanak. A fővölgyek pikkelyháti oldalai – általában a kiegyenlítettebb szarmata-pannon kavicsos-homokból álló részeken – gyakran az üledékből felszínközelbe került keményebb kőzetekig, például a kavicszsinóros rétegig tartanak.

Az eróziós és deráziós völgyek egymáshoz viszonyított helyzetéből a ***völgyfejlődésnek több szakaszát*** lehet elkülöníteni. A periglaciális időszakokban formálódó *deráziós völgyek egy része* a fővölgy fölött *függő helyzet*ben maradt, mint például a Lyukó-patak völgyfőjének Ny-i peremén vagy a Harica mentén, Ludnapusztától D-re *(1. 3. térkép).* A völgyek fenékszintje a jól kivehető eróziós völgyvállra fut ki, amely a kialakulásuk idején jellemző helyi erózióbázis szintjét jelezheti. Az inter- és posztglaciális időszakokban megerősödő lineáris erózió helyenként kimélyítette a deráziós völgyeket. Többször megfigyelhető, hogy a *nagyobb deráziós völgyfőkben* az éghajlatváltozások során visszatérő periglaciális klímaszakaszokban *kisebb deráziós páholyok* alakultak ki (például a Tardona-patak DNy-i és ÉK-i; a Harica-patak ÉNy-i mellékvölgyeiben), vagy a jelenben újra megerősödő lineáris erózió következményeként *eróziós árkok* vágódtak be (például a Bán-völgy DK-i mellékvölgyeibe, a Tardona középső szakaszán vagy a Harica-patak DNy-i oldalán). Különösen az 5-25%-os lejtőkön jellemző a laza üledékösszleten – a csapadékos időszakokhoz köthető erőteljes lepusztulás nyomán – az eróziós barázdák alakítják át a deráziós formát.

A dombság jellemzői a gyakori meredek falú *eróziós völgyek, nagy tömegű lerakott hordalékkal (3. térkép).* A kis völgytorkolati hordalékkúpok egy része ugyan a bevágódó eróziós árkok, vagy a fővölgyekben futó utak miatt részben megsemmisült, de a villámárvizek pulzáló anyagáthalmozása miatt ma is megfigyelhető a durvakavicsos mederkitöltés. A völgyszakaszok kőzetminőségi különbségeire már utaltam *(vö. 6.2.1.).* A Tardona-patak mellékvölgyeinek ~2 m magas meredek falai a lávatesteknek, a főként torkolatközeli helyzetű völgyi teraszmaradványokon kiszélesedő szakaszok a laza vulkáni törmelékfelhalmozódásnak köszönhetők *(Csámer Á. 1999).*

A *folyóvízi felszínfejlődés és a csuszamlásos folyamatok kapcsolata* a dombságot keresztülszelő patakok és a Sajó futásvonala alapján nyomozható. A Sajóba érkező fő vízfolyások mentén, több helyen megfigyelhető a meredek oldalak alávágása (általában a patakok jobb parti völgyoldalán), majd a kisebb mellékvölgyek kifejlődésével a növekvő hordalékkúpok fokozatosan „eltolták" a patakot a hegység lábától. Ennek valószínűsíthető időközei a pleisztocén hideg-száraz periódusaira tehetők. Ekkor vált ugyanis erőteljesebbé a legtöbb esetben deráziós völgyfőkből az anyagmozgás. A völgyeken keresztül elszállított törmelékből peremi hordalékkúpok épültek a fővölgyek alluviumán, befolyásolva a vízfolyások futását. Ilyen a Bán-patak torkolatától a Tardona torkolatáig tartó Sajó völgyszakasz, vagy például a Nyögő-patak Sajólászlófalva és Sajókápolna között *(1. 3. térkép).*

Az *eróziós völgyek másik típusa* ugyanakkor *a csuszamlások mélyvonalában* vágódott hátra. A tömegmozgásos lejtőoldalakon – mint például a Lyukó-völgy mentén – eróziós árkok, vízmosások vágódnak hátra. Ezt a folyamatot az erdőirtások, másrészt az alábányászott területek néhány cm-es megsüllyedése nyomán kialakuló lokális új erózióbázisok segítik. A meredek falú völgyfők közelében pedig (például a Pereces-patakon) éppen az erőteljes lepusztulás miatt a völgyvállnál kis szakadásperemek alakultak ki, s az eróziós völgyoldalt omlások, csúszások formálják tovább.

6.2.3. Csuszamlások

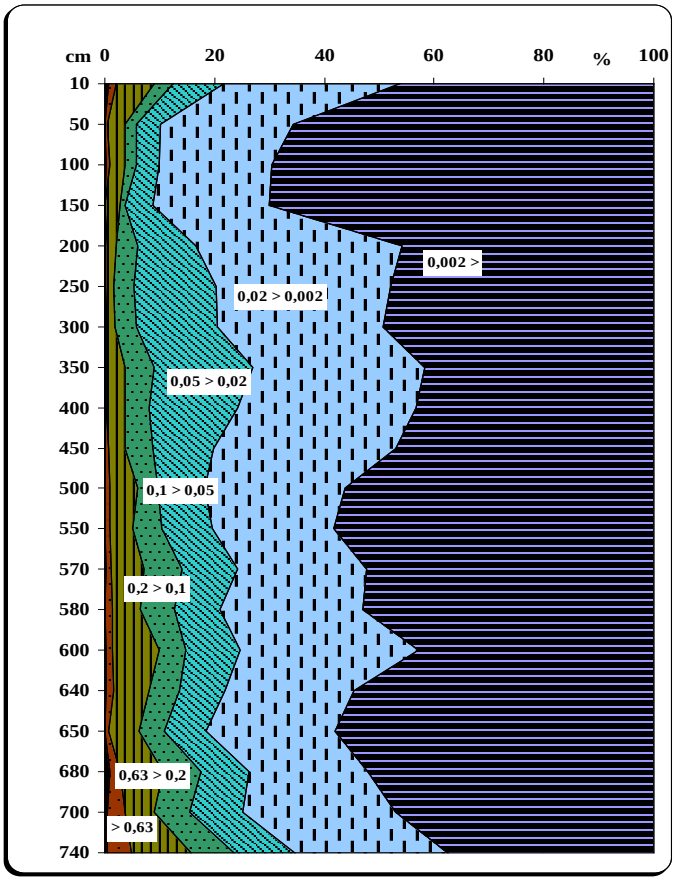
A *szarmata-pannon* akkumulációs periódus befejeződése óta pusztuló Bükkhát területén a lejtők egyik legjellegzetesebb felszínformáló folyamatát a csuszamlások jelentik. A térképi ábrázolás során, a hepe-hupás formakincs jellegezetességeit mutató lejtőoldalakat, amennyiben friss szakadásfalat vagy anyagáthalmozást nem tudtunk terepen felfedezni, nyugalomban lévő lejtőként ábrázoltuk. Ahol nem volt egyértelmű a csuszamlások szerepe, azokat a laza üledékkel borított felszíneket instabil lejtőként adtunk meg.

A *gyenge-közepes felszínstabilitás* a változatos összetételű rétegsor mozaikos térbeli elterjedésének a következménye. A különböző kőzetfizikai tulajdonságú nyíltvízi és bontott vulkáni tufákból álló agyagos rétegeken preformált csúszópályák, rétegfejek alávágódása vagy leszakadása vezetett, a karéjos szakadásfalakkal jellemezhető csuszamlásos lejtők hullámos felszínének kialakulásához (*Peja Gy. 1956a b; Szabó J. 1979*). A csuszamlások ismeretének gyakorlati szerepét a bányanyitások, majd a földtani újrafelvételezés során többen megfogalmazták *(Peja Gy. 1956b, Püspöki et al. 1998).* Gyakran a morfológiailag feltáratlan csuszamlásrendszer alkotta több száz méter vastag meddőn keresztül kellett bányavágatokat kiképezni (például a kazinci Géza-táró 1000 m-en át meddőben futott) *(Peja Gy. 1956b; BSzT, 1960).*

A területen jellemzőek a ***többlépcsős csuszamlásrendszerek*** (nagybarcai Hét-tó, bánhorváti Damasa-szakadék, Tardona-patak menti Izbonyó, Harica- és Lyukó-völgy lejtőoldalai) *(1. 3. térkép).* A csuszamlások magassága és az alacsonyabb rendű mellékgerincek tetőszintje alapján úgy véljük, hogy ***a tömegmozgások ritmusa illeszkedik a felszínfejlődési szakaszokat jelző lepusztulásszintekhez.*** A magassági viszonyok és formakincs alapján két erőteljesebben elkülönülő mozgási periódust valószínűsítettünk. A GeoMedia rétegeinek átmetszéséből készült gyakorisági görbe alapján *egy 170-180 m* közötti és *egy 260-270 m közötti felszínmozgásos terület*et különítettünk el, amelyek igazodnak a két felettük lévő lepusztulásszinthez *(6. ábra).* Ez azt is jelentheti, hogy *a négy szint között a vonalas erózió és a csuszamlásos folyamatok periodikus váltakozása* figyelhető meg. Ez kapcsolhatónak tűnik a *klímaingadozások okozta* felszínformálódási szakaszok váltakozásához. Ha a lepusztulásszintek vélt kialakulási idejéhez viszonyítunk, akkor a lejtőoldalak jellegadó formakincsét a legmagasabban lévő, egymásba érő tágas-sekély mélyedések rajzolták ki, amelyek még a pleisztocén nedvesebb időszakainak erőteljes lejtőmozgásához köthetők. Az alattuk elhelyezkedő csuszamlás-sorozatok valószínűleg a holocén nedvesebb klímaperiódusaiban alakultak ki (atlanti, atlanti-szubboreális, szubboreális-szubatlanti határ és a kis jégkorszak ideje).

A Nagybarcától K-re eső ***Hét-tó*** a Bán-patak ÉK-i oldalát formáló hegycsuszamlások egyike *(Hevesi A. 2002, 2005).* A nagyméretű csuszamláshalmok gátja mögött hét elmocsarasodó hepe-tó alakult ki, közülük kettő már feltöltődött. A fúrásminták alapján kiegészíthettük a csuszamlásokkal kapcsolatos terepi megfigyeléseket. A *740 cm mély fúrás* uralkodóan finomhomokos-iszapos-agyagból álló üledéksorában *3-4 alkalommal történt kismértékű üledékdurvulás* a leülepedési környezetben zajló felszínfejlődési folyamatok zavaró hatása miatt *(10. ábra).* Ezek származhattak hirtelen, rövid idejű

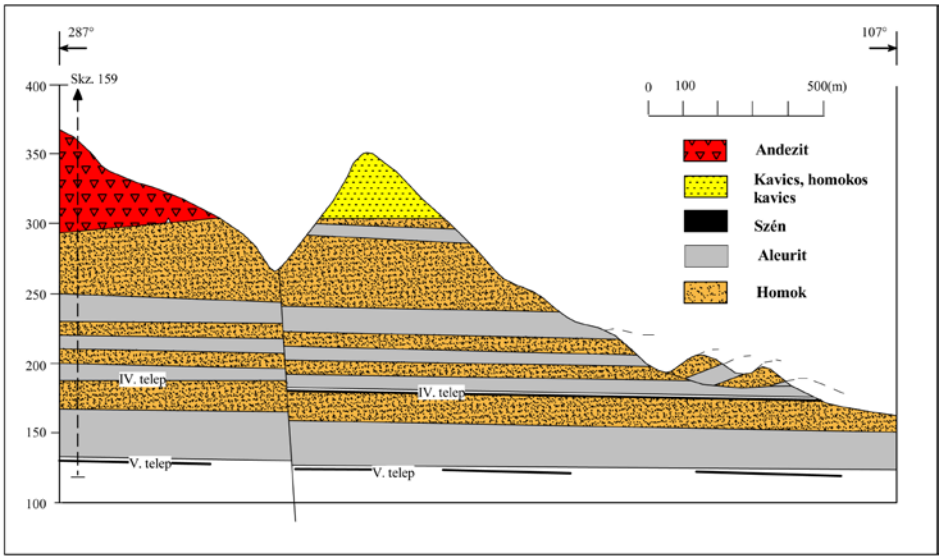
anyagáthalmozásokból, akár kisebb csuszamlásokból, vagy valamilyen vízforrás megnyílásával (lejtőleöblítés, folyások) hosszabb idő alatt beszállítódó homokos-iszapos hordalékból. *Sümegi P. (2001)* a hasonló közegben kialakult keleméri Mohosokról levont következtetése alapján durva párhuzamosítással leírható, hogy a fő csuszás a pleisztocén végén *„transzportációs középlejtőkön" időszakosan kiengedő fagyott réteg elmozdulásával indulhatott meg,* amelyet az instabil lejtőoldalról további anyagáthalmozás követett.



10. ábra: A Hét-tó fúrási rétegsorának szemcseösszetételi diagramja
(0,63-0,002 között szemcseméret mm-ben)

Az ***Izbonyó*** vagy a ***Hársas*** lejtőoldalán tanulmányozott mozgások alapján, a *IV. széntelep fedőjében elhelyezkedő három agyagcsík előrejelzett csúszópályáként* értelmezhető. A nagyobb méretű blokkcsuszamlások halmazait – a lejtőt metsző agyagsávok miatt instabillá váló térszínen –fiatalabb

csúszások *(9. 11. ábra)*, majd eróziós völgyek formálták tovább. A több méter mély hepe-tavakba eróziós vízmosások vágtak be, az alacsonyabb térszínen ellaposodott blokkokat találunk *(Szabó J. 1979)*. Ugyanezek a folyamatok megfigyelhetőek a lyukói bányaüzemtől D-re húzódó lejtőoldalon több 100 m szélességben, ahol négy különböző időpontban elmozdult csuszamlások nyomai figyelhetőek meg egymás feletti szintben. Az idős tömegmozgások hullámos felszínei alatt fiatalodó csuszamláshalmazok rajzolódnak ki, a legfrissebbek több mint 10 m széles hepe-tóval, vizenyős mélyedésekkel.



11. ábra: Az Izbonyó csuszamlásai a földtani alapadottságok tükrében *(négyszeres túlmagasítással)*

Csuszamlások, a konszolidálatlan folyóvízi-tengeri üledékeken kialakultak mellett, mint írtam, a részben elbontott vulkáni kőzeteken is megfigyelhetőek. A agyagosan bontott tufitus rétegsor tömegmozgásokra hajlamos. Ezért az eróziósan alávágott keményebb kőzettestek környezete a leváló blokkoktól néhány méteres szakadáskaréjokkal terhelt, mint például a Tardona vízgyűjtő D-i mellékvölgyeiben *(Csámer Á. 1999)*.

Ehhez hasonló ***a Damasa-szakadék*** kialakulása Bánhorváti ÉNy-i peremén. Az álbarlangokat tartalmazó formaegyüttes blokkcsuszamlással keletkezett a 19. században *(Kovács A. 1995)*. A negyedidőszaki kiemelkedések idején a Csom-patak bevágódott a laza miocén üledéksorba, ezért a völgyoldalon felszínre kerültek a bádeni tengeri agyagmárgák, a laza folyóvízi homok és kavicsrétegek, illetve a beléjük ágyazott vulkáni testek is. A

patak fokozatosan alámosta az andezitbreccsa-takarót. A homokos, agyagos összlet előrejelzett csúszópályaként szolgált az andezitblokkok számára. 1834-ben, több kisebb mozgás után lérejött nagymértékű blokkcsuszamlás mögött áll a Mély-hasadéknak nevezett 19 m magas szakadásfal *(Kovács A. 1995).* A különböző sebességgel mozgó tömbök között többszintű járatrendszer jött létre, amely omlások, csuszamlások útján ma is formálódik.

A keményebb vulkáni kőzettestek vagy az utólag átkovásodott, limonitos kötőanyagú üledékösszletek tulajdonságai kedvezőtlenek a csuszamlások kialakulásához, de erős összetöredezettségük, omlásos formák létrejöttét eredményezte *(Csámer Á. 1999, Sütő L. et al. 2005)*. A völgybevágódás, a fagyaprózódás, az egyéb fizikai mállási folyamatok, a kipreparált homokkő vagy andezitblokkokon felmagasodó völgyvállak, törmeléklejtők, -kúpok és -folyások lérejöttéhez vezettek. A több tonnás tömböktől a murva frakciót felölelő törmelékhalmazok anyagát az instabil lejtőkön villámárvizek vagy törmelékkúszások szállítják tovább. Ugyanakkor a laza hialoklasztizálódott anyagon gyorsan erodálódó lejtős térszínek jöhettek létre.

A tömegmozgások harmadik típusát – felszínalaktani térképen nem ábrázolhatók, - a részben talajosodott málladéktakaró szoliflukciós és kúszásos folyamatainak gyakorisága mutatja. Ezek eredményei a lejtőket tagoló néhány 10 cm-es mikroformák: sáncszerű halmok, mikroteraszok, szőnyegszerű mikroredők; különösen a fővölgyeket tagoló másodlagos mellékvölgyekben jelentkeznek *(Csámer Á. 1999, Sütő L. et al. 2005).* A lejtőkön már 5-12 %-os meredekség – különösen a februári hóolvadás és a júniusi csapadékmaximum alatt – az átlagosnál nagyobb geológiai eróziót jelez. Ennek következménye a lejtők alsó és középső harmadáig felhalmozdó lejtőhordalék, amely a K-i oldalakon akár 5-15 m vastagot is elérhet *(Juhász J. szerk. 1979).*

A *csuszamlásos folyamatok szerepe* elsősorban az északias kitettségű (ÉNy-ÉK) lejtőoldalakon kiemelkedő, a térképezett formák 64%-a esik ide. A már jelzett völgyi aszimmetria a tömegmozgások kialakulásának térbeli rendjét is befolyásolta. *Aktív mozgások* általában a hosszabb és lankásabb oldalakon, a Tardona- és a Harica-Nyögő vízgyűjtők *északkeleties irányú lejtőrészleteire* jellemzők *(3. térkép).* A megszokottól eltérő domborzat csuszamlásos felszínformálódása a keleties dőlésű rétegsornak köszönhető *(9. 11. ábra).* A tömegmozgások tájformáló szerepét mutatja, hogy a különböző vízgazdálkodású rétegek elnyíródása nyomán időszakos források, *rétegszivárgók nyíltak* (például Bán ÉK-i oldalán a Gyorjákos-tető környékén, a Harica D-i peremén), pedig formailag már csak enyhén hullámosra elegyengetett lejtők jelzik a csuszamlások egykor kitüntetett szerepét.

7. TERÜLETHASZNÁLATI VÁLTOZÁSOK 1784-TŐL NAPJAINKIG

7.1. A kőszénbányászat fejlődése és területi kiterjedése

A *3.1. fejezetben* utaltam arra, hogy a domborzat olyan alaptényező, amelynek változása jelentős hatást gyakorol a többi tájtényezőre. Ezért fontos a bányászat fejlődésének tárgyalása, de nem a teljességre törekedve, hanem a területi kiterjedés változását, valamint a táji hatást és a területhasználati viszonyokat befolyásoló technológiát szem előtt tartva.

A kutatási területen a ***kőszénbányászat*** kezdete az 1700-as évekre datálható, amely ***minőségileg új antropogén beavatkozástípus***ként jelentkezett. Ennek bizonyítéka Borsodban, a Diósgyőrhöz közeli *Parasznyán* talált szén leírása 1767-ből. Két év múlva, a térség vasipar megteremtője, Fazola Henrik négy szénelőfordulást jegyeztetett be *(BSzT, 1960; Bertalanfy B. et al. 1986).* A rendszeres bányászat kiteljesedését 1786-tól számolják.

Az ***első tárók***at a Bükk É-i peremén, a *felszínhez közeli I. telepek*re hajtották ki a Szinva mellékvölgyeiben; valamint Diósgyőr, Mályinka, Tardona, Parasznya határán *(BSzT, 1957a, b, 1960; Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki L. 1996)(1. melléklet).* Ezek még a lakosság és a kisipar igényeit elégítették ki, ezért sem termelésük, sem környezeti hatásuk nem volt jelentős. A *környezetterhelés helyi* kiterjedését és *alacsony szintjét* támasztják alá a korabeli jelentések mennyiségi adatai *(BSzT, 1960).* A borsodi úthálózat kedvezőtlen minősége és sűrűsége pedig gátolva a szállítást a szennyezések szétterjedését közel egy évszázaddal kitolta.

A bányászat a *19. század közepétől* öltött nagyobb mértéket. 1845-ben *már 35 község*ről írtak a széntermelés kapcsán *(BSzT, 1960; Lehoczky A. 1965).* A kezdeti bányászat körüli ellentmondást jól megvilágítja a Szontágh Ádám-féle szénkereskedelmi állásfoglalás, amely a bányászat felfuttatásával szemben fő érvként a kimeríthetetlen erdőterületet említeti *(Lehoczky A. 1965; Bertalanfy B. et al. 1986). 1830-1867 között* a *borsodi bányászat a harmadik* hazánkban, a kiegyezés évében az országos mennyiség 17,7 %-át (59 409 t) biztosította *(Lehoczky A. 1965).* A diósgyőri vasgyár 1868-tól széntüzelésre váltott *(Bertalanfy B. et al. 1986, Mándy A. – Zsámboki L. 1996),* ezért újabb bányákat nyitottak a térségben. *1871-re* felépült az *új vasgyár, a széntermelés megháromszorozódott.* 1887-ben már Diósgyőr környéke adta a legtöbb szenet a Borsodi-medencében *(évi 123 000 t) (Bertalanfy B. et al. 1986).* Ezután kezdődött el a további szénterületek kiaknázása Alacska, Sajókazinc, Sajókápolna és Sajószentpéter térségében.

A katonai térképek közül elsőként a III. felmérés mutat bányászatot Perecesen, jóllehet ekkor már biztosan művelt bányákat ismerünk a Bán-völgy kivételével minden jelentős szénterületen. Ezt bizonyítják a korabeli bányatelek-fektetési térképek; 1859-ből már működő tárókat mutatnak a Pereces-völgyben *(BSzT, 1960) (5. térkép).* A magán bicskabányákat sok-szor be sem jegyezték, így velük csak óvatos becsléssel számolhatunk.

A *19. századtól* a széntelepek átlagosnál könnyebb kitermelhetősége miatt jelentős tőkebefektetés érkezett a térségbe. Ez viszont a szénbányászat környezeti hatásainak növekedéséhez vezetett. A század végén *elkezdődött a bányák koncentrálódása.* Jelentősebb cégek a Radvánszky-féle Sajókazai Kőszénbánya Vállalat, a Diósgyőri Koronauradalom (később Diósgyőri Ál-lami) Kőszénbánya Vállalata, a Magyar Általános Kőszénbánya Rt. (MÁK), valamint a Sajókazinci Kőszénbánya Rt. *(BSzT, 1960; Bertalanfy B. et al. 1986)* Ez nem jelentette a kisebb tárók azonnali bezárását, de az új feltárá-sokat már a nagy cégek fejlesztették.

A ***nagyipari bányászat*** az *1882-ben* feltárt *parasznyai Baross-,* az *1894-ben* fúrt *sajószentpéteri Alfréd-,* az *1898-ban* megkezdett *perecesi Új-aknák*kal, valamint az *1896-ban* nyitott *kazinci Sándor-táró*val indult *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki L. 1996).* Ezeket már aknaként, lejtaknaként képezték ki, élettartamukat 25-50 évre tervezték. A földtani viszonyoknak megfelelően Perecesen a *II. és IV.;* Baross-aknán csak a IV.; Sajószentpéteren a II. és Sajókazincon *a III. telep* bizonyult gazdaságosnak. Az *évi kitermelés mindenhol* meghaladta a *100 000 tonnát.* Egy-egy akna nagyobb széntermelést produkált, mint eddig több bicskabánya együtt. Emiatt *koncentrálódtak a környezeti hatások.* Az 1924-es térképen már komplett bányatelepek, meddőhányók láthatók. *1880-1890 között hétszeresére nőtt a kitermelés,* alig kétszeres munkaerővel *(Lehoczky A. 1965).*

1900-ban a Borsodi-szénmedence termelése a hatodik legnagyobb a történelmi Magyarországon az addigi 21 millió t össztermeléssel. Ekkor másodikként lépte túl a termelés az évi 1 millió tonnát (19,6%), 1913-ban pedig a negyedik 14 %-os részesedéssel (1,29 millió t) *(Lehoczky A. 1965; Bertalanfy B. et al. 1986).* A növekvő mennyiség ellenére a szénmedence országos részaránya csökkent. Egyrészt a vasgyár igényei miatt hamar felfu-tott a termelés, másrészt az országos átlagnál gyengébb minőségű borsodi szén a saját piacán is teret vesztett. Részben ellensúlyozta a hátrányos tulaj-donságokat a felszínközeli fekvés, amit az is mutat, hogy 1913-ban a függő-aknák mélysége Borsodban 67,3 m-t ért el, amíg az országos átlag már 125,5 m körül mozgott *(Lehoczky A. 1967).* Ez viszont, az instabil kőzettani és morfológiai adottságok miatt elősegítette a süllyedések megjelenését.

A ***bányászati tájterhelés*** ugrásszerű növekedését jelzi, hogy a termelés *kevesebb, mint 50 év alatt, huszonkétszeresére nőtt.* Ezek területi eloszlása azonban átalakult. A legerőteljesebb beavatkozás továbbra is a *Diósgyőri bányakörzetben* maradt, hiszen a vaskohászat stabil felvevőpiacot jelentett. Ez a régió adta a 20. század fordulóján a termelés 30,8%-át (évi 300 000 t) *(Lehoczky A. 1967; Bertalanfy B. et al. 1986).* De a Bükk közvetlen peremérő̈l a kitermelés a *Baross-aknára* tolódott, azaz a táji hatások ekkor már a Harica vízgyűjtő K-i peremét érintették. A környezet szempontjából pozitívum, hogy az előtérbe került II. és IV. telep szene kisebb kéntartalmú, mint az addig bányászott I. telepen *(Lehoczky A. 1965).* A Sajó jobb partján ezután a MÁK *sajószetpéteri bányái* következtek 14 % részesedéssel, majd a kazinci bányászat zárta a sort 10,9% aránnyal, az összes többi széntermelés együttesen tett ki 2,6%-ot *(Lehoczky A. 1965).* Próbálkoztak a Bán-völgyben is, de egyik bánya sem volt hosszú életű.

Az *urbanogén felszínformálás kezdetét,* a 20. század fordulóján, a városok mellett a bányatársaságok központjában épült bányászkolóniák jelentették. Ezzel újfajta településtípus jelent meg, amelyen az eddigi nyílt beépítéssel szemben nagyobb lett a mesterséges felületek aránya. A hagyományos gazdálkodási formák emiatt is visszaszorultak. Létesültek egyedi kertes házakból álló lakóövezetek, azonban a munkások zöme tömblakásos telepeken élt. A legnagyobb *bányatelepek kialakítási folyamatát Bertalanfy B. (et al.1986) és Mándy A. – Zsámboki L. (1996)* foglalta össze. Ezek közé tartozott az 1874-ben létesült *perecesi,* ahol 1917-re 2250 lakos élt 137 épületben, s a bányászati felépítményekkel együtt az erdőborítás helyét vette át. A MÁK fejlesztése nyomán 1900-ban *Sajószentpéteren* 27 ház és 6 munkáslaktanya, majd az újabb lejtaknák mellett az Új-telep bányászkolónia épült ki 1915-ben. Sajókazincon 1925-re hozták létre *Herbolya bányatelepet.* A Bán-völgyben a Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. az 1920-as években kiépítette a *Bárius-pad* tiszti lakásait, a *Chorin-telep* és *Kisbarcapuszta* munkáslaktanyáit. Az 1880-as években áttételesen a filoxéra is a foglalkozásváltás irányába hatott. A tönkrement szőlők helyett új munkahelyet kerestek, amelyre a rohamos növekedése folytán állandó munkaerőhiánnyal küzdő vaskohászat és bányászat állandó lehetőséget biztosított.

Megindult a mesterséges borítású *közlekedési pályák* kialakítása is. Az 1870-re kiépült Miskolc-Putnok vasútvonalhoz csatolták be a széntelepekről a keskeny nyomközű szárnyvonalakat (Bán-, Tardona-, Nyögő-; Lyukó-; Pereces-patak mentén). Az 1925-ös térkép már 100,3 km felszíni bányavasutat jelöl a Sajótól D-re, amelyből 74,8 km fut át a kutatási területen. Nyomvonalaik ***az első vízgyűjtőkön átnyúló tájökológiai gátak a területen.***

A századfordulóra felfutó kitermelés részben a geológiai ismerethiányból fakadó bizonytalanság (például Baross-akna készlete), részben a kor technológiai színvonalán megoldhatatlan akadályok (például a perecesi Új-aknák talpduzzadása) miatt a háború kezdetére 7%-kal esett vissza. A régi bányáknál a csökkenés akár 40-50% is lehetett. Egyetlen jelentősebb fejlesztés valósult meg a világháború előtt: a szentpéteri bányák hosszú aknaszállítása miatt 1914-ben megnyitották az I. lejtősaknát. A fejlesztések visszafogása a táj állapota szempontjából átmenetileg előnyösnek bizonyult, a táji beavatkozások növekedési üteme mérséklődhetett.

A koncentrálódás irányába hatott, hogy a Sajókazinci Társaság *1910-ben* kényszerből egyesült a MÁK-kal és *megalakult a Borsodi Szénbányák Rt.* A világválság a bányászatot is elérte, a kedvezőtlen teleptani adottságú *(tektonikai, hidrológiai viszonyok)* kitermelőket felszámolták. 1924-ben leállították a perecesi Új-aknákat is, sőt kedvezőtlen állékonyságára tekintettel - akkoriban szinte kivételesen - tömedékelték *(Zsámboki L. 1988).*

A két világháború között már ismertek a nagyobb szénmezők, ezért minden vízgyűjtőn megjelent a szénbányászat. A későbbiek során legjelentősebbnek bizonyuló fejlesztés a Diósgyőri Állami Bányavállalat 1939-ben megnyitott lyukói függőleges aknája, valamint az európai jelentőségű fagyasztásos aknamélyítési technológia *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki L. 1996).* Ezeknek köszönhetően mélyebben fekvő szénvagyonhoz is hozzáfértek, mint a II. III. és IV. telepek *(BSzT, 1960) (1. melléklet).*

A MÁK kutatásai nyomán nyitották meg a *sajókazinci Radvánszky-tárót,* (a II. világháború után Tervtáró), amely a Sajó jobb parti bányák egyik legnagyobbjaként működött. A Bán-völgyben érdekelt Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. is elindította a széntermelést. A bányászat táji hatásait jelzi, hogy itt a tárók omlékonyak voltak, többségük veszteséggel működött. Kivételt jelentett az 1923-ban nyitott bánfalvi Samu-lejtősakna, amely túlélte a második világégést, de a kisebb magáncégek közül néhány még talpon maradt *(Bertalanfy B. et al. 1986) (1. melléklet).* Ez nem jelenti azt, hogy a korán kimerülő bányáknak nem volt környezeti hatásuk, hiszen éppen a tőkehiány okozta kezdetleges művelés miatt omlások valószínűleg kialakultak, de ezek ma már nehezen nyomozhatók.

A Borsodi-szénmedence összességében a Trianon utáni Magyarországon *a legnagyobb hazai szénbányászati körzetévé* vált az *1923-ban* kitermelt *1,8 millió tonna szénnel*, amellyel az évtized második felétől a tatabányai és a nógrádi bányavidék mögött a harmadik lett. Ez viszont azt jelentette, hogy a gyorsan felfutó, majd kimerülő kisebb bányakörzetekkel szemben a Sajó két oldalán elterülő Borsodi-szénmedencében a kitermelés fokozatosan nö-

vekedett, ugyanakkor a környezeti hatások térben differenciálódva újabb területeket érintettek. A századfordulótól a bányászat súlypontja fokozatosan a Sajó jobb partjára került át, majd a II. világháború után a régi körzetekben nyitott bányák már egy bolygatott térszínt alakítottak át.

Vízgyűjtőnként értékelve ***a táj bolygatását*** a bányászattal érintett területek között súlyponteltolódás következett be. Baross-aknán 1938-ig megmaradt a termelés, amelyet 1930-tól két lejtaknája vett át. Így a fokozatosan kiterjedő felszín alatti vágatrendszer újabb süllyedéseket generált, valamint újabb meddőfelhalmozáshoz vezetett *a Nyögő-patak DK-i szegélyén.* Megszűnt a bányászat a *Pereces- és a Bábony-völgyben,* így ott megindult a *másodlagos felszínformás.* Tekintettel a bányászat eltérő méretére, előbbi vízgyűjtőn tájformáló tényezőként jelentkeztek, utóbbin azonban napjainkra a bányászati formák teljesen átalakultak és tájba illeszkedtek. A Lyukóbányán megindult bányászat környezeti hatása a felszín alatti fejtési mezők kiterjedésével napjainkra túlnyúlik a vízgyűjtőn, érintve a bányászat során már részben átformált területeket. A *Harica-Nyögő-patak vízrendszerén a bányászat szétszóródott* szinte minden településen, így hatásai is szétterjedtek a két folyó egyesülésétől induló felső szakaszán. A *Kazinc-völgyben* a bányászat *Herbolyán* maradt, hatékonyságában pedig megnőtt. Erre utalnak a területi kiterjedés növekedése mellett olyan események, mint a Tardona-patak áthelyezése a bányászati létesítmények miatt. A Bán-völgy helyi bányászati térszínei ekkor stabilizálódtak Bánfalvától Nagybarcáig.

A II. világháború előtti időszak tájterhelését közvetve a bányakörzetek széntermelése is jellemzi. A Sajó jobb partjára nincs egységes adat, de támpontot jelenthet a Diósgyőr környéki bányák több mint 14 millió tonnás kitermelése a háború végéig *(Bertalanfy B. et al. 1986; Zsámboki L. 1988).* A 19. századi viszonyokhoz képest nőtt a bányászat táji hatása részben az expanzív növekedés miatt, részben pedig azért, mert a bányászati technológia fejlődésével megnőtt a fejtési mezők kiterjedése és a lerakott meddőanyag mennyisége.

A ***II. világháború után,*** stratégiai szerepe miatt elsők között *államosították a szénbányászatot.* Ennek során a ***borsodi leltár 160 önálló bányavállalat***ot vett nyilvántartásba a teljes Borsodi-szénmedencében *(BSzT, 1960).* Ami hátrányt jelentett az ország bányakörzeteihez viszonyítva - a kis bicskabányák és közepes bányavállalatok nagy száma, valamint a nagy élőmunkaerő-használat - az a több bejárat lehetőségével és a kis telepmélységgel együtt előnyösnek bizonyult az újraindításban. A ***világháború végét 30 bánya érte meg*** a kutatási területen. A bicskabányák nagy része vélhetően elhalt a háborús viszonyok között. Az 1950-es évekre rendeződő működési keretekhez

igazítva – a műszaki-teleptani adottságok áttekintése és a gazdasági mutatók előrejelzése alapján – a termelésre alkalmatlan bányákat megszüntették *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki L. 1996) (1. melléklet).* A kutatási területen 1945-51 között 33 tárót, lejtaknát biztosan megszüntettek. Ezek zöme a fő vízfolyások torkolatvidékére esett, amely térszínek bolygatottsága - éppen a szórt elhelyezkedés nyomán - az átlagosnál nagyobb lehetett. De a bezárásuk óta eltelt több mint 50 év alatt tájba illeszkedésük lezajlott, formáik csak régi bányászati dokumentumok alapján nyomozhatók.

A kutatási eredmények alapján a háború után újranyitottak bányákat vagy újakat hajtottak. Így *1952-ben 28 bánya működött a Kelet-Borsodi-szénmedencében (Mándy A. – Zsámboki L. 1996),* amelynek 22 tárója, aknája esett a kutatási területre. Néhány átmeneti vállalati forma után 1963-ban jött létre a Bükkaljai Bányaüzem, amely felölelte a kutatási terület Sajóba futó mellékvizeinek bányászati területét (Bán-, Tardona-, Alacska-, Harica-Nyögő), valamint a Miskolci Bányaüzem, amelyhez a Harica DK-i peremén kialakult bányák, a Pereces- és Lyukó-patak, valamint Diósgyőr bányái tartoztak *(BSzT, 1960).*

A ***Miskolci térség*** 7 bányával indított a háború után *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy – Zsámboki L. 1996).* Lyukóbányán 3 telepet műveltek (I. II. és IV.), amelyből leggazdaságosabbnak az Adriányi-szintben 2-3 m vaastagságban húzódó, 11 600 kJ/kg átlagos fűtőértékű IV. telep bizonyult *(Juhász A. 1965).* A kitermelés kedvező földtani közegben zajlott, kevés tektonikai problémával, karsztvíz-betörés veszélye nélkül. De a mélység növekedéséhez igazodó kőzetnyomás miatt a biztosítóeszközöket és a vágathajtást folyamatosan fejlesztették. A modern süllyedésmérések nyomán innen adatokkal is rendelkezünk a felszínmozgások egy részéről, amelyekből következtethetünk a montanogén formakincs kiváltó okaira.

A *Lyukó-völgy* kisebb bányái a 1960-as évekre letermelték a II. és III. telepi szénvagyonukat és bezártak *(1. melléklet).* Táji hatásaikat jelzi például Anna-lejtakna süllyedések nyomán történt megrongálódása, amely miatt új aknát kellett nyitni 1957-ben, s a helyi bányászok kertjeiben a pincéket többen ekkor boltozták ki TH gyűrűkkel a megjelent *felszínmozgások* miatt. Márta-bányán pedig a főtevíz, a szokatlanul nagy talpduzzadás okozta a járatok elszerencsétlenedését, amelyek a lakatlan helyeken napjainkig rejtve maradt felszínmozgásokhoz vezettek.

A *Harica vízgyűjtő peremi területén* kihajtott tárók általában a II. telepet fejtették. A bányászat domborzati hatásait mutatja, hogy a Finkey I. táró az aláfejtések következtében meggyengült *(Bertalanfy B. et al. 1986),* ezért omladékossá vált, ami felszínmozgásokban is biztosan jelentkezett. A

19. század végétől sikeresen működött Baross (Fő)-akna végül 8 km^2 lefejtett területtel zárt be 1965-ben. Bányászati bravúrként könyvelték el a Nyögő-patak teljes aláfejtését, emiatt viszont a patak vize napjainkra eltűnt.

A ***Bükkaljai Bányaüzem*** önmagában igen sokszínű bányászati terület, amelyben a kis bicskabányákkal teleszórt körzetek mellett megtalálhatók a nagy aláfejtett térségeket létrehozó aknák is. Emiatt környezeti hatásai rendkívül szerteágazóak, amelyek azonosítását gyakran még az is megnehezítette, hogy a *Sajó-völgyben* a feldolgozóipar környezet jelentősen terhelő cégei telepedtek meg, mint a mai BorsodChem, az egykori Sajószentpéteri Üveggyár vagy a Sajóbábonyi Vegyészet és Hadianyaggyár. A ~150 km^2 kiterjedésű terület valamelyik részén - mint említettem - az öt széntelepből több bányászható, de gyakran egy mezőn belül is heterogén felépítésű üledéksorba ágyazódott. Mindez jelentősen befolyásolta a felszínváltozások mértékét. Az államosítás itt hozta a legerőteljesebb átalakulásokat. Az egy völgyben fekvő kis tárókat, lejtaknákat egy bánya üzemegységébe szervezték, a vágatokat gyakran egymással összekötve koncentrálták a termelést. Míg 1945-ben 26 bánya 4 tárója és lejtaknája működött a területen, addig az 1950-es években csak a fele maradt. Ezután csak 14 új bányát nyitottak, miközben a kimerülőket fokozatosan bezárták *(1. melléklet).*

A terület Ny-i peremén, *a Bán-völgyben* lehetőség nyílt a IV. mellett az V. telep részbeni lefejtésére is. Azonban a termelési feltételek romlása miatt az állami visszafejlesztés nyomán 1967-re bezártak *(Bertalanfy B. et al. 1986).* Azaz a völgyben a bányászat - éppen az átlagosnál kedvezőtlenebb földtani feltételek miatt - gyorsan lezajló és kisebb intenzitású környezeti hatásokkal jelentkezett, mint a többi részvízgyűjtőn.

A *Tardona-patak völgyében* a termelés zöme 1945 után az Ádám-völgyi, illetve a Tardonai Kőszénbányák táróiból került ki *(Bertalanfy B. et al. 1986) (1. melléklet).* Az 1951-ben Tervtáróként újraindított Radvánszky-táró lett a térség legjelentősebb bányája *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki 1996).* Emiatt bezárták az Ádám-völgyi és a tardonai bányákat. A telep ellátásához kiépült Herbolyabánya, ahová a szénszállítás megkönnyítése érdekében Kazincbarcikáról vasutat, majd Berente és a Tervtáró között csillesort építettek, amely az Ádám-völgyben ürítette ki a feleslegessé vált meddőanyagot. Így a vasutat rövidesen felszámolták.

Részben a *Sajó-völgyben* húzódik Berente bányászat által érintett területe. A fejlesztéseket a Hőerőmű és a Szénosztályozó közelsége miatt hajtották végre. E bányák alapvetően a II. telepet művelték, de a vetőkkel szabdalt térségben könnyen előfordult, hogy átmentek az I. vagy III. telepre.

A *Harica-völgy* környéke bányászat által az egyik leginkább érintett terület. Hatása a torkolatvidékén részben a Sajó, részben az *Alacska-patak vízgyűjtőjére is* kiterjedt. Itt már érvényesülhetett a Sajó hatása, ezért némely bánya vízbetörésesnek bizonyult: például a szentpéteri IV. lejtakna ezért zárt be 1954-ben. A II. lejtakna 1967-ig működött, míg a III. lejtakna 1973-ban fejezte be termelését *(Bertalanfy B. et al. 1986).* A térség felszínmozgásait egy geológiai sajátosság is erősítette. A kovásodott, ezért nehezen jöveszthető kemény szenek után maradt - legalább 0,2 ha - fejtési üregekben bányarengésből induló *kőzetomlások* játszódtak le. A Harica középső és déli részén már más hatások érvényesültek. A széntelepek felszínközelsége azt jelenti, hogy a Nyögő-patak völgyében például több telepet is bányásztak külfejtéssel, már több mint 150 évvel ezelőtt. A radostyáni kocsma falából II. telepi szenet termeltek; illetve a szekerek keréknyomából is bányásztak III. telepi szenet, s külfejtéssel bányászták Parasznya és Radostyán között a IV. telepet 1985-ben *(1. melléklet) (Bertalanfy B. et al. 1986).*

A *Bábony vízgyűjtőjén* a néhány kisméretű tárót a háború után bezárták, mivel csak szekérrel voltak megközelíthetők *(Bertalanfy B. et al. 1986).* Így ebben a térségben pontos adatok hiányában kinyomozhatatlanok az egykori szénbányászat hatásai. Az újabb felszínmozgások a közeli Lyukóbánya átnyúló fejtési mezőinek hatására következtek be.

Az első frontfejtések Bánfalván kezdődtek az 1940-es években, de a bizalmatlanság és a világháború miatt csak az 1950-es évek második felétől terjedtek el, kezdetben még fabiztosítással. Felszín alatti vetületét mutatja például a lyukó-völgyi Anna-bánya 50 m szárnyhosszúságú frontfejtése *(Bertalanfy B. et al. 1986)*. Ennek ellenére az 1950-es évek közepén kamrafejtésű a szén nagyobb hányada *(Bertalanfy B. et al. 1986; Mándy A. – Zsámboki L. 1996).* A frontokon a gépi vágathajtást Lyukón vezették be 1952-ben, két évvel később Harica-aknán és Tervtárón is alkalmazták. Vágatbiztosításra TH acélgyűrűk használata terjedt el az egész szénmedencében 1948-tól, csökkentve a felszínsüllyedés veszélyét. *1955-re a frontfejtések aránya (39 %) lehagyta az egyéb fejtési módokat,* a kamrafejtés csak 30%-ot tett ki *(Bertalanfy B. et al. 1986). A meddőkezelést is korszerűsítették.* Tudatosabban választották ki a hányók helyét, stabilizálták a mozgásveszélyes rézsűket. Kialakították a kis helyigényű kúphányókat, ezek azonban tájidegen formaelemek a dombságon. Kiépültek az utolsó felszíni bányavasutak, így néhány évig 114,8 km nyomvonal létezett a Sajótól D-re.

Az *1960-as évek* az extenzív növekedés maximuma (1966-ban 5 millió t) (*Mándy A. - Zsámboki L. 1996*). A gazdasági körülmények hatására teljes szemléletváltás történt, amely a bányák teljes körű gépesítéséhez

és az *üzemek koncentrációjá*hoz vezetett. Csökkent az aknák száma, de nőtt a fajlagos termelés (1965-ben 210 000 t/akna). A tartós vágatbiztosítások aránya 1955-től tíz év alatt 14,5 %-ról 41,7 %-ra nőtt. A frontok acélbiztosítása 1965-től vált uralkodóvá, így kétszer annyi szenet termeltek, mint kamrafejtéssel. Lyukóbányán 1969-től önjáró pajzsokat építettek be. *1968-tól* pedig már a *széntermelés 74 %-a frontfejtésből* származott, gépesített frontokról pedig a 16 %-a. *(Bertalanfy B. et al. 1986)*

A klasszikus frontok akár 1,0-1,5 km szárnyhosszúságúak és 100 m homlokszélességűek is lehetnek. Ezek *jelentős felszíni hatás*sal jártak, mert a jövesztés során előremozgó hidraulikus pajzsok mögötti *üregek, biztosítás hiányában összeomlottak.* A frontfejtés után az elővájást, a jövesztést és a rakodást is gépesítették, így Lyukóbánya 1 millió tonnás kitermelésével 1977-re a legnagyobbá vált a mélyművelésű bányák között *(BSzT, 1992).*

A fejlesztések során kieső szénmennyiséget néhány évig üzemelő kisebb külszíni fejtésekkel igyekeztek megoldani. A kutatási területen ilyen, könnyen kitermelhető feltárás a Sajólászlófalvi (1957-59) és a Kazinci külfejtés (1959-60), amelyek kis költséggel dolgozva kiemelkedően gazdaságosnak bizonyultak. A gyors leművelés nyomai a csak részben rendezett, roncsolt térszínen - a fejtésben maradt állóvíz, a termőtalaj részbeni hiánya, az áthelyezett utak és patakmeder - napjainkig fennmaradt változások.

A további kutatások alapján új bányákat is nyitottak *(Bertalanfy B. et al. 1986) (1. melléklet).* A *termelés koncentrálódását mutatja,* hogy 1960-ban 41 bányából 5 termelt 200-400 ezer tonnát, 20 pedig 100-200 ezer tonnát évente, addig 1984-re 10 bányából csak kettő termelt 200 000 tonnánál kevesebbet *(Bertalanfy B. et al. 1986).* Közben a bányászat előrehaladásával a vágatok 34 %-a a vízveszélyes fejtések közül került ki (*Mándy A. – Zsámboki L. 1996*), ami hozzájárult a bányászat leépüléséhez. Azonban az 1967-ben kezdődött szénbányászati visszafejlesztés több környezeti-társadalmi problémát okozott (tervszerűtlen felhagyás, munkanélküliség). Az intézkedés pozitív hatása, hogy a gazdaságtalan bányákat bezárták *(1. melléklet)* De a vízkitermelés nyomán – az 1980-as években készült EOTR térképeken még jelölt – források, élő vízfolyások nagy része megsemmisült.

A döntéseket azonban még a gépesítés befejeződése előtt hozták, ami visszásságokat okozott *(Bertalanfy B. et al. 1986).* Ugyanis ezek után a szénmedence kimaradt az országos fejlesztésekből, ami viszont visszavetette a termelést, mert megbomlott a vágathajtás és előszerelés, a jövesztés, valamint a szállítás egyensúlya. A beruházások elmaradása a kőolajárrobbanás után újra megnövekvő szénigény kielégítésében problémát okozott. A Borsodi Szénbányák – amely a kitermelt szén tömege alapján az

1970-es évekre az ország legnagyobb szénbánya vállalatává vált – adta a lakossági fogyasztás 50%-át *(Horn J. 2002).* Mindezt úgy érték el, hogy a fejlesztések elmaradása miatt 1984-re a ’60-as években még korszerűnek számító gépeket használták, amelyek 65 %-a elhasználódott, 30 %-a pedig selejtezendőnek bizonyult *(Bertalanfy B. et al. 1986).* A visszafejlesztések során elkezdték felszedni a használaton kívüli sínpárokat, de a nyomvonalak foltszegélyként, valamint a támfalakkal ellátott rézsűoldalak mesterséges lejtőként napjainkig megtalálható vonalas tájelemek.

Az ezredfordulóra már csak két egyaknás mélyművelésű bánya maradt a térségben. Ny-on a Putnoki Bánya, K-en Lyukóbánya, amely 1996 augusztusában az AES amerikai energetikai vállalathoz került. Előbbit 2002-ben, utóbbit 2004-ben zárták be, amelyhez valószínűleg hozzájárult a párhuzamos munkafolyamatokat hátráltató humánerőforrás leépítése is. Napjainkban csak néhány magáncég foglalkozik szénbányászattal a medencében.

Összességében a diósgyőri kohászati igény hatására a Miskolchoz közeli célbányák fejlesztésére költöttek, ezek termelése volt a legegyenletesebb. Ez a terület és Ózd környéke biztosította a teljes borsodi szénbányászat 65-85 %-át *(Mándy A. – Zsámboki L. 1996).* Ugyanakkor több kutató és bányamérnök *(Karátson D. szerk. 2002, Horn J. 2002; AES Lyukóbánya, Királd szóbeli közlés, 2004)* szerint a mezők még részben bővíthetők. Becslések szerint az ipari szénvagyon 2020-25-ig elegendő lenne *(Forman, B. 2001).* Igaz, hogy a borsodi szén minősége nem a legjobb, de a kőszénbányászat túlzott felfuttatása után a bányák gyors bezárása sem tűnik teljes mértékben átgondoltnak. Ilyen ellentmondás az ágazati munkanélküliséggel küzdő térségben például a létszámhiány miatt leállított Tervtáró 1984-ben, amely még gazdaságosan kitermelhető szénvagyonnal fejezte be a működését. Mindez az egyértelműnek látszó gazdasági racionalitás ellenében máig is csak részben megoldott társadalmi gondokat és környezeti problémákat vet fel.

7.2. A Bükkhát területhasználata a 20. századig

A célkitűzésben megfogalmazott kérdésre, hogyan alakult a táj antropogén érintettsége, melyek az ezt igazoló mutatók, öt dokumentálható időpont áttekintésével próbáltunk meg következtetéseket levonni.

A Bükkhát tájhasználata a kőszénbányászat megjelenéséig nem térhetett el jelentősebb mértékben a Mátraerdő többi medencedombságától. A hasonló társadalmi viszonyok, a birtokszerkezet, a mezőgazdasági technológia, valamint az éghajlati és talajadottságok csak egy *kis lélekszámú, önellátó agrártáj* kialakulását tették lehetővé. A kultúrtájjá alakítás kezdetére a szomszédos

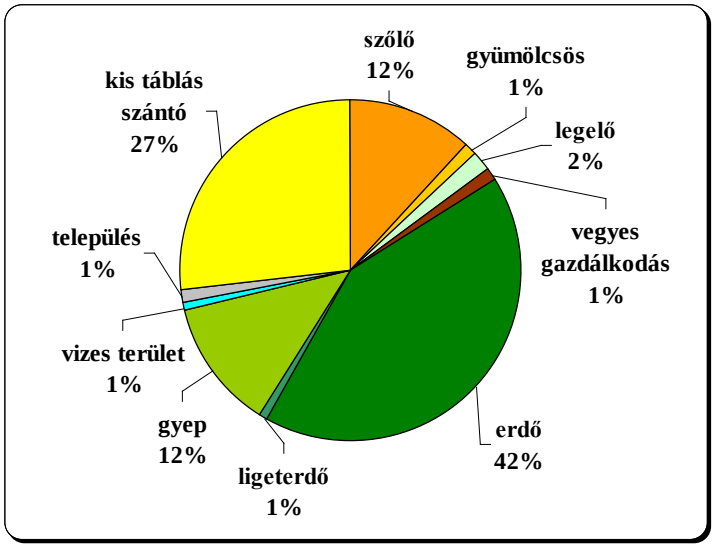
tájegységekre megfogalmazottak kiterjesztése alapján *(Dobány Z. 1999)*, a Bükkháton a megtelepedés a folyóvölgyeken keresztül történt az erdőkből kihasított irtványföldeken keresztül. A dombságon az erdő alkotta a befogadó mátrixot, ebbe ágyazódtak be az antropogén beavatkozások nyomán a területhasználati foltok, amelyek megjelenésére a Sajó és a dombságról felé futó fő vízfolyások helyenként kiszélesedő völgyei jó lehetőséget biztosítottak.

Az 1784-es ***I. katonai felvétel*** [Miskolc környékén 1783-ban készült egy szelvény *(Kovács A. 2002)*] idején 15 területhasználati formát különítettünk el a területen napjainkig megjelenő 36 Corine kategóriából *(7. térkép)*. A térképi információt jól kiegészítik az Urbárium leírásai *(Tóth P. 1991)*. Ezek alapján a 22 korabeli település *földhasználata gyenge közepes színvonalú*. A vízjárta térszínek kiterjedése a gazdálkodást korlátozó tényezőként jelentkezett. Ezt bizonyítja, hogy a korabeli leírások szerint az ott élők kára – a Sajó mellett elsősorban a Bán és a Nyögő-patak mentén – jelentős részben a hosszú ideig elárasztott szántókból és gyepekből származott. A kedvezőtlen természeti viszonyok 11 településen csak kétnyomásos gazdálkodást tettek lehetővé, a magasabban fekvő ártéri, illetve dombsági térszíneken háromnyomásos művelést alkalmaztak. Utóbbi esetekben viszont, a vallomások szerint, a meredek lejtőket a záporpatakok eróziója pusztította. A károk jellege az átlagosnál több csapadékra, az őszi gabonavetés elmaradása pedig hidegebb tavaszokra enged következtetni. Ezek az éghajlati jellemvonások alátámaszthatók a Kárpát-medencében a 15-19. század közötti időszakra jellemző kis jégkorszak klímaviszonyaival is *(Szegedi S. 2002)*.

A területi arányok megjelenése részben tükrözi a növényasszociációk természetes változását a hegységtől a folyópartig D-ről É-ra, valamint a fő vízfolyásokhoz igazodva K-Ny-i irányban is. A két töredék vízgyűjtő erdőaránya – 61 % a Szinva és 11 % a Sajó árterén – jól mutatja a növényzeti fedettség változását a Bükktől a Sajóig. Az abszolút adatok a vízgyűjtők méretéhez igazodva némileg eltérnek ettől, a legnagyobb erdőterület a Harica mellékén található, amelyet a Tardona vízgyűjtője követ.

Negatív területi eltérés a dombsági átlagtól az ember mozgáspályáinak köszönhető, melynek fő folyosói a természetes domborzati adottságokhoz igazodva a Bükk két oldalán alakultak ki. Ezért a dombság tengelyében, a Tardona vízgyűjtőn volt a legmagasabb az erdőarány (61 %), amelyet a Bükkhöz közeli Lyukó- és Pereces-patakok vízgyűjtője követett *(7. térkép)*. A Sajó helyzeti energiáját mutatja, hogy a kutatási egységre eső vízgyűjtő töredékein létezett a második legkisebb zárt erdőrész (4,2 km^2), a már említett Alacska után. A Bán-patak vízgyűjtőjén az erdőség csak a terület harmadát borította.

A településeken az erdőélés komoly kiegészítő gazdálkodási szereppel rendelkezett, mint azt hasonló adottságú hegyközi dombságokról leírták *(Dobány Z. 1999, 2004; Karancsi Z. 2002).* A Diósgyőri Koronauradalom területén *tudatos erdőgazdálkodás működött* az 1514-es I. törvény alapján, ezért magasabb maradt az erdők aránya *(Járási L. 2002).* Az 1770-es évektől megjelent üzemtervekben a természetes megújulást a fő erdőalkotóra adott 100 évnél hosszabb vágásforduló, valamint 16 „magfa" holdankénti meghagyása biztosította *(Járási L. 2002).* A vágást legeltetési tilalom és hat évvel később előírt sarjtisztítás követte. A gazdaságilag értékes, egyúttal természetközeli állapot fennmaradását őshonos fajokból álló vegyesen ültetett csemetékkel érték el. Ezzel ellentétben máshol az erdőhasználat általában nélkülözte a hosszú távú tudatosságot. A mindennapi szükségletek kielégítése fontosabb volt az erdő értékének megőrzésénél. Ezért a kutatási egység sűrűbben lakott részein az erdők mérete csökkenhetett, minősége bizonyosan romlott.



***12. ábra*:** A területhasználati kategóriák területi arányai 1784-ben

A ***szántóterület*** kiterjedése alapján ugyan a második legnagyobb foltípus *(12. ábra),* de 5 településen így is kevésnek bizonyult a megélhetéshez. A völgyek és árterek vízhatású talajtípusai általában gyenge termőképességűek, így csak 9 település lakói vallották szántóikat jónak, a többség megfelelő trágyázással együtt is közepesnek ítélte földjeit *(Tóth P. 1991).* A vallomásoknál kedvezőtlenebb minőségi viszonyokat takar, hogy a jónak

ítélt szántók egy részén csak a közepes földekre megadott mennyiséget vetettek el (10 köböl alatt), négy településen pedig csak kétnyomásos gazdálkodást folytattak. Az átlagosan 34 hektáros szántók foltjai elsősorban a Sajó magasabb árterein, a Bán-, a Nyögő- és kisebb részben a Tardona-patak torkolatának alluviális részein jelentek meg. Ezekről nyúltak be kisebb oldalvölgyek mentén az irtásföldek *(7. térkép).* A szántók szerepét mutatja az irtások használatba vonásában, hogy az erdőfoltok változásával éppen ellentétes folyamatok figyelhetők meg. A Szinva, a Lyukó és a Pereces vízgyűjtőjén a legkisebb – 10 % alatti – a szántók aránya, a Bán-völgyében és a Sajó mentén már ez az uralkodó folttípus. Előbbi területen eléri a 40 %-ot, utóbbin az 50 %-os kiterjedést; az erdőgazdálkodás csak másodlagos.

A gyenge földminőséget mutatja, hogy a 18. század végén nincs szakszerű ***gyepgazdálkodás*** sem. Az átlagos foltméret 4 ha körüli, ha a részben fákkal borított, de valószínűleg legeltetésre használt területeket beszámítjuk. Nagyobb kiterjedésű legelők a völgyek kiszélesedő részeire és a torkolatokra koncentrálódtak *(7. térkép),* vagy a gyakori vízborítás miatt a *magasabb árterek*re húzódtak. A belső területek *völgytalpi rétjei* mellett az erdőben is folytattak makkoltatást. Elsősorban a Bán-patak, valamint a szántóföldi művelésre kevésbé alkalmas Bábony-, Pereces- és Lyukó-patak vízgyűjtőjén folytattak legeltetést. A két kisebb vízgyűjtőn a rétek erőteljesebb használatát figyelhetjük meg, miközben a Sajó vagy a Harica-Nyögő mellékének nagy gyepterületein a legelők kiterjedése nem éri el a huszad-, illetve hatodrész arányát. A Bán vízgyűjtőjén az átlagosnál szélesebb völgyön 2 km^2 kiterjedéssel a legnagyobb a legeltetett területek mérete, amely a gyepek negyedét jelenti. Ugyanakkor a tagolt domborzat és a nagy vízgyűjtő nyomán lehetőségük maradt kaszálók meghagyására, így a természetes gyepek 6,6 km^2-es területe harmadik legnagyobb a kutatási egységben. Azaz nem a Sajó, Harica-Nyögő mentén volt a fő legelő, hanem a víztől jobban védett réteken.

A vallomások és a kedvezőtlen adottságok alapján (2 % legelő), az *állatlétszám nem lehetett túl magas,* ami ellentétre utal a dombvidékekről általában elképzeltekkel szemben. Mindezt a hasonló adottságú csereháti és Sajó-Bódva közi településeken *Dobány Z. (1999, 2004)* adatokkal is igazolta. Az átlagosnál kisebb állatállomány oka lehetett az említett gyakori vízborítás miatt a gyepek alacsony fűhozama. Ugyanakkor a természetes gyepek aránya 12,2 %, a gyep- és ligeterdő foltok szinte hiánytalanul kirajzolják a vízfolyások menti vizes élőhelyeket, ami tájökológiai szempontból kedvező.

A dombság területén a ***szőlőtermesztés és borgazdálkodás*** játszotta a *főszerep*et. A 11,7 %-ot lefedő intenzív kultúra elterjedése az átlagosnál nagyobb. Kiterjedését mutatja a szőlők összefüggő foltjainak 49 ha átlagterüle-

te; ami az átlagos szántó foltméretet meghaladja. A némileg túlzott felülreprezentáltságot az is előidézhette, hogy a mozaikosan elhelyezkedő, kisméretű parcellákat a térképezés során (vagy a digitalizálás alatt) generalizálták a jellegadó szőlők területébe, a valósnál nagyobbnak tüntetve fel a részarányát.

A jó minőségű *termőterületek* elsősorban a Nyögő-, az Alacska- és a Bábony vízgyűjtőjén, Berentén és Diósgyőrben helyezkedtek el *(7. térkép).* Kiemelkedően magas a szőlők aránya az *Alacska vízgyűjtőjén* (32,6 %). A Lyukó két vízgyűjtő részlete közötti markáns különbséget (1:8 arány) valószínűleg a királyi vadaskert elhelyezkedése magyarázza. Az abszolút számokat tekintve érdekes módon a *Tardona vízgyűjtő* emelkedik ki, valószínűleg a keskeny alluvium, a meredekebb lejtők és a települési távolság miatt az irtásokat inkább szőlőként használták. A *Harica-Nyögő vízgyűjtő* kiugróan magas szőlőterülete (10 km^2) a meredek, részben délies lejtőknek köszönhető. A korabeli megtelepedésben játszott szerepéhez képest feltűnően kicsi a *Bán-völgyben* a szőlők aránya (5,7 %), azonban ez éppen a sokszínű gazdálkodásnak köszönhető, potenciális helyük egy részét gyümölcsfa-ültetvények foglalták el *(7. térkép).* Ugyanakkor csak hét település lakossága nyilatkozott jó adottságokról, a többiek közepesnek minősítik. Azaz kiterjedése ellenére minősége nem biztosított távolabbi piacokra elegendő versenyképességet.

A térképezés során felvett területhasználati viszonyok már egy belakott térszínt ábrázolnak, a két legfontosabb gazdálkodási egység – a szántó és a szőlő – együttes részaránya megközelítette az eredeti mátrix területét *(12. ábra).* A vízgyűjtő tengelyében húzódó patakok meghatározták a ***területhasználat és a növényzet övezetes elrendeződését,*** a magassági viszonyokhoz, a lejtőparaméterekhez és a vízellátottsághoz igazodva *(6. 7. térkép).* Ehhez hasonló térbeli struktúrát mutatott ki párhuzamosan futó vizsgálatai során *Demeter G. (2006)* a szénmedence másik vízgyűjtőjén. A területhasználat *négy övezet*re különült el. Az alluviumon rét- és legelőgazdálkodás, az ármentes térszíneken szántóföldi növénytermesztés, a dombok lankásabb lejtőin szőlő és kismértékű gyümölcstermesztés folyt, a magasabb térszíneket erdő borította. A fővölgyekben megfigyelhető a völgytalpak feltörése, a 22 településmag egyenletes elhelyezkedése a Bükk peremétől a Sajó alluviumáig. A fővölgyek széles ártere, a lankás lejtők, alacsony hátak lehetővé tették, hogy az ember birtokba vegye a dombság egészét, igaz a falvak mérete a belsőségekkel együtt nem érte el átlagosan a 9 hektárt.

A Sajó menti települések a kifutó folyók hordalékkúpjára (Vadna a Bán, Barcika a Tardona, Sajószentpéter az Alacska és a Nyögő-patak torkolatában), teraszokra, vagy részben a domboldalra felhúzódva épültek (Sajóivánka, Sajókazinc, Berente), csak Sajóecseg helyezkedett el teljesen az árté-

ren *(7. térkép).* A belső völgyeken a vízfolyás alkotta a település tengelyét, onnan húzódtak a szalagtelkek a völgyoldalakon felfelé. Két település, Sajószentpéter és Diósgyőr, rendelkezett összetettebb szerkezettel, ami kedvező fekvésük nyomán kialakult változatos funkcióiknak köszönhető.

A legtöbb település esetében a *folyó* közelsége egyszerre jelentette a gazdálkodás gátját és kiegészítését. Az általánosan *nagy vízmennyiség* lehetővé tette malmok működését összesen 13 településen, minden Sajóba futó mellékvizen, holott mai vízhozamukból ez nem következik. Ugyanakkor a patakok az áradások alkalmával rendszeresen pusztították a belsőségek területét. Leginkább hátrányos helyzetűnek a Sajó-völgy árterén található települések számítottak (Berentét kivéve). Domboldalaik javarészt a kedvezőtlen É-i kitettségű teraszperemeket jelentették, ezért gyakran a kiegészítő javakat biztosító erdők is szűkösen álltak rendelkezésre. Berente jobb helyzetét valószínűleg az itt kiszélesedő ártér tagoltságának köszönhette.

A középkorból örökölt *térszerkezeti kapcsolatok* befolyásolták a megtelepedés irányát *(Frisnyák S. 1979).* Nyugaton Egertől Dédesen át (korabeli királyi birtok) a Szilvás- majd a Bán-patak mentén a Sajó; K felé Miskolcon, a Sajón keresztül Rimaszombat, vagy a Bódván át Torna irányába húzódtak a fő térszerkezeti folyosók. A települések piacorientáltsága Miskolchoz köthető, csak Bánhorváti és Dédes leírásában található egri áruszállítás lehetősége, további 2-3 településnél sejthető a kettős kötődés, ami a középkori kapcsolatokból eredeztethető. A gazdálkodás közepes színvonala azért fontos, mert a bányászat nem jól működő mezőgazdasági rendszerben jelent meg. Ezért a 19. század végére a szerkezetváltás és a foglalkozási átrétegződés valószínűleg könnyebben végbement. A térképezés még nem jelez iparterületet, jóllehet az első bányák már üzemeltek. A táróbejáratok pontszerű kiterjedése jelentéktelen tájformáló tényező, a szén helyi felhasználása miatt nem került az ábrázolandó tevékenységek közé. A korabeli beépítés, a két mezővárost kivéve nem vethető össze a mai települések okozta bolygatással, azokkal ellentétben inkább a mai zártkerteknek megfelelő.

A ***II. katonai felvételezés*** a térségben 1857-58 között ment végbe *(Kovács A. 2002).* A területhasználati foltok száma eggyel nőtt (temető), azaz a földhasználat szerkezete közel száz év alatt, a katonai térképek tanúsága szerint nem sokat változott *(7. 8. térkép).* A belső arányok több helyen módosultak, de *még nem történt meg a táj nagymértékű átalakulása.* A térképen nem tüntettek fel ipari, bányászati tevékenységet, holott ekkor már szisztematikusan zajlott a nyersanyag- és energiahordozó-kitermelés, viszont a források vélhetőleg még mindig pontszerűek.

A természeti adottságok miatt tájökológiai szempontból az országos átlagnál kedvezőbb viszonyokat találunk. Ennek okai között szerepelhet, hogy a városoktól távolabb megmaradtak a kedvezőtlen egészségügyi viszonyok, konzerválódott a társadalom szerkezete, a mezőgazdasági technológiai újítások a peremterületekről nehezen jutottak el a belső településekre. Mindezek eredményeként, mint azt *Dobány Z. (2004)* a hasonló adottságú Sajó-Bódva közére megfogalmazta: a lakosság a természeti adottságokkal kényszerű összhangban a 19. század közepére kialakította az *optimális*nak tekinthető *földhasználati szerkezet*et, a táj eltartóképessége és a népességszám között.

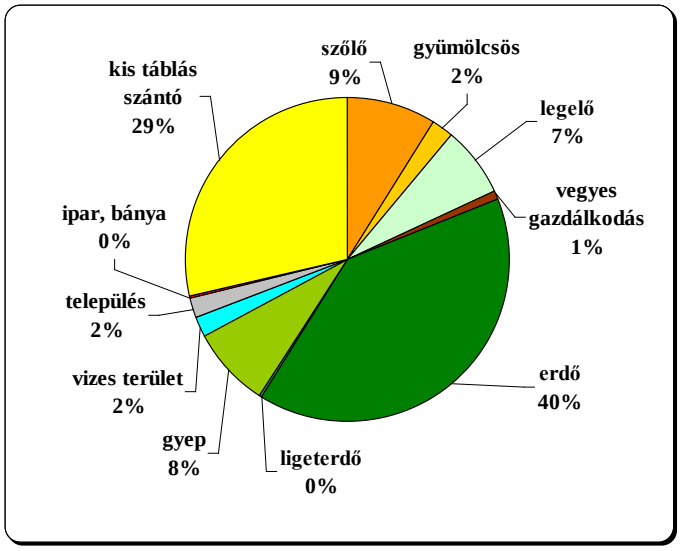
A Bükkhát területén a 19. század közepén még nem jelentek meg az emberi tevékenység intenzívebbé válását bizonyító területhasználati foltok. *Helyenként az antropogén beavatkozások csökkenése* is megfigyelhető – például a Pereces vízgyűjtő peremén, a Nagy-Bakos-hegyen jelentősebb gazdaságot fenntartó pálos kolostor elnéptelenedése *(Fűzfa Z. 1998) (1. 8. térkép)* – amely a táji funkciók javulásával járt együtt. Ugyanakkor a kis jégkorszaknak vége *(Szegedi S. 2002)*, az ökológiai szempontból kedvező vízellátottság még érvényesülhetett. A kutatási terület több, ma már száraz medrében vízfolyás futott, megfigyelhető a mocsaras területek közel 2,5-szeres, a vízmosások háromszoros növekedése *(8. térkép)*. A lejtőoldalak felárkolódása részben a helytelen agrotechnikának is betudható.

Összességében a II. felvételezés idején *az emberi beavatkozások stagnáló mérték*et mutattak, a táji mátrixot adó összefüggő erdőterület mellett. A szántók területi aránya enyhén csökkent, a megtelepedés általános visszaszorulásával összefüggésben. A szőlők kiterjedése jelentős, de teljes részaránya négyötödére csökkent. Ugyanakkor 2,5-szeresére nőtt a gyümölcsösök mérete. Helyileg megfigyelhető egy-egy intenzívebb földhasználati mód megerősödése, elsősorban a peremi vízgyűjtőkön *(Bán, Lyukó)*, ahol amúgy is nagyobb volt az emberi beavatkozás. Ugyanakkor a Harica-Nyögő belső részein a kevésbé kedvező földek felhagyása és a termelőerők koncentrálódása jellemezte. A külterületi lakott helyek száma ugyan gyarapodott, de méretük nem változott, azaz elsősorban a régebbi településterületeket szabdalták fel, vélhetően a belső földek gyarapodása nyomán. Ezt támaszthatja alá, hogy a szérű mérete, azaz a belső ólaskert szerepe valószínűleg megnőtt. A területhasználat mozaikosabbá válása lassan folyt tovább.

A ***III. katonai térkép***et negyedszázaddal később, 1883-ban vették fel; egy szelvénylap már 1875-ben elkészült Mályinkán *(Kovács A. 2002)*. Ekkor több országos léptékű átalakulás zajlik. Az évszázad második felében történt a földhasználat legnagyobb hazai változása a folyószabályozások során érintett alföldi területeken, de a kedvezőtlen adottságú hegyközi dombvidékeken to-

vábbra sem érvényesül. A klimatológiai adottságok megváltozásával több részvízgyűjtőn tapasztalható a csökkenő csapadék nyomán a vízfolyásokat kísérő nedves gyepek visszaszorulása, a száraz gyepek térhódítása. A bányászattörténeti fejezetből kiderült, hogy ekkorra tehető a bányászat átalakulása a „házi" bicskabányáktól az ipari méretű tárók felé.

Ez az időpont éppen az *átmeneti állapot*ot mutatja be *(13. ábra).* Az előző térképezéshez képest változások jelentek meg az antropogén beavatkozások jellegében *(7. 9. térkép).* A kedvezőtlen tendencia megindulását jelzi, hogy ekkor már 18 féle folttípust figyelhetünk meg. A felvétel éppen a *nagyipari bányászat kezdete előtt* készült, ezért azok hatása még csak helyben érvényesült. A mezőgazdaságilag művelt földek jellege és területi kiterjedése érdemben nem változott, de mozaikosabb lett. Az antropogén tevékenységek belső aránya az alacsonyabb természetességi fokozatúak felé tolódott el *(9. térkép, 1. táblázat).* A települések mérete több mint másfélszeresére nőtt, az első bányák felvételével megjelentek a hiányzó ipari térszínek. A megtelepedés a dombság két ellentétes pereméről húzódott befelé, de még így sem haladták meg a települések a vízgyűjtők összterületének 2 %-át.



13. ábra: A területhasználati kategóriák területi arányai 1883-ban

A térképek és a korabeli leírások alapján *(Pesty F. 1988)* a zavaró folyamatok közül ki kell emelni – bár statisztikailag egyértelműen nem igazolható –, hogy az erdő visszaszorulása, a szántók és a leromlott, cserjésedő gyepek arányának növekedése a lejtőoldalakat tagoló vízmosásos árkok számát

megemelte. A felszabadaltságból eredően, a gyakori meredek lejtőkön alkalmazott hibás talajművelés a talajpusztulás növekedését hozta. Mindez hozzájárult az intenzív kertkultúrák részbeni felhagyásához, például az Alacska-, a Lyukó-völgy egy-egy szakaszán, illetve a Harica-völgy jobb oldali meredek lejtőin. Az antropogén hatás szerepét erősíti, az előző térképezéshez képest újabb háromszoros növekedés mindössze negyedannyi idő alatt.

Ekkor már egyértelműen megfigyelhető a Sajótól a vízfolyások mentén befelé haladó kultúrtáj térnyerése, *a földhasználati módok közötti irányváltás (13. ábra).* De a táj éppen a gazdasági átalakulás vontatottsága miatt tovább őrizte természetközeli állapotát. Az antropogén hatások haladási irányát jelzi az is, hogy a Bábony és a Tardona vízgyűjtőn nőtt ugyan a felszabdaltság, de még mindig a legkedvezőbb a dombság területén. A legfontosabb, akkor előre nem sejthető változást a széntüzelés elterjedése okozta. A diósgyőri vasgyár, a kisipari termelők és a lakosság szénigénye előrevetítette a nehézipari beavatkozások kedvezőtlen hatását a dombság területén.

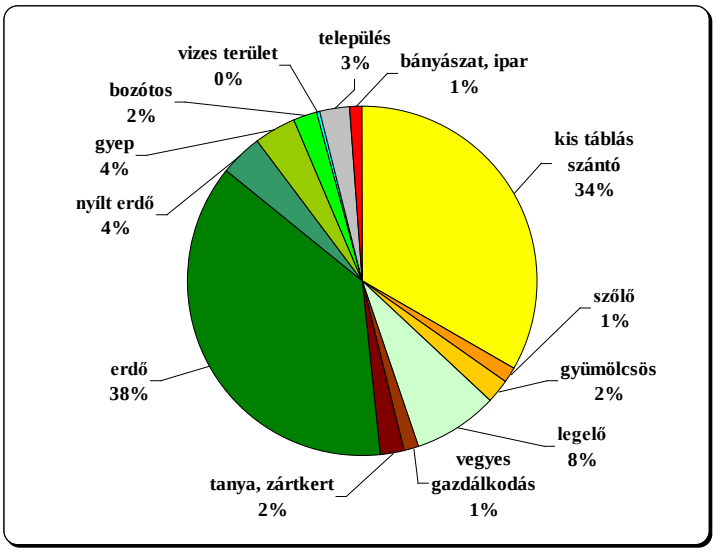
7.3. A területhasználat átalakulása a nagyipari bányászat kezdetétől

A négy évtizeddel később, ***1924-ben felvett térképek*** rögzítik a legnagyobb átalakulások időszakát. Ebben az időszakban biztosan történtek olyan antropogén beavatkozások, amelyek *nagymértékben hoztak létre mesterséges tájelemeket,* vagy alakítottak ki roncsolt térszíneket. Ezáltal az ember domborzatátalakító szerepe is mérhetővé változott. Ekkor a folttípusok száma 25, amelyből néhányat szétválasztottunk a Corine kategóriarendszerben a dolgozat céljának megfelelően. Ezek részben léteztek a 20. század előtt is, ám a katonai térképezés során még nem vették fel őket, vagy számunkra nem tűntek eddig egyértelműen szétválaszthatónak.

- A Corine *Mesterséges felszínek* kategóriájába osztottuk:
  - a vasúti pályaudvarokat, amelyek eddig még nem léteztek;
  - a meddőhányókat, amelyek ugyan már biztosan megjelentek ezelőtt, de nem ábrázolták azokat (a Corine rendszer hulladélerakóitól az eltérő környezeti hatások miatt különítettük el);
  - a dolgozat céljai szerint a Corine 5. tagolású ipari altípusaként a bányatelepeket, amelyek eddig szintén nem léteztek a területen;
  - a kőfejtőket, amelyeket eddig is műveltek, de részben nem jelölték őket, részben a külszíni bányákhoz sorolták.

- A Corine *Mezőgazdasági kategória „komplex művelésű területek épületekkel" altípusba* a pincesorokat, s az ekkor már vegyes művelésű földterületeken szórt, tanyaszerű épületekkel jellemezhető területeket osztottuk.
- A Corine *Erdők és természetközeli területek kategóriájában* szétválasztottuk a három katonai térképen elkülöníthetetlen
  - lombos erdő ültetvények folttípust,
  - fiatalos erdők, vágásterületek folttípust
  - nyílt lombkoronájú erdők nem vizenyős területen folttípust a ligetes facsoportokra, egykori dűlők menti elvadult fasorokra,
  - spontán erdősödő területek pedig az egykori művelt, vagy természetes állapotú felszínek, amelyek helyét a térképen bozótosra utaló jelkulcs mutatta.

Földhasználati szempontból kedvezőtlen, hogy az *ipar 1880-as térnyerése egybeesett a filoxéra elterjedésével.* Az addig jelentős szőlőművelés a térségben visszaesett a járvány előtti kiterjedés tizedére *(14. ábra).* Az Alacska-, a Pereces- és a Lyukó-patak vízgyűjtőjén 18 %-os térvesztést figyelhetünk meg *(10. térkép).* A nagyobb vízgyűjtőkön a szőlőpusztulás ennek a 2,5-szeresét is meghaladhatta, de a Bán-patak menti települések megőrizték vezető helyüket. A Diósgyőr, Alacska és Sajószentpéter környéki kedvező termőhelyek viszont már nem nyerték vissza jelentőségüket.



14. ábra: A területhasználati kategóriák területi arányai 1924-ben

A *bányatelepek* ipari részét is számításba véve összetettebbek az összefüggések. A tárókat általában a völgyoldalak feltáruló szénrétegein hajtották ki, amelyek egyúttal az emberi megtelepedés színterei. Ezeknek a helyén már a III. katonai térkép is csak 34 % erdőt és 11 % rétet jelzett, miközben az alacsony természetességi fokozatú szántók (40 %), szőlők és komplex művelési ágba tartozó kertségi területek (3 %) aránya már megközelítette az természetközeli foltok kiterjedését. Ugyanakkor a kőszén gazdasági értéke miatt nem számított, hogy milyen területhasználati forma alakult ki előtte a területen, azt a telepek kiépülésével felszámolták. A bányászkolóniák létesítésekor azonban figyelembe lehetett venni a létező mezőgazdasági területhasználatot, s ha gazdaságilag hasznosnak bizonyult, inkább az erdőből hasítottak ki újabb lakórészeket. A 74,8 km bányavasút tájökológiai szempontból új típusú, művi folthatárt képezett. Különösen kedvezőtlen, hogy a vasutak mindegyike, hosszabb-rövidebb szakaszon, völgytalpon futott, tehát az eleve keskenyebb és ökológiailag érzékenyebb vizes élőhelyek maradványait (ligeterdők, nedves gyepek) szabdalták fel.

A települések mérete általában csak lassan nőtt. Azonban ekkor már minden részvízgyűjtőn megtalálhatóak a lakott térszínek, az eddig csak gazdálkodás céljából igénybe vett Lyukó és Pereces D-i részét elérő Diósgyőr nyomán. A legnagyobb méretű és arányú változások a Bán-völgyben következtek be, ami összefügg a széntelepek feltárása után ideérkező népességgel.

Összességében tehát a földhasználat-váltás adatai alapján kijelenthető, hogy ***az országos változáshoz képest közel fél évszázadot késett az átalakulás.*** Tendenciaként ezzel együtt megfigyelhető, hogy a növekvő emberi beavatkozások nyomán a foltok egyre jobban felszabdalódtak *(10. térkép).* A természetközeli folttípusok stabilitása csökkenhetett a művelt területek közé ékelődő foltok között, a kialakult ökológiai kapcsolatok több helyen sérültek. Érdekes, hogy az emberi igénybevétel nem mindenhol igazodott a természetes *vízgyűjtők*höz.

A Bán-völgy adta folyosó egységesen formálódott tovább. A Tardona vízgyűjtője a torkolati és a hegyperemi rész kivételével továbbra is erdősült maradt, viszont a Tardona és Mályinka között művelt terület kiterjedése nyomán elszigetelődött a bükki erdőktől. Kapcsolatát sajátos módon a Harica vízgyűjtőjén keresztül őrizte meg. Ez mutatja a Harica-Nyögő vízgyűjtő összetettségét. Ugyan természetföldrajzi szempontból már egy vízgyűjtőt alkotnak, de éppen a földhasznosítás jelzi különböző fejlődéstörténetük nyomán kialakult eltérő adottságaikat. A Harica vízgyűjtő belső, ÉK-DNy-i csapású szakasza a Tardona-völgyhöz hasonlóan alig bolygatott, erdővel borított terület. Ugyanakkor a Nyögő-patak torkolatától az emberi területhasználat a Bán-

völgyhöz hasonló széles sávban nyomult előre a Bükk felé. Meredek lejtőkkel tagolt keskeny jobb oldala azonban nem biztosíthatott a sorban itt kiépült településeknek elegendő földet, ezért az addig bolygatatlan Bábony vízgyűjtő bal oldali részén terjeszkedtek tovább, miközben annak jobb partján, a Pereces és Lyukó vízgyűjtők Diósgyőrtől távolabb eső É-i részén keresztül maradhatott kapcsolatban a bükki erdővel. Ebből adódik az a sajátos helyzet, hogy a Harica bal és a Bábony jobb oldalán a foltsűrűség harmada a jobban igénybe vett szemközti oldalnak. A legváltozatosabb hatások az Alacska és a Lyukó vízgyűjtőjét érték, ezeken kiugróan magas a foltsűrűség értéke, feltehetően a kis méret és a központi települések közelsége miatt.

Annak ellenére, hogy *a bányászat kiterjedése megnőtt, még mindig a mezőgazdaság az, amely területileg nagyobb hatást gyakorolt a táj állapotára (14. ábra).* Igaz a bányászat helyileg jelentkezett olyan, a területhasználatban meg nem nyilvánuló környezeti hatásokkal, amelyek a domborzat átalakításán keresztül további tájtényezők állapotát is befolyásolták.

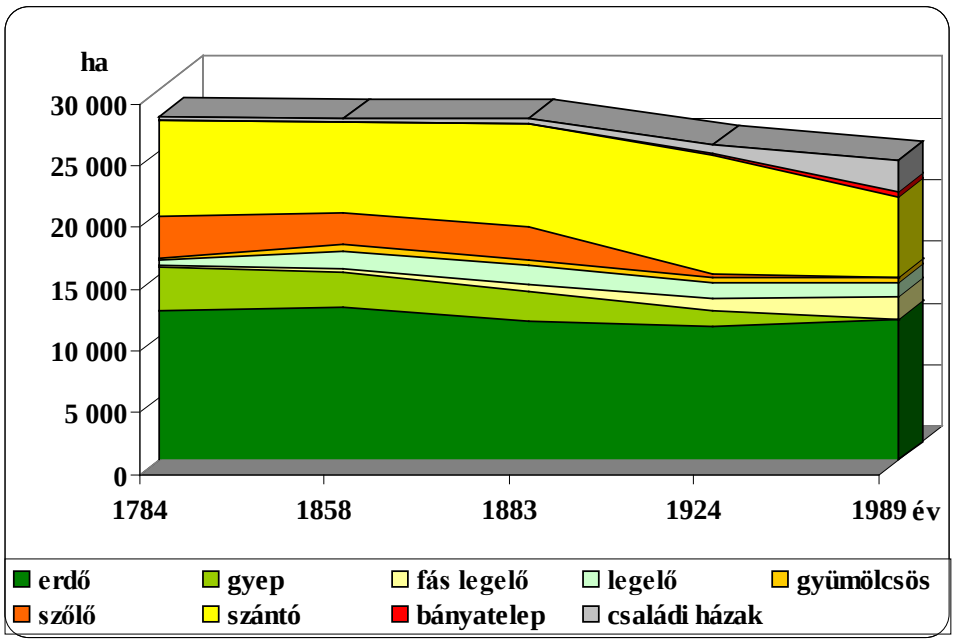
Ötödik időpontban, az ***1989-es EOTR térkép*** a rendszerváltozás előtti, még elemezhető területhasználati szerkezetet hordozza. A 75 évet felölelő időintervallum teljes körű antropogén beavatkozásait, a változások gyors lefolyása miatt nem mutattuk be, hanem a táj szerkezetét jelentősen átalakító folyamatokra koncentráltunk. A területhasználati változatosság megmaradt, de az erőteljesebb antropogén beavatkozások aránya megnőtt a rendszerben *(11. térkép).* Ennek csúcspontja, mint a bányászattörténeti részből kiderült, az 1970-es évek közepére esett. *A nagyipar kiteljesedésével a 18. század végén még féltermészetes hemeróbiaviszonyokat a mesterséges kategória felé tolta el.* Ettől kezdve, a bányászat visszaszorulásával ugyan csökkent az aktív beavatkozások mértéke, de a felhagyott létesítmények tájba illeszkedése további másodlagos környezetterheléssel jár(t).

A 36 Corine-féle folttípusból csak a folyó hiányzik, technikai okok miatt. A megjelent új folttípusok alapvetően a tájra nézve kedvezőtlen beavatkozástípusokat erősítették.

- A *Mesterséges felszínek* kategóriájába tartozó új foltok:
  - a többemeletes lakóházakkal beépített települési térszínek,
  - műszaki létesítmények (szennyvíztelepek, trafóállomások stb.),
  - a szén külfejtésekben visszamaradt tavak, amelyek táji szerepe kedvező is lehet,
  - a sportlétesítmények, amelyek városi zöldfelületként a művi környezetet némiképp javítják,
  - a településterülettől különálló szeméttelepek.

- Az *Erdők és természetközeli területek* kategóriájában tovább bontottuk az eddig elkülöníthetetlen erdőtípusokat:
  - a kivágott őshonos fajok helyén megjelentek a tűlevelű erdők,
  - vagy keveredtek a lombos fákkal, s elegyes erdőket alkottak,
  - A *Vízfelületek* kategóriába tartozik a Lázbérci-víztározó a kutatási terület Ny-i peremén, valamint a Varbói-tározó a DK-i részén.

Annak ellenére, hogy a bányászat hatott a legtöbb tájtényezőre, mégis lehetővé tette az erdő fennmaradását. Igaz, hogy a bányászati létesítmények kialakítása, a bányafa-igény kielégítése koncentrált erdőrészek kiirtásához vezetett, de a bányatelkek biztosítása érdekében korlátozták a többi területhasználatot. Végeredményben 1989-re újra nőtt az erdőterület, mérete (114 km^2) meghaladta az 1883-as értéket. Tájökológiai szempontból jelentős, hogy ***az eredeti mátrix*** *220 év alatt* ***összesen 3,5 %-os területi veszteséget*** *szenvedett el, 40 %-os arányával* ***máig megőrizte relatív dominanciáját*** *(15. ábra).* Igaz, ez az erdő sem területileg, sem összetételében nem egyezik meg az egykorival. Azonban az utána következő folttípust képviselő, alacsony hemeróbiaértékű szántók kiterjedése ennek alig több mint fele.



15. ábra: A főbb területhasználati kategóriák területi arányainak időbeli változása

A dombság belsejében a területi arányok hasonlítanak a III. katonai térképezésnél feltárt állapothoz. Azonban a *Sajó felé eső települések környékén nagyméretű degradáció* történt. Ebben jelentős szerepe lehetett a világgazdasági válság nyomán 100 évnél rövidebbre csökkentett vágásfordulónak, s az így nyert fanyag egyszeri kitermelését engedélyező intézkedéseknek *(Járási L. 2002).* Ezt bizonyítják az elmaradott területeken, így a Borsodi-medencében – vágásérettség figyelembe vétele és felújítás nélkül – lezajlott fakivágások nyomai, mint például a Diósgyőr környékén felmért 1000 holdnál nagyobb irtásföldek *(Járási L. 2002).* A területhasználati mozaikosság növekedéséhez a II. világháborút követően hozzájárult a 2000 m^2 maximális telekméretű állami földosztás *(Fűzfa Z. 1998).*

Az erdőgazdálkodás, talán éppen a bányászat ellensúlyozása miatt mennyiségi szempontból viszonylag jól működött a területen az elmúlt 75 év alatt. A legnagyobb erdőarány-veszteséget a Bábony vízgyűjtő szenvedte el (-10 %), ahol az erdők helyén részben az Észak-Magyarországi Vegyi Művek telephelyét alakították ki, míg a patak É-i kitettségű oldalán szántók nyertek teret. Ezek egy részét azonban az idők során felhagyták, így napjainkra parlagosodtak. A Szinva-völgy és a Lyukó vízgyűjtő kismértékű erdőterület-csökkenése a beépítéssel hozható kapcsolatba. Előbbin a zöldövezeti lakó- és turisztikai funkciók felértékelődése, utóbbin a bányatelkek területhasználati korlátai ellenére kiépülő zártkerteknek köszönhető. Tájökológiai szempontból a legkedvezőbb változást a Bán és a Harica-Nyögő vízgyűjtőjén tapasztalhattunk. Erdőterületük néhány százalékos növekedése a legnagyobb erdősödés a dombság területén (7,4 km^2).

A *mezőgazdasági termelés* a szénbányászat fellendülésével jelentősen *csökkent*. Egyrészt a bányaterületek terjeszkedése és a térség ipari beruházásai miatt termőterületeket vontak ki művelés alól, másrészt a foglalkozási átrétegződés a mezőgazdasági dolgozók számának csökkenéséhez vezetett. Ez leginkább a szántókat érintette, Bábony és Lyukó vízgyűjtőjének kivételével mindenhol nagymértékű (8-22 %) a művelt földek arányának visszaesése. A négy legjelentősebb táji változás más- más típusú átalakulást takar a beépítéstől a zártkerti besoroláson át a parlagosodásig.

Tájökológiailag legfontosabb a természetes gyepek, *puhafás ligeterdők* arányának durva *csökkenése (15. ábra).* A vízgyűjtők belső mellékvölgyeiben, kisebb foltokban található még vizes élőhelyet kedvelő erdőtársulás, előfordulhatnak természetes állapotú gyepek. De ezek csak egymástól elszigetelt apró folttöredékek, kiterjedésük a fő folyamatokat nem befolyásolja. Terepi és szakirodalmi információk alapján a Bán, a Tardona és a Sajó mellett lehetett 22 ha természetes gyepfoltot elhatárolni, esetleg a Harica-Nyögő eldugott,

bányászattal nem érintett peremterületein fordulhattak még elő. A kis mellékvölgyek – kedvező vízhatás miatt kaszálóként, legelőként használt – nedves gyepterületein napjainkban száraz gyepek vagy kiszáradó mocsárrétek helyzekednek el. Ahol a vizes élőhelyek mentén közelekedési pályák alakultak ki, az alluvium részben mesterséges felszíne, a motorizált közlekedés szennyező hatása, a beépítettség növekedése nyomán zavarástűrők válnak uralkodóvá. Ezért az egykori ökológiai folyosók, a vízfolyások menti természetes gyepek, ligeterdők mozaikos töredékfoltjai vagy a helyükön elterjedt gyomtársulások nem képesek betölteni eredeti funkciójukat.

A félszáraz gyepek arányainak változása a legnehezebben elemezhető információ. Negatív folyamatokra utal, ha főleg az erdők, kaszálók helyét foglalják el. Az egykori iparvágányok nyomvonalán (Herbolya, Lyukó, Harica, Bán egyes szakaszain), a felhagyott sínpályák helyén is rontott társulások terjeszkednek. Azaz legelő, degradált gyepfolt alatt leginkább a zavarástűrők és generalisták dominanciájával jellemezhető a növényzet. Azonban, ha a területnövekedés szántóból származott, javítja a felszín természetességi fokát (Alacska, Harica, részben a Lyukó vízgyűjtőjén).

A földhasznosítási változások legnagyobb vesztesi a *szőlőterületek*. Napjainkban ugyan újra megfigyelhető a kertek térhódítása *(15. ábra),* de ez a bányászat megszűnéséhez köthető kényszer hatása, érdemi piaci kapcsolatok nélkül, önellátó funkcióval. Mindez se a tájtényezők állapotára, se a gazdálkodás színvonalára nézve nem feltétlenül előnyös. A termőterület csökkenése miatt az egyes művelési ágak és ***területhasználati kategóriák koncentrálódnak,*** gyakran a gyümölcsös-, a zöldséges- és szőlőskertek összefonódása látható. Emiatt a tisztán gyümölcsössel fedett területek kiterjedése kétharmadára, a szőlőké hatodára esett vissza. A kertekben már hétvégi házak épülnek, miközben a domboldalak úgy váltak nyílt beépítésű területté, hogy a telkek egy részét 1989-re aláfejtették. Ezzel megszegték a bányászati építési tilalmat és nem vették figyelembe a zömében instabil lejtőoldalakat eredményező földtani és geomorfológiai adottságokat sem (például a Lyukó, Pereces, Tardona vízgyűjtőjén). A mesterséges felszínborítás még másodlagos a növénytakaróval szemben, de a lecsúszó életszínvonalú lakosság növekvő kitelepedése a nem megfelelően rehabilitált településrészeken a környezeti problémák fokozódásához vezet.

A mesterséges környezetek – települések, ipar- és bányatelepek – mérete tovább nőtt *(15. ábra).* Metahemerób, azaz *teljes egészében mesterségesen burkolt felületek is megjelentek,* a nagyipari telephelyek és Kazincbarcika, Sajószentpéter, Diósgyőr többemeletes házakkal beépített lakótelepeinek képében. Az összesen közel 4 km^2 területet lefedő bányászati létesítmény és

formakincs a már visszaszorult tevékenység maradványa. Lyukóbánya még működött, de az éppen felszámolt bányatelepek, táró- és aknabejáratok, meddőhányók mesterséges táji elemekkel tagolták fel a természetközeli foltokat vagy akadályozták a mezőgazdasági művelést, a települések terjeszkedését. Lokálisan napjainkig meghatározóak a táj karakterében, de többségében megkezdődött a tájba illesztésük, hasznosításuk. A bányászati hatásokhoz azonban hozzátartoznak a közvetett folyamatok is (felszínmozgások, víz- és légszennyezés, növényzeti- és települési károk stb.), ami viszont már nagyobb területet és több tájtényezőt érint *(vö. 9.)*.

A Corine felszínborítási rendszer 2000. évi felmérése tükrözi legpontosabban a mai területhasználatot. Ez megerősíti a dombság alapjaiban kedvező természetközeli állapotát, amely az 1989. évi térképezéshez hasonló. A rendszerváltás után biztosan csökkent a növénytermesztésre kedvezőtlen természeti adottságú dombság szántómérete, legelőinek kiterjedése. Ezt bizonyíthatja az egykori TSz-területek felszámolása mellett a vegyes földhasználatú apró parcellákat tartalmazó komplex mezőgazdasági területek növekedése. A generalizálás nyomán feltehetően ebbe kerültek bele a zártkertek, a kisméretű szőlők, gyümölcsösök és elszórt szántóparcellák. Ez viszont változatosabb területhasználatot tükröz, ami a tájra nézve kedvező. Problémát azok egyre növekvő beépítése okozhat (például Lyukó, Pereces).

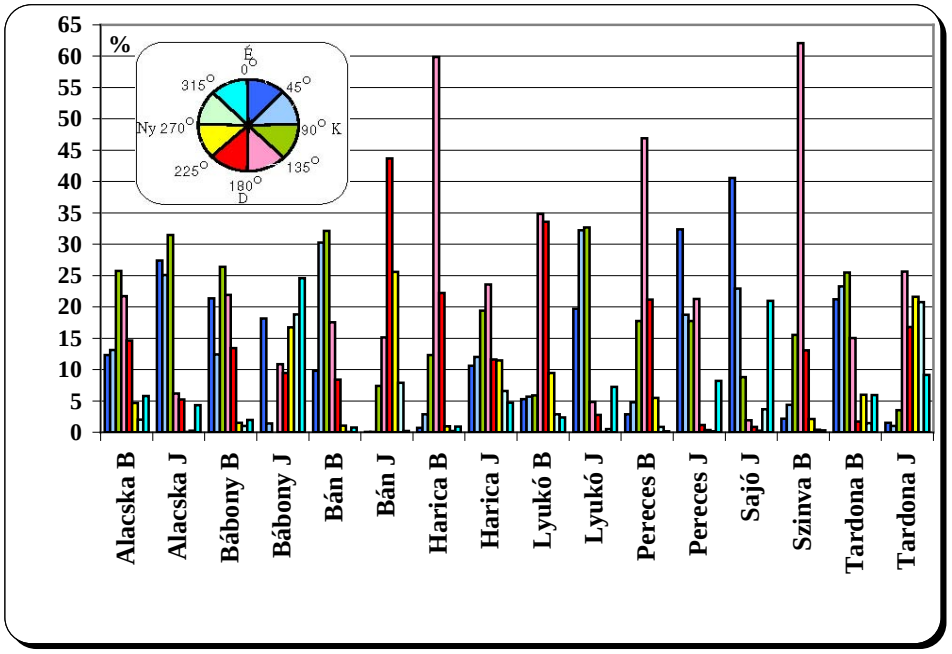
Napjainkra az utolsó bányát is bezárták, ugyanakkor a tájrehabilitációs munkák nyomán folyamatosan rendeződik az elmúlt 20-25 évben lerakott meddőhányók, felhagyott bányák sorsa. Az ipari és bányatelepek részben műemlékvédelem alatt állnak, részben új beruházásokra várnak, de jelen állapotukban többségük alacsony szennyező.

8. A TERÜLETHASZNÁLATI VÁLTOZÁSOK TÁJI HATÁSAI

8.1. A területhasználat domborzati kapcsolatai

Az I. katonai felvételezésen figyeltük meg a földhasználat sajátos jellemvonását, mely szerint a nagyobb DNy-ÉK-i csapásirányú vízgyűjtőkön a jobb oldali lejtők tájhasználata tagoltabb, míg a kisebbeknél (K-Ny-i vagy ÉNy-DK-i csapásirány) a bal oldali. A mátrix domborzati adottságokhoz igazodó sajátossága – a Tardona vízgyűjtőjét kivéve, ahol a jelzett felszínfejlődési okok miatt a jobb oldal különösen keskeny –, hogy mindenhol a jobb parti részvízgyűjtőn található nagyobb erdőterület, függetlenül a részvízgyűjtő méretétől és tájolásától *(7. térkép).* Azaz a nyugatias és délies kitettségű lejtők földhasználati diverzitása általában nagyobb. Ezért *Kozák M. és Püspöki Z. (2002)* által a dombság fővölgyein, *Szalai K. (2004)* által a Csernely-völgyben, valamint *Demeter G. (2006)* által a Hódos-patak vízgyűjtőjén a pikkelyfrontok és pikkelyhátak eltérő meredekségű lejtőire megfogalmazott területhasználati és domborzati összefüggéseket megvizsgáltuk a dombság összes részvízgyűjtőjén.

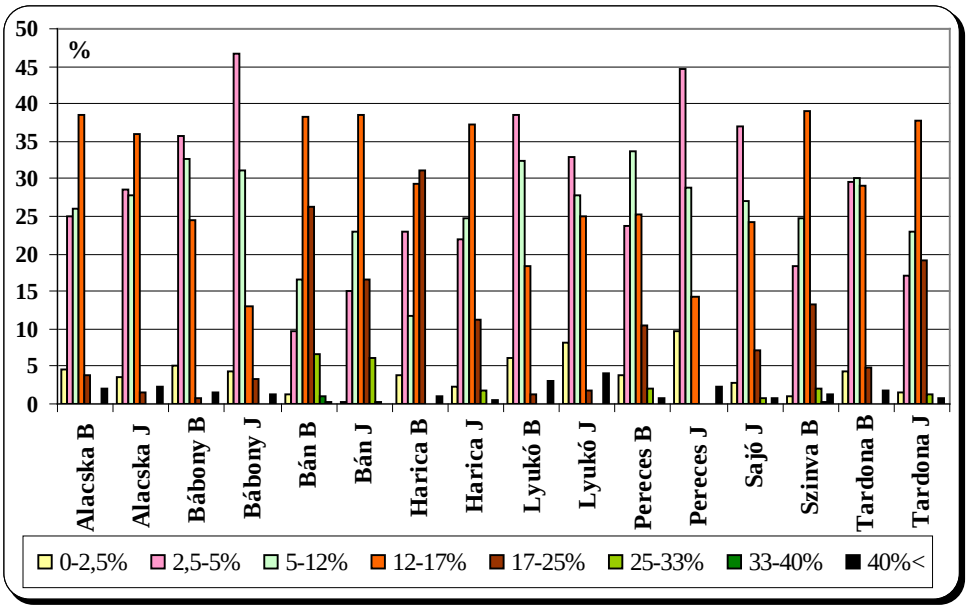
A ***lejtőviszonyok művelésági kapcsolata*** *a szőlő esetében* számít kiemelkedően fontosnak. A filoxéravész előtt, a III. katonai felmérés időszakára beállt szőlőművelés során érvényesült az optimális, 5-25 %-os lejtőmeredekségű délies oldalak használata, a domborzati főirányoknak megfelelően néhány sajátos kivétellel *(16. ábra).* Az I. katonai térképezéstől kiugróan magas alacskai szőlőarány feltételezhetően a völgyek K-Ny-i futásirányából eredő D-i kitettségű lejtők elsődlegességének köszönhető. A hasonlóan K-Ny-i csapásirányú Bábony-patak jobb oldali vízgyűjtőjén az É-i dominanciájú lejtőoldalak kényszeréből fakad a szőlők magasabb részaránya. Viszont éppen ezért a szőlők abszolút területe kevesebb, mint ötöde a délies kitettségű baloldali lejtőkre telepítettnek. Az É-D-i csapású Tardona és Bán, valamint az ellentétes irányú Lyukó és Pereces részvízgyűjtő K-i oldalán, a D-i kitettség mellett a szőlők másodlagosan megjelentek a Ny-ra néző lejtőkön is, az ellentétes oldalon pedig fordított helyzetű dominancia jelentkezik. A keskenyebb és általában meredekebb, feltételezhetően pikkelyfrontot képviselő vízgyűjtő részeken mindenhol nagyobb a szőlők területi részaránya és – a Tardonát kivéve – kiterjedése is. A Harica-Nyögő összetett vízgyűjtőjén, a Harica-patak hosszabb szakaszának K-Ny-i futása miatt a D-i kitettségű lejtők elsődlegessége figyelhető meg, ugyanakkor a Nyögő-patak mentén a keskeny alluvium nyomán másra már kevésbé használható, meredekebb lejtők vezettek kiterjedtebb szőlőtermesztéshez.



16. ábra: A lejtőkitettség és szőlőterületek kapcsolata 1883-ban

A 25 %-nál meredekebb lejtőkön a Bán teljes vízgyűjtőjén, a Harica baloldalán, valamint a Tardona jobb partján találtunk a 19. század végén szőlőket *(17. ábra).* De ezeken a településeken említették gyakrabban a meredek lejtőkön napjainkban is pusztító erózió rendszeres kártételét *(Pesty F. 1998; Tóth P. 1991).* Az 1924-re töredékére visszaesett szőlőterületen hasonló folyamatokat figyelhetünk meg. A fellelhető kis szőlőfoltok általában az eddigi kitüntetett irány és az optimális lejtőszög felé koncentrálódnak (60-80 %). A felhagyott szőlők helyén, a meredek lejtőoldalakon jól láthatóak az egykori antropogén hatásra felerősödő szakadási felszínek, az álteraszokon lefelé mozgó anyagáthalmozás, a régi szakadásperemek.

A *szántóföldek* inkább a keleties irányú lejtőkön jelentek meg és maradtak fenn, ami a kevesebb csapadékkal is kapcsoladban állhat. Ez alól azok a részvízgyűjtők jelentenek kivételt, ahol uralkodóak az északias és nyugatias lejtők (Alacska bal, Bán jobb, Tardona jobb oldala). A magasabb térszínekre került új földeken a domborzati adottságok miatt nagyobb gyakoriságú a 10-15°-os lejtőszögű szántók aránya *(Illyés Zs. 1997),* ami a talajerózió növekedéséhez járul hozzá *(Kerényi A. 1994). Legelők* esetében kitettségre nem, viszont lejtőmeredekségre találtunk összefüggést, megjelenésük elsősorban az 5-17 %-os oldalakhoz köthető.



17. ábra: A lejtőmeredekség és a szőlőterületek kapcsolata 1883-ban

8.2. A kultúrtájjá alakulás szakaszai és következményei

A ***dombság kultúrtájjá*** alakulásában - a bányászat- és tájtörténeti információk alapján - az alábbi ***szakaszok***at jelöltük ki.

*Első lépcsőfok*nak a katonai térképezések előtti időszakot tekinthetjük, amikor a hegyközi dombsági területen *abszolút dominanciával rendelkező erdőség* alkotta mátrixba ékelődtek be az irtásokon megjelenő földhasznosítási formák. E korszak pontos lehatárolását *Frisnyák S. (1995, 2004)* munkái nyomán a 18. század közepére tehetjük, amikor a nagyobb erdőirtások nyomán „belakták” a dombság területét.

Az I. katonai térképezés idejére megszűnt a jellegadó erdő abszolút elsődlegessége, amit *második lépcsőfok*nak tekinthetünk a dombság *agrártáj*já alakulása során. Azonban a tájfejlődés sajátos vonását mutatja, hogy az elkövetkezendő közel nyolc évtized során a dombság kultúrtájjá formálódása stagnált, az antropogén hatások mértéke helyenként visszaesett, s a 19. század közepére a táj természetességi foka stabilizálódott.

Csak a száz évvel későbbi III. felvételezés mutatja a tájváltozás *harmadik lépcsőfok*át, amikor az első teljes vízgyűjtőn – a Bán-patak völgyében – az erdő elveszítette relatív dominanciáját a szántóföld ellenében. A

táj transzformálódásának lassú ütemét jelzi, hogy ez a térvesztés itt sem jelentős léptékű, a többi vízgyűjtőn pedig továbbra is az erdő maradt az uralkodó. Ugyanakkor az *agrártájjá alakulás* nem *folytatódhatott* tisztán, mert a földtani adottságok nyomán új típusú, indusztrogén területhasználati forma jelent meg, a bányászat.

A transzformálódás *negyedik lépcsőfok*a a 19-20. század fordulója, amikor az ipari méretű bányászat elindulásával *az agrártáj agrár-ipari típussá alakult át.* Az 1924-ben készült térkép alapján a bányászat még lokális léptékű, de megindult a domborzat átalakulása. Azonban még ekkor is a szántók kiterjedésének erőteljes növekedését figyelhetjük meg *(13. 14. ábra).* Igaz, ebben áttételesen szerepe lehetett a bányászat és az ipar által generált népességnövekedésnek.

Az új típusú energiahordozó kitermelésének ingadozó felfutása már a 20. század közepére az *ötödik lépcsőfok*hoz vezetett. Csak áttételes adatokkal igazolt átalakulás nyomán *ipari-agrár táj jött létre,* amelyet jellegénél fogva montanogén altípusnak nevezhetünk. Jellemzője a művi környezet gyors kiépülése, amely szinte minden formájában kapcsolatba hozható a bányászattal. A kistelepülések helyén új típusú városok, komplett ipartelepek jelentek meg (Kazincbarcika létrehozása, Sajószentpéter átalakulása, Borsodi Vegyi Művek, Észak-Magyarországi Vegyiművek stb.) teljesen mesterséges borítású felszínekkel. A bányászat a domborzat markáns átalakításával, a hidrológiai rendszerek megbontásával új típusú tájelemeket hozott létre, szemiantropogén folyamatokat indított el. A hemoróbiaviszonyok, a közlekedési pályák és egyéb művi tájelemek sűrűségének gyors növekedése nyomán, jelentősen romlottak. Megfigyelhető a természetes tájelemek felszabdalódása, amely helyenként egyes társulások önfenntartó képességét veszélyeztette.

A *hatodik lépcsőfok* a bányák bezárása nyomán napjainkig tart. A bányászat megszűnése után visszaállt a többi medencedombságon tapasztalt, a határmegvonások során konzerválódott hátrányos helyzet. Azonban az ipari felfutás nyomán megnőtt helyi energiák elvesztése után az itt élők keresik a szerepüket a rendszerben. A részben roncsolódott, lerontott táji környezetben 50-200 év kihagyással a hagyományos gazdasági ágazatok is leépültek, felerősödtek a negatív jellemvonások. A *montanogén formák tájba illeszkedése* részben spontán módon, részben emberi segítséggel zajlik. Az igazi hagyományokat nélkülöző mezőgazdasági művelés *a bányászat által fokozottan terhelt környezet*ben még nem nyerte vissza önfenntartó szerepét. Viszont a táj fejlődése során megőrizte az erdők relatív dominanciáját, amely lehetővé teszi egy természetközeli tájtípus formálódását. Reálisan ez egy olyan vegyes, agrárjellegű táj kialakításával történhetne meg, amelyben

a jól elkülöníthető, de népességmegtartó erejénél fogva kiemelten fontos modernizált ipar mellett a Bükki Nemzeti Park és a Lázbérci Tájvédelmi Körzet közelségére, valamint a Sajó menti átmenőforgalomra alapozott szolgáltató funkciók érdemi kiegészítő szerepet kaphatnak.

A legfontosabb földhasználati típusokat tekintve kedvező, hogy a természetes társulásokra leginkább *hasonlító zárt lombos erdő kiterjedése* az elmúlt két évszázad alatt *kevesebb, mint 3 %-kal csökkent.* Ez, mint írtam, ellentmondást hordoz a nagymértékű ipari-bányászati fafelhasználással kapcsolatban. Véleményem szerint éppen a bányatelkekre vonatkozó időbeli és területhasználati formákra vonatkozó jogszabályi korlátozások segítették az erdőterület mgőrzését. Ökológiai szempontból a vártnál kedvezőbb eredményt némiképp árnyalja, hogy az erdő az első térképezéstől teljesen mozaikossá vált. Az átlagos foltméret 1989-ben már csak 58 ha, ami megközelíti az erdők 30-40 ha kritikus minimális területnagyságát *(Csorba P. 1997),* azaz a felszabdaltság egyes erdőrészek ökológiai stabilitását veszélyezteti.

A gyertyános-tölgyesek eredeti termőhelyein általában ökológiailag értéktelenebb cseresek, homogén gyertyánosok, az erdőirtások helyén ruderális vágásgyomnövény-társulások terjeszkednek *(Sütő L. – Homoki E. 2004).* A délies kitettségű lejtőoldalakon a melegkedvelő tölgyesek irtása miatt felgyorsult talajpusztulás gátolja az erdők megújulását, megnövelve a másodlagos sztyeppek részarányát. A nehézipari válsággócokban nagyobb gyakoriságú – terepbejárásokon megtapasztalt – illegális tarvágások tovább fokozzák a táj természetességi fokának csökkenését. A nagyméretű tájökológiai foltnak látszó erdőt, gyakran tájidegen fajokból álló erdőrészek belső határai szabdalják, emiatt szintén romlik a mátrix ökológiai kapcsolatrendszere *(11. térkép).*

A legnagyobb változás a Bábony vízgyűjtőn zajlott, pedig a bányászat csak kis folton jelent meg. Területe a 19. század elejéig a leginkább érintetlen vízgyűjtő. A 20. században erdősültsége közel felére esett vissza úgy, hogy a vegyipar és a szántók révén beavatkozástípusonként a legerőteljesebb antropogén tevékenységek jelentek meg. A vegyi üzem bezárása, a szántók felhagyása nagyarányú *rontott* terület kialakulásához vezetett (~15 %). Máshol a hemeróbiaviszonyok javultak. A Bán- és a Harica-Nyögő vízgyűjtőjén az erdőterület 1989-re nagyobb kiterjedést ért el, mint az első katonai felvételezés idején. Ezáltal egy átlagosan félévszázados, átmeneti területi visszaesés után az erdő térnyerése újra relatív többségbe jutott.

A területhasználat elemzése során a *természetközeli foltok minőségi változását* leginkább a különböző típusú füves területek arányeltolódásával jellemezhetjük. Az agrogén tevékenységek befejeződése egyes területeken megteremtette a természeteshez közeli másodlagos vegetáció elterjedésének

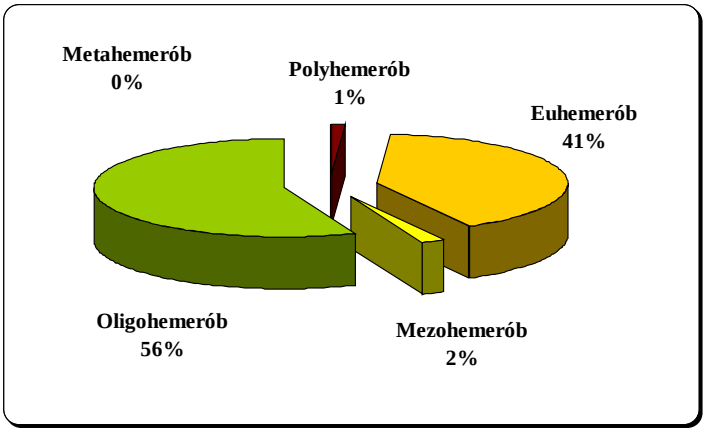
lehetőségét. Ez nem feltétlenül jelentett ökológiai javulást, mert a felhagyott földektől a gyepeken át a fásszárú vegetáció elterjedése felé tartó szukcessziós folyamatok újabb emberi hatások nyomán félbeszakadtak leromlott, elcserjésedő száraz gyeptársulások formájában *(Sütő L. – Homoki E. 2004).* A kultúrvegetáció résein így kialakult hosszanti tájelemek mérete és formája túlságosan kicsi maradt ahhoz, hogy folyosó funkcióval, stabil ökoszisztémát működtessen. Ezekben az esetekben a szegélyzónákra jellemző nagyobb fajgazdagság, a rontott társulások és agrogén térszínek felé kapcsolódva gyakran a magasabb ökológiai értékű élővilág visszaszorulásával jár *(Margóczi K. 1998).* A rétek azért továbbra is fontos ökológiai szerepet tölthetnek be, mert két szántóföld közé beékelődve lehetővé teszik a fajok kicserélődését a szomszédos fajgazdagabb erdő felé.

Napjainkra a gazdálkodás lehetőségét csökkentette a *települések területének kiterjedése*. Ma már egy átlagos településméret közel duplája az 1924-ben, több mint *háromszorosa* az első katonai térképezés idejében mértnek. Ráadásul jóval nagyobb mennyiségű mesterséges anyagot használtak, a burkolt felületek mérete többszörösére nőtt. A mesterséges bevágások, a beépítés okozta többletterhelés miatt, a kedvezőtlen építésföldtani adottságú lejtők elveszthetik állékonyságukat, ami újabb tömegmozgásokhoz vezethet. Ezt mutatják például Tardonán 1999-ben, a fentebbi okok miatt súlyosan megrongálódott épületek. Ugyanígy veszélyforrást jelent a hétvégi kertek funkcióváltása következtében tömegesen megjelenő pihenőházak többlettömege az eddig beépítetlen lejtőkön. Fokozottan veszélyeztetett a városkörnyéki aláfejtett bányatelkek területe (Miskolc-Lyukóbánya, Miskolc-Pereces, Kazincbarcika-Herbolyabánya stb.), ahol a lakosság gyakran az előírásokat figyelmen kívül hagyva építkezik.

8.3. A területhasználat hatása a tájszerkezetre

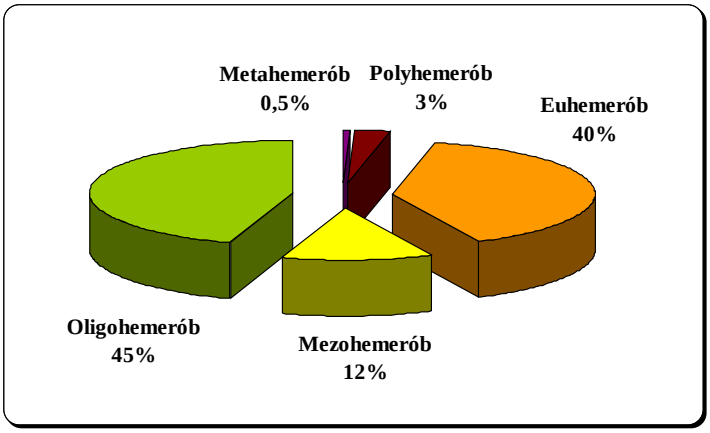
A kultúrtájjá alakulás tájszerkezeti hatásait a területhasználati adatokból *számított* ***tájökológiai mutatók***kal támasztottuk alá. Az ember növekvő és sokszínű beavatkozását jelzi, hogy a Corine területhasználati kategóriák száma több mint duplájára, 15-ről 34-re nőtt. A 18. század végének 3,13 átlagos ***hemeróbiaértéke*** a dombság egészére *rontott beavatkozási szint*et mutat. Ez azt jelenti, hogy bármennyire nem találkozunk még erőteljes degradációt jelző tevékenységekkel, a dombság már egy féltermészetes, kultúrtájjá alakított szintet képvisel. Igaz, még léteztek kedvezőbb állapotú, *féltermészeteshez* közeli vízgyűjtőrészletek. A Lyukó, a Pereces és a Bábony bal oldali vízgyűjtőrészén 3,5 feletti az átlagos hemeróbiaérték *(Sütő L. –*

Homoki E. 2004), a Tardona menti területek pedig éppen átlépték e kedvező minősítést. A legnagyobb beavatkozások a Sajó kiemelt helyzete mellett az Alacska bal és a Bán jobb parti vízgyűjtőjén történtek, az emberi megtelepedés nyomán a zavarás már túlhaladta a *rontott* állapotot. A dombság kedvező átlagos természetességi foka a *féltermészetes* foltok 50% feletti arányának köszönhető, a Bükk peremi tájrészleteken szinte egyeduralkodó erdőborítás miatt. A *leromlott* területek magas részaránya egy stabil agrárgazdálkodás kialakulására utal a kedvező adottságú területen *(18. ábra).* Az *épített elemek mellett* összesen *9 féle földhasznosítási folttípus található minden vízgyűjtőn,* 3,2 db/km^2 foltsűrűséggel, azaz átlagosan egyenletes és a táji diverzitás szempontjából kedvező volt a tájhasználat.



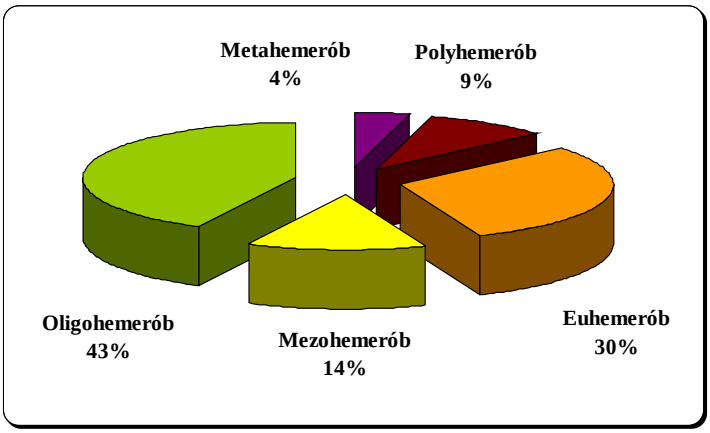
18. ábra: A különböző hemeróbia értékű foltok területi aránya 1784-ben

A beavatkozások stabilizálódására utal, hogy az első 100 évben nem következett be érdemi változás. Az átmeneti hatáscsökkenést a II. katonai térképről számolt hemeróbiaszint is jelzi (3,14), ami elsősorban az Alacska és a Harica vízgyűjtőn visszaszoruló antropogén hatásoknak köszönhető. Ennek oka, hogy a *rontott foltok* még mindig nem jelentős aránya ugyan háromszorosára (6,5%) nőtt, de közben az *féltermészetes és a leromlott foltok* aránya az emberi beavatkozás állandóságának köszönhetően közel ugyanannyival csökkent. Egy emberöltővel később is marad a *rontott* állapot (3,04), ami alig növekvő hatékonyságú beavatkozásokat takar. Erre utal az egyes folttípusok arányának 1-2 %-os változása, de közben a *féltermészetes* foltok elveszítették abszolút elsődlegességüket (48,9 %). *Az átlagos foltsűrűség is keveset változott (4,4),* de a részvízgyűjtők egy részén már jelentősebb a felszabdalódás (Alacska Lyukó és Pereces).



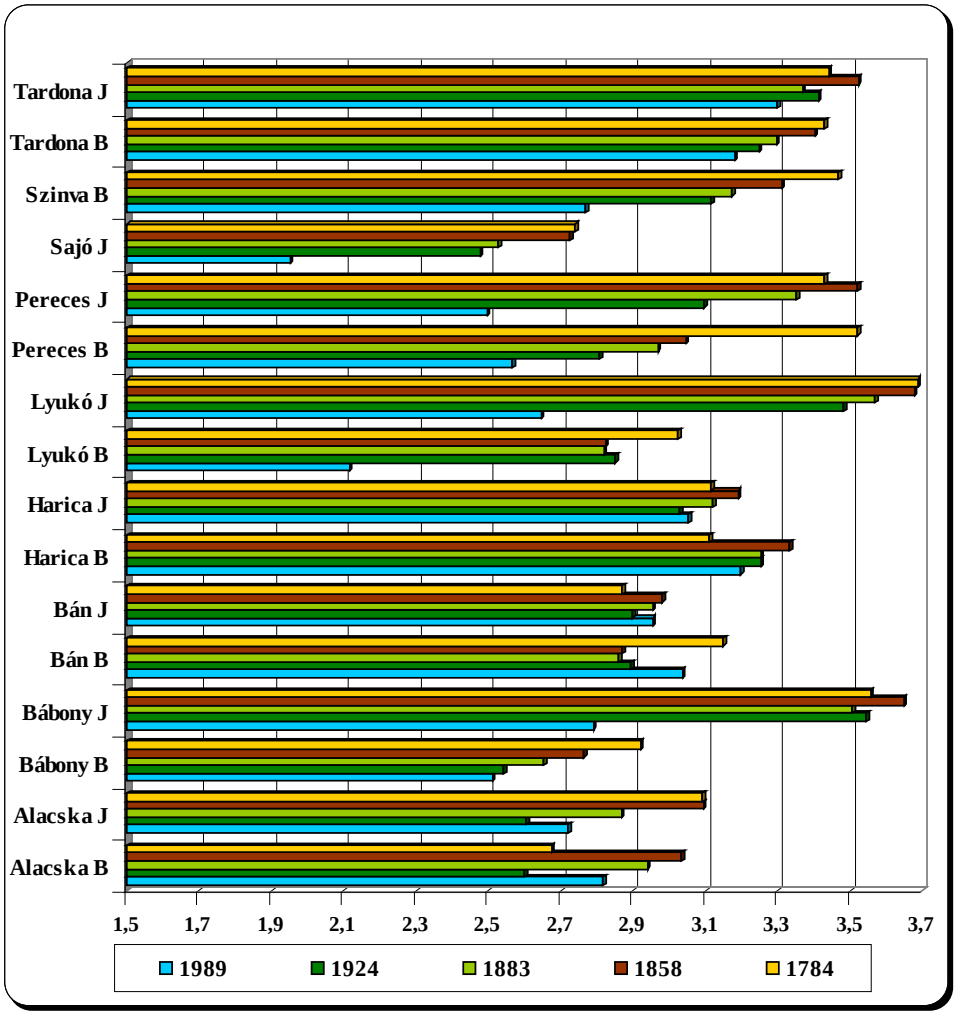
19. ábra: A különböző hemeróbia értékű foltok területi aránya 1924-ben

A 20. század elejére az eltelt 40 év alatt másfélszeresére ugrott a foltok száma, de a kisebb intenzitású tevékenységeknek köszönhetően a természetességi foka éppen meghaladta a *rontott állapot*ot (2,99). A legtöbb vízgyűjtőn gyorsuló antropogén hatásnövekedés figyelhető meg. A legkedvezőtlenebb folyamatok a bányászathoz köthetők. Ezt valószínűsíti, hogy a továbbra is lassan változó *féltermészetes* és *leromlott* foltarány mellett nőtt a *rontott*, valamint a *mesterséges* (meta- és polyhemerób) poligonok kiterjedése *(19. ábra).* Előbbi növekedés a mezőgazdasági földhasználat visszaesésének, utóbbi pedig egyértelműen az ipari-bányászati tevékenységek és a települések térnyerésének köszönhető.



20. ábra: A különböző hemeróbia értékű foltok területi aránya 1989-ben

A következő 70 év alatt újra közel másfélszeresére nőtt a folttípus-szám. Ez lassabb változásnak tűnik, de jelentősebb minőségi átalakulással, mert a potenciális folttípusok száma a táji adottságokhoz mérten a maximum-hoz közelített. A hemeróbiaérték ekkor csökkent a legjobban (2,83). A mesterséges foltok aránya négyszeresére nőtt, de csak részben a *féltermészetes* foltok térvesztésével *(20. ábra).* A *leromlott* foltok arányának csökkenésében megfigyelhető a gazdálkodás visszaesése (rendszerváltás körüli mezőgazdasági bizonytalanság), melynek egy része a javuló állapotú (*rontott* folttípus növekedése), más része a mesterségesen beépített térszíneket gyarapította.



21. ábra: A részvízgyűjtők átlagos hemeróbia értékei az öt időhorizontban

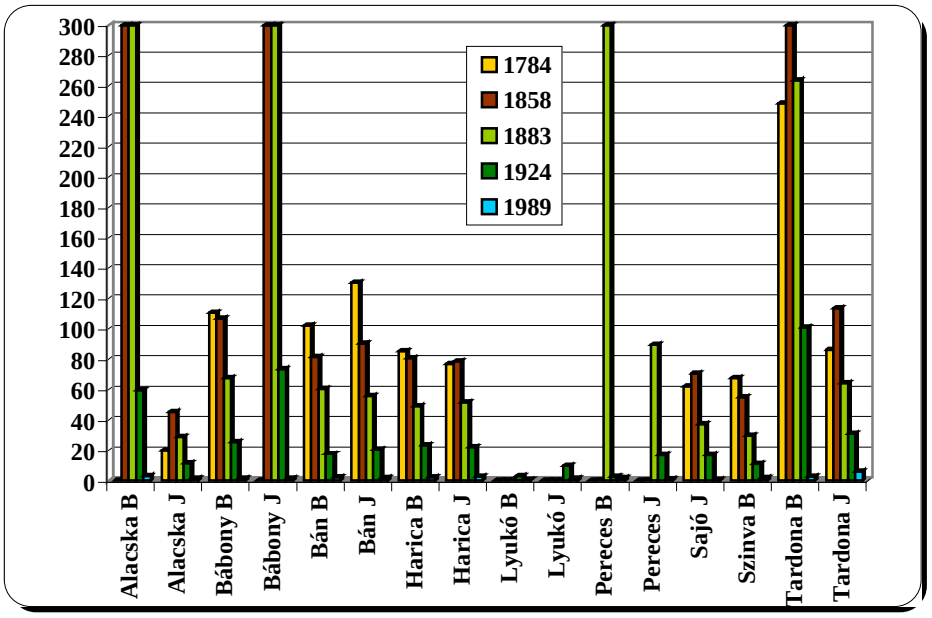
A részvízgyűjtők területi különbségei mutatják meg az antropogén beavatkozások változatosságát *(21. ábra).* A bányászat erőteljes helyi szerepét jelzi a Lyukó-, a Pereces- és az Alacska-patakok vízgyűjtőin elszenvedett nagymértékű hemeróbiaszint-csökkenés. Miközben a Bábony jobb, a Bán bal, a Tardona jobb oldalának természetességi foka még mindig javult. A montanogén tájökológiai hatást lemérhetjük azon, hogy az 1924-ben készült térkép bányatelepei mely területhasználati folttípushoz tartoztak a III. katonai felmérésen (ezen még csak az 1884-ben kiépülőben lévő Pereces bányatelepet ábrázolták). A bányászkolóniák részben nyílt beépítésű, részben zárt tömbökből álló, 251,4 ha *rontott* térszínéhez 80 % erdő és 4 % rét területét hasították ki az ekkor még részben természetközelinek tekinthető foltok felszínéből.

A leginkább igénybe vett Sajó vizsgált részterületein a hemeróbiaszint 2 alá csökkent, ami *leromlott* kultúrökoszisztémának felel meg. Ez viszont már olyan, a mesterségeshez közelítő állapot, amelyben a tájrészlet természetközeli foltjai fragmentációjuk, kis méretük és elszigetelt helyzetük miatt képtelenek az önszabályozásra, lassan felemésztődnek. Ugyanakkor a megtelepedésben kiemelt helyzetű Bán-völgy, elvesztve vezető szerepét (gazdasági és politikai okok miatt), megőrizte az átalakulás kezdetén mért állapotát, ami ma már kedvezőnek számít. A legjobb helyzetben a Tardona és a Harica-Nyögő vízgyűjtője maradt, ahol az erdők még mindig kiterjedt mérete táji szinten képes egyensúlyt tartani. A bányászat befejeződésével az Alacska vízgyűjtőjén is jelentős javulás mutatkozott.

A természetességi fokozatok jellemzése során érvényesül a nagy területű erdő tompító hatása. Ezért az antropogén beavatkozások hatékonyságának mérésére felhasználtam az ***ökogeográfiai stabilitás***i indexet. A klasszikus számítás mellett elkészítettem ezt a mutatót úgy is, hogy a lassan nyílt beépítésű területként használt zártkerteket, valamint az év egy részében fedetlen, máskor homogén növényborítású, gépesített nagytáblás szántókat nagyobb hemeróbiaértékük ellenére a képlet nevezőjébe soroltam, utalva ezek inkább mesterséges voltára. Összességében *a táj állapota napjainkra minőségileg erőteljesebben változott, mint a hemeróbiaviszonyok sugallják.*

A stabilitás növekedésében megfigyelhető a II. katonai térképezés korának stagnáló, enyhén javuló természeti állapota *(22. ábra).* Az iparosodás kezdetétől megindult intenzív antropogén hatások koncentrálódását jobban kifejezi, hogy 1924-re kevesebb, mint harmadára, *1989-re közel huszadára esett vissza* a klasszikus mutató szerint. A *módosított érték* az iparosítás kezdetén ötödére, napjainkra *hatvanad részére* zuhant. A nagymértékű változás jelzi, hogy a hemeróbiaértékben, az ötfokozatú skálát szorzótényezőként alkalmazva erőteljesebben érvényre jutnak a nagyobb területű, esetünkben ma-

gasabb természetességi fokozatú foltok arányai. Ez elfedi az antropogén beavatkozás mértékét a 0,5-5 közötti átlagértékek miatt. Az ökogeográfiai stabilitás esetén a természetes és antropogén foltok területi arányainak szembeállítása érzékelteti a változások intenzitását. A kutatási területen éppen a bányászat, az ipar és az urbanizáció fokozódásából eredő közös hatásnövekedését fejezik ki, ezért pontosítható a beavatkozások szerepe.



22. ábra: A részvízgyűjtők átlagos stabilitási értékei az öt időhorizontban

Az Alacska, a Bábony és a Tardona baloldali részvízgyűjtőjén az első három katonai térképezés magas stabilitásra utal *(22. ábra).* De az Alacska-patak *természetességi foka* kisebb értékekkel jellemezhető a korai földhasznosítás miatt. Perecesen a III. felmérés ideje alatt egy átmeneti kertgazdálkodás, szántóművelés után azonnal jelentékeny bányászat bontakozott ki. Lyukóbányán ez szinte átmenet nélkül zajlott, azaz a hemeróbiaértékekkel ellentétben így megmutatkozik a beavatkozás gyors ütemű minőségváltása. *Napjaink területhasználata minden vízgyűjtőn a természetességi fokozat jelentős csökkenését mutatja, különösen a módosított index esetén. Ennek azonban elsősorban nem a bányászat az oka,* amit az is bizonyít, hogy éppen a montanogén formakinccsel rendelkező vízgyűjtőkön (Bán, Tardona, Harica) a legmagasabb a stabilitás értéke. A rendszerváltás előtti évek nagyüzemi szántóművelése, az ipartelepek és a beépítés növekedése jelentős degradáló tényе-

zőként jelentkezett. A Corine térképen elvégzett számítás kismértékű javulást mutatott, ami a TSz-szántók részbeni felhagyása nyomán a szárazgyepek növekedésének, technikai oldalról pedig a generalizálás nyomán kieső lokális, kisméretű montanogén foltok hiányának köszönhető.

Az antropogén beavatkozások intenzitásának mérésére ***foltváltozási mutatót*** készítettünk. GeoMedia segítségével átmetszettük az öt időpont térképi rétegeit azt vizsgálva, hogy a fontosabb területhasználati kategóriák foltjain hányszor módosult a borítottság *(12. térkép).* Tájökológiai szempontból a funkciók kiteljesedése ellen hat, ha egy folton többször is megváltozott a művelés típusa. Az öt vizsgált időpontban *a foltok eredeti funkciója megmaradt a terület közel harmadán* (32,7 %). Az eredmények *elsősorban az erdők stabilitását mutatták*, az összterület ötödrészén 200 év alatt nem változott az erdőborítás. Egy ipari övezetben, a táji funkciók működése szempontjából ez kedvező. A térség elsődleges földhasznosítási szerkezetét mutatja, hogy a kedvezőtlen természeti adottságok ellenére *legalább* a terület *8 %-án megőrződött a szántóföldi művelés.* Ez az érték a valóságban, a ma komplex művelésű folttípusokhoz tartozó szántóterületekkel kiegészítve valószínűleg magasabb lehet. Az adatok alapján gyakori a gyep, szőlő vagy szántó újbóli erdősödése, leginkább a II. katonai térképezésig eltelt 100 év alatt. Ezután az erdő változatlan maradt napjainkig, újabb 6 %-kal növelve a stabil foltok arányát. Emellett leginkább az erdő- és a gyepterületek feltörése, valamint a szántók ipari vagy lakóterületi beépítése figyelhető meg.

Elvégezve az I. katonai térkép és az 1989-es térkép átmetszését árnyalhatóak az előző eredmények. *Az erdők esetében 68 % a változatlanul borított terület.* Ezek jelentős részét másodlagosan telepítették újra. Az erdőarány szempontjából ez kedvező, ugyanakkor becsülni lehet belőle a kisebb ökológiai értékű erdőrészek magas arányát. A legtöbb terület a szántó, illetve valamilyen száraz gyep (esetleg parlag) részére lett kihasítva az eredeti erdőrészből. A szántók közel felén ma is ugyanez a földhasználat, azaz ha volt is változás, a bevált térszíneket újra művelés alá vonták.

A *természetes gyepek elsősorban a szántók kialakítása miatt szorultak vissza* (több mint 25 %), de ehhez hasonló arányú a beerdősülés is. Igaz, utóbbi tájökológiai szerepe ennyi adatból nem adható meg pontosan. A *zártkertek beépítés-növekedése* kimutathatónak tűnik. Napjainkra a komplex művelési szerkezetű, településközeli földek közel felén lakott terület húzódik. Az egyik *legváltozatosabb átalakulás az egykori szőlők helyén* történt. Ezeket elsősorban erdők, részben szántók, valamint települések és zártkertek váltották. Gyümölcsösöket is létrehoztak, de ez korántsem a szakirodalomban jelzett filoxéra utáni nagyfokú telepítés *(Frisnyák S. 1995).*

Maximális változás a terület 8 %-án történt, a térkép alapján a legkorábban művelésbe vont vízgyűjtő részeken (Bán, Alacska, Harica). Egyrészt az egykori szőlők helyén zajlott le gyakori funkcióváltás. Másrészt a bányászathoz köthetők, ahol az utolsó változás már újra valamilyen földhasznosítást jelez, a montanogén formák tájba illeszkedése megindulhatott. A foltsűrűség a féltermészetes környezetekben a legnagyobb: a nyílt beépítésű területek, zártkertek és az egykori bányaüzemek találkozásánál (például Lyukó, Pereces és Alacska vízgyűjtőjén, Kazincbarcika D-i részén, Sajószentpéter környékén). Az értékek térbeli eloszlásának változása is mutatja a hegységperemi völgyekből befelé haladó emberi beavatkozás folyamatát.

A diverzitási és egyenletességi mutatók alkalmazását nem tartottam eredményesnek, mert értékük nem jelzi a beavatkozás nyomán fellépő minőségi változást. Az 1989-es területhasználati térképről látható *(11. térkép)*, a foltok számának növekedése gyakran a természetesség alacsony fokán álló *mesterséges, rontott és leromlott* folttípusokból állt össze, máskor viszont a hasonló diverzitási érték ökológiai javulással járt. Azaz a területhasználat sokszínűségének változása nem jelenti feltétlenül az ökológiai érték növekedését. A hasonló nagyságrendű értékek pedig geotóponként más-más folyamatot takarnak, tehát összehasonlításra önmagukban nem alkalmazhatók.

Összegzésképpen *a bányászat erőteljes bolygatást okoz* egy területen, *de lokális hatás*át mutatja, hogy a kisebb vízgyűjtőkön, ahol területi részaránya magasabb volt, mindig erőteljesebb degradációt okozott. Ugyanakkor a kedvezőtlen tendenciák csak rövid ideig érvényesülnek, passzív felhagyás és tájba illeszkedés után, egy emberöltő alatt javulhatnak az ökológiai mutatók. Viszont a mezőgazdasági tájrészletek hemeróbiaszintjének közel változatlan értéke (Bán vízgyűjtőn) egy viszonylag kedvező *féltermészetes-rontott* fokozat közötti állapotban arra utal, hogy az ember képes az adottságokhoz igazodó, egyensúlyban lévő tájhasznosítási rendszer kialakítására. A tájszerkezet változásában jelentősebbnek tűnik a népességtömörülés által okozott ipari-urbanogén hatás, mint azt a Sajó menti betelepülés mutatja.

9. A BÁNYÁSZAT DOMBORZATI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI

9.1. A bányászati hatások időbeli változásának folyamata

A 19. század végéig művelt *korai bányák* elsősorban a *felszínközeli I. és II. telepet fejtették* a könnyebb elérhetőség miatt a Sajó jobb partján, elsősorban a Bükk peremén, Diósgyőr környékén, valamint a Sajó felé néző hegyoldalakon *(1. melléklet).* A *tájtényezők akkori állapotára* több részinformációból következtethetünk. Bányanyitáskor ebben az időben előzetes tervezést nem folytattak, így a környezeti hatások pontszerűen szétszóródva jelentkeztek a felszínen. A széntelepek kéntartalma okozta az *első savas terheléseket*, nemcsak ipari kéményekből, hanem a kiégő meddőhányókon átfolyó csapadékvíz nyomán is. Légszennyezésre és savas ülepedésre utal például a Parasznya határában begyulladt felszíni szénkibúvás, amelyből több évig kén-dioxiddal teli füst került Varbó és Parasznya légörébe, tönkretéve a termés egy részét is *(Lehoczky A. 1965).*

A tárókat rövid vágatok nyitották meg, felszíni kibúvásokból. Az általában 2-2,5 m magas *kézi művelésű kamrafejtések* állékonyságát boltozatos fedő biztosította *(Bertalanfy B. et al. 1986).* A technológia előnyös környezeti vonása, hogy - a szén futását pontosan követve - kevés meddővel dolgoztak, s azt is elterítették a bánya alján. Hátránya, hogy földtani akadály esetén (kovásodás, vető stb.) új tárót hajtottak, melyek nyomán a térszín átalakult, a hullámos völgyoldalakról sejthető a bányászat szerepe. A gépek hiányát *nagy élőmunkaerő* felhasználása oldotta meg. Minimális költségvetésük miatt az 1-2 m átmérőjű, átlag 10 m hosszú kis bicskabányák *biztosítóelemet alig használtak (Bertalanfy B. et al. 1986).* A tőkeerősebb tárók *faácsolatokkal* biztosítottak, ezért elkezdődött az addig nagyrészt érintetlen Bükk peremi erdők kitermelése előbb Pereces környékén, a Harica-Nyögő völgyében, később a Bán- és a Tardona-mentén. Az első három katonai térkép még kedvező erdősültséget mutat *(7. 8. 9. térkép),* de az erdők ökológiai állapota biztosan megváltozott. Leírataikból kikövetkeztethető a bányászat savas terhelése, valamint a bányafának használt 150-200 éves erdőalkotók részarányának visszaszorulása *(BSzT 1957a, b; Lehoczky A. 1965; Járási L. 2002).* A szénszállítás vasút nélkül targoncákon és szekéren történt. A bányászat elterjedése a régió első jelentős foglalkozási átrétegződését hozta, amely kapcsolatban állhat a művelt területek csökkenésével. A Diósgyőr környéki jobbágyok részben a bányászatot, részben a szénszállítást kiegészítő, majd teljes jövedelemforrásnak tekintették *(Lehoczky A. 1965).*

A fejtések és a hányóképzés miatt bekövetkeztek az ***első domborzatmódosulások.*** A növekvő mennyiségű meddőanyagot egyre gyakrabban a bányabejáratok közelében rakták le. Utókezelés helyett a vágatokat egyszerűen felhagyták, tömedékelést ritkán alkalmaztak. A felszínközeli szétseprűződő hegységperemi telepeken a kezdetleges technológia miatt megfelelő biztosítást sem alkalmaztak, a bányavizeket szabadon kifolyhattak. Emiatt a tárókat gyakran érték vízbetörések, az átázott, biztosítás nélküli fedő pedig könnyen megrogyott, ami *tömegmozgásokhoz* vezetett. Ahol a 18. század végétől művelt I. telepi tárók, lejtaknák bezártak, a domborzatátalakulás a kevesebb meddőanyag, illetve a felszínközeli fejtések nyomán gyorsan lezajlott. Helyük nagy része megtalálhatatlan: hullámos térszínek, kisebb gödrök, meddő- és széntörmelékek emlékeztetnek a termelésre. Ezeket a lineáris erózió és a tömegmozgások átformálták, kis méretük miatt illeszkednek a természetes domborzathoz. Amelyik napjainkra települési környezetbe került a beépítés folyamán részben megsemmisült, az erdővel borított térszíneken pedig a természetes növényzet hódította vissza felszínüket.

A *20. század fordulóján* az ipar energiaigénye mellett befolyásolta a széntermelést a szállítás lehetősége is. Ez két tényező átalakulásával járt együtt. Az ipari üzemeket igyekeztek a szénmezők közelébe telepíteni, amely koncentrált felszínmódosításhoz vezetett három erőteljes beavatkozás: az indusztrogén, a montanogén és az urbanogén formaképzés összekapcsolódásával. A technológia fejlettsége miatt egyes bányák környezetében a *domborzat már teljesen átformálódott*. A *meddőmennyiség rohamos növekedése* miatt nagyobb hányókat alakítottak ki, a vágatsűrűség növekedésével a felszínsüllyedések is kiterjedtek. A kutatási terület bányáiban a felszín alatti szállítóvágatok 1913-ban 60 km hosszúságúak *(Lehoczky A. 1967).* A felszínmozgások bekövetkezése valószínűleg az átlagosnál nagyobb lehetett, amelyet közvetve *Lehoczky A. (1967)* adataiból becsülhetünk: 1913-ban a bányászbalesetek harmada főteomlás következménye, miközben bánya-, bélés- és épületfából egy év alatt átlagosan 44000 m^3 fogyott. A kivágott fák a jó minőségű tölgyesekből és bükkösökből kerültek ki, így a fő erdőalkotók közül az idősebb, értékesebb fajok egyedszáma csökkent.

A 20. század közepén a táji hatások szempontjából lényeges technológiai fejlődés fokozatosan zajlott. A fával biztosított tárókban a vágatok szélesítésével, úgynevezett oldalszedéssel fejtették a szenet egészen addig, amíg az egymás melletti vágatok omlásveszélyessé váltak. Ehhez a kézi fejtések ellenében 10-20 méterenként 4-5 m széles és 100-300 m hosszú függő oldalvágatokat alakítottak ki. Ezek biztosítása után visszafejtették a szenet a pillérek beomlasztásával. Ez ugyan biztonságos, de nem elég gaz-

daságos, gyakran a szén harmada bent maradt a pillérek közén *(Lehoczky A. 1965).* Viszont *a későbbi pillérfejtések felszíni hatásai már erőteljesebbek lehettek*, felszínmozgások esetén gyakrabban előidézték a lejtőegyensúly megbomlását. A bányaüzemek, bányatelkek összevonása nyomán helyenként a szomszédos aknákból fejtették le a másik széntelep védő- és határpilléreit. Ez gazdasági szempontból előnyös, azonban a környezetre fokozottabb hatást gyakorolt (például Márta-, Anna- és Erenyő-bánya környékén).

Az *1960-as években* a *korszerűsített frontfejtési technológia* a kitermelés megugrásával, így a környezeti hatások növekedésével járt együtt. A mélyebben fekvő V.; IV. és III. telepek leművelésénél már *acélbiztosítások*at alkalmaztak. A gépesítés és egyéb technológiai fejlesztések nyomán *nőttek a vágatméretek* (a frontok elérték a 3 m-t, szemben a század eleji 1,5 m átlagos vágatmagassággal). Azaz ugyanolyan fedővastagság mellett *nagyobb süllyedés* jöhetett létre, nagyobb egybefüggő felszín alatti üregrendszerekkel (a térképi mérések alapján átlag 15 ha). Így a felszínsüllyedéssel érintett térszínek kiterjedése megnőtt, gyakran a bányabejáratoktól néhány km távolságra is megjelentek. *Több* lett a kitermelt *meddő mennyisége,* nagyobb hányókat képeztek - általában a bányák bejárata közelében - amely az alábányászott térszínen tömegtöbbletként további terhelést jelentett a domborzatra.

9.2. Felszínsüllyedések kialakulása

9.2.1. Felszínsüllyedések a területen

A Kelet-Borsodi-szénmedencében az *összes alábányászott felszín 58,4 km*^{2}. Ez a geológiai adottságoknak megfelelően az alábbi módon oszlik meg az 5 telep között: I. 4,9 km^2, II. 18,5 km^2, III. 7,8 km^2, IV. 26,1 km^2, V. 1,1 km^2. A bányászat egyenlőtlen eloszlását mutatja, hogy az egykori Miskolci bányaüzem körzetébe esik a lefejtett területek fele. A 48,1 km^2 fejtési mező *hatására* ***72,5 km^2 felszínsüllyedés*** *következett be.* Ez azt jelenti, hogy a Bükkhát felszínének 25 %-a érintett montanogén süllyedésekkel *(13. térkép).*

A szuperpozíció elve alapján *összegzett vágatvastagságok* az egymás alatt lefejtett területeknek köszönhetően egyes foltokon, például Annabánya, Baross-akna, Ludnapuszta környezetében, meghaladták a *4-5 m*-t. Ez hazai viszonylatban sem túl magas érték *(Somosvári Zs. szóbeli közlése, 2007),* de arra éppen elegendő, hogy a felsorolt területeken 3,5-4 m mély süllyedések is kialakulhassanak. Ez morfológiai szempontból új helyi erózióbázist jelenthet, ugyanakkor a települések terjeszkedését is gátolhatja.

Számításaim szerint a legnagyobb felszínsüllyedés az egykori *Miskolci bányaüzem területén* alakult ki *(13. térkép).* A Bábony-, a Nyögő-, a Szinva-, a Pereces- és a Lyukó-patak vízgyűjtőin*~32,8 km^2 felületű süllyedési teknő* lehet. Ezen belül eltérő időben lefejtett, különböző mélységű süllyedési mezők csatlakoznak egymáshoz, mint Baross-akna, Pereces és Lyukó környékén. A 2 m átlagmélységű süllyedési teknőben 4 m mély berogyások is kialakulhattak négy egymás felett leművelt széntelepnél *(I-IV. telep).* Ez táji hatás szempontjából azt jelenti, hogy a leginkább igénybe vett Lyukó- és Pereces vízgyűjtőjén 20,6 km^2 a fejtési mező, ami az alábányászott terület kétharmada és a két vízgyűjtő teljes felülete. Ez elméletileg azt jelenti, mintha a felszín alatt egyenletesen elosztva 100 m mélyen 2 m vastag anyaghiány létezne.

A következő, *20,9 m^2 felületű süllyedési teknő* három nagyobb süllyedési mezőből jött létre *Kazincbarcika környékén (13. térkép).* A K-i oldalon Berentén át Sajószentpéterig, D-en Herbolyabányán túl a Billa-lejtaknáig tart. Ez a 1,5-2 m átlagmélységű, viszonylag sekély forma lefedi az Alacska vízgyűjtő 57%-át, de átnyúlik a Kazinc-völgybe és a Sajó alluvi-umára is. Az Alacska és a Harica vízgyűjtőn a sajószentpéteri bányák hatásai figyelhetők meg. Ez a süllyedési teknő 8,4 km^2, átlagmélysége 1-1,5 m.

A védőréteg vastagsága az I-II. telepnél 10-12 m, a III. telepnél 6-8 m, a IV. telepnél 12-24 m, az V. telepnél – kétpados fejtésnél – 45-46 m kellene legyen *(Zambó J. 1957).* Ezek alapján a III.-IV. telep kivételével a meglevők nem nyújtanak teljes omlásbiztonságot. Azaz e bányatelkek felett az üregek beszakadása a bányaműveletek nyomán erőteljesebb lehetett. Ezért fokozott figyelmet kell fordítani az ***egymás felett lefejtett telepek számának*** változására, mert ezek geomorfológiai szempontból is különböznek egymástól.

A perecesi völgyfőben és Anna-bányától K-re ***három telepet*** fejtettek egymás felett *(5. térkép).* A felszíni viszonyok az előbbi bányatepelen kedvezőbbek, mert ott az I. telep is 100 m-nél mélyebben húzódik. Lyukóbánya mellett viszont a felszín beépített, a legmagasabban lévő lefejtett telep felszíntől mért távolsága 100 m-nél kevesebb, ezért következményei erőteljesebbek. Itt leginkább töréses horpák alakultak ki, amelyek fő formáit eróziós árkok, szakadásperemek és csuszamlások alkotják a tömegátrendeződés miatt felerősödött lejtőformálódásnak köszönhetően *(3. térkép).*

A következő típusnál ***két egymás feletti telepet*** fejtettek le. Ilyen a perecesi Új-aknák és Lyukóbánya közötti terület, ahol az I-IV. telepek valamelyikét művelték egymás felett *(5. térkép).* A kedvezőtlen földtani viszonyok miatt a csuszamlások újraaktivizálódásában valószínűsíthető az alábányászás szerepe. Ezt bizonyítja, hogy a perecesi Új-aknákat a fedő beszakadása miatt zárták be, évekkel a telep kimerülése előtt.

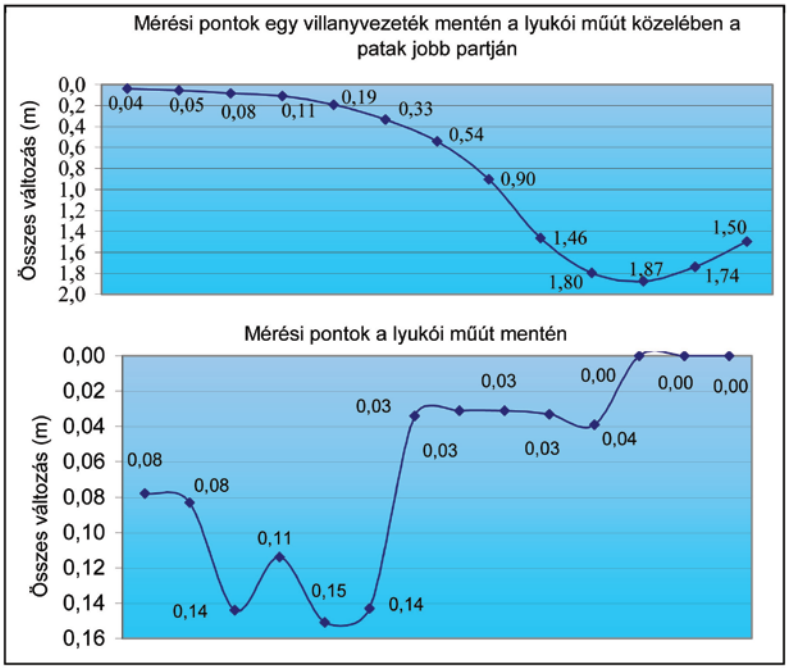
A Kis-Erenyő-völgy és Anna-bánya térségében, a harica-völgyi Ludnapusztán, a Tardona-patak völgye mentén a Géza-, az Ilona- és a Kakucsa-táróban egymás után művelték a II. és a III. telepet. A két telep távolsága egymástól általában csak 20-50 m. Ezért a régi fejtések veszélyeztették az újak művelését, például a bányabeli öregségi víz okozta átszivárgás által. A geológiai adottságokból következik *(vö. 5.2.)*, hogy az üreg felhagyása után a keményebb védőréteg felszakadását követően a felszínmozgások gyakorisága is megnőtt. Kis-Erenyő-völgy és Anna-bánya napjainkban Miskolc zárt beépítésű településrésze alatt húzódik, ahol az üregképzés hatásához utóbbi esetben a meddőhányó többletterhelése is hozzáadódik. A felszínsüllyedés miatt itt már 1957-ben új szállítóaknát fúrtak le.

Kondó, Alacska és Sajószentpéter környékén a 19. század eleji I. telepi fejtéseket gyakran követték II. vagy III. telepi fejtések *(5. térkép)*. Előbbi esetben nagy problémát jelentett a már tárgyalt II. telep fölötti vízdús homokréteg, amely a bányászat során fellazult üledéksorban kevésbé állt ellen a kőzetnyomásnak. Például a Nyögő-patak felszín alatti hidrológiai kapcsolatai miatt a felszínközeli vágatokban a vízszivárgás és omlásveszély kivédésére a szentpéteri Alfréd-aknában 100-200 m széles védőpillér maradt benn *(Lehoczky A. 1967)*. A bánya felhagyása után a laza alluviális üledék megsüllyedt *(13. térkép)*. A probléma megoldására kialakított I. lejtősakna zömében a felszíntől csak 50 m-re haladt, ezért a felszínmozgások megjelenése a kitermelés során tovább folytatódott. A szénmedence egyik legnagyobb és legrégebbi szénmezőjén - a Tardona-patak völgyében a Tervtáró D-i részén - a IV. telep fejtései helyenként a már korábban leművelt III. telep alatt haladnak *(5. térkép)*. Bánfalva térségében pedig a IV. és V. telepek futottak egymás felett. Nem véletlen, hogy az utóbbi bányák gyakran beomlottak az V. telep kedvezőtlen teleptani viszonyai miatt *(vö. 5.2.)*. Az alábányászott területek többségén ***egy telepet műveltek***. Ezek felszíni hatása nagyon változatos, a már említett teleptani viszonyok és az alkalmazott bányaművelés miatt, amelyeket részletesebben a következő fejezetben írtam le.

9.2.2. A felszínsüllyedések domborzatátalakító szerepe

A *felszínsüllyedés folyamatá*ról képet kapunk a Lyukói ikeraknától 2 km-re, a műút menti mérési pontokon rögzített adatok alapján *(23. ábra)*. A legnagyobb elmozdulások akkor zajlottak le, amikor a fejtés áthaladt az adott pont alatt. Az első süllyedések a 300 m átlagos fedővastagsággal jellemezhető területen – 3 m/nap felszakadási sebességgel számolva *(Erdősi F. 1987)* – kb. 3 hónap után érték el a felszínt. A fő mozgások né-

hány hónap alatt lezajlottak, ami az adatsorokból egy szabályos és egy bizonytalan lefutású profilgörbét rajzol ki. Utóbbi magyarázata lehet a műút miatt kialakított védőpillérek módosító hatása.



23. ábra: Teodolitos süllyedésmérések eredményei Lyukóbánya művelési területén *(mérési pontköz 100 m) (Forrás: AES adattára, Lyukóbánya)*

A 18. század közepétől a második világháborúig alkalmazott *fabiztosítású kamrafejtések nyomán több mint egyméteres felszínsüllyedések* is előfordultak. Ezek felszínre jutása heteken belül megtörténhetett, például az I. telep művelése esetén *(5. 13. térkép).* Ahol a fedő nem érte el a 10-15 m-t, ott elsősorban omlásos horpák alakultak ki. Ha a régebbi lejtakna fejtette telep mélyebben helyezkedett el töréses horpák jöttek létre. A kezdetben bányászott széntelepeken – az összes süllyedés 0,2 %-án – az előbbi formák jöttek létre, mert általában a Sajóba futó völgytorkolatok mentén, vékonyabb fedővel művelték, például Kondó környékén vagy Perecesen.

A bányászatot vagy a lakosságot veszélyeztető felszínmozgásokat a kezdetektől kezelték, mint azt a perecesi Új-aknák tömedékelése mutatja, de általában utólagos kárelhárítás során. A régi faácsolatos biztosítás a modern eszközöknél kisebb terhelhetőségű: 1 m^3 öreg bükk vagy tölgyfa szelvény

akár 1 t kőzetnyomásnak ellenállt, a szil, éger, erdeifenyő gerendák csak 600-800 kg-ot, a továbbiak 400-700 kg-ot bírtak el; előbbi 4-8 év alatt ment tönkre, az utóbbi két csoportból készültek ritkán álltak ki 5 év igénybevételt *(BSzT 1960)*. Azaz felhagyás után a faanyag korhadása vagy valamilyen plusz terhelés esetén néhány év alatt megrogytak, amely a tömegmozgásos felszínen helyenként a nyírófeszültség eléréséhez vezetett. A vízzel elárasztott járatokban a konzerválódott faanyag csak évtizedekkel később rogyott meg, emiatt a régi vágatok a felszámolt bányatelkeken is veszélyforrásként jelentkezhetnek.

A második világháborút követően a bányászat korszerűsítése során több fontos tényező változott *(Bertalanfy B. et al. 1986):*

- A kis függőleges kiterjedés helyett 200-300 m átlagmélységet értek el a bányák, ezért nehezebbé vált a vágatbiztosítás és fenntartás.
- Bevezették az acélbiztosításokat és az önjáró pajzsokat.
- A vágatszelvények 4-5 m átmérőjűre nőttek.
- A kamrafejtés 10 % alá szorult vissza a frontfejtéssel szemben.

A biztonságtechnika fejlődése és a nagyobb bányamélység látszólag az utólagos felszínmozgások ellen hatott. Azonban a nagyobb fedővastagságból következően a kőzetnyomás okozta feszültség erőteljes elmozdulásokkal jelentkezett (mint azt a vágatbiztosítás nehézségei mutatják). Az önjáró pajzsok nyomán, a több hektár alapterületű fejtési mezőkön a jövesztés előrehaladása után napokon belül megindult a felhagyott üregek beomlása. A nagy mélység miatt az új fejtési mezőkön *(Lyukó, Tervtáró stb.)* elsősorban töréses és elmozdulási horpák alakultak ki.

Töréses horpák a kutatási területen – a szakirodalmi képletek alapján *(Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989)* – 100-150 méternél kisebb vastagságú fedőrétegnél jöttek létre *(1. kép)*, ami igaz a süllyedéssel érintett felszínek 61 %-án. Ezek másodlagos hatásaként az erdővel borított területeken gyökérszakadás következhetett be, amely gazdasági és ökológiai károkat okozott. Vastagabb fedőréteg esetén is történhetett kis-mértékű felszínmozgás. Ezek az ***elmozdulási horpák***kal veszélyeztetett térségek a süllyedések 38,8 %-át teszik ki. Az áthajló zóna miatt csak az üledékrétegek megnyúlásával számoltunk, azaz flexúraszerű *elvonszolódások, kúszások nyomai*val

1. kép: Töréses horpa Kis-Erenyőn

találkozhatunk (például a Lyukói IV. telepi fejtési mezők fölött vagy a Billa-lejtakna környékén) *(5. térkép).* Elméleti számítások alapján a IV. telepnél 100 m, az V. telepnél 90 m mélységben adták meg a zárt körszelvényű TH4 gyűrű alkalmazási feltételét *(Bertalanfy B. et al. 1986).* Ez viszont arra enged következtetni, hogy az acélbiztosítás elterjedése előtt kiépült (1955), vagy azt nem használó bányák vágatai pont a kis mélység miatt süllyedésveszélyesek.

2. kép: TH 4-es acélgyűrű biztosítás megroppanása Lyukóbányán

Az acélgyűrűkkel védett aknák elméletileg több 100 évig elviselik a kőzetnyomás okozta feszültséget, ezért ezek süllyedéséről nincsenek adatok. De a használaton kívüli folyosók deformálódását kimutató konvergencia mérések jelzik az erőhatásokat *(2. kép).* Mindezek alapján még nem modellezett a ***lezajlott felszínsüllyedések mellett*** egy ***másodlagos felszínmozgási maximum***, a biztosítóanyagok el-fáradása utáni évtizedekben. Mivel a biztosítások fejlesztése előtt a legtöbb baleset a vágatok kereszteződéseiben történt *(Horn J. 2002),* a biztosítások tönkremenetelével a csomópontok felszíni vetületében feltehetően számíthatunk még felszínmozgásokra. A bányászat befejeződése után több évtizeddel bekövetkező süllyedések tényét amerikai környezetföldtani szakirodalmak is megerősítik *(Montgomery, C. W. 1995).*

A süllyedések geomorfológiai összefüggései miatt elemeztük az ***összenyomódási és széthúzási zónák elterjedését*** *(vö. 3.2.3.).* A leginkább lejtős tömegmozgásokkal jellemezhető összenyomódási zóna 48,1 km^2, amelyből 30 km^2-es felületen 1-2 m közötti süllyedés történt. Azonban még a 2 m-nél mélyebbre berogyott térszínek is elérik a 4,4 km^2 kiterjedést *(13. térkép).* A gépesített frontfejtések nyomán az összeomló fejtési mezők fölött kialakult többletfelület miatt gyakori a maximális süllyedési zóna, amely, mint írtam Anna-bánya, Ludnapuszta térségében 4 m is lehet. A széthúzási zóna 24,4 km^2 felületen jelentkezett, átlag 100-200 m széles sávban körbeölelve a fejtési mezők felszíni vetületét. Ezért gyakran jelentek meg 1-2 m magas *montanogén töréslépcsők,* szakadásperemek (például a miskolci Anna-, Márta-bánya *(3. kép)* vagy a sajóivánkai Radvánszky-táró környékén). A húzásos igénybevétel miatt ez a vonalas infrastruktúrát is jobban veszélyeztető tényező *(4. kép).*

3. kép: Töréslépcső Márta-bánya felett (1960-as évek) *(Frisnyák S.)*

4. kép: Gyalogút megsüllyedése a lyukó-völgyi zártkertben

Ha a ***montanogén felszínmozgások*** területét *összehasonlítjuk* a geomorfológiai térképpel a ***csuszamlásos formakincs*** 43 %-a, valamint az instabil és a tömegmozgásos lejtők 63 %-a egybeesik a süllyedési mezőkkel. A kutatási területnek csak 27 %-át érintik felszínsüllyedések, ezért a két folyamat kapcsolata valószínűsíthető. Ezt alátámaszthatja az a tény, hogy a csuszamlásos formák gyakoriak a mélyebben megsüllyedt területek szomszédságában. Azaz az előtér süllyedéséből eredően a lejtő egyensúlyának elvesztése okozhatta a mozgások aktivizálódását *(3. 13. térkép).* Kellően nagy mélység, vagy jól megválasztott biztosítási technológia esetén ugyan nem feltétlenül szakadtak az üledékrétegek a felszínig. De a felszín alatti tömegáthelyeződés okozhatta a lejtőegyensúly megbomlását, amely a tömegmozgások gyakoriságának növekedéséhez vezethetett. A kifejezetten montanogén eredetű, valamint a természetes tömegmozgások sokszor alig szétválasztható szimbiózisban nemcsak a felszínformáló folyamatoknak adhatnak teljesen új irányt, hanem – mint szemiantropogén természeti veszélyek – a településfejlődést zavaró vagy veszélyeztető tényezők lehetnek.

A leművelt telepek felszíni hatásait utólag nehezen módosíthatjuk, hiszen az elsődleges felszínmozgások zöme napjainkra már lejátszódott. A cél az lehet, hogy előre jelezzük azokat a helyeket, ahol a biztosítóelemek elöregedéséből adódóan még számolhatunk másodlagos felszínmozgásokkal.

9.3. A külfejtések és egyéb bányászati tevékenységek hatásai

Annak ellenére, hogy a területen kialakított külfejtések a kisebbek közé tartoznak hazánkban, mégis a deráziós formákkal összehasonlítva a természetes formakincshez hasonló, vagy még nagyobb méretekkel jellemezhetők. A területen a külfejtések *két csoportra oszthatók.*

Az első csoportba tartoznak azok *a régi 18-19. századi fejtések*, amelyek a felszínre kibukkanó telepeket művelték le. Ilyenek legtöbbször a Nyögő-patak mentén tárultak fel egy-egy kis foltban. *A 20. században, a gépesített művelés* időszakában a külfejtéseknek csak kiegészítő szerepet szántak *(Juhász A. 1962).* Ilyen a Kazinc-völgyi; a radostyáni, sajólászlófalvi, a nagybarcai, a vadnai és a bánfalvi külfejtés *(5. térkép).* Utóbbi Chorin-telepi fejtése a porszén-meddőből termelte ki a bennmaradt szenet. Felszínfejlődési szempontból nézve már a művelés során megindultak a rézsűoldalakon a lepusztulási folyamatok. A régi bányáknál, ha a rézsűomlások és az elvizesedés akadályozta a kitermelést, a fejtést felhagyva továbbálltak. Ezeken a helyeken ma már csak hullámos felszínek sejtetik az egykori bányagödrök helyét.

Az újabb, gépesített fejtésekben a mozgásokat biztonsági okokból megakadályozták, stabilan tartották a rézsűket, kiszivattyúzták a fakadóvizeket. A folyamatos vízleszívás miatt depressziós tölcsér alakult ki. Ez azonban a rövid időtartamú külfejtések bezárása után nem állandósult, ezért felszínrogyások emiatt nem jöttek létre. A felhagyás után a meredek rézsűoldalakat új egyensúlyi helyzetbe hozó *tömegmozgások és a lejtők felárkolódása formálta.* A felszín alatti vizek mgemelkedése és a csapadékvíz utánpótlás nyomán állóvizek töltötték ki a mesterséges tómedencét. Így az eredeti lehordási térszín helyén üledékgyűjtőként funkcionáló ***helyi erózióbázis alakult ki*** a Kazinc-völgyi, a sajólászlófalvi, a nagybarcai és a vadnai külfejtés egy részében. Ez a bányavidéken tájszerkezeti szempontból pozitív változásnak tekinthető a vízfolyás alluviumán, az egykori vizes élőhelyek területén visszaállt természetközeli élőhelytípus létrejöttével.

A bányatavakon kialakulásuktól kezdve megindult a természetes feltöltődés. A természetes és mesterségesen rendezett tájrészletek fejlődési különbsége megfigyelhető a Sajó- és a Bán-patak összefolyásánál kialakított ***vadnai külfejtés,*** a Kazincbarcika D-i részén létrehozott ***Kazinc-völgyi és a sajólászlófalvi külfejtés*** között. A 19 ha területű vadnai bányató zárt medencéjét a meddőanyagból emelt gát veszi körbe. A hordalékfelhalmozódást és a meredek rézsűkön kioldódó tömegmozgásokat a lejtők lépcsős kialakításával stabilizálva csökkentették. Jelenleg csak a Sajó-völgyben fújó szelek hordalékából származik üledékfelhalmozódás. Így a 30 m mély tófejlődés addig nem halad előre, amíg az üdülőterületet karbantartják. A Kazinc-völgyi külfejtés miatt a vonalas infrastruktúrát átépítették, mesterséges medret ástak a Tardona-pataknak. A tereprendezés után visszamaradt 4,2 ha területű, 3 m mély tavat a közeli meddőhányókról származó másodlagos anyagáthalmozás és feltöltődés jellemzi. Mértékét a vízparti növényzet térhódításával járó fertő állapot mutatja. A sajólászlófalvi külfejtésben két kis

méretű - 1,3 és 0,7 ha területű - állóvíz alakult ki. A sekély (-3 m) medence a Nyögő-patak alluviumán, a patak közvetlen közelében folyamatosan töltődik, árvízkor annak hordalékával is. Emiatt - a vízfelület és a megtelepedett növényzet aránya alapján - a két tó mocsárrá alakult át.

A ***bányászati szállítás*** is okozott *felszínváltozások*at. A vasúti nyomvonal mentén létrehozott útbevágások, támfalak vagy töltések hidrológiai áramlásokat és anyagszállítást gátolva a növekvő nyomás hatására megrepednek, karbantarás nélkül megroskadnak. A betonelemek szegélye felárkolódások kiindulópontja lehet, a szivárgó vizek által alámosott töltéseket, útbevágásokat tömegmozgások formálják, hordalékuk gyakran az utakon halmozódik fel. Az egykori lyukó-völgyi bányavasút nyomvonalán a patak jobb oldalán a meredek eróziós völgyeket keresztező gátakat hoztak létre. A nagyobbak támfalakkal biztosítottak, de az erőteljes erózió felszínmozgásokat idézett elő.

9.4. A terület meddőhányói

9.4.1. A meddőhányók kataszterének újrafelvételezése

Az egykori Országos meddőkataszter szerint Borsod-Abaúj-Zemplén megyében felhalmozott meddőhányók száma a negyedik (283 db), térfogata pedig a legnagyobb (102,6 millió m^3) a megyék között. *Egerer F. és Namesánszky K. (1990)* adatai szerint a 248 hazai kőszénmeddőből 40 áll itt (19,7 millió m^3), amely Nógrád megye után a második legtöbb. *Vizsgálataink során 2004-ig* ***58 hányó****t találtunk a kutatási területen (2. melléklet).* Ezek közül többet egymás mellé telepítettek, ezért ma már részben összefüggőek. Ha a szénmeddők anyagával lefednénk a kutatási területet átlagosan *3 cm vastag meddőréteg* borítaná be a felszínt. A meddőhányók helyenként felülbélyegezték a korábbi felszínfejlődést, ezért a montanogén formaképzés uralkodó ***akkumulációs tájelem***ei.

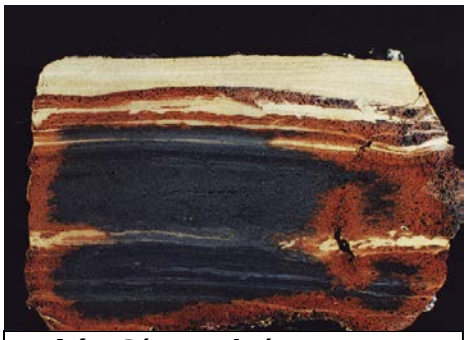
Tájszerkezeti szempontból lényeges, hogy a meddőhányók lerakását nem előzte meg tájökológiai vizsgálat, ritkán történt tervszerű tájrehabilitáció. Ezért gyakran utólagos műszaki és biológiai tereprendezés szükséges, amely komplex felmérés megtervezéséhez kötött *(Gefferth K-né, 1986, Sütő L. 2000)*. A környezetvédelmi intézkedések, valamint a meddőhányók stabilizálása és újrahasznosítása szempontjából kulcsszerepe lehet a felhagyott bányászati meddőhányók kataszteri nyilvántartásának. Utólag ugyanis már nehezebben azonosíthatók a környezetre káros folyamatokat kiváltó okok, ezért jelentős többletköltséggel számolhatunk.

9.4.2. A meddőhányók anyaga

A ***meddőhányók anyaga*** a sokszínű fejlődéstörténeti eseményeknek köszönhetően eltérő tulajdonságú széntelepes rétegsor üledékeinek összessége. Az eredeti települési környezethez képest a felszín minőségileg új közeget jelent, eltérő nyomásviszonyokkal, az időjárás és a felszínformálódás közvetlen hatásának kitéve. Ehhez alkalmazkodva új folyamatok indultak meg rajtuk. Az eltérő állagú meddőanyagból gyűjtött minták elemzése során lehetőségünk nyílt a meddőkőzetek utóéletének modellezésére, a másodlagos ásványképződési folyamatok leírására.

A meddőkőzet darabok szenespala töredékei a hányófelszínen az időjárási események hatására gyakran ***öngyulladáson mentek keresztül.*** A szenet tartalmazó meddőanyag ásványos összetevői a mélységitől eltérő környezeti hatásoknak kitéve remobilizálódtak, részben a kötött szerkezeti vizek, részben a hányón átfolyó csapadék és felszíni vizek hatására. A telepösszlethez kapcsolódó bakteriális szulfidásványok (pirit, markazit) oxihidratációja kén(es)sav létrejöttéhez vezetett, amely reakcióba lépve a finomszemű üledékekkel, feltárta a széntelepes képződmények szerkezetét *(Berner, R. A. 1964, 1967).* Az exoterm bomlási folyamat nyomán a külső környezet hőmérsékletnövekedése elérve a szenespalák öngyulladási hőmérsékletét égéshez vezetett, amelynek bekövetkezését már 20-30 % közötti széntartalom elősegíti *(Lazák E. 1999).* Az osztályozás során mindig került ki a hányókra jelentős széntartalmú üledék, amely többségében elegendő volt az öngyulladáshoz. A víz katalizáló hatását mutatja, hogy a nyáron alig égő meddőfelszínen a csapadékosabb időszakban vagy a téli hótakarós napokban több helyen erőteljesebbé váltak a kiégési jelenségek. A bányászat fő időszakában ezek a folyamatok általában spontán módon haltak el, ezért a kiégő meddőfelszínek okozta légszennyezés akár több tíz éven át tartott (*Gyurkó I. et al. 1984; Montgomery, C. W. 1995).* Információink szerint az Ádám-völgyi meddőhányó negyedszázadot égett, szennyezve környezetét.

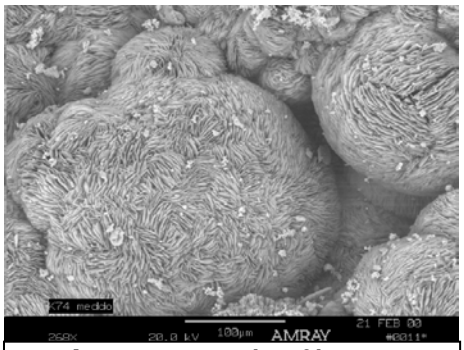
Kísérletünk során az 1000-1050°C között kiégetett minta színe mutatta a meddőkőzethez hasonló sötétvörös színt, az 1100°C fölött kiégetett anyagban megjelentek a terepi mintához hasonló – 1-3 mm átmérőjű – olvadási gócok, szilikátsalakra emlékeztető szerkezetek. Bár a laborkörülmények és a terepi környezeti feltételek eltérőek, az így kapott tájékoztató értékek és a megfigyeléseink alapján – összeolvadt terepi vastárgyak, metamorf ásványok képződése a kísérlet során –, a kiégő meddőhányók belsejében gyakran kialakulhat 300-800°C, sőt ***előfordulhatnak 1000-1200 °C hőmérsékletű pontok, amelyet szakirodalomban leírva nem találtunk meg.***



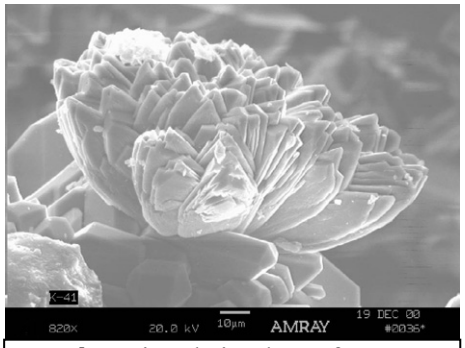
5. kép: Sávosan kiégett agyagos-aleurolit meddőkőzet

6. kép: Kiégés során salakosodott meddőkőzet

A laboratóriumi modellezés eredményét a meddőkőzetekkel összevetve az alábbi folyamatot vázoltuk fel. A változó agyagásvány-tartalmú pélites meddőkőzet darabjai a hőmérséklet növekedésével a fakó cserépszínűtől a vörösesbarnáig egyre sötétebbre égtek ki és eredeti rétegzésük szerint berepedeztek. Az elemvándorlásnak megfelelően bentről kifelé haladva a fekete foltos, kevésbé kiégett anyag fokozatosan ment át az egyre erősebben átalakult változatok felé meg *(5. kép)*, esetenként breccsaszerű szerkezetet vett fel vagy apró lemezekre tört, s fellevelesedő kérget kapott *(Sütő L. et al. 2002).* A katalizátorként viselkedő vegyületek hatására az aleurolit gyakran felhabosodott és salakszerű durvaporózus anyaggá alakult át (*6. kép*).



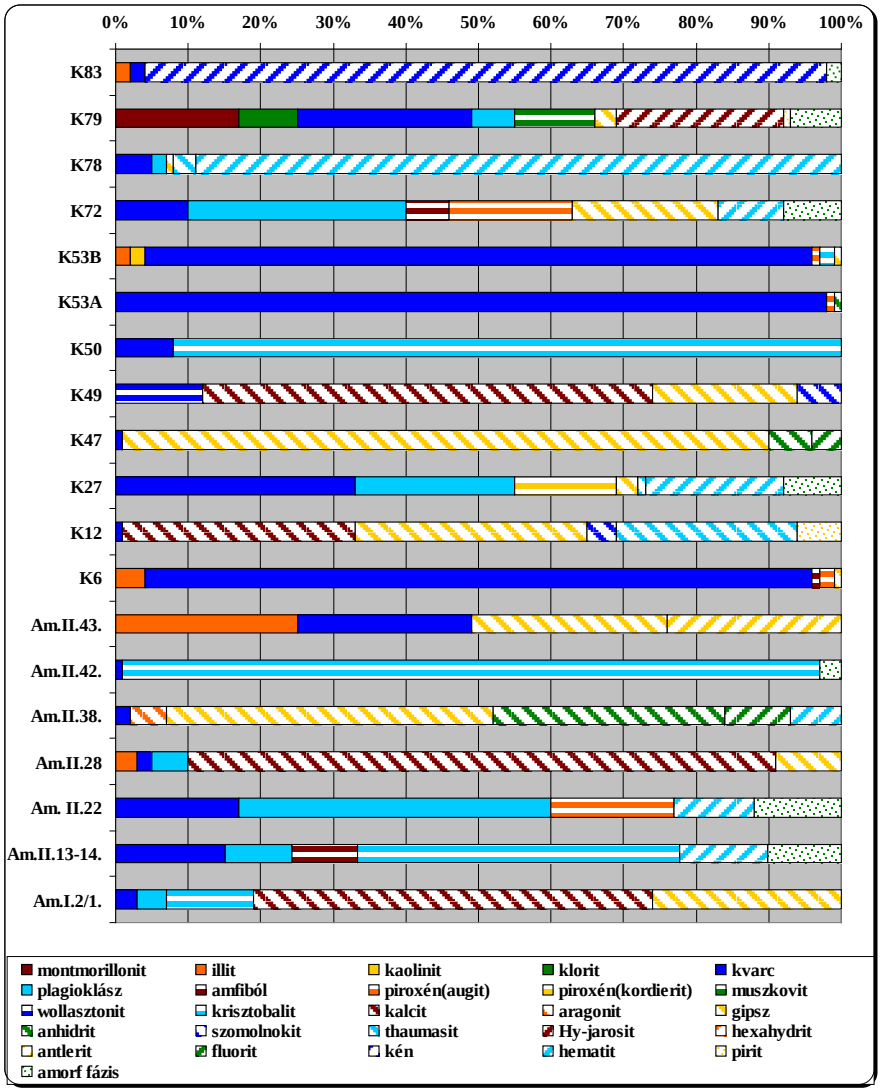
7. kép: Hidrotermális fázisban kivált huntit SEM képe



8. kép: Gipszkristályon fenn nőtt kalcit SEM képe

A változó hőmérsékletű, nyitott és félig nyitott rendszerben kis nyomáson egyidejűleg jelentek meg *hidrotermális, pneumatolitos, valamint termokontakt metamorfózisra emlékeztető mikrokörnyezetek (Sütő L. et al. 2002).* A magas hőmérsékletű foltokon *mullit* és *wollastonit*, közepes hőmérsékleten *hematit, fluorit*, hidrotermális fázisban nagy mennyiségű *szulfát*

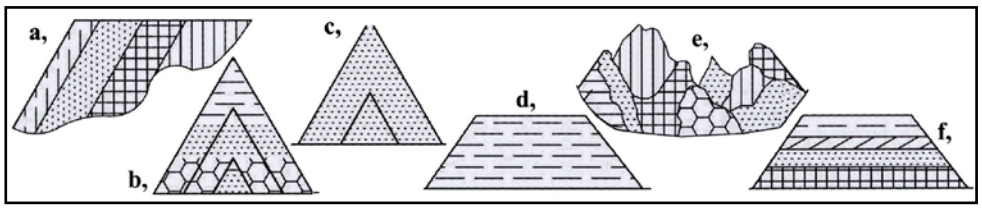
(*gipsz, barit, szomolnokit, thaumasit, jarosit, hexahydrit, antlerit*) és gyakran *rombos terméskén* vált ki, a karbonátok közül pedig *kalcit, aragonit* és *huntit* figyelhető meg *(24. ábra)(7. 8. kép).* Az égés során a kőszéntörmelék szövetét anhidrit, gipsz, kén és krisztobalit, illetve amorf kovaanyag itatta át, a karbonátos fosszíliavázak pedig helyenként újrakristályosodtak.



24. ábra: Meddőkőzetek ásványi összetétele RTG mérések alapján
(Am.=Baross aknai, K= Ádám-völgyi meddőminták)

9.4.3. A meddőhányók felszínformálódása

A meddőhányók végleges formája általában több évtized alatt alakul ki a felhalmozási terület földrajzi környezetének függvényében. A lerakás során kiképzett nyers formát a geológiai alapok (meddőanyag mennyisége és kőzetminősége), a térszín morfológiai jellemzői (domborzat és felszínfejlődés), valamint a műszaki viszonyok (szállítás, lerakás stb.) határozzák meg *(Erdősi F. 1987; Szabó J. 1993, Sütő L. 2006).* Az eredeti domborzat morfológiája és a lerakás módja alapján a különböző felszínfejlődéshez igazodó ***meddőformák*** tipizálhatóak *(Sütő L. 2006)(25. ábra):*



a, Völgyoldalra lerakott, homogén szemeloszlású, dőlt rétegekből álló lejtőperemi hányó;
b, Inhomogén szemeloszlású rétegekből álló donyeci típusú hányó völgytalpon;
c, Homogén szemeloszlású donyeci típusú hányó;
d, Völgytalpra lerakott homogén szemeloszlású síkmeddő;
e, Völgyfőbe, völgyoldalra lerakott, inhomogén szemeloszlású rétegzetlen hányó;
f, Völgytalpra lerakott, közel homogén szemeloszlású szintes síkmeddő.

25. ábra: A meddőhányók típusai szerkezetük, formájuk és a lerakási térszínek szerint *(Egerer F. – Namesánszky K. 1990 alapján módosítva)*

☞ *Homogén felépítés* általában a hidraulikusan szállított, ezért osztályozott szemcseméretű hányókra jellemző. Ha a szállítás során megváltozik a lerakott meddőanyag minősége, akkor sávosan *rétegzett* hányó jön létre. Ezek általában *trapéz alakú stabil formák*, mint például a Baross-akna meddőhányója *(9. kép).*

9. kép: Baross-akna trapéz alakú rétegzett meddőhányója

- *Donyeci típusúak* azok a magányos kúp alakú formák, amelyekre külön kiképzett állványkocsis csillék halmozták fel a meddőanyagot. A nagy lejtőmeredekségű, a térségben 20-50 m magas formák tanúhegyszerűen magasodnak az alluvium sík térszínére, mint a Billa-lejtakna tájidegen hányója *(10. kép).*

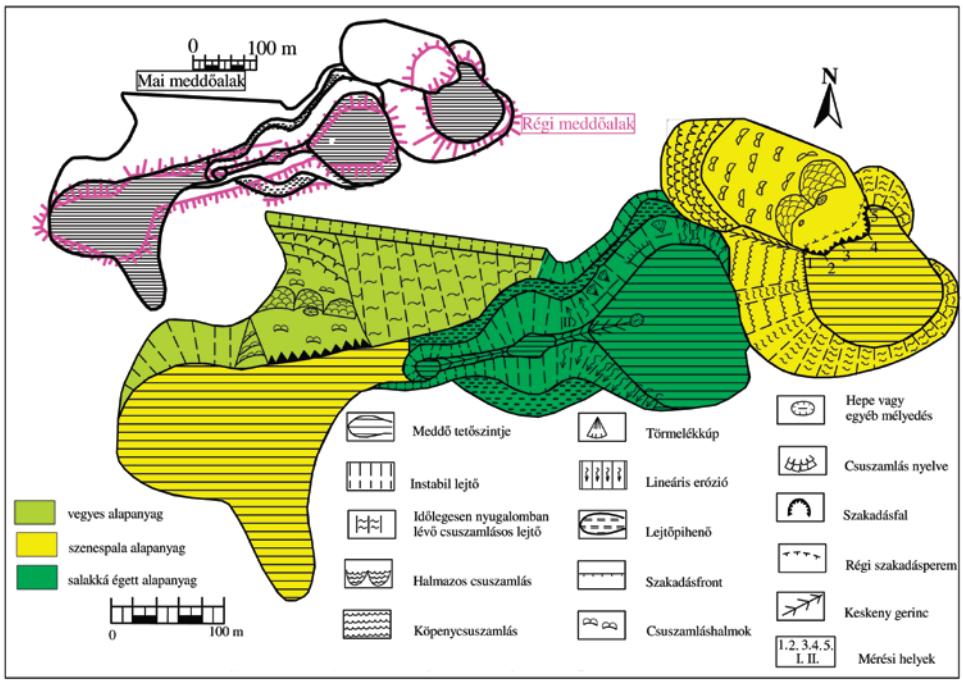
10. kép: Billa-lejtakna donyeci típusú meddőhányója

- A csilléből kiöntött, tehergépkocsival szállított, vagy mesterségesen elegyengetett hányók anyaga csak részben osztályozódik. Ezért *vegyes szemeloszlású*, dőlt rétegekből felépült, vagy sík térszíneken *kúposan rétegzett hányókat* hoztak létre. Csillékből lerakva, a kötélpálya mentén kis csúcsokkal tagolt gerincek jönnek létre, mint az Ádám-völgyi meddőhányónál később jellemzem.
- A lejtőoldalak meghosszabbításában kiképzett hányók esetén a lejtő érintkezési síkjában halmoznak fel többlet-tömeget, amely átnedvesedés esetén csuszamlásos veszély-forrást jelent. A domborzathoz igazodó *peremhányók (Erdősi F. 1987)* a völgy felé forduló meredek rézsűkkel jellemez-hetők, mint például a Pálinkás-tárók meddői *(11. kép).*

11. kép: A Pálinkás-tárók peremhányója

- A természetestől leginkább eltérő felszínformálódás megindulásához vezető hányókiképzési módszer, ha a meddőanyagot egy mellékvölgy feltöltésére használják. A mesterséges forma a természetes domborzathoz igazítva kevésbé feltűnő, de völgyzáró jellegüknél fogva a legjelentősebb montanogén képződmények kőzé sorolhatóak. A kőzetfizikai jellemzőikben különböző természetes és meddőfelszín határfelületén különböző hidrológiai okok miatt *(lefolyás, rétegszivárgás, csapadék)* átnedvesedve *csúszópálya alakulhat ki.* Erre találunk példát az Ádám-völgy egyik mellékvölgyében.

Az *ottnangi-kárpáti* széntelepek kísérő kőzeteinek kis területen belüli nagyfokú heterogenitása változó terhelhetőségű lerakási térszínt jelentett. Ezért, különösen a vegyes rétegzetlen hányókon, a meddőanyag is szélsőségen viselkedhetett, ami a rézsűkiképzés során fokozott odafigyelést igényelt volna. A több évtizede kiképzett meddőhányók rézsűoldalainak kiszámítására alkalmazott módszerek nem számolhattak a szélsőséges időjárási helyzetek gyakoriságának növekedésével, ami hozzájárult a további hányócsúszások kialakulásához.



***26. ábra**:* Az Ádám-völgyi meddőhányó-rendszer formakincse

A részletes morfológiai vizsgálatokra kijelölt Ádám-völgyi ***meddőhányó-rendszer*** a Borsodi-szénmedence egyik legnagyobb felhalmozásos formája. A *Kazincbarcika mellett* 1923-1988 között 180-280 m tszf-i magasságban felépült hányó 800 m hosszú és 400 m széles. A több mint 100 m magas, több kúpból összeállt gerincszerű formaegyüttes 1,2 millió m^3 térfogatú. Mérete és kialakítása annak köszönhető, hogy anyaga a Berentei Szénosztályozóból származik, ahová bekerült a szénmedencében fellelhető kőzetek többsége. Emiatt a csillesor mentén lerakott hányóban változatos kőzetanyag található. A forma főgerince gátként magasodik a völgyfőben,

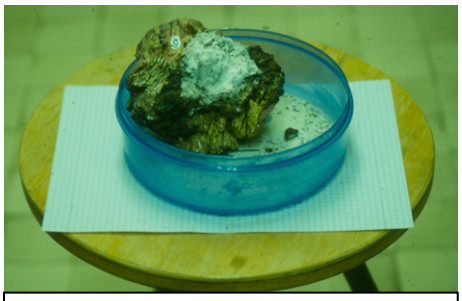
miközben feltöltötték a Ny-i oldalon nyílt mellékvölgyet. Mindezek jelentősen módosítják a korábbi lefolyási viszonyokat. A közepes meredekségű (12-20°) lejtőoldalak agyagos, tufitos felszínközeli rétegsora eleve tömegmozgásokkal terhelt. A montanogén beavatkozások felerősítik a természetes adottságok potenciális veszélyességét, lévén a Cserbabos-tároó vágatrendszere a meddőhányó alatt helyezkedik el *(5. térkép).* Azaz *a részben aláfejtett térszín többletterhelése nyomán* a meddőhányó alól kipréselődő természetes felszíni képződményeken további csuszamlások indultak meg.

A külső erők hatására végbemenő felszínformáló folyamatokat a gyorsan változó meddőfelszíneken könnyebb megfigyelni. Ehhez elkészítettük *a hányó geomorfológiai térképét (26. ábra).* A kiégett részek aránya fontos szerepet játszik a meddők formálódásában is. Az égés nyomán szilárd vázszerkezet jön létre, amelynek közeit fokozatosan iszapolják fel a bemosódó mállási termékek. Szabványos Münz-Laine-féle nyeletési vizsgálatot nem végeztünk, de egy egyszerű kísérlettel megpróbáltunk következtetni a meddőfelszín tömörödöttségére. A mérés során 2 l vizet engedtünk folyamatosan a talajba állított, 2 cm átmérőjű tölcséren keresztül, megfigyelve a különböző anyagú felszíneken a leürülés időtartamát. A durvaporózusra kiégett meddőkőzeten gyors beszivárgást tapasztaltunk (10 s/2 l), míg a nyers agyagos, szenespalán duplaannyi időre volt szükség (19 m/2 l).

A meddőkőzet kiégése befolyásolja a hányón zajló lepusztulási folyamatokat. A *kiégett anyag* aprózódási hajlama nagyobb, ami gyorsítja a lepusztulást. Ennek anyagi minőségi okai közül fontos emgemlíteni a kiégett kőzetek sötétebb színét és a breccsásodott szerkezetét. Előbbi, az általában növényzettől mentes kiégett felszíneken segíti az inszolációs aprózódást *(Erdősi F. 1966).* Utóbbi érintkezési zónái hozzájárulnak a nagyobb blokkok elválásához, a rétegzéshez igazodó kiégési repedések nyomán pedig fellemezesednek. Néhány hónap elteltével megnő a 2 mm alatti szemcseátmérőjű frakció túlsúlya, amelyet egy csapadékos eseményhez köthető elszállítódás vagy a hányó belsejébe történő leülepedés fejez be. Majd a folyamat újraindul, miközben a hányó pusztul, vázszerkezete stabilizálódik. A külső környezeti hatások közül fontos a tél eleji és végi fagyváltozékony időszak hossza és szerepe, mert hozzájárul a nagyobb összesült blokkok széteséséhez.

Az aprózódás kőzetminőségi eltéréseit *fagylaborban elvégzett kísérletekkel támasztottuk* alá. Ezek eredményeként a kiégett légszáraz minták térfogata érdemben nem változott. A vízzel telített, de szárazon álló kiégett kőzeten kevés szilánkos leválást figyeltünk meg. A kiégetlen légszáraz minta mechanikailag szintén viszonylag ellenállónak bizonyult. Míg a víz-

ben álló, telített kiégett minták fokozatosan lemezesedtek, de egyben maradtak *(12. kép)*, a kiégetlen, vízbe rakott szenespala két napon belül elmállott és szobahőmérsékleten teljesen szétesett *(13. kép)*.



12. kép: Kiégett meddőkőzet anyaga fagylabor kísérlet során

13. kép: Szétesett kiégetlen szenespala a fagylabor kísérlet során

A hányók anyagának és környezetének részletes jellemzése után a két legfontosabb felszínformáló folyamatot, a csuszamlások és a lineáris eróziós formák fejlődésének mérésével vizsgáltuk. Ezek részeredményeit több tanulmányban közültük *(Sütő L. 2000; Homoki E. et al. 2000; Homoki E. – Sütő L. 2005),* amelyeket az alábbiakban foglaltam össze.

Csuszamlások

A meddőhányók tájrendezés előtti állapotukban mind a lejtőmeredekség, mind a konszolidálatlan meddőanyag miatt általában instabilnak bizonyultak. A különböző szakadáskaréjokkal terhelt, változatos növényborítású felszíneken eltérő gyakoriságú és energiájú tömegmozgások láthatók.

Csuszamlásos folyamatok a kevésbé kiégett meddőanyaghoz köthetők. Ezeken lineáris eróziós nyomok ritkán lelhetőek fel. Elmozdulásuk az átnedvesedés nyomán következik be ott, ahol a lerakás során nagyfokú reliefkülönbséget hoztak létre, általában a völgyfőbe került meddő peremén. Az Ádám-völgyi hányó 30 m széles, 50 m magas szakadásfala a 40°feletti lejtőmeredekségű központi kúp ÉK-i oldalán alakult ki a természetes lejtőanyag határán, előterében a halmazos csuszamlások klasszikus formakincsével [*26. ábra, 27. ábra (melléklet)*]. Az elmozdulás aktivitását jelzi az utolsó EOTR térképen (1989) ábrázolt forma kiterjedése és az általunk mért csuszamlásnyelv területi különbsége, valamint a zavarástűrő martilapu *(Tussilago farfara)* uralkodó lejtőborítása. A mozgás kiváltó okaként a hányó nyomóhatása adható meg, mert az eredeti rétegsor egykor stabilabb kapillárisai helyén folyósföld alakult ki. Ennek következményeként a termé-

szetesen lejtőoldalon is rendszeres csuszamlások (0,5-1 m) indukálódtak. Ellenben az alig valamivel lankásabb (30-35°), de azonos anyagú belső oldalon a mozgások köpenycsuszamlásokká szelídültek.

A recens elmozdulások aktivitását a fő szakadásfalon havi gyakorisággal mértük. A tetőn kiválasztott öt stabil felszíni pontból vettük fel a szakadásperem hátrálását irányszög és távolsági adatokkal [*27. ábra (melléklet)*]. Az eredmények alapján kimutatható *a szakadásfal hátrálása és az időjárás kapcsolata*. A vizsgálat idején (1999 augusztusától) megfigyelt novemberi csapadékmaximum, az eseményt követő mérés során a szakadásfal teljes szelességében csuszáshoz vezetett, a plató belseje felé növekvő 10-760 cm értékekkel. A július-augusztusi másodlagos maximum hasonló (*70-750 cm)* hátrálást eredményezett, de nem minden pontban. A hóolvadáshoz köthető tavaszi aktivitás *(20-650 cm)* oka a fagyott anyag hirtelen túlnedvesedése. A tél végi, tavaszi mozgások ritkasága és alacsony értéke a még fagyott meddőanyaghoz kapcsolható, a szárazabb hónapokban pedig a hiányzó nedvesség nyomán kvázi mozdulatlanok. A *növényborítás felszínformálást gátló szerepét* mutatja a hányó szélén álló nyárfa *(Populus sp.)*, amely – márciustól augusztusig – fél éven keresztül képes volt a tömegmozgás kioldódásának megakadályozására *(4. mérési pont).*

A ***kiégett meddőkőzeteken*** a tömegmozgások másik típusát képviselő ***omlások*** alakulhatnak ki. Megfelelően nagy lejtőmeredekség esetén – az Ádám-völgyi hányón 35-40° –, felújuló leszakadásokkal, folyamatos kőzetpergéssel a kiégett falakat törmelékgaratok tagolják, előterükben a jellemzett módon felaprózódott anyagú kolluviummal.

Barázdás erózió

A ***kiégett kőzetfelszíneken a lineáris erózió a fő felszínformáló erő***. Vizsgálatainkban az eróziós árkok alakváltozását követtük nyomon: egy-egy fix pontból irányszöget és távolságot mérve meghatároztuk *a formák szélességét és mélységét* 3-3 eróziós barázda több szakaszán. Lejtőláb, tetőszint és inflexiós pontbeli mérést végeztünk az É-i rézsűoldalon, egy alsó és egy felső szakaszt mértünk a Ny-i lejtőn. A tömegmozgásokhoz hasonlóan itt is érvényesültek az évszakos időjárásváltozásokhoz köthető jellemzők [*28. ábra (melléklet)*], a kőzetösszetétel helyi különbségeihez igazodva.

Egy év felszínformálódása *kora tavasszal kismértékű kimélyüléssel kezdődött* (10-20 cm). Ezután zajlott az árkok feltöltődése az olvadás után elmállott finom üledékkel. A *nyári csapadékmaximum megnövelte a felárkolódás intenzitását* (50-100 cm bevágódás). Augusztustól a száraz időszakok feltöltődése az intenzív nyári esők lehordó munkájával váltakozik. Jelen-

tősebb kimélyítés és a finom üledék nagyobb mértékű kitakarítódása a novemberi csapadékmaximumhoz köthető. A hátravágódás a tetőközeli részen kisebb, az árkok alsó részén erőteljesebb mélyüléssel járt. A bevágó szakaszok során elszállítódott hordalék a meddőlábakon hordalékkúpokat formált. A lejtőtulajdonságok szerepe a tavaszi eseményeken volt jobban megfigyelhető. A meredek (40°) Ny-i lejtőn gyors lefutású torrenseken inkább bevágódás, a lankás (20°) É-i lejtőn törmelék-felhalmozódás történt. A finomabb üledékeken kisebb csuszamlások oldódtak ki, viszont a nyári záporok idején bennük újabb barázdák vágódtak be. A felárkolódott K-i és Ny-i meddőoldalon az *erózió évszakos váltakozása mikroteraszok* létrejöttéhez vezetett.

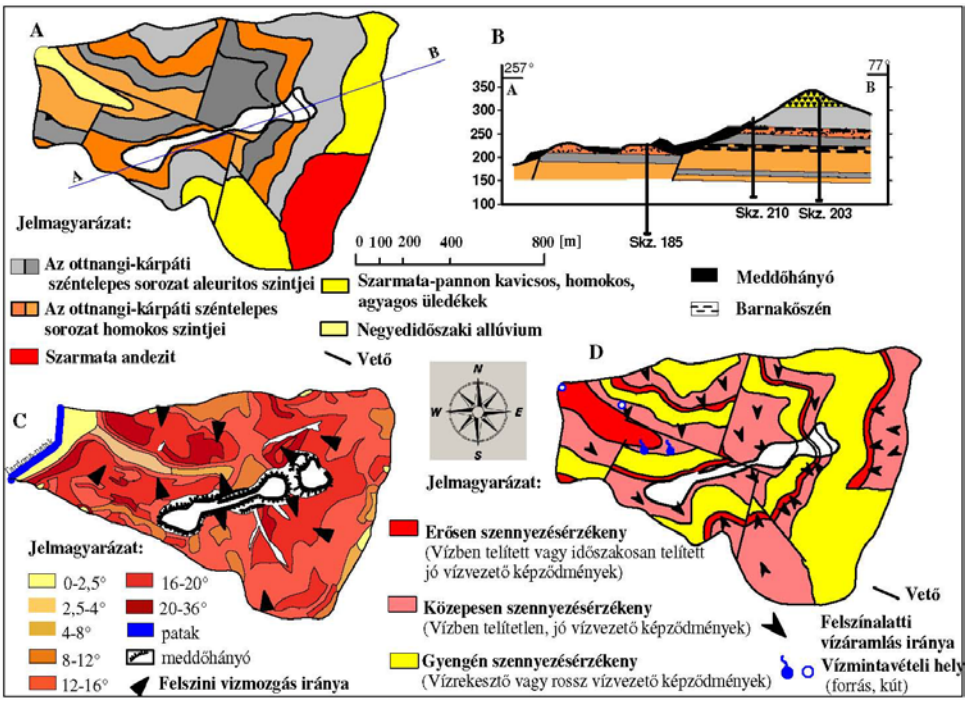
Vizsgálatainkat tájrendezés miatt szakítottuk meg. A műszaki stabilizálás megfigyelése során értékes tapasztalatokat szereztünk. A már kialakult növényborítás megszüntetése és a meddőanyag fellazítása a felszínformáló folyamatok kiújulásához vezettek, amelyek geomorfológiai előrejelzés figyelembe vételével részben elkerülhetőek lehetnének. A vízelvezető betonteknők a felszíni lefolyást csak esetlegesen befolyásolják, gyakran a keményebb peremük okoz újabb felárkolódást. A formai bolygatás helyenként a felgyűlő vizek által nagymértékű csuszamlásokat generált.

9.5. meddőhányók környezeti hatásai

9.5.1. Vízszennyezési vizsgálatok

Az Ádám-völgyi meddőhányó környezetéről *szennyezés-érzékenységi térképet szerkesztettünk (29. ábra)*, amelyhez a felszínalkotó képződmények porozitását, a talajvíz felszínközelségét vettük alapul. Ezek alapján kémiai szennyezésekre nézve inkább kedvező tulajdonságú rétegek alkotják a meddőhányó aljzatát, amelyben a sekély rétegvizek áramlását a felszíni lejtéshez képest ellenesésű rétegdőlések befolyásolnak *(Sütő L. et al. 2002).* A mintázás a felszíni és felszín alatti lefolyási viszonyoknak megfelelően a hányótól a Tardona-patak irányába történt. Ehhez kapcsolódó *oldási vizsgálatok* során azt vizsgáltuk, hogy a kiégett meddőkőzetekből melyik kémiai elem oldódik ki, melynek lehet szerepe a környezetszennyezésben.

Az eredmények alapján a meddőhányó várt vízszennyező hatása bebizonyosodott. A hányó lábánál fakadó forrásban a vizsgált elemek többsége a legmagasabb értékszámmal jellemezhető. *Toxikus nehézfémeket* azonban *nem találtunk*, amelyet az oldási vizsgálatok eredményében hiányzó elemek is megerősítenek *(például Cd; Pb).* Egyedül az Al került tűrhető-jó *vízminősítési osztályba (MSZ 12749:1993).*



29. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó hatásterületének földtani, hidrológiai és domborzati viszonyai

A legjelentősebb szennyezők a kőzetanyag kénvegyületeihez köthetők. A meddőlábi forrás oldott SO_4-tartalma a tűrhető vízminősítés tízszerese, az összes oldott-anyag annak hatszorosa (MSZ 450/1-1989) *(5. táblázat).* Az *SO_4 mennyisége* az oldási vizsgálatokban már az egy órás mérésben kiugrott. Ugyanakkor terepen, a meddőtől távolodva mindkét érték hirtelen lecsökkent a sekélyföldtani rétegek kedvező tulajdonságainak köszönhetően. Míg a kísérleti minták *As-tartalmuk* szerint erősen szennyezettnek bizonyultak *(MSZ 450/1-1989)*, addig terepen ez sem jelentkezett. Mindez valószínűleg a szénkőzetek jelentős adszorpciós képességének köszönhető. A kísérletben még a B mutatott enyhe szennyezést az egyéves oldás során, de a terepi mintákban már alacsony a mennyisége.

Tűrhető, szennyezett határértéket mutat a hányó környezetében az NO_2 mennyisége (*MSZ 12749:1993*), de ez nem a meddőből – hanem esetleg a hétvégi kertekből – származik, mert az oldási kísérlet elhanyagolható mértékben mutatta ki *(5. táblázat).* A háttér semleges kémhatásához képest *a vízminták pH-ja inkább lúgos*, ami ellentétben áll a szakirodalomban a meddőhányókra megfogalmazott savas terheléssel.

5. táblázat: Az Ádám-völgyi meddőhányó környezetéből vett vízminták elemtartalom vizsgálata és kémiai vízminősítése

Elem *(ppm)*	**1.**	**2.**	**3.**	**4.**	**5.**	**I.**	**II.**	**III.**	**IV.**
Al	0,171	0,215	0,029	0,029	0,063	0,194	0,053		
As	0,017	0,008	0,007	0,007	0,009	0,103	0,110	0,110	0,112
B	0,176	0,061	0,039	0,053	0,137			0,061	1,033
Ba	0,010	0,047	0,067	0,060	0,036	0,058	0,049	0,050	0,028
Ca	91,5	240,8	256,0	236,9	297,4	797,0	777,9	779,9	786,0
Cd	0.0002	0,000	0,000	0.0003	0.0003				
Co	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001		0,000
Cr	0,001	0,001	0,003	0,001	0,001	0,005	0,005	0,005	0,005
Cu	0,005	0,002	0,006	0,002	0,003	0,007	0,002	0,003	0,002
Fe	0,090	0,848	0,589	0,067	0,207				
K	89,0	5,5	4,4	4,0	17,7	8,4	9,2	11,5	20,5
Li	0.0002	0,031	0,020	0,014	0,096	0,056	0,067	0,078	0,376
Mg	294,7	67,3	73,1	54,9	100,3	8,3	7,0	5,7	40,8
Mn	0,022	0,490	0,043	0,033	1,182				
Mo	0,027	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,004	0,008	0,031
Na	127,5	7,8	10,4	11,3	49,0	6,0	7,5	10,9	14,4
Ni	0,018	0,013	0,010	0,011	0,014	0,018	0,037	0,136	0,142
P	0,178	0,079	0,087	0,331	0,038	0,100	0,102	0,097	0,140
Pb	0.002	0,005	0,006	0,005	0,006				
S	451	148	238	159	346	696	722	713	762
Sr	1,7	0,6	0,8	0,5	1,9	2,0	2,3	2,6	4,2
Zn	0,012	0,014	0,496	0,231	0,015	0,087	0,052	0,046	0,015
pH	8,5	6,9	7,1	7,4	7,8	7,5	8,5	8,8	6,9
Vezetőképesség *(µS/cm)*	6 970	1 440	1 830	1 430	2 430	1 880	2 030	2 090	2 170
Ö. keménység *(mg/l)*	2 322	569	754	563	995	747	829	860	893
Össz lúgosság *(mmol/l)*	8,39	9,70	8,22	7,91	9,95	0,53	0,67	0,63	0,61
Karbonát *(mg/l)*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	7,2	0,0
HCO_3 *(mg/l)*	512	592	501	483	607	32	34	24	37
Klorid *(mg/l)*	39,0	7,1	15,0	15,0	26,0	2,9	3,3	3,8	2,9
Szulfát *(mg/l)*	4 112	446	710	487	975	1 174	1 356	1 359	1 353
Nitrit *(mg/l)*	0,24	0,02	0,01	0,05	0,03	0,04	0,03	0,10	0,02
Nitrát *(mg/l)*	31,0	12,0	47,0	16,0	2,6	1,5	2,4	3,9	7,2
Ammónia *(mg/l)*	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	2,2	2,8	3,9	0,8
KOI *(mg/l)*	38,0	2,9	1,8	2,5	208,0	5,2	7,4	13,0	1,9
Össz oldott anyag *(mg/l)*	7 400	1 350	1 850	1 320	2 570	1 980	2 210	2 280	2 410

Jelmagyarázat: 1: Meddőlábi forrás; 2: Forrás a meddőtől 100 m-re;
3: Talajvízkút a meddőtől 500 m-re; 4: Talajvízkút az Ádám-völgy torkolatánál 5: Tardona-patak
I. egy órás; II. egy napos; III. egy hetes; IV. egy éves vizes oldás eredménye

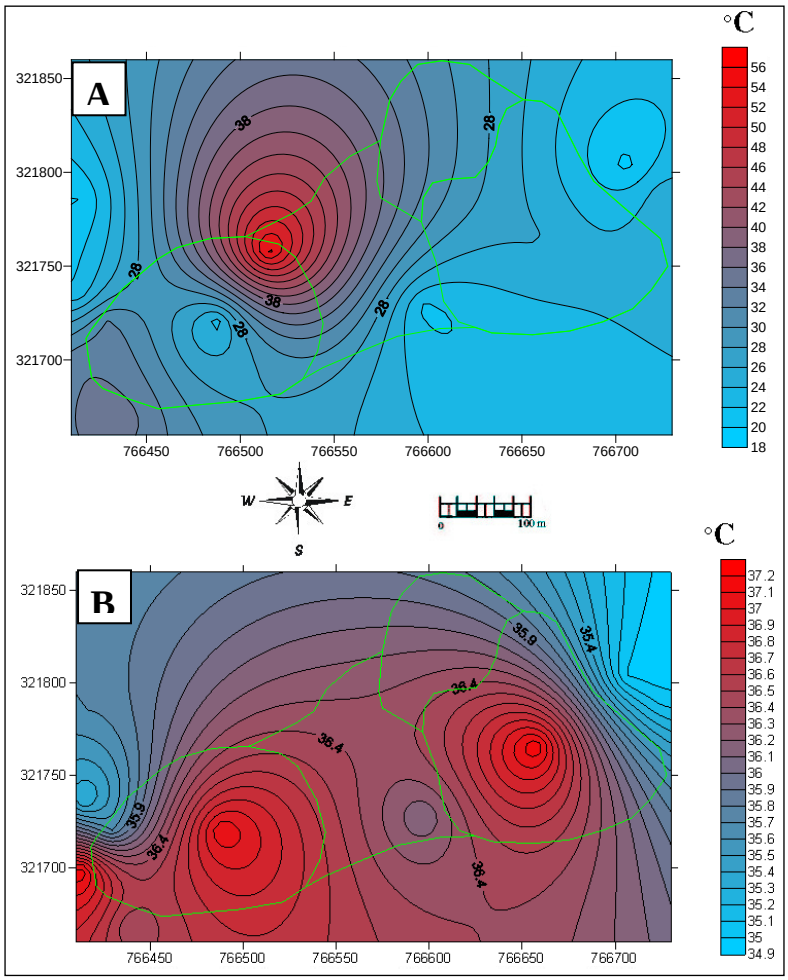
Értelmezésünk alapján ez a meddőanyag jelentős HCO_3^-, és CO_3^{2-} tartalmának köszönhető. Vezetőképesség szerint a vízminták az előző két helyen erősen szennyezett, a továbbiakban a szennyezett vízminősítési kategóriába estek (*MSZ 12749:1993*). Mindez az enyhe kationtöbblettel a természetes rétegvizekhez hasonló iongazdagságra utal. A hányótól 500 m-re vett vízminta már csupán enyhe pozitív anomáliát mutatott a természetes adottságokhoz képest a hígulás és a geokémiai csapdázódás következtében.

Vizsgálatainknak ugyan nem volt célja a meddőhányótól független vízszennyezések vizsgálata *(5. táblázat)*, de a mérések szerint a vízminőség roszszabb eredményeket mutatott a Tardona-patakon, mint a meddőtől távolodva begyűjtött mintákon. Ennek egyik oka lehet, hogy a bányászati térség előtt a patak keresztülfut Tardonán, s a völgyben megtelepedett hétvégi kerteken.

9.5.2. A meddőhányók okozta mikroklíma-változások

A kutatáshoz kapcsolódóan a meddőhányók klimatológiai hatásvizsgálatát *Szegedi S. és Baros Z. (2004a;b)* végezték el. Ezek alapján elmondható: a hányók kiterjedése nem elég nagy ahhoz, hogy jelentős hatást fejtsen ki a meteorológiai elemekre, de környezetükben megváltoztatja a mikroklíma viszonyokat, amely befolyásolja a lepusztulást. A mikroklimatológiai vizsgálatok elsősorban az Ádám-völgyi meddőhányó különböző tulajdonságú meddőfelszínein, valamint a Harica-Nyögő vízgyűjtő meddőhányóin történtek, s az alábbi eredményekkel jártak *(Szegedi S. – Baros Z. 2004a).*

Az Ádám-völgyi meddőhányó talajosodó felszínén végzett *talajhőmérséklet-mérések* a kalsszikus, lefelé csökkenő hőmérsékleti görbét mutattak. A meddőfelszínek hőmérsékletét a növényzeti fedettség, a kitettség, valamint a meddőaktivitás befolyásolta. A kihűlt benövényesedett felszínen 0-3,5°C hőmérsékelt csökkenés mérhető a már kiégett, fedetlen térszínekhez képest, illetve a közvetlen környezetben. Azonban az aktív meddőoldalakon a gázexhalációk *felszíni talajhőmérséklete nyáron* – az esti mérések kivételével – mindig *50°C fölé került,* s ettől távolodva fokozatosan csökkent a környezetében tapasztalható értékig. A kitettség szerepét mutatja, hogy a gyér növényzeti fedettségű, D-i irányú meddőoldalakon a nappali felmelegedés a léghőmérséklet növekedéséhez vezetett, az erdőborítás alatt viszont a reggeli és esti órákban érvényesült a pozitív hőmérsékleti anomália az erdőklíma hővisszatartó hatása miatt. A meddőaktivitás a léghőmérsékletre is kihat, mert a kiégő felszínek magasabb talajhőmérséklete a hajnali talajmenti csapadék elpárolgásához vezetett, a hőelvonás révén alacsonyabb középhőmérsékletett okozott *(30. ábra). (Szegedi S. – Baros Z. 2004a).*



(2000.06.22. napnyugta (A) és déli (B) mérés) (Baros Z. szerk. 2004b)

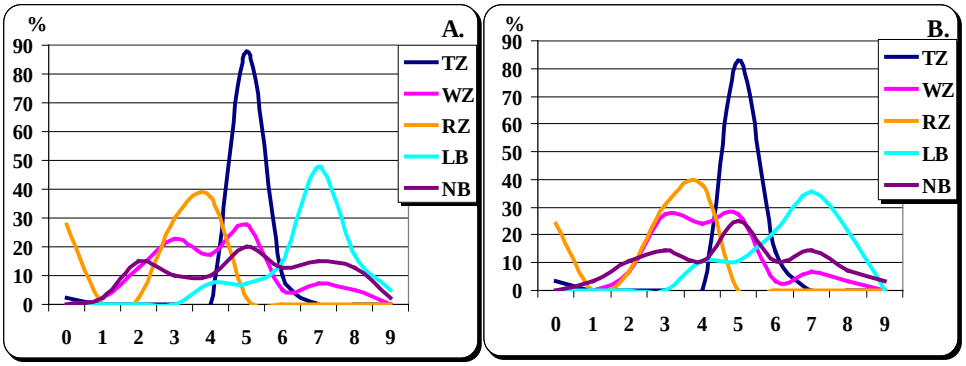
30. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó felszíni talajhőmérsékleti (*A)* és léghőmérsékleti (B) viszonyai

A meddőhányók sajátos hőmérsékleti viszonyai a helyi légmozgást is befolyásolják. A gyakran 25-100 m térszínkülönbség miatt nappal a meddőhányó irányába tartó völgyi szelek, az esti-éjszakai napszak során a hegyi szelek jellemzőek. Utóbbiaknak lehet szerepe a lég- és porszennyezés szétterjedésében, amelyet a kén-hidrogén kiáramlásának köszönhető szaghatás is megerősít. Azonban az általánosan leírható légmozgást befolyásolják a meddőfelszínek mélyedései. A nagyobb csuszamlások hepéit vagy egyéb antropo-

gén feltárások előtti udvarokat stabil szélcsend jellemzi, míg a hányófelszíneket a meddőlábbal összekötő mély eróziós árkokban a csatornahatás nyomán folyamatos légmozgás figyelhető meg *(Szegedi S. – Baros Z. 2004a)*. A meddőanyag kőzetfizikai tulajdonságait szélcsatornában tesztelve fontos gyakorlati következtetés, hogy a porfrakció mozgását már 0,1 mm csapadékhullás meggátolja. Ezért a deflációs eredetű anyagelhordás – és az ebből eredő légszennyezés – csak olyan száraz periódusokban történhet, amelyek bekövetkezésekor a meddőfelszínen légszáraz szemcsék találhatóak *(Szegedi S. – Baros Z. 2004b)*. Ez a zömében egy-két hetes nyári időszakra korlátozódó jelenség azonban a klímaváltozások következményeként változhat, érintve az egykori bányászkolóniák lakott területeit *(például Ádám-völgy, Baross-akna)*.

9.5.3. A meddőhányók növényzete

A kiégett meddőhányók tájba illeszkedése a növényzeti fedettség kialakulásával szorosan összefügg: egyrészt visszafogja a felszínformálódás hatékonyságát, másrészt a talajviszonyok és a mikroklíma kölcsönkapcsolatában új élőhelyek jönnek létre *(31. ábra)*. Kutatásaink során a meddőhányók ma is aktív felszínformálódását, a formák környezetét, valamint a lágy- és fásszárú növényborítás különbségeit vettük figyelembe *(Szegedi S. – Baros Z. 2004a; Sütő L. et al. 2007)*. A cönológiai felvételezések alapján a nyers *szenespala meddőkön* a spontán növényzeti szétterjedés gyorsabban zajlik, mint a kiégett felszíneken. A növényzet felszínformáló hatását mutatja az eróziós folyamatok megakadása a fásszárú növényzettel fedett meredek rézsűoldalakon.



TZ: hőigény; WZ: nedvesség igény; RZ: talajigény; LB: fényigény; NB: nitrogén igény

31. ábra: Az Ádám-völgyi meddőhányó *(A)* és környezete *(B)* növényzetének ökológiai viszonyai botanikai felmérések alapján

A lehűlt, nyers meddőfelszíneken a növényzet foltszerű, véletlen megtelepedésében a *klonális fajok játszanak vezető szerepet (Molnár Cs. – Geng I. 2002).* A szélsőséges vízgazdálkodású kiégett, durvaporózus felszíneken kezdetben csak szárazságtűrő fajok telepednek meg. A nyers szenespala hányók kedvezőbb vízgazdálkodásuk révén üde élőhelyként jellemezhetőek, míg a száraz térszíneken – a lomberdő övre jellemző –, de *szubmediterrán fajokat is* felvonultató társulások jelentek meg *(Molnár Cs. – Geng I. 2002).*

A meddőhányókon nem alakultak ki valódi talajok. A talajosodó réteg tulajdonságait elsősorban a kiégés tér- és időbeli menete határozta meg. A mintagyűjtés során tapasztaltak alapján a nyers meddőfelszíneket humuszosodó réteg borítja, a kiégett kőzeteken csak elszórtan találtunk 10 cm vastag talajfoltokat. Tájékozódó vizsgálatok alapján kémhatásuk semlegestől a gyengén savanyúig terjedt, a kiégés okozta remineralizációs folyamatok nyomán átalakult kénvegyületeknek köszönhetően. Mindez szélsőségesen befolyásolta a tápanyagellátottságot is. A nyers meddőanyagon mérsékelt tápanyag-gazdagság mellett nitrofil fajok is megjelentek. A kiégett térszíneken csak nitrogénszegény talajfoltok találhatóak *(31. ábra).*

6. táblázat: Rekultivált hulladéklerakók és az Ádám-völgyi meddőhányórendszer életforma-viszonyainak összehasonlítása

Életforma	**Közép-Európa**[1]	**Hulladék-lerakók**[2]	**Hulladék-lerakók**[3]	**Hulladék-lerakók**[4]	**Kiégett meddő-hányó**	**Nagy meddő-hányó**	**Nagy hányó környe-zete**	**Meddő-hányó-rendszer**
Hemikryp-tophyta (H)	50,7	54,5	47,5	45,6	65	40	69,56	70,58
Kryptophyta (G)	12	11	6	6	10	20	13	11,76
Therophyta (Th)	17,4	24	24,6	24,6	15	10	0	8,8

[1] *Ellenberg;*[2]*Konold és Zeltner: Baden-Württemberg;*
[3]*Berghold: Köglerweg;* [4]*Fazekas: Hajdú-Bihar-megye*

A növényzet *életforma-viszonyait* összehasonlítva a kiégett és nyers meddőrészek, valamint *Fazekas I. (2001)* által hasonló víz- és hőmérsékelti viszonyokkal jellemzett hulladéklerakók között, a *hemikryptophyták jelentős részaránya* látható *(6. táblázat),* amely alátámasztja a kiégett felszínek szélsőséges környezeti viszonyait. A meddőhányók növényzete a zavarás mértékét tekintve, felméréseink alapján *Németh F.* beosztásában közepesen leromlott,

Varga Z. szerint *rontott társulásoknak feleltek meg (Margóczi K. 1998).* Az erősebben stressz-tűrő, illetve degradációt jelző fajok 75-85%-ban az adventív fajok, gazdasági növények, vagy gyomok közül kerültek ki, közöttük azonban nem jelentek meg toxikus hatásokat tükröző indikátorok *(Sütő L. et al. 2007).*

Vizsgálataink alátámasztják, hogy a sikeres tájba illeszkedés csak tervezett emberi beavatkozással működik hatékonyan. A szakirodalom a műszakilag előkészített hányófelszínre *(Erdősi F. – Lehmann A. 1984; Lazák E. 1999)* őshonos fajok visszatelepítését ajánlja. A biológiai rendezés csak a kiégés után lehűlt felszínen lehet sikeres. Ehhez teljes talajborítás a költségek miatt kivitelezhetetlen, az alapkőzetszerű felszín miatt. A kialakított alapra a fásszárúakat előre létrehozott gödrökben földlabdás módszerrel, a lágyszárúak magvait pedig vékonyabb szerves anyag felhordás után lehet telepíteni *(Erdősi F. – Lehmann A. 1984).* A közel vízszintes felületeken a többszöri füvesítés néhány év alatt elegendő humuszanyagot állíthat elő cserjék ültetéséhez. Ehhez a szélsőségeket jól tűrő őshonos fajok is alkalmazhatók, mint azt külföldi hulladéklerakók és hányók példái mutatják *(Erdősi F. – Lehmann A. 1984; Lazák E. 1999; Fazekas I. 2001).*

9.5.4. A meddőhányók tájba illeszkedése

Az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján a különböző korú meddőhányókat rendszereztük a környezetükhez illeszkedés foka alapján, amelyből megrajzolható az időbeli fejlődés folyamata. A meddőérésnek elnevezett jelenséget *(Homoki E. – Sütő L. 2005)* több szakaszra osztottuk, amelyek lefutása az alábbi tényezőktől függ: a lerakási térszín morfológiai adottságai, a hányó formaváltozására ható tulajdonságok (*kőzettani felépítés, kiégés, felszínformáló folyamatok típusa és hatékonysága)*, a vegetáció jellemzői *(felszínborítás, cönológiai viszonyok)*, valamint a talajosodás.

A felsorolt tényezők között legfontosabb a rendelkezésére álló idő hossza, azaz a meddőhányó lerakási időpontja, valamint a lerakást követő tereprendezési tevékenységek. A kataszterezés alapján eredetileg négy csoportot választottunk szét a ***meddőérés folyamatában:*** az 1940-es évekig bezárt, az 1960-70-es évek során megszüntetett, az 1980-as években befejezett és az elmúlt évtizedben még művelés alatt álló bányák meddőhányóit. Szakirodalom alapján a folyamatot még egy ***öt***ödik ***szakasszal*** egészítettem ki. Az egyes szakaszok jellemzése tanulmánykötetben megjelent *(Homoki E. – Sütő L. 2005)* és a bányászattörténeti fejezetben is szerepelnek az adott kor meddőlerakásának jellegzetességei *(vö. 7.1.).* Ezért itt csak a fontosabb jellemzőket foglaltam össze a lerakási idő sorrendjében.

I. Szakirodalmi források alapján *(BSzT 1957a-e; 1960)* a *legrégebbi* ***(érett, teljesen átformált)*** *meddőhányók* a 18. század végétől keletkezhettek. Ez a hányóképzés a 20. századra már megszűnt kézi fejtésű „bicskabányák" letermelése során történt. Felszínük teljesen egységesen fejlődik közvetlen befogadó környezetük formakincsével. Ilyenek a felszín közeli apró szén- és kiégett meddőanyag törmelékből azonosíthatóak például *Varbó, Parasznya, Radostyán vagy éppen Mályinka, Sajóivánka környékén.*

II. Az idősebb, ***„érett" meddőhányók*** ellapultak, a hátszerű tetőszintet lankásra formált lejtő-oldalak vezetik lefelé. Lerakás során ezeket igyekeztek keveset szállítani, ezért az eredeti domborzathoz igazítva a miocén térszín hasonló morfológiájú felszínébe simulva nehezen vehetőek észre. Anyaguk még mindig kamrafejtésből származik, ezért a felaprózott törmelék jórészt összetömörödött, kiégett kőzet a hányó belsejében található. Ha további felszínbolygatás nem történt, a lerakás során zajló eróziós és tömegmozgásos folyamatok nyomát barázdás eróziós lejtők, csuzamlás-halmok és szakadásperemek őrzik. A humuszképződés hatására felszínükön 10-20 cm vastag talajosodó foltok jöhettek létre hozzájárulva a növényzet szétterjedéséhez. A növényzeti fedettség a spontán betelepülők, valamint az erdőgazdálkodás nyomán környezetéhez hasonló jellegű. A zártkertek között több esetben gazdálkodási céllal hasznosítják őket: gyepeket kaszálóként, akácosokat méhészkedésre stb., ami bizonyos fokú tájrendezési sikerként könyvelhető el. Azonban a visszailleszkedés ellenére is lehet tartós felszínfejlődési hatásuk. Ilyen például a térség *egyik legrégebbi meddőhányója* a *perecesi Új-aknák* mellett, amely mögött a félig elgátolt völgyben időszakos állóvíz alakult ki *(14. kép).*

14. kép: A tájba illeszkedett perecesi Új-aknák meddőhányója

III. A harmadik csoportot, a felszínformálódás és mineralizációs folyamatok lecsendesedésével ***„beállt" meddőhányók*** alkotják. A régebbi bányák még kézi fejtéssel indultak, de a háború után már áttértek a gépesített nagyüzemi termelésre. Ezért a hányók anyaga gyakran inhomogén, nagyobb kiégett blokkokkal. Így a formák tájba illeszkedése lassú, gyakran napjainkig elhúzódik, mert az 1960-70-es évekbeli termelés csúcsidőszakában csak lakossági érintettség esetén történt meg ezek tervezett tájrendezése.

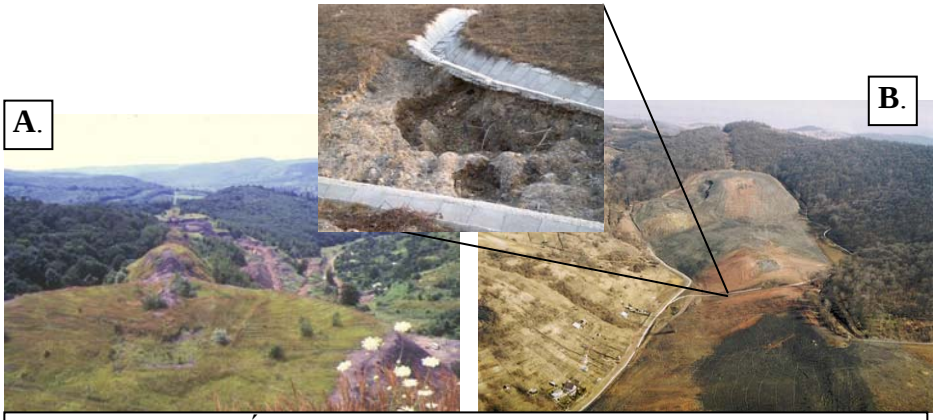
A felhagyás utáni években, helyenként – a települések terjeszkedése miatt – törődtek a térszín stabilizálásával, de a tömegmozgásos, eróziós formaelemek jellegzetességei általában jól felismerhetők. A többségében öngyulladáson átesett hányók kiégett anyaga részben megtalálható a felszínen, de a folyamat napjainkra teljesen lezajlott. Ahol elvégezték, a műszaki tájrendezés a domborzat elegyengetésével járt, a biológiai rekultiváció nyomán szélsőséges vízgazdálkodást tűrő fűmagkeverékből álló növényborítást kapott, az erózióveszélyes oldalakon néhány m^2 fásszárú ültetvénnyel kiegészítve. A lyukó-völgyi Márta-bánya hányójának meredek rézsűit a területi erdészet a meddőfelszínt is magában foglaló általános telepítési programja óvta meg a felárkolódás tovább folytatásától. Azonban a tájidegen fajokból álló erdő ökológiailag kevésbé értékes: feketefenyő, nyár, valamint akác kevert állományai alkotják.

15. kép: Anna-bánya tájidegen peremhányója

A közeli *Anna-bánya* napja-inkban a kertes övezet része *(15. kép)*. Ennek ellenére a hányó felszíne, műszakilag ugyan rendezett, de a természetes lejtőből kiugró, tájidegen forma. Felszínén a növényborítás csak részben valósult meg, rézsüin a fásszárúak elszórt telepítése az eróziós folyamatok megfogására irányult, ezért tájképileg elüt a környezetétől. Az eredeti erdőtől távol a fásszárúak spontán megtelepedése elhanyagolható.

IV. Az 1990-es évekig felhagyott ***csökkenő aktivitású meddőhányók***on az adottságok függvényében változatos a tájba illeszkedés stádiuma. A kiégett hányókon csak anyaguk térfogatváltozása után alakul ki szilárd vázszerkezet, még formájuk sem véglegesedett. Megfigyeléseink szerint az érzékelhető hatótényezők (öngyulladás, remineralizáció, szaghatás stb.) szerepe csökkenőben, de az eróziós folyamatok még mindig viszonylag aktívak. Ezért növényzetük az inaktívvá váló vulkáni területekhez hasonló. Ide tartozik a felszínformáló folyamatok és környezeti hatások modelljének választott Ádám-völgyi *meddőhányó* is, ezért a csoportra jellemző felszínformálódási és egyéb környezeti folyamatokat a fentebbi fejezetekben részletesen leírtam *(vö. 8.2. 9.2.)*.

A finomabb szemcseméretű anyagból felépült hányók lejtői gyorsabban stabilizálódtak, lassan megindult rajtuk a növényzet térhódítása. Ide tartozik a *Billa-lejtakna donyeci típusú hányókúpja,* melyre öt év alatt hordták fel a vágathajtásból eredő feddőmeddőt. Homogén, kiégetlen anyaga miatt felszínmozgások nem jellemzőek rá, az eróziónak ellenálló. Formailag a leginkább tanúhegyre emlékeztető 40 m magas hányó lejtőoldalai a környezeténél jóval meredekebbek, ennek ellenére, lágyszárúakkal, a hegylábfelszín felől erdővel fedett. A prizmaszerű formákkal ellentétben egyáltalán nem tájba illő.

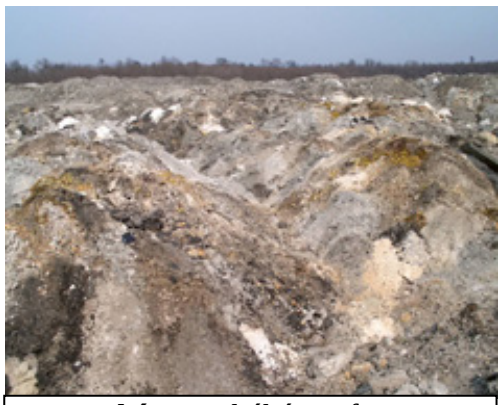


16. kép: Az Ádám-völgyi meddőhányó részben beállt rézsű oldalai *(A)* és újra aktivizálódott felszínformáló folyamatai *(B)*

A törvényi szabályozás nyomán, ezeken a hányókon tájrendezési programok zajlanak, mint 2001-ben az Ádám-völgyi meddőhányón *(16. A, B kép).* Azonban a napjainkban szokásos gyors vizsgálatsorozat nem tartalmaz(hat)ta a geomorfológiai jelenségek hosszú távú megfigyelését, így a rendezés felemásra sikeredett, a növényzettől mentesített felszíneken újra beindultak a már lecsengőben lévő felszínformáló folyamatok. A 2002-es csapadékosabb évben a fellazított felszínen ember mélységű új barázdák képződtek, tönkretéve a műtárgyakat, s a tömegmozgásos lejtők stabilizálása sem sikerült.

V. Az ötödik, ma is erőteljesen fejlődő, ***aktív hányók*** csoportjába tartozik *Lyukóbánya meddőhányója*. Bár a törvényi szabályozás már pontos tájrendezési előírásokat adott, de pénz és munkaerő hiányában, a rendszeres megfigyelések csak a szélsőséges folyamatok korlátozására szorítkoztak, eseti beavatkozások végrehajtásával. Ez viszont lehetővé tette a geokémiai és eróziós folyamatok spontán megindulását, amely környezeti szempontból kedvezőtlen hatások felerősödését is magával hozta.

A hányóról megfigyeléseink eredményét több tanulmányban tettük közzé (*Sütő L. et al. 2004; Homoki E. – Sütő L. 2005).* Meddőanyaga változatos, ezért a hányó inhomogén szerkezetű. Jelenleg az zajlik az elsődleges hányófelszín formáló-dása, geokémiai környezeti aktivitása erőteljes. A kőzetelő-készítés mellett különböző erózi-ós folyamatok működnek együtt a deflációtól a felárkolódáson át a tömegmozgásokig *(17. kép).*



17. kép: Lyukóbánya frissen formálódó, kiégő meddőfelszíne

A hányók végső szerkezete, formája napjainkban kezd kialakulni. A klímaváltozás nyomán az utóbbi években gykoribb különösen intenzív csapadékhullási események felerősítik az öngyulladás folyamatát, ez pedig gátol bármilyen emberi beavatkozást, de veszélyezteti környezetének területhasználatát is. Ebben a szakaszban a felszínformálódás gyorsabb, mint a természetes térszíneken. Ezért humuszképződés még nincs, talajborításról nem beszélhetünk, az inaktív meddőrészeken maximum néhány cm, vékony sötétbarna, talajosodó széntörmelékes réteg található. Mindez az eróziósan bolygatott felszínekre jellemző zavarástűrő lágyszárúak foltszerű megtelepedését teszi lehetővé, a kedvezőtlen termőhelyi adottságok miatt azonban a növényzet nem ér el jelentős borítottságot *(Homoki E. et al. 2000).*

Összességében a megfigyelések alapján az anyagi minőségtől, a mennyiségtől és a környezeti paraméterektől függően, spontán módon ***15-25 évre tehető a meddőhányók érésének aktív időszaka.*** Negyedszázad után figyelhető meg a folyamatok aktivitásának lassú csökkenése, amelyek a felszínformálás részleges felújulásában vagy a megnyitott meddőfalakon eseti mikrojelenségekként maradnak fenn. A környezeti hatások teljes megszűnéséig optimális esetben fél évszázad is eltelhet, de ezt a tájtényezők tulajdonságai és az emberi beavatkozások tovább tolhatják.

A tájrendezés célja, hogy a tájba illeszkedés idejét lerövidítse, a károsítást minél jobb hatásfokkal elvégezze. A legfontosabb gyakorlati feladat a kiégés megakadályozása *(Gyurkó I. et al. 1984),* amely különösen a meddőérés negyedik, ötödik fázisában szükséges. Továbbiakban a meddőérettség függvényében az instabil rézsűk elplanírozása, talajképző anyagok kihelyezése, majd a biológiai rekultiváció következik.

A szénbányászati körzetek táj- és kárrendezési feladatainak nagyszámú lebonyolítása után a 2330/2004. (XII. 21.) Korm. rendelet alapján a BVH Rt-ket felszámolták. Ez azonban korántsem jelenti a feladatok befejezését, mert az instabil hányókon a belső mineralizációs folyamatok és a külső felszínformáló erők a tereprendezés után újraaktivizálódhatnak, mint azt az Ádám-völgyi meddőhányó példáján láttuk. Ezért az aktív meddőhányók tájba illesztése során nagyobb figyelmet és több időt kell fordítani a felszínformáló folyamatok tanulmányozására, a növényzettel fedett lejtőoldalak megtartására. Ennek hiányában a meddőérés szinte újra az elejéről kezdődhet, évekig veszélyeztetve környezetét.

9.6. A bolygatottság értékelése

A domborzat átalakulási fokának mérésére ***bolygatottsági indexet dolgoztam ki*** *(vö. 4.5.)*. A széntelepek kialakulása, tulajdonságai és felhalmozódási környezetének változatossága jelentős különbségeket okozott a kitermelés következtében lejátszódó antropogén folyamatok időtartamában, s az általuk kialakított vagy módosított formakincsben. Az ***abszolút bolygatottság****i indexszel* azt fejeztem ki, hogy a bányászat kezdetétől, adott felszíni pont felett, mekkora mértékű a montanogén domborzatváltozás.

A bolygatottsági térképen a számítási alapelvek szerint hatfokozatú skálát jelenítettem meg. A *Bükkhát területén a bányászati eredetű anyagáthalmozás felületi kiterjedése* meghaladta a *76 km^2 (14. térkép).* Ez azt jelenti, hogy ***a teljes kutatási terület 27 %-án*** a különböző bányászati tevékenységek nyomán *átlagosan 5,2 m vastag anyag*mennyiséget mozgattak meg egy-egy felszíni ponton az elmúlt 250 év során.

A térképen kirajzolódó foltok alátámasztják a bányászat területi eloszlását és koncentrációját *(14. térkép).* Jól látható, ahogy Diósgyőrtől és a Sajótól távolodva hogyan csökken a felszínbolygatás területi kiterjedése a Bán-völgy felé. A legnagyobb összefüggő bolygatott felület a Lyukó- és a Pereces-, a Bábony-, valamint a Nyögő-patak szomszédos vízgyűjtő részleteinek találkozási helyén terül el. Itt az anyagáthalmozás adott felületen meghaladta átlagosan a 3,5-4 m-t. Mindez a diósgyőri vasgyár közelsége miatt időben leginkább széthúzódó, négy széntelepet is érintő bányászatnak köszönhető.

A ***leginkább átformált Lyukó vízgyűjtő*** jobb oldalának 86,5 %-a bolygatott térszín, ami a gyakorlatban azt jelenti, hogy szinte teljes egészében a bányászati eredetű felszínformálódás hatása alatt áll. Ez felveti azt a kérdést, hogy a természetes felszínformáló folyamatok erőssége, területi elterjedése mennyiben igazodik a természetes domborzathoz vagy mennyire

befolyásolt az antropogén anyagmozgatás által. A *Bán-patak vízgyűjtőjének csak a 7 %-án* érvényesül a bányászat hatása, viszont a kismértékű beavatkozás mégis erőteljes hatású, a bolygatottság meghaladja a 4,5 m-t. Az átlagosnál nagyobb kiterjedés nem feltétlenül jelent erőteljes beavatkozást. Például a Pereces és a Bábony vízgyűjtőjén 3-3,5 az abszolút bolygatottság, miközben előbbi harmada, utóbbi kétharmada anyagmozgatással érintett.

A hemeróbia értékelése során jeleztem, hogy nem feltétlenül mutatja a bányászat domborzatátalakító hatását. Az átlagosnál kedvezőbb hemeróbia-értékkel ellentétben a Tardona- és Harica-Nyögő-patak vízgyűjtőjén a bolygatottság 30 %-os területi kiterjedése és értékei jobban jelzik a montanogén hatások koncentrálódását *(21. ábra).* A Tardona vízgyűjtő leginkább igénybe vett K-i oldalán négyes bolygatottsági index mutatja a hatások erősségét.

Az abszolút bolygatottsági index értéke Nagybarcától DNy-ra, a Csiga-tetőn, valamint Kazincbarcikától DK-re, az Ádám-völgyben a legnagyobb, eléri a skála hatos fokozatát *(14. térkép).* A Csiga-tető esetében a homokbányából letermelt 75 m magas bányafal miatt kiemelkedő az értéke. Utóbbi esetben az átmozgatott anyagtömeg meghaladja a 100 m-t, amely részben a nagyméretű meddőhányó tömegtöbblete, részben a lefejtett telepek okozta anyaghiányból rakódik össze.

10. ÖSSZEGZÉS

Célkitűzés

A *bányászat tájformáló szerepét* egy klasszikus, szénbázisú nehézipari körzetben – a *Kelet-Borsodi-szénmedence Sajótól D-re eső részén* – a *Bükkhát 274 km^2-es területén* vizsgáltuk. A kultúrtáj kialakulása során a megtelepedés üteme és az emberi beavatkozástípusok helyi változásai a bolygatás mértékében is regionális különbségeket okoztak. Ezért fontosnak tartottuk a kapott eredmények térbeli összehasonlítását, amelyhez a Bükkhát fő vízfolyásainak vízgyűjtőit választottuk.

A dombságon a 18. század közepére létrejött stabil földhasznosítási rendszerben bontakozott ki a közel 250 éves múltra visszatekintő kőszénbányászat. A kezdetben csekély környezeti hatású kitermelés a technika fejlődésével uralkodó tájformáló tényezővé lépett elő. Napjainkra a bányákat bezárták, de a montanogén formákkal és létesítményekkel átalakított tájrészletekkel továbbra is találkozunk. A dombság laza miocén üledékeken kialakult felszíne maga is erőteljesen fejlődik, amelyhez a szénbányászat új hatótényezőként járult hozzá. A települések terjeszkedése egyre jobban igénybe veszi az egykori bányászati térszíneket, ami gyakorlati szempontból is indokolja a montanogén hatások ismeretét.

Ezek alapján az alábbi kutatási **célkitűzések**et fogalmaztam meg:

- Elkészíteni a kutatási terület eddig hiányzó, 1:25 000 méretarányú áttekintő geomorfológiai térképét.
- Megvizsgálni a geomorfológiai adottságokat két fő szempont szerint:
  - megfigyelni a földtani adottságok a völgyek és a csuszamlásos formák közötti összefüggéseket;
  - feltárni a bányászati formaképzés geomorfológiai szerepét.
- Megvizsgálni a területhasználat tér- és időbeli változását. Jellemezni az ember tájátalakító tevékenységének folyamatát – kiemelten a bányászatot – és megbecsülni a tájökológiai hatásait.
- Elkészíteni a kutatási terület bányászati létesítményeinek és formakincsének térképét.
- Elemezni a szénbányászat formai, környezeti hatását, majd ezekből általánosítható következtetéseket levonni a kutatási területre nézve.
- Pontosítani a montanogén formakincsnek és a rajta végbemenő másodlagos folyamatoknak az antropogén geomorfológiai szempontú osztályozását.

- ☞ Kidolgozni a kőszénbányászat morfológiai hatásaira alapozott, a táj bolygatottságát minősítő rendszer alapelemeit.
- ☞ A bolygatottsági és a tájértékelő vizsgálatok alapján elkülöníteni a kultúrtájjá alakulás állomásait, az elsődleges emberi tevékenységekhez köthető tájtípusokat.

Módszerek, adatbázis

A kutatási terület adottságaihoz és az összehasonlító tájértékeléshez igazodva választottuk ki a vizsgálati szempontokat és a munkamódszereket.

Elsőként összegyűjtöttük a meglévő információkat az egyetemi (Debreceni Egyetem, Miskolci Egyetem, Nyíregyházi Főiskola), a kutatóintézeti és a bányászati adatbázisokból (Bányavagyon-hasznosító Kht, Lyukóbánya, Putnok Bánya, Magyar Geológai Szolgálat, Miskolci Bányakapitányság).

A mai kép értelmezéséhez ***geomorfológiai térképet*** készítettünk. Az egységes formalehatárolás érdekében a hagyományos manuális módszer pontosításához technikai kiegészítést végeztem a *völgyek és a tetőszintek határvonalának szerkesztése* során. A csuszamlásos folyamatok értelmezéséhez a *Hét-tó hepe-taván fúrást mélyítettünk*, amelyből a Debreceni Egyetemen szedimentológiai elemzések készültek. A domborzat morfometriai jellemzéséhez IDRISI térinformatikai szoftverrel elkészítettük a terület *lejtőkategória- és lejtőkitettségi térképét.* A geomorfológiai térkép elemeit GeoMedia Professional 5.2. vektorgrafikus térinformatikai rendszerben zárt poligonként jelenítettük meg, alkalmassá téve adatok lekérdezésére. A digitális térképlapok fedvényeiből kapcsolatot kerestünk a felszínformáló folyamatok térbeli rendje, a morfometriai viszonyok és a kőzettípusok között. A fő vízválasztók tetőpontjainak elhelyezkedését derékszögű koordinátarendszerben trendvonalak illesztésével magyaráztam. Az aljzatszerkezet átöröklődését völgyirány-statisztikai elemzéssel próbáltuk bizonyítani.

Vizsgáltuk a montanogén felszínmozgások felszínformálódásban betöltött szerepét. A ***felszínsüllyedéssel érintett térszínek*** *térképének elkészítésé*hez rögzítettük a lefejtett területek határvonalát, az egyes fejtési mezők felszín alatti mélységét, telepvastagságát és telepszámát. Ezek után a fejtési mezők mozgással érintett hatástávolságát és a maximális süllyedés mértékét a dolgozatban leírt képletek alapján számítottuk. Az így kapott távolságot a fejtési mező felszíni vetületének határvonalától szerkesztettük ki GeoMedia szoftverben. Több egymás felett leművelt telepnél a hatástávolság kiszámítása során hasonlóan jártunk el, figyelembe véve a szuperpozíció elvét.

A morfológiai változásokhoz szükséges zónák meghatározásához, valamint a *süllyedési mező mélység szerinti tagolásához* a profilgörbe inflexiós pontjának helyzetét kellett megadni. Az inflexiós pontok vonalától a süllyedés belseje felé eső zónában alakultak ki elsősorban a lejtős tömegmozgások, a kifelé tartó sávban az árkos elvetések, amit a térképen külön jelöltünk.

A szénbányászati meddőhányók vizsgálatát az 1980-ban elkészített *Országos meddőkataszter adatainak terepi újrafelvételezésével* kezdtük. Az új adatbázis birtokában egy lépcsőzetesen egymásra épülő vizsgálatsorozatot dolgoztunk ki a meddőhányók veszélyessége alapján. A ***kiválasztott meddőhányókon az alábbi vizsgálatok***at végeztük el:

- ☞ A meddőkőzetekben kialakult *ásványok képződését és a kőzetszövet megváltozását* makroszkóposan felületi csiszolatokon; mikroszkóposan vékonycsiszolatokon és elektronmikroszkópi mintákon jellemeztük.
- ☞ A meddőanyag *ásványos összetételét* röntgenanalízissel, főelem-összetételét titrimetriásan határozták meg a MÁFI Laboratóriumaiban.
- ☞ A meddőkőzetek *kiégési fokának értékeléséhez* szükséges DTA vizsgálatok a Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékének Termoanalitikai Laboratóriumában készültek.
- ☞ A meddőanyag aprózódási hajlamátfagyaprózódási kísérlet során tártuk fel a Debreceni Egyetem *fagylaboratórium*ában.
- ☞ A kijelölt meddőhányón lejátszódó *lineáris eróziós és csuszamlásos folyamatok*at egy évig tartó terepi *méréssorozat*tal követtük nyomon.

A hányók ***környezeti hatásainak feltárásához*** további részletvizsgálatok készültek:

A kazincbarcikai Ádám-völgyi *meddőhányó környezetéből vízmintát vettünk,* valamint a *meddőkőzetek*ből összeállított *átlagmintákon oldási vizsgálatokat végeztünk*. A terepi és oldási mintákon a Debreceni Egyetem Agrártudományi Központjában (ICP módszer; MSZ 21470-50: 1998) elemösszetételt határoztak meg, a Hajdú-Bihari Önkormányzatok Vízmű Rt. laboratóriumában kémiai vízminősítés készült (MSZ 450/1: 1989).

A meddőhányókon *légszennyezési és mikroklíma mérések*et végeztünk. A növényborítottság jellemzésére a kijelölt hányókon egyszeri kvadrátozással áttekintő cönológiai felmérések készültek. A kapott fajlista alapján megadtuk a növényzet ökológiai mutatóit.

A ***területhasználati változások értékelését öt időpont térképi információiból végeztem el:*** az I.-II.-III. katonai felmérés, az 1924-es újrafelvételezés és az 1989-es katonai térkép alapján. A térképek területhasználati adatainak digitális adatbázisba illesztése után a Corine földhasznosítási rend-

szer nemzetközi kategóriabeosztása alapján – céljainknak megfelelően módosítva – rendszereztük a felvett információkat.

A táj mintázatának, valamint az antropogén beavatkozások térbeli eloszlásának és hatékonyságának jellemzéséhez kigyűjtöttük a tájhasználati foltok területére, kerületére és számára vonatkozó jellemzőket. A dombság természetességi fokának meghatározására elkészítettük a területhasználati foltok ***hemeróbiaértékeinek adatbázisát***. Az adatok értékeléséhez egyszerű, ökológiai alapú számításokat végeztünk, amelyből kiemeltem a hemeróbia-viszonyok átlagadatait és az ökogeográfiai stabilitás eredményeit.

E mutatók alapján jellemeztük az antropogén beavatkozások időbeli folyamatát. A területhasználati formák térbeli kiterjedésének változását nemcsak a tájszerkezet állapotának kor szerinti értékelésére használtuk, hanem megpróbáltuk bemutatni, hogy a kultúrtáj formálódása hogyan zajlott 1784 és 2000 között, és mely tevékenységek dominanciájával járt.

A különböző területhasználati tevékenységek nyomán a domborzat változásait egy új mutató kidolgozásával jellemeztem. Tekintettel arra, hogy a dolgozatban a bányászat felszínformáló hatásának vizsgálatát tekintettem elsődleges feladatnak, az ***abszolút bolygatottsági index*** kidolgozásakor csak ezt vettem figyelembe. Fontosnak tartom azonban megjegyezni, hogy a mutató (minél) több antropogén beavatkozástípus adatainak felhasználásával válhat teljessé. Az általam számolt indexszel kifejeztük a vizsgált időpontig az adott felszínhez tartozó montanogén anyagmozgatás összesített mértékét. A bolygatottsági mérőszámokat folttérképen ábrázoltuk.

Eredmények

A témakör sokoldalú megközelítéséből adódóan több részterületen próbáltunk meg eredményeket felmutatni.

1. *Elkészítettük a* 274 km^2 területű ***Bükkhát*** *(Tardonai-dombság)* eddig hiányzó ***1:25 000 méretarányú geomorfológiai térképét.*** A módosított szerkesztési elvek segítségével a völgyközi hátak felszabdaltságára, a völgyek hátravágódásának mértékére vagy a különböző magassági helyzetű tetőszintek tulajdonságaira tudtunk következtetni.

A térkép alapján területileg pontosíthatók – az eddigi kutatók által megfogalmazott – felszínalaktani viszonyok. Az uralkodóan szállítóközeg nélküli lejtős tömegmozgásokkal (derázió, csuszamlások) jellemezhető erőteljesen emelkedő hegylábfelszín formakincsét a lineáris erózió folyamatosan átformálja. Az erózió hatékonyságát a lepusztulásszintek teljesen elkes-

kenyedő formái, valamint az egymás részvízgyűjtőibe hátravágódó völgyrendszerek változatossága mutatja.

2. A morfometriai térképek és *a fő vízválasztók tetőpontjainak újfajta, koordináta-geometriai ábrázolása* alapján, a rájuk illesztett *trendvonalak* lefutásából ***valószínűsíthető a vízválasztók eltolódásának folyamata*** a szomszédos vízgyűjtők között. Ezek szerint a dombság középső sávjában a fő lejtésiránnyal ellentétesen, a szélesebb Ny-i vízgyűjtőoldalak fejlődése erőteljesebb, amely a jövőben folyólefejezésekhez vezethet, mint ahogy az a Harica-Nyögő-patak esetén valószínűleg meg is történt.

3. *A* ***trendvonalak alapján kimutatható a szerkezeti irányok és a vízgyűjtők irányultságának kapcsolata.*** A vízgyűjtők az ÉK-DNy-i főirányok mellett igazodtak a rotációs elmozdulás által okozott irányváltásokhoz, valamint egyes haránttörésekhez, amelyek helyi okai további aljzattektonikai vizsgálatokat igényelnek. Az elvégzett morfometriai elemzések megerősítik a völgyfejlődés és a tektonikai irányok, valamint a völgyi aszimmetria mások által már kimutatott lazább kapcsolatát.

4. A digitalizált geomorfológiai térkép adataiból *kijelölhető* a teraszok mellett *két biztos* és három valószínűsíthető *lepusztulásszint.* A 220-240 m közötti magasság valószínűleg a villányi hegylábfelszínnek felel meg, a 270-280 m-es felszín a bérbaltavári szintnek, a 330-340 m és 360-370 m körüli tetőszintek maradványai idősebb lepusztulásszinteknek valószínűsíthetők.

5. Újabb adalékokkal egészítettük ki a csuszamlásos folyamatok felszínfejlődésben betöltött szerepét. A térképezés során eddig ismeretlen, illetve jól ismert csuszamlásrendszerek megfigyelése alapján – szakirodalmi források segítségével – leírtuk a területen a tömegmozgásos lejtők klímaingadozásokhoz köthető periodikus fejlődésmenetét. Ezt támasztja alá a ***lepusztulásszintek és csuszamlások*** magassági viszonyai ***közötti összefüggés,*** mely szerint minden második lepusztulásszintet – 170-180 m, valamint 260-270 m között – tömegmozgásos lejtőszakaszok követnek.

6. A ***kultúrtáj átalakulásának lépéseit*** a bányászat- és tájtörténeti információk alapján ***hat szakaszra osztottuk.*** Ehhez a földhasznosítási típusok dominanciáját, a bányászati beavatkozások hatékonyságának és területének *növekedését*, valamint a tájökológiai mutatók változását határoztuk meg a 18. századtól napjainkig. A tájtörténeti összefüggések közül lényeges megállapításnak tekinthető:

6.1. A Bükkhát területén az I. katonai térképezés korára kialakult agrártáj napjainkra ***ipari-agrár tájjá*** alakult, annak ***montanogén altípus***át képviseli.

6.2. A középkorból örökölt térszerkezeti kapcsolatok befolyásolták a megtelepedés irányát, amelynek fő folyosói az ember mozgáspályáinak megfelelően a Bükk két oldalán alakultak ki: Egertől a Bánpatak mentén, Miskolcon át a Sajó mentén.

6.3. Az I. katonai térképezés időszakától *a dombság* ***kultúrtájjá alakulása*** közel ***egy évszázadig stagnált.*** A földhasználatváltás adatai alapján kijelenthető, hogy *az országos változáshoz képest fél évszázadot késett az átalakulás.*

6.4. Az antropogén beavatkozások, részben a montanogén tájátalakítás nyomán felgyorsult üteme ellenére a terület úgy haladt át a tájfejlődés fokozatain, hogy közben ***megőrizte a zárt erdők relatív dominanciáját.*** Az erdők kiterjedése 200 év alatt kevesebb mint 3 %-kal csökkent. A felszabdalódás azonban az első térképezéstől négyszeresére nőtt, azaz a táj teljesen mozaikossá vált.

6.5. Összességében elfogadhatjuk *a bányászat erőteljes bolygatását* egy területen. Azonban *lokális hatását* mutatja, hogy a kisebb vízgyűjtőkön, ahol területi részaránya magasabb volt, erőteljesebb degradációt okozott. Ugyanakkor a *kedvezőtlen tendenciák csak rövid ideig érvényesülnek,* passzív felhagyás és tájba illeszkedés után, akár egy emberöltő alatt javulhatnak a tájrészlet ökológiai funkciói.

7. A tájökológiai eredmények értékelése alapján megállapítottuk, hogy *a hemeróbiaértékek helyett az antropogén beavatkozások mérésére táji szinten kifejezőbb az ökogeográfiai stabilitás mutatója.* Ezt jelzi, hogy – 200 év alatt – a táj mezohemerób átlagértéke alig 0,2 ponttal csökkent. Ezzel szemben az ökogeográfiai stabilitás közel huszad részére esett vissza. A hemeróbia inkább a foltszintű információk térbeli különbségeinek kifejezésére alkalmas. A területhasználati diverzitás alkalmazása csak a folyamatok pontos ismeretében javasolható, mert a mutató önmagában nem fejezi ki az antropogén hatások minőségi különbségeit.

8. Az *antropogén beavatkozások hatékonyságának mérésére egy sajátos térképi mutatót használtunk.* A GeoMedia szoftver alkalmazásával az öt időpont térképfedvényei közötti átmetszésekből megadtuk az adott folthoz tartozó földhasznosítás-típus megváltozásának számát. Az öt vizsgált időszakban *a* ***foltok eredeti funkciója megmaradt a terület közel harmadán*** (32,7 %). Az eredmények *elsősorban az erdők stabilitását mutatták,* amely egy ipari övezetben a táji funkciók működése szempontjából kedvező.

9. Megvizsgáltuk *a* ***területhasználat és a domborzat kapcsolatát.*** Ezek *alapján domborzati irányítottságot* csak *a szőlők és a szántók elterjedésében* figyelhető meg. A szőlők alapjában véve a délies kitettségű lejtő-

kön fordulnak elő az 5-25 %-os lejtőkön, de a pikkelyfronti oldalon gyakoribb elterjedéssel. A szántóföldi kultúra sajátossága, hogy a keleties lejtőket részesítették előnyben, és ritkán mentek 17 % lejtőmeredekség fölé.

10. A montanogén felszínformálás és környezeti hatások kutatása során sikerült megerősíteni több, a bányászat geomorfológiai hatásaival kapcsolatban már korábban ismert tényt, másrészt a vizsgálati terület földtani, felszínalaktani adottságai, valamint a bányászat sajátosságai alapján újabb következtetések fogalmazhatóak meg:

10.1. *A **bányászat hatása túlmutat az általa közvetlenül érintett területen.*** Az összesen közel 4 km^2-t lefedő montanogén létesítmény és felszíni formakincs (~1,4 %) mellett, a fejtési mezők által érintett 72,5 km^2 (~25 %) térszín kiterjedésével *a bányászat által érintett felületek arányát 26,9 %*-ra módosítja.

10.2. A bányászat jelentős szerepet tölt be a felszínmozgások újraaktivizálódásában. *A montanogén eredetű* és *a természetes csuszamlások* gyakran *alig szétválasztható együttese* a felszínformáló folyamatoknak is új irányt adhat. Mint *szemiantropogén természeti veszélyek* a településfejlődést zavaró és veszélyeztető tényezők lehetnek, mert a bányaművelési eljárásoktól függően – több évtizedes szünetet követően – a süllyedéseknek időben *kétmaximumos görbéjük is lehet.*

10.3. *Felújítottuk* a közel 20 éves *Országos szénbányászati meddőkataszter területünkre eső részét,* ***58 darab***ra egészítve ki a meddőhányókat. Szakirodalmi és terepi tapasztalatok alapján módosítottuk a meddőhányó-típusok formai rendszerét.

10.4. A laborvizsgálatok során feltárt hidrotermális, pneumatolitos, valamint termokontakt ásványegyüttesek (gipsz, aragonit, huntit, mullit, wollastonit stb.) képződési körülményeinek ismeretében leírtuk *a meddőhányók másodlagos mineralizációs folyamatát.* Égetési próbák alapján megállapítottuk, hogy *a kiégés során a **meddőhányók belsejében akár 1000 ^{o}C**-os hőmérsékletű zónák is előfordulhatnak.*

10.5. A „nyers” meddőhányók *felszínformáló folyamatai* a természetes lejtőknél gyorsabban zajlanak, a változatos meddőanyag, a hányót határoló lejtők morfometriai jellemzői és a növényzeti fedettség függvényében. Fagylaboratóriumi kísérletek és terepi méréssorozatok alapján megállapítottuk, hogy a *kiégett blokkokból álló meddőrészleteken a lineáris erózió, míg a nyers szenespala lejtőkön a csuszamlások a fő felszínformáló folyamatok.*

10.6. Vizsgálataink alapján bevezettem *a **meddőérettség** fogalmát.* A meddőhányókat koruk, tájba illeszkedésük alapján csoportosítottuk.

Megfigyeléseink szerint az aktív *meddőformáló folyamatok negyedszázadot* követően lecsengenek, vagy annyira lelassulnak, hogy feltárások falán, vagy mikro-jelenségként láthatóak.

10.7. Az oldási és terepi vízmintavételekből megállapítható, hogy egy csökkenő aktivitású szénbányászati meddőhányó lábánál még erőteljes a vízszennyezés, azonban ez 1 km-en belül felhígult a háttérszennyezettségnek megfelelő mértékűre.

10.8. Az *aktív* és *a részben beállt meddőhányókon* a szélsőséges vízháztartás és hőmérséklet, az alacsony talajosodottság következtében ***közepesen leromlott, rontott társulást találunk.*** Az igénytelenebb gyom- és kozmopolita fajok dominanciája mellett azonban *nem* ***jelentek meg toxikus hatásokat tükröző indikátorok.*** A tájba illeszkedő növényzeti fedettség (cseres-tölgyes) kialakulásához vagy évszázados időtartamra, vagy tudatos emberi beavatkozás szükséges.

11. A domborzat átalakulási fokának mérésére ***bolygatottsági indexet dolgoztunk ki.*** Az *abszolút bolygatottság* megmutatja a bányászat kezdetétől adott felületen bekövetkezett montanogén domborzatváltozást.

$$B=\ln(|M\_t|+|M\_h|+|M\_bt|+|M\_bv|+|M\_e|)$$

ahol B_b: bányászati eredetű bolygatottság; M_t: lefejtett telepvastagság; M_h: meddőhányó magassága; M_{bt}: bányatelep (használt átlagérték 1 m); M_{bv}: bányavasút (használt átlagérték 1 m); M_e: egyéb bányászati objektum magassága vagy mélysége adott felületen összegezve (mértékegység méterben)

12. A Bükkhát területén a ***bányászati eredetű anyagáthalmozás felületi kiterjedése*** meghaladta a *76 km*^{2}. Ez azt jelenti, ***hogy a teljes kutatási terület 27 %-án*** a különböző bányászati tevékenységek nyomán átlagosan 5,2 m vastag anyagmennyiséget mozgattak meg egy-egy felszíni ponton az elmúlt 250 év során. A bolygatottsági térkép alapján a Bükkhát területén, a legjobban átalakult felszínek aránya a Pereces- és a Lyukó-patak vízgyűjtőjén található. A diósgyőri vasgyár közelsége miatt időben széthúzódó, négy széntelepet is érintő bányászat nyomán 68-70 %-ban bolygatott terület alakult ki.

11. IRODALOMJEGYZÉK

Ádám L. – Pécsi M. (szerk.) 1985. Mérnökgeomorfológiai térképezés. – Elmélet - módszer - gyakorlat 33. Budapest, MTA FKI. 188 p.

Ádám L. 2006. A Darnó-öv hatása a borsodi széntelepes összletre = Földtani Közlöny, 136/1. pp. 35-36.

Báldi T. - Radócz Gy. 1965. Egri jellegű felsőoligocén molluszkás agyag és alsómiocén medencefácies Borsodban = Földtani Közlöny, 95/3. pp. 306-312.

Báldi T. 1978. A történeti földtan alapjai. – Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. pp. 283-284.

Balogh K. 1964. A Bükkhegység földtani képződményei = MÁFI Évkönyve, 48/2. pp. 453-478.

Baros Z. – Homoki E. – Juhász Cs. 2001. Bányászati hatások vizsgálata a Tardona-patak vízgyűjtőjén. – Debrecen, Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék. 49 p. Kézirat, OTDK dolgozat

Belláné Pelsőczi M. 1992. Szénkőzetek. – In: Szedimentológia III., Balogh K. (szerk.). Budapest, Akadémiai Kiadó. pp. 219-267.

Bennett, M. R. - Doyle, P. 1997. Environmental Geology: Geology and the Human Environment. – John Wiley and Sons, Chichester. 501 p.

Berner, R. A. 1964. Iron sulfides formed from aqueous solution at low temperatures and atmospheric pressure = Journal of Geology, Vol. 72. pp. 293-306.

Berner, R. A. 1967. Thermodynamic stability of sedimentary iron sulfides = American Journal os Science, Vol. 265. pp. 773-785.

Bertalanfy B. - Derecskei Gy. - Jakucs S. - Kaminszky L. - Kemény Gy. - Kreffly I. - Lostorfer R. - Papp B. - Rem L. - Remény G. - Simon L. - Sivák I. - Szalai L. - Szepessy A. - Székely T. - Sztermen G. - Tóth P. - Váci L-né. - Zsámboki L. 1986. 200 éves a borsodi szénbányászat. – Miskolc, Borsodi Szénbányászati Tröszt. 223 p.

Bohnné Havas M. 1985. A Kelet-borsodi medence ottnangi képződményeinek Mollusca vizsgálata = Geologica Hungarica Series Palaeontologica, 48. pp. 99-177.

Bolt, B. A. - Horn, W. L. - Macdonald, G. A. - Scott, F. R. 1975. Geological hazards. – Berlin, Springer-Verlag. 328 p.

Botkin, D. B. – Keller A. E. 1995. Environmental Science: Earth as a Living Planet. – New York, John Wilkes and Sons. pp. 158-159., 321-323.

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1957a. 13. dob. I-IV. köt.: Diósgyőr-Pereces környéki szénbányák története és műszaki leírása. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1957b. 14. dob. V-VII. köt.: Diósgyőr-Pereces környéki szénbányák története és műszaki leírása. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1957c. 15. dob. I-III. köt.: Sajó jobbparti bányák: Kazincvölgyi szénbányák története és műszaki leírása. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1957d. 16. dob. I-VI. köt.: Sajó jobbparti bányák: Sajószentpéter környéki szénbányák története és műszaki leírása. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1957e. 17. dob. I-III. köt.: Sajó jobbparti bányák: Bánvölgyi szénbányák története és műszaki leírása 1867-1952. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1960. 1. dob. I.-IV. köt.: Bányatörténetek: A Borsodi Szénbányászati Tröszt területén volt és meglévő bányák története és fejlődése 1786-1957. összefoglaló. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1992a. 3. dob. I-III. köt.: A Bükkaljai Bányaüzem története 1968-1981.; 1982-1987.; 1988-1992. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1992b. 5. dob. III-V. köt.: A Miskolci Bányaüzem története 1968-1981.; 1982-1987.; 1988-1992. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

BSzT (Borsodi Szénbányászati Tröszt) 1994. 2. dob. I.-III. köt.: Bányatörténetek: A Borsodi Szénbányák története: Központi szervei 1945-1993. összefoglaló. – Miskolc, Miskolci Egyetem Levéltára

Budinszkyné Szentpétery I. – Kozák M. – Less Gy. – Müller P. – Pentelényi L. – Peregi Zs. – Prakfalvi P. – Püspöki Z. – Radócz Gy. – Tóthné Makk Á. – Földessy J. – Zelenka T. 1999. Az Északi-középhegységi terület fedetlen földtani térképe: negyedidőszaki képződményektől mentes földtani térkép 1: 100 000. – Budapest, MÁFI Adattár

Buócz Z. 2000. Rekultiváció, tájrendezés. – Miskolc, Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Bányászat és Geotechnikai Tanszék. 145 p.

Csámer Á. 1999. Környezetföldtani vizsgálatok Tardona térségében. – Debrecen: Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék. 100 p. Kézirat, Diplomamunka

Csámer Á. 2006. Jelentés a Bükk-hg. ÉK-i előterében végzett 1:10 000 léptékű reambuláló földtani térképezésről: Dubicsányi Andezit Formáció. – Debrecen, Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék Adattár, 180 p. Kézirat

Csámer Á. – Kozák M. 2009. Magma/nedves üledék kölcsönhatás fáciesjelenségei késő-miocén andezitintrúziók kontaktusán Tardona ÉK-i előterében = Földtani Közlöny, 139/2. pp. 151-165.

Császár G. 1997. Magyarország litosztratigráfiai alapegységei. – Budapest, A MÁFI Alkalmi Kiadványa. 114 p.

Csemez A. 1996. Tájtervezés, tájrendezés. – Budapest, Mezőgazda Kiadó. 296 p.

Csiffáry G. 2002. Régi vadaskertek. – In: A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Baráz Cs. (szerk.). Eger, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága. pp. 487-491.

Csorba P. 1986. Geoökológiai vizsgálatok a bodrogkeresztúri riolittufa meddőhányókon = Földrajzi Értesítő, 35/1-2. pp. 57-78.

Csorba P. 1997. Tájökológia. – Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. 113 p.

Dávid L. 2000. A kőbányászat mint felszínalakító tevékenység tájvédelmi, tájrendezési és területfejlesztési vonatkozásai mátra-hegységi példák alapján. – Debrecen, Debreceni Egyetem. 160 p. Kézirat, Doktori értekezés

Demeter G. 2006. The effects of landuse-changes on the landscape generated by socio-economic needs in a coal-mining hilly region of N-Hungary. – In: Anthropogenic Aspects of Landscape Transformations 4. Rahmonov, O. – Rzętala, A. (eds.) Proceedings of Polish-Hungarian Symposium, Sosnowiec–Będzin. pp. 15–22.

Demeter G. – Szabó Sz. 2008. Morfometriai és litológiai tényezők kapcsolatának kvantitatív vizsgálata a Bükkben és északi előterén. Debrecen, 195 p.

Dobány Z. 1999. A Cserehát történeti földrajza (18-20. század). – Nyíregyháza, Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszék. 219 p.

Dobány Z. 2004. A Sajó-Bódva köze történeti földrajza (18-20. század). – Nyíregyháza, Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszék. 170 p.

Dobány Z. 2010a. A Cserehát történeti földrajza (18-20. század). – ANP füzetek VIII. – Jósvafő, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. 222 p.
Dobány Z. 2010b. A Sajó-Bódva köze történeti földrajza (18-20. század). – ANP füzetek IX. – Jósvafő, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. 166 p.
Dobány Z. 2010c. Történeti földrajzi tanulmányok a Hernád-völgy területéről (18-20. század). – ANP füzetek X. – Jósvafő, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. 87 p.
Down, C.G. – Stocks, I. 1977. Environmental Impact of Mining. – Applied Science Publisher, London. 131. p.
Egerer F. - Namesánszky K. 1990. Magyarország meddőhányóinak katasztere. – Miskolc, Miskolci Egyetem. 71 p. Kézirat, 6 db A2 térképmelléklet
Egyed L. 1957. Vízfolyások, morfológia és tektonika kapcsolata = Földtani Közlöny, 87/1. pp. 69-72.
Erdősi F. – Lehmann A. 1984. A környezetváltozás és hatásai. – Budapest, Mezőgazdasági Kiadó. 300 p.
Erdősi F. 1966. A bányászat felszínformáló jelentõsége = Földrajzi Közlemények, 14 (90) / 4. pp. 324-343.
Erdősi F. 1978. Történelmi források és térképek szerepe a környezetben antropogén hatásra végbement változások földrajzi vizsgálatakor: délkelet-dunántúli példák tükrében = Földrajzi Közlemények 26 (102)/2. pp. 118-127.
Erdősi F. 1987. A társadalom hatása a felszínre, a vizekre és az éghajlatra a Mecsek tágabb környezetében. – Budapest, Akadémiai Kiadó. 228 p.
Fazekas I. 2000. Felszínközeli rétegek minősítése kommunális hulladéklerakók elhelyezéséhez. – In: Földtudományi szemle I.: Oktatás, természet- és környezetvédelem, Kozák M. – Csámer Á. (szerk.). Debrecen, Terra Mina. pp. 21-27.
Fazekas I. 2001. Kommunális hulladéklerakók renaturalizációja. – In: A táj változásai a Kárpát-medencében a történelmi események hatására, Füleky Gy. (szerk.). Budapest, Kulturális Örökség Igazgatósága. pp. 280-286.
Fejér L. - Oswald Gy. - Széles L. (szerk.) 1989. A magyarországi kőszenek kéntartalom-felmérésének módszere és eredményei. – Budapest. 49 p.
Félegyházi E. - Kiss T. - Szabó J. 1999. Természetföldrajzi gyakorlatok. – Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. 66 p.
Forman B. 2001. Az energiaforrások és az energiapolitika. – In: A természeti erőforrások gazdaságtana és földrajza, Bora Gy. – Korompai A. (szerk.). Budapest, Aula Kiadó. pp. 81-133.
Frisnyák S. (szerk.) 1979. Kazincbarcika földrajza. – Kazincbarcika. 315 p.
Frisnyák S. 1995. Magyarország történeti földrajza. – Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. pp. 55-156.
Frisnyák S. 2004. A kultúrtáj kialakulása a Kárpát-medencében. – Történeti földrajzi tanulmányok. Nyíregyháza, Nyíregyházi Főiskola Földrajz Tanszék. 315 p.
Füleky Gy. (szerk.) 1997. A táj változásai a Honfoglalás óta a Kárpát-medencében. – Gödöllő, Gödöllői Agrártudományi Egyetem MSZKI. 455 p.
Fűzfa Z. 1998. A Barát-hegy a Bakosok és az Ostoros természeti állapota és története. – Miskolc, Pisztráng Kör Egyesület. 15 p.
Földesi J. 1991. Bányászati ismeretek. – Budapest, Tankönykiadó. pp. 139-141.
Gábris Gy. 1986. A vízhálózat és a szerkezet összefüggései = Földtani Közlöny, 116/1. pp. 45-56.

Gábris Gy. 1987. Néhány gondolat a vízhálózatsűrűséget meghatározó tényezők vizsgálatáról = Földrajzi Közlemények, 35 (111)/1-2. pp. 26-34.
Gefferth K-né 1986. A meddőhányók és bányatavak hasznosításának lehetőségei és gondjai = Bányászati és Kohászati Lapok, 119/3. pp. 181-186.
Góczán L. - Marosi S. - Szilárd J. 1954. Adatok a kőzetminőség, az erózió és a tektonikus mozgások jelenleg ható felszínformáló szerepéhez, valamint a talajerózióhoz = Földrajzi Közlemények, 78 (2)/1. pp. 73-82.
Góczán, L. 1984. A természeti környezet tényezőinek relatív értékelése. – Elmélet - módszer - gyakorlat 31. – Budapest, MTA FKI. 95 p.
Goudie, A. - Viles, H. 2003. The Earth Transformed. An Introduction to Human Impacts on the Environment. – Oxford, Blackwell Publishers. 276 p.
Gyalog L. – Budai T. (szerk.) 2004. Javaslatok Magyarország földtani képzõdményeinek litosztratigráfiai tagolására = A MÁFI Évi Jelentése, pp. 195–232.
Gyalog L. (szerk.) 1996. A földtani térképek jelkulcsa és a rétegtani egységek rövid leírása. A MÁFI Alkalmi Kiadványa. – Budapest, MÁFI. 171 p.
Gyurkó I. – Moskó K. – Czeininger Cs. – Wágner A. 1984. Új eljárás az égő meddőhányó lokalizálására és rekultiválására = Bányászati Lapok, 117/4. pp. 241-243.
Györffy Gy. 1987. Az Árpád-kori Magyarország történeti földrajza I-III. – Budapest, Akadémiai Kiadó. 907 p., 646 p., 568 p.
Hahn Gy. - Siskáné Szilasi B. 2004. Bányameddők és bányatavak rekultivációja Magyarországon. – In: Táj és környezet: Tiszteletkötet a 75. éves Marosi Sándornak, Dövényi Z. – Schweitzer F. (szerk.). Budapest, MTA FKI. pp. 213-225.
Hajdú-Moharos J. - Hevesi A. 1997. A kárpát-pannon térség tájtagolódása. – In: Magyarország földje: Kitekintéssel a Kárpát-medence egészére. Pannon Enciklopédia, Karátson D. (szerk.). Budapest, Magyar Könyvklub. pp. 274-284.
Halkovics L. 2003. A magyar bányászat történeti statisztikai adattára. – Budapest, KSH. 151 p.
Hámor G. 1997. A Kárpát-medence miocén ősföldrajzi és fáciestérképe. – In: Magyarország földtani atlasza 19. Budapest, MÁFI
Hevesi A. 1980. Adatok a Bükk-hegység negyedidőszaki ősföldrajzi képéhez = Földtani Közlöny, 110. pp. 540-550.
Hevesi A. 2002. Felszínalaktani jellemzés, karsztformakincs. – In: A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Baráz Cs. (szerk.). Eger, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága. pp. 109-148.
Hevesi A. 2005. Adatok a Bükkalja és a Bükk-hát eddig ”védetlen” (védtelen), de védelemre érdemes felszínalaktani-földtani és kultúrtörténeti értékeinek jegyzékéhez. – In: Földtani és felszínalaktani értékek védelme: Geomorfológus Találkozó konferenciakötete, 2002. október 4-5. Dobos A. – Ilyés Z. (szerk.). Eger, Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék. pp. 169-188.
Homoki E. - Juhász Cs. - Baros Z. - Sütő L. 2000. Antropogenic geomorphological research on waste heaps in the East-Borsod coal basin (NE Hungary). – In : Z Badań nad wpływen antropopresji na środowisko Tom. 1. Rzętały, M. (ed.). Sosnowiecz, Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ. pp. 24-31.
Homoki E. – Sütő L. 2005. Szénbányászati formák tájba illesztése. – In: Földtani és felszínalaktani értékek védelme: Geomorfológus Találkozó konferenciakötete, 2002. október 4-5. Dobos A. – Ilyés Z. (szerk.). Eger, Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszék. pp. 309-333.

Hooke, R. L. 2000. On the history of humans as geomorphic agents = Geology, 28. pp. 843–846.
Horn J. 2002. Egy szakma tündöklése és hanyatlása. – Budapest, Bányász Kultúráért Alapítvány. 257 p.
Hoványi L. – Kolozsvári G. 1989. Geodézia és Bányaméréstan: Bányaméréstan II. – Budapest, Tankönyvkiadó. 267 p.
Huettl, R. F. 1998. Ecology of post strip-mining landscapes in Lusatia, Germany = Environmental Science and Policy, 1/2. pp. 129-135.
Illyés Zs. 1997. A történeti megközelítés a területhasználat ökológiai értékelésében: Dörögi-medence mintaterület. – In: A táj változásai a Honfoglalás óta a Kárpát-medencében, Füleky Gy. (szerk.). Gödöllő, Gödöllői Agrártudományi Egyetem MSZKI. pp. 247-253.
Irmédi-Molnár L. 1936. A monarchia III. katonai felvétele és az új magyar felvétel közötti különbségek = Földrajzi Közlemények, 9-10. pp. 326-331.
Jakucs L. 1993. A karsztok sérülékenysége (34 tételben). – In: Aktuális problémák a földrajztanításban, Jáki K. (szerk.). Budapest, PSZM. pp. 34-50.
Jankowski, A. T. 2000. Antropogenic relief transformation in the Upper Silesia industrial region. – In: Antropogenic aspects of landscape transformations 1. Proceedings of Hungarian-Polish Symposium, Lóki J. – Szabó J. (szerk.). Debrecen, Debreceni Egyetem. pp. 33-36.
Járási L. 2002. Kincstári és uradalmi erdőgazdálkodás. – In: A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Baráz Cs. (szerk.). Eger, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága. pp. 455-466.
Jaskó S. 1957. Lyukóbánya és Pereces környékének bányaföldtani leírása = A MÁFI Évi jelentése 1955-56-ról, pp. 97-102.
Jaskó S. 1960. Pliocén korú kéregmozgások a borsodi barnakőszén-medencében = Földtani Közlöny, 90/2. pp. 184-191.
Juhász A. 1961. A borsodi szénmedence keleti részének földtani ismertetése = Bányászati Kohászati Lapok, 91/5. pp. 619-634.
Juhász A. 1962. A borsodi külszíni szénfejtések = Borsodi Évkönyv, pp. 53-59.
Juhász A. 1965. A Kelet-borsodi barnakőszén-medence vízföldtani viszonyai = Bányászati Kohászati Lapok, 98/10. pp. 677-690.
Juhász A. 1966. Szerkezeti megfigyelések a keletborsodi barnakõszén-medence üledéksorában = Földtani Kutatás, 9/3. pp. 13-16.
Juhász A. 1970. A Borsodi-medence keleti részén a helvéti barnakőszéntelepek szénkőzettani, településtani vizsgálata = Földtani Közlöny, 100. pp. 239-306.
Juhász Á. 1974. Anthropogene Einwirkungen und Geoprozesse in der Umgebung von Komló (Antropogén hatások és geofolyamatok Komló környékén) = Földrajzi Értesítő, 23/2. pp. 223-224.
Juhász Á. 1975. Az antropogén hatások felszínformáló szerepe és jelentõsége a környezetvédelemben = Földrajzi Közlemények, 23 (99)/1. pp. 14-18.
Juhász Á. 1976. Az antropogén hatások vizsgálata és térképezése ipari-bányászati területeinken = Földrajzi Értesítő, 25/2-4. pp. 249-253.
Juhász Á. 1999. Ipari-bányászati területek tájváltozásai, a környezeti krízistérségek rehabilitációja. – In: A táj változásai a Kárpát-medencében: A II. Tájtörténeti konferencia Nyíregyháza, 1998. november 4-6. konferenciakötete, Füleky Gy. (szerk.). Gödöllő, Gödöllői Agrártudományi Egyetem MSZKI. pp.133-136.

Juhász Á. 2004. Az aktuálgeomorfológiai térképezés a tájrehabilitáció és a településfejlesztés gyakorlatában. – In: Táj és környezet: Tiszteletkötet a 75. éves Marosi Sándornak, Dövényi Z. – Schweitzer F. (szerk.). Budapest, MTA FKI. pp. 163-187.

Juhász J. (szerk.) 1979. Magyarázó Miskolc város építésföldtani atlaszához. – Budapest, Központi Földtani Hivatal. Lyukó: É-Lyukó: Pálinkás: Pereces építésföldtani atlaszai. 188 p.

Karancsi Z. 2002. Természetes és antropogén eredetű környezetváltozás a Medves térség területén. – Szeged: SZTE Természetföldrajzi és Térinformatikai Tanszék. 117 p. Kézirat, Doktori értekezés

Karátson D. (szerk.) 2002. Magyarország földje: Kitekintéssel a Kárpát-medence egészére. Pannon Enciklopédia. – Budapest, Magyar Könyvklub. 555 p.

Kerényi A. 1976. Néhány gondolat a reliefenergiáról = Földrajzi Értesítő, 25/1. pp. 1-30.

Kerényi A. 1994. Talajerózió, talajvédelem. – Budapest, ELTE. pp. 73-97.

Kerényi A. 1995. Általános környezetvédelem. – Szeged, Mozaik Oktatási Stúdió. 383 p.

Kertész Á. 1972. Matematikai-statisztikai módszerek alkalmazási lehetőségei a geomorfológiában a Tetves árok és a Péli völgy példáján = Földrajzi Értesítő, 21/4. pp. 487-502.

Kertész Á. 1974. A morfometria és a morfometrikus térképezés célja és módszerei = Földrajzi Értesítő, 23/4. pp. 433-442.

Kertész Á. 1976. A morfometrikus módszerek alkalmazása a geomorfológiai kutatásokban = Földrajzi Értesítő, 25/2-4. pp. 237-248.

Király E. 1989. A Bükk hegység Ény-i előterének geoelektromos kutatása = Annual Report of the ELGI of Hungary for 1987. 42 p.

Kovács A. 1995. A bánhorváti Damasa-szakadék földtani felépítése, hasadék és járatrendszerének térképe. – Miskolc, Miskolci Bölcsész Egyesület. 32 p. Szakdolgozat

Kovács A. 2002. Régi katonai topográfiai térképek szelvényezése. – Budapest, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék. 32 p. Kézirat, Diplomamunka

Kozák M. - Püspöki Z. - Csathó B. – Kovács P.ffy P. – Pető A. – Csámer Á. 1998. Miocén medenceüledékek települése az Upponyi paleozóos felszínre Lázbérc környékén = Acta GGM Debrecina, 34. pp. 253-280.

Kozák M. - Püspöki Z. - Csathó B. – Pető A. – Csámer Á. – Szalai K. – Vincze L. – McIntosh R. – Püski D. 2000. A Tardonai-dombság 1:25 000 méretarányú reambuláló földtani térképezésének adatbázisa. – Debrecen, Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék Adattára, Kézirat

Kozák M. – Püspöki Z. – McIntosh R. 2001. Structural development outline of the Bükk mountains reflecting recent regional studies = Acta GGM Debrecina, 35. pp. 135-174.

Kozák M. - Püspöki Z. 1995a. Correlative relationship between denudational periods and sedimentation in the forelands of the Bükk Mts. NE Hungary. – In: XV. CBGA Congress. Athen, CBGA. pp. 340-345.

Kozák M. - Püspöki Z. 1995b. Építésföldtani jellemzők környezeti alapjai a Bábony-patak völgyében (K-i Bükk) = Acta GGM Debrecina, 33. pp. 205-218.

Kozák M. – Püspöki Z. 2002. A Bükkhát: Földtani és felszínalaktani jellemzés. – In: A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Baráz Cs. (szerk.). Eger, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága. pp. 229-234.

Kozák M. – Vincze L. – Püspöki Z. – McIntosh R. 2002. Adalékok a Sajó mellékvizei völgyfejlődésének szerkezeti morfogeneziséhez és mérnökgeológiájához. – In: Bányászati, Kohászati, Földtani Nemzetközi Konferencia Kiadványa. Menyháza, Románia. pp. 70-74.

Kozákné Torma J. – Kozák M. 1980. A durvatörmelékes üledékek szemcsejellemzőinek meghatározására szükséges minta tömege = Földtani Közlöny, 110/1. pp. 104-111.
Ládai J. T. 2002. A külszíni süllyedés időbeni lefolyásának vizsgálata = Bányászati és Kohászati Lapok. – 137. évf. - http://www.omikk.bme.hu:8080/cikkadat/bitstream/123456789/39/1/B%C3%A1ny%C3%A1szat20031bol4.pdf 2006.11.30.
Lazák E. Á. 1999. A Sajó bal partján lévő felhagyott meddőhányók rekultivációja. – Miskolc, Miskolci Egyetem Bányamérnöki Kar Geotechnológiai és Térinformatikai Intézet Bányászati és Geotechnikai Tanszék. 63 p. Kézirat, Diplomadolgozat
Leél-Őssy S. 1973. Természeti antropogén folyamatok és formáik vizsgálata Ózd és Arló környékén = Földrajzi Értesítő, 22/2-3. pp. 195-213.
Lehmann A. 1980. A bányászat hatása a növény- és talajtakaróra Pécs területén = Földrajzi Közlemények. 104 (28)/3. pp. 228-256.
Lehoczky A. 1965. A borsodi szénbányászat története I. – Miskolc, Borsodi és Ózdi Szénbányászati Tröszt Igazgatósága. 144 p.
Lehoczky A. 1967. A borsodi szénbányászat története II. – Miskolc, Borsodi és Ózdi Szénbányászati Tröszt Igazgatósága. 197 p.
Lénárt L. 1991. Hévízkutatás Tardona környékén. – Miskolc, Miskolci Egyetem. 38 p.
Lóczy D. 2002. Tájértékelés, földértékelés. – Budapest, Dialóg Campus. 307 p.
Mándy A. - Zsámboki L. 1996. A borsodi-medence szénbányászata. – In: A magyar bányászat évezredes története 2., Benke I. – Reményi V. (szerk.). Budapest, Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület. pp. 19-59.
Margóczi K. 1998. Természetvédelmi biológia. – Szeged, JATEPress. 108 p.
Marosi S. - Szilárd J. 1974. Domborzati hatások a gazdálkodásra és településekre = Földrajzi Közlemények, 22 (98)/3. pp. 185-197.
Martos F. 1955. Újabb adatok a külszíni alakváltozások számításához = Bányászati Lapok, 1955/10. pp. 538-544.
Martos F. 1956. A külszíni süllyedés számításának egy közelítő módszere = Bányászati Kutatóintézet Közleményei, 1956/1. pp. 3-12.
Martos F. 1958. A külszín elmozdulását befolyásoló tényezők = Bányászati Lapok, 91/1. pp. 367-372.
Martos F. 1960. A bányakárok csökkentésének lehetőségei = Bányászati Lapok, 93/2. pp. 74-80.
Mattyasovszky J. 1956. A talajtípus, az alapkőzet és a lejtőviszonyok hatása a talajeróziós folyamatok kialakulására = Földrajzi Közlemények 80 (4)/4. pp. 355-364.
Mezősi G. – Fejes Cs. 2004. A tájmetria. – In: Táj és környezet: Tiszteletkötet a 75 éves Marosi Sándornak, Dövényi Z. – Schweitzer F. (szerk.). Budapest, MTA FKI. pp. 229-242.
Mezősi G. – Mucsi L. 1993. Kritikus környezeti állapotú felszínek Magyarországon = Földrajzi Közlemények, 41 (117)/4. pp. 225-233. (E)
Mezősi G. – Rakonczai J. 1997. A geoökológiai térképezés elmélete és gyakorlata. – Szeged, JATE Természeti Földrajzi Tanszék. 131 p.
Miskolci L. 1973. Kéregmozgások vizsgálata szabatos szintezésekkel. – Budapest, Akadémiai Kiadó. pp. 45-48.
Molnár Cs. – Geng I. 2002. Dryopteris carthusiana (Vill.) H. P. Fuchs, Equisetum telmateia Ehrh. és Fumaria parviflora Lam. előfordulása egy bükki meddőhányón = Kitaibelia 7 (2), pp. 281-282.
Montgomery, C. W. 1995. Environmental Geology. – Dubuque, WCB. pp. 270-275., 290-294.

Nagy B. 1997. A felszínborítás vizsgálata a Sajó - Hernád hordalékkúp térségében. – In: A táj változásai a Honfoglalás óta a Kárpát-medencében, Füleky Gy. (szerk.). Gödöllő, Gödöllői Agrártudományi Egyetem MSZKI. pp. 391-398.

Nagy D. 2003. Tájtörténeti kutatások a Gömör-Tornai-karszton I.: A történelmi táj rekonstrukciója az ANP környezetében az I-III. Katonai Felmérések alapján. – In: Kutatások az Aggteleki Nemzeti Parkban, Boldogh S. (szerk.). Jósvafő, Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság. pp. 107-143.

Nagy E. – Nagy I. 1965. Völgyiránystatisztikai vizsgálatok a Mecsekben = Földrajzi Értesítő, 14/1. pp. 147-148.

Nir, D. 1984. Man, a geomorphological agent. – Rózsa P. (ford). Debrecen, KLTE, 1993. 256 p. Kézirat

Ökológiai Intézet Alapítvány 2002. Az I-II-III. katonai felvételezés digitalizált alaptérképe: Georeferált alaptérképek. – Miskolc, Ökológiai Intézet Alapítvány. Forrás: I-II-III. katonai felvételezés.

Panizza, M. (ed.) 1996. Environmental Geomorphology. – Elsevier, Amsterdam. 284 p.

Panov, B. S. – Dudik, A. M. – Shevchenko, O. A. – Matlak, E. S. 1999. On pollution of the biosphere in industrial areas; the example of the Donets coal basin = International Journal of Coal Geology, 40/2-3. pp. 199-210.

Papp S. – Sánta A. – Fehér K. – Mattányi Zs. 2004. Tájökológiai vizsgálatok a Duna-Ipoly Nemzeti Park Ipoly menti szegélyterületén. – In: Táj és környezet: Tiszteletkötet a 75. éves Marosi Sándornak, Dövényi Z., Schweitzer F. (szerk.). Budapest, MTA FKI. pp. 79-101.

Papp S. 1970. Természetes és antropogén vegetációjú lejtők változásainak összehasonlító vizsgálata matematikai-statisztikai módszerekkel = Földrajzi Értesítő, 19/3. pp. 275-288.

Pécsi M. - Juhász Á – Schweitzer F. 1976. A magyarországi felszínmozgásos területek térképezése = Földrajzi Értesítő, 25/2-4. pp. 223-235.

Pécsi M. 1963. Hegylábi (pediment) felszínek a magyarországi középhegységekben = Földrajzi Közlemények, 11 (87)/3-4. pp. 195-212.

Pécsi M. 1988. Geomorfológiai szintek kora a Magyar-középhegységben = Földrajzi Közlemények, 36 (112)/1-2. pp. 28-41.

Pécsi M. 1991. Geomorfológia és domborzatminősítés: Elmélet - módszer - gyakorlat 53. – Budapest, MTA FKI. 296 p.

Peja Gy. 1956a. Suvadástípusok a Bükk É-i (harmadkori) előterében = Földrajzi Közlemények, 80 (4)/3. pp. 217-240.

Peja Gy. 1956b. Tektonikus eredetű morfológiai formák kialakulása a Sajó-völgy középső szakaszán = Földrajzi Közlemények, 80 (4)/4. pp. 365-380.

Peja Gy. 1957. Korráziós formák felszínalakító hatása a Bükk É-ÉK-i előterében = Földrajzi Közlemények, 81 (5)/2. pp. 109-132.

Peja Gy. 1959. A Miskolc-diósgyőri medence felszínformái. – In: Észak-Magyarország: Válogatott geomorfológiai tanulmányok. Észak- és Kelet-Magyarországi Földrajzi Évkönyv 2000, Boros L. (szerk.). Miskolc, Diósgyőri Gimnázium. pp. 130-155.

Peja Gy. 1975. Geomorfológiai megfigyelések az Északi-középhegység laza kőzetű tömegmozgásos lejtőin = Földrajzi Értesítő, 24/2. pp. 123-140.

Pesty F. 1988. Borsod vármegye leírása 1864-ben. – Miskolc, Herman Ottó Múzeum. 425 p.

Pinczés Z. – Martonné Erdős K. – Dobos A. 1993. Eltérések és hasonlóságok a hegylábfelszínek pleisztocén felszínfejlődésében = Földrajzi Közlemények, 41 (117)/3. pp. 149-162.

Pinczés Z. 1977. Hazai középhegységek periglaciális üledékei = Földrajzi Közlemények, 25 (101)/1-3. pp. 29-45.

Pinczés Z. 1980. A művelési ágak és módok hatása a talajerózióra = Földrajzi Közlemények, 28 (104)/4. pp. 357-379.

Püspöki Z. - Kozák M. - Csámer Á. - Szalai K. 1998. Paleo tömegmozgás okozta zavarok a földtani térképezésben = Acta GGM Debrecina, 34. pp. 219-233.

Püspöki Z. - Kozák M. - Csámer Á. 2001. A Borsodi-medence miocénjének vulkanosztratigráfiai kapcsolatai a K-ÉK-Magyarországi térséggel = Acta GGM Debrecina, 35. pp. 255-262.

Püspöki Z. – Piros O. – Kozák M. 1996. Mikrofácies vizsgálatok szarmata mészkőkavicsokon a K-i Bükkalján = Acta GGM Debrecina, 33. pp. 219-238.

Püspöki Z. 2002. A Tardonai-dombság miocén medencefejlődése az üledékes szekvenciák fácies- és rétegtani adatainak tükrében. – Debrecen, Debreceni Egyetem. 128 p. Kézirat, Doktori értekezés

Püspöki Z. – Szabó Sz. – Demeter G. – Szalai K. – McIntosh R. W. – Vincze L. – Németh G. – Kovács I. 2005. The statistical relationship between unconfined compressive strengths and the frequency distributions of slope gradients: A case study in northern Hungary = Geomorphology 71. pp. 424– 436.

R. Várkonyi Á. (szerk.) 2000. Táj és történelem: Tanulmányok a történeti ökológia világából. – Budapest, Osiris Kiadó. p. 371.

Radócz Gy. 1965. A Bükkhegység környéki helvéti barnakőszénösszlet átfogó prognózistérképe 1:100 000. – Budapest, MÁFI Adattár

Radócz Gy. 1993. A borsodi kőszénláprekonstrukciós vizsgálatok 1987-1993 között végzett eredményeinek összefoglaló értékelése I.: Földtani viszonyok. – Budapest, Országos Földtani és Geofizikai Adattár. Kézirat

Radócz Gy. 1999. Dubicsányi Andezit Formáció. – Budapest, Országos Földtani és Geofizikai Adattár. Kézirat

R**adócz Gy. 2000a.** Borsodbótai Formáció. – Budapest, Országos Földtani és Geofizikai Adattár. Kézirat

Radócz Gy. 2000b. Salgótarjáni Barnakőszén Formáció. – Budapest, Országos Földtani és Geofizikai Adattár. Kézirat

Rimmer, D. L. – Younger, A. 1997. Land reclamation after coal-mining operations. = Issues in Environmental Science and Technology, 7. pp. 73-90.

Rózsa P. 2006. Az ember felszínformáló tevékenységének kvalitatív és kvantitatív értékelése. – In: Antropogén geomorfológia, Szabó J. – Dávid L. (szerk.). Debrecen. Kossuth Egyetemi Kiadó. pp. 291-313.

Schréter Z. 1917. Pereces és Sajószentpéter környékének földtani viszonyai = A MÁFI Évi jelentése 1916-ról, pp. 329-341.

Schréter Z. 1923. Földtani felvétel a Sajóvölgy neogén medencéjében = A MÁFI Évi jelentése 1917-1919-ről, 61 p.

Schréter Z. 1952. Újabb földtani vizsgálatok a sajóvölgyi barnakőszénmedencében = A MÁFI Évi Jelentése 1949-ről, 115 p.

Schweitzer F. - Tiner T. (szerk.) 1996. Nagyberuházások és veszélyes hulladékok telephely-kiválasztásának földrajzi feltételrendszere. Elmélet - módszer - gyakorlat 56. – Budapest, MTA FKI. 180 p.

Schweitzer F. 1993. Domborzatformálódás a Pannóniai-medence belsejében a fiatal újkorban és a negyedidőszak határán. – Budapest, MTA FKI. 125 p. Akadémiai doktori értekezés

Shcherbakova, E. P. 1997. Inzhenerno-geologicheskoye i geomorfologicheskoye obosnovaniye tekhnogennogo relyefa namyvnyh territoriy gidrootvalov. – Moscow, Moskovskiy Gosudarstvennyy Gornyy Universitet. 145 p.

Shcherbakova, E. P. **2000.** Mineral associations of the burning dumps of the Russian and European coal basins: similarities and differences = Acta Mineralogica-Petrographica: Acta Universitatis Szegediensis, 41. pp. 97.

Simon T. 1997. A magyarországi edényes flóra határozója, Harasztok, Virágos növények. – Budapest, Nezeti Tankönyvkiadó. 874 p.

Slaymaker, O. (ed.) 2000. Geomorphology, Human Activity and Global Environmental Change: International Conference on Geomorphology 1997 Proceedings. – John Wiley and Sons, Chichester. 322 p.

Somosvári Zs. 1989. Geomechanika II. – Budapest, Tankönyvkiadó. pp. 295-301.

Somosvári Zs. 1990. Geomechanika I. – Budapest, Tankönyvkiadó. pp. 164-171.

Spears, D. A. 1997. Environmental impact of minerals in UK coals. = Geological Society Special Publications, 125. pp. 287-295.

Sümegi P. 2001. A negyedidőszak földtani és őskörnyezettani alapjai. – Szeged, JATEPress. pp. 163-190.

Sütő L. - Csámer Á. - Homoki E. 2005. The role of the geological and the geomorphological endowments in landuse on the catchment area of Tardona stream (NE-Hungary). – Zborník z III. mezdinarodného geografického kolokvia, Zmeny v štruktúre krajiny ako reflexia súčasnỳch spoločenskỳch zmien v strednej a vỳchodnej Európe, Danisovce, pp. 133-137.

Sütő L. – Szalai K. 2001. Geomorfológiai vizsgálatok különböző kőzettani felépítésű Bükk előtéri mintaterületeken = Acta GGM Debrecina, 35. pp. 287-296.

Sütő L. 2000. Mining agency in the east Borsod Basin, North-East Hungary. – In: Nature use in the different conditions of human impact, Jankowski, A. T. - Pirozhnik I. I. (eds.). Minsk; Sosnowiec Studenckie Koło Naukowe Geografów UŚ. pp. 116-123.

Sütő L. 2006. Az energiahordozók bányászatának geomorfológiai problémái. – In: Antropogén geomorfológia, Szabó J. - Dávid L. (szerk.). Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. pp. 144-167.

Sütő L. – Homoki E. 2004. A bányászati tevékenység szerepe a tájszerkezet megváltozásában Lyukóbánya környékén. – In: Barton G. – Dormány G. – Rakonczai J. szerk. A magyar földrajz kurrens eredményei, II. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged 2004.09.2-4. Konferenciakötet CD

Sütő, L. – Homoki, E. - Szabó, J. 2004. The role of the impacts of coal mining in the geomorphological evolution of the catchment area of the mine at Lyukóbánya (NE-Hungary). – In: Anthropogenic aspects of landscape transformations III. – Proceedings of Hungarian – Polish Symposium, Debrecen, Lóki, J. – Szabó, J. (eds.). pp. 72-79.

Sütő, L. – **Kozák, M. – Püspöki, Z. 2002.** Effects of coal mining to the environmental conditions of the East Borsod Basin. – In: Proceedings of the XVII. Congress of Carpathian-Balkan Geological Association Bratislava. VEDA Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Geologica Carpathica International Geological Journal special CD issue. Vol. 53.

Sütő, L. – Baros, Z. – Szegedi, S. – Molnár, Cs. – Geng, I. 2007. Coal mining heap fits into its landscape based on analysis of lithology, geomorphology and vegetation = Studies of science of the College of Nyíregyháza, Vol. 7. pp. 111-123.
Szabó J. - Dávid L. (szerk.) 2006: Antropogén geomorfológia. – Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. 318 p.
Szabó J. 1979. A városkörnyéki táj fejlődése és morfológiája. – In: Kazincbarcika földrajza, Frisnyák S. (szerk.). Kazincbarcika, Kazincbarcika Városi Tanács. pp. 11-54.
Szabó J. 1983. Gondolatok a csuszamlásos folyamatok általános jellemzéséhez különös tekintettel az osztályozás kérdéseire = Acta GGM Debrecina, 19. pp. 83-114.
Szabó J. 1984. A természeti környezet mezőgazdasági szempontú minősítése a Csereháton = Földrajzi Közlemények, 32 (108)/3. pp. 255-284.
Szabó J. 1993. Antropogén geomorfológia. – In: Általános természetföldrajz, Borsy Z. (szerk.). Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó. pp. 500-518.
Szabó J. 1996. Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfológai fejlődésében. – Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. 223 p.
Szabó M. - Izsák É. - Molnár E. 1999. A természeti és társadalmi környezet összefüggései a Sajó-völgy példáján. – In: A táj változásai a Kárpát medencében Füleky Gy. (szerk). Gödöllő, Gödöllői Agrártudományi Egyetem MSZKI. pp. 319-324.
Szabó Sz. 2004. Talajtulajdonságok szerepének értékelése egy tájérzékenység-vizsgálat példáján. – Studia Geographica, Debrecen, Debreceni Egyetem Földrajz Tanszék. 152 p. Doktori értekezés
Szádeczky - Kardoss E. 1952. Szénkőzettan. – Budapest, Akadémiai Kiadó. 315 p.
Szakáll S. 1986. Új megfigyelések a magyarországi terméselemek és szulfidok köréből = Ásványgyűjtő figyelő, 3/2. pp. 2-15.
Szalai K. 2004. Geomorfológiai vizsgálatok az Upponyi-szigethegységben és előterein, különös tekintettel a földtani adottságok szerepére. – Debrecen, DE Ásvány- és Földtani Tanszék. 111 p. Kézirat, Doktori értekezés
Szalai K. – Demeter G. – Püspöki Z. 2002. Interaction between the geological background, the geomorphological development and the land-use of an area (on a Hungarian small catchment area). In: Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Tom. 3. Rzętała, A. – Szczypek, T. (eds.) Sosnoviec–Będzin, 2002. pp. 83–90.
Szalay I. – Dudás J. – Hegedűs E. – Schönviszky L. – Taba S. 1976. Geofizikai szerkezetkutatás a Darnó-vonal környékén = Annual Report of the Eötvös Loránd Geophysical Institute of Hungary for 1975. pp. 26-30.
Szczepanska, J. - Twardowska, I. 1999. Distribution and environmental impact of coal-mining wastes in Upper Silesia, Poland = Environmental Geology, 38/3. pp. 249-258.
Szegedi S. 2002. A környezet és a társadalom kölcsönhatása a Kárpát-medencében a honfoglalástól a XX. századig. – Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó. 70 p.
Szegedi S. – Baros Z. 2004a. Mikroklíma-vizsgálatok szénbányászati meddőhányókon = Földtudományi tanulmányok, pp. 195-202.
Szegedi S. – Baros Z. 2004b. A szénbányászati meddőhányók domborzata által módosított szélviszonyok hatása a por és a légszennyező anyagok terjedésére, a II. Magyar Földrajzi Konferencia, Szeged, 2004. szeptember 2-4. CD-kötete.
Szilassi P. 2006. A területhasználat változásának tendenciái a balaton vízgyűjtőjén a településsoros statisztikai adatok tükrében. – In.: Táj, környezet és Társadalom: Ünnepi tanulmánykötet Keveiné Bárány Ilona Professzorasszony születésnapja alkalmá-

ból, Kiss A. – Mezősi G. – Sümeghy Z. (szerk.). Szeged, SZTE Éghajlattani és Táj-földrajzi Tanszék. pp. 667-676.
Szilassi P. – Henits L. (szerk.) 2010. Tájváltozás értékelési módszerei a XXI. században. – Földrajzi tanulmányok 5. Szeged, JatePress. 333 p.
Szőnyi L. 1957. A bányaműveléssel érintett területek újrahasznosítása = Bányászati Lapok, 2/3. pp. 172-179.
Szőnyi L. 1961. A bányaművelés utáni tájépítés feladatai a kutatás és tervezés időszakában = Bányászati Lapok, 16/6. pp. 379-383.
Teichmüller, M., Stach, E., Taylor, G. H., Mackowsky, M.-Th., Chandra, D., Teichmüller, R. 1975. Coal Petrology. – Gebrüder Borntraeger. 428 p.
Tomschey O. 1993. Meddőhányók és pernyehányók rekultivációs lehetőségei = Környezetvédelmi füzetek, 1993/17. pp. 1-16.
Tóth P. 1991. A Mária Terézia-kori úrbérrendezés kilenc kérdőpontos vizsgálatai: Borsod vármegye. – Miskolc, Borsod-Abaúj-Zemplén megyei levéltár. 279 p.
Tóth S. (szerk.) 1985. Rekultivációs értelmező szótár. – Kompolt, GATEKI. 185 p.
Turner, M. G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns = Landscape Ecology, 4. pp. 21-30.
Viczián I. – Barna Zs. – Földvári M. 1998. A meddő kőzetek ásványtani összetétele a borsodi-medence egyes alsó-miocén barnakőszéntelepeiben = Földtani Közlöny, 127/1-2. pp. 127-144.
Vincze L. – Németh G. – Szalai K. – McIntosh R. 2000. A Lázbérci Tájvédelmi Körzet és peremterületeinek (Upponyi-hegység) geopotenciál vizsgálata. – Debrecen, Debreceni Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszék. 49 p. Kézirat, OFKD dolgozat
Vojtkó A. 2002. A hegység növénytakarója. – In: A Bükki Nemzeti Park: Hegyek, erdők, emberek, Baráz Cs. (szerk.). Eger, Bükki Nemzeti Park Igazgatósága. pp. 237-261.
Wach, J.- Szczypek, T. 1996. Preobrazovanija relefa mestnsti v rajonah gornodobueajustsi prouestsensosti vsledtvie osedanij grunga (na primere katovickogo voevdstva). In: Geografitseskie problemue prirodopolzovanija v uslovijah antropogennoj dejatelnosti. Minsk, Belorusskij Gosdarstvennuej Universitet i Belorusskoe Geografitseskoe Obsestvo. pp. 21-27.
Zambó J. 1957. Bányaművelés (Feltárás és fejtés). – Budapest, Műszaki Könyvkiadó. 551 p.
Zsámboki L. 1988. A borsodi szénmedence bányászata a kezdetektől a II. világháború végéig = Bányászati és Kohászati Lapok, 121/4. pp. 268-270.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm témavezetőmnek, Dr. Szabó József professzor úrnak értékes ötleteit és hasznos tanácsait. Köszönet érte, hogy a szúnyogok hadával is szembeszállva megmutatta a geomorfológia összefüggéseit, hogy általa belepillanthattam a földrajztudományba.

Dr. Kozák Miklósnak, hogy elindított a tudományos pályán, hogy sárosan, izzadva cipelte a terepi mintákat, s minden vitánk ellenére folyamatosan hajtott előre.

Németh Gábornak az adatbázis kialakításában és kezelésében nyújtott nélkülözhetetlen segítségét.

Köszönettel tartozom az egyes munkafázisokban nyújtott segítségéért minden bányász, geológus, geográfus, biológus és vegyész szakembernek, lektornak aki hozzájárult egy ilyen összetett dolgozat befejezéséhez:

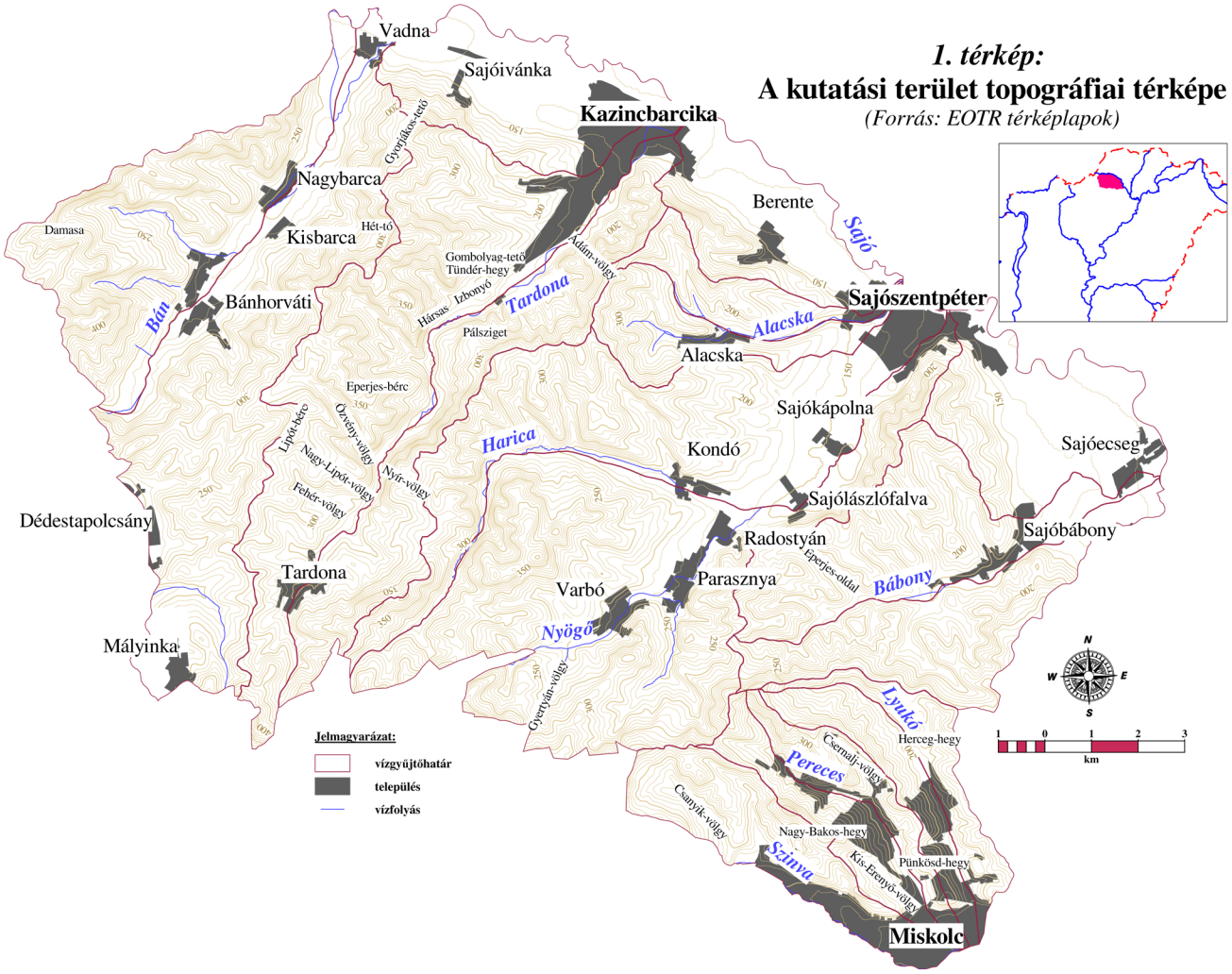
B. Borza Tünde, Baros Zoltán, Csámer Árpád, dr. Fazekas István, Gavallér Pál, Geng Imola, Grenczerné Tóth Csilla, Prof. Dr. Hevesi Attila, Juhász Csilla, Kárpáty Erika, dr. Kemény Gyula, Prof. Dr. Kerényi Attila, Kiss Beatrix, Dr. Kovács-Pálffy Péter, McIntosh Richárd, Molnár Csaba, Nagy Dezső, dr. Püspöki Zoltán, Dr. Rózsa Péter, Prof. Dr. Schweitzer Ferenc, Soósné Mező Krisztina, dr. Szabó Szilárd, dr. Szalai Katalin, dr. Szegedi Sándor, Prof. Dr. Szöőr Gyula, dr. Tóth Csaba, Vargáné Matolcsi Mária és akik a névsorból véletlenül kimaradtak.

Köszönöm öcsémnek, Sütő Péternek, hogy az utolsó hónapokban segített a túlélésben.

Köszönöm páromnak, Homoki Erikának az erején felül nyújtott teljes körű szakmai háttérmunkát, hogy nyaralások helyett végigkísért az utolsó billentyűleütésig, s tartotta bennem a lelket a hosszú éjszakákon.

Végül köszönöm mindkét családnak a hátteret és gyermekeimnek a türelmét.

MELLÉKLET

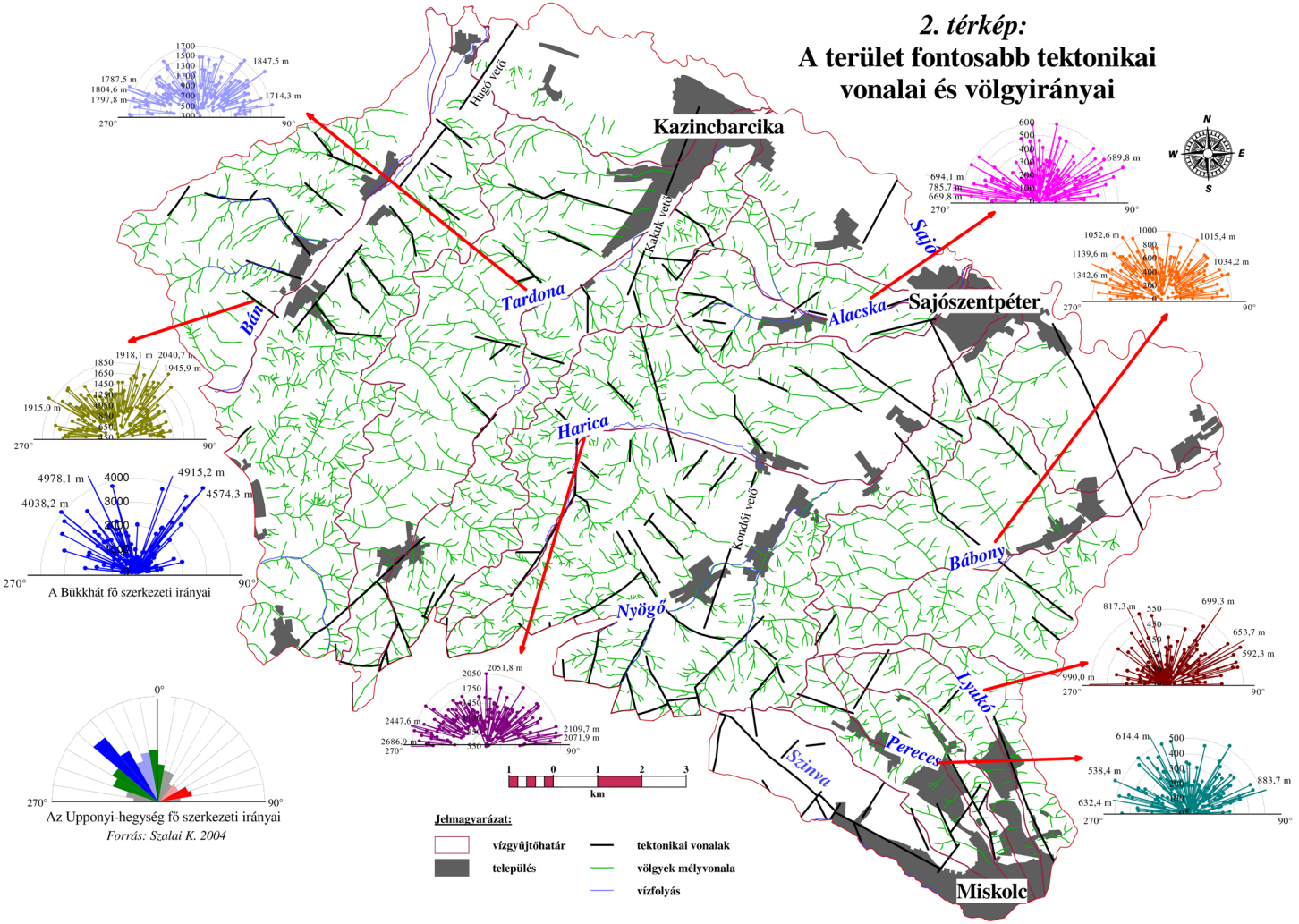


1. térkép:

A kutatási terület topográfiai térképe

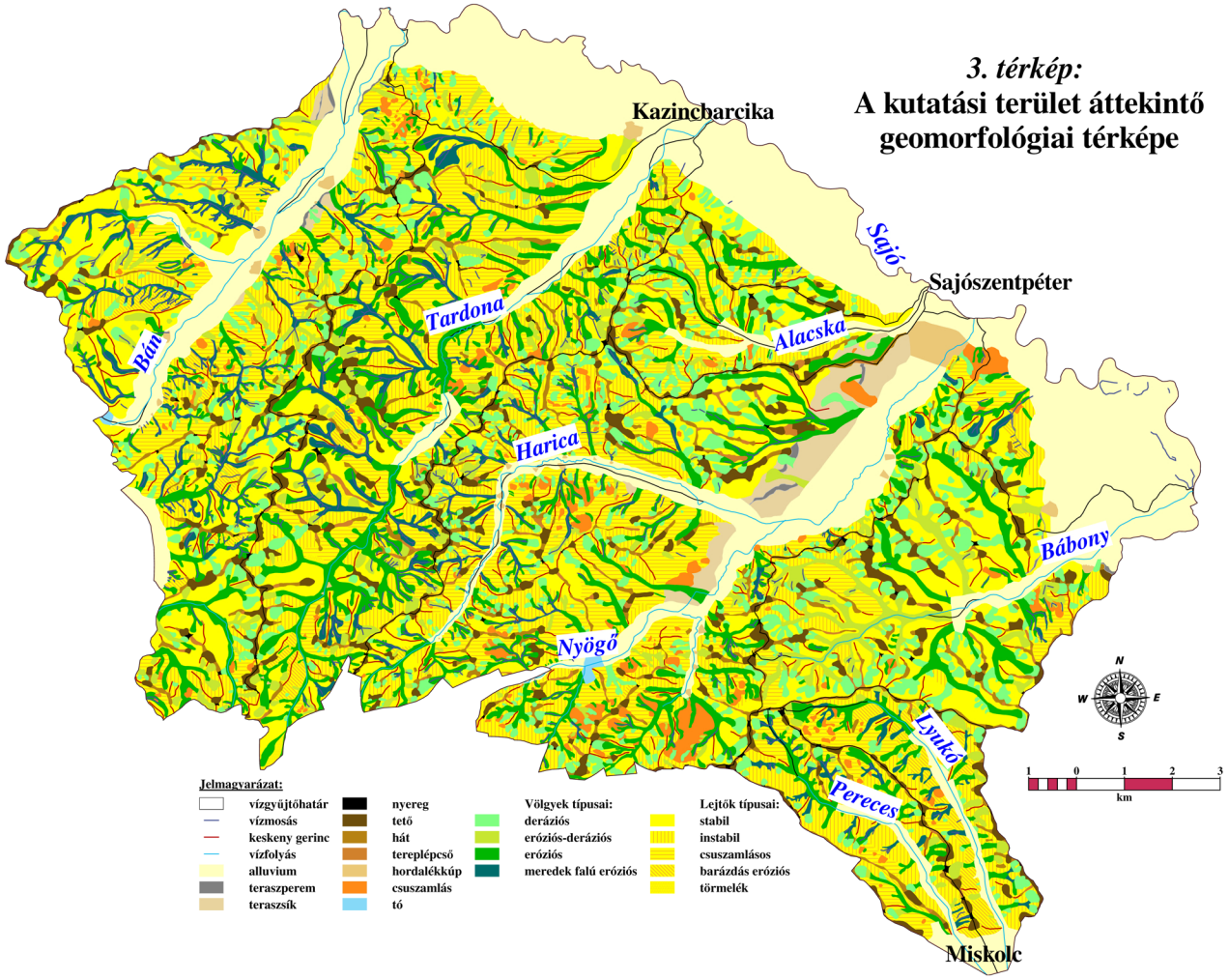
(Forrás: EOTR térképlapok)

2. térkép:
A terület fontosabb tektonikai vonalai és völgyirányai

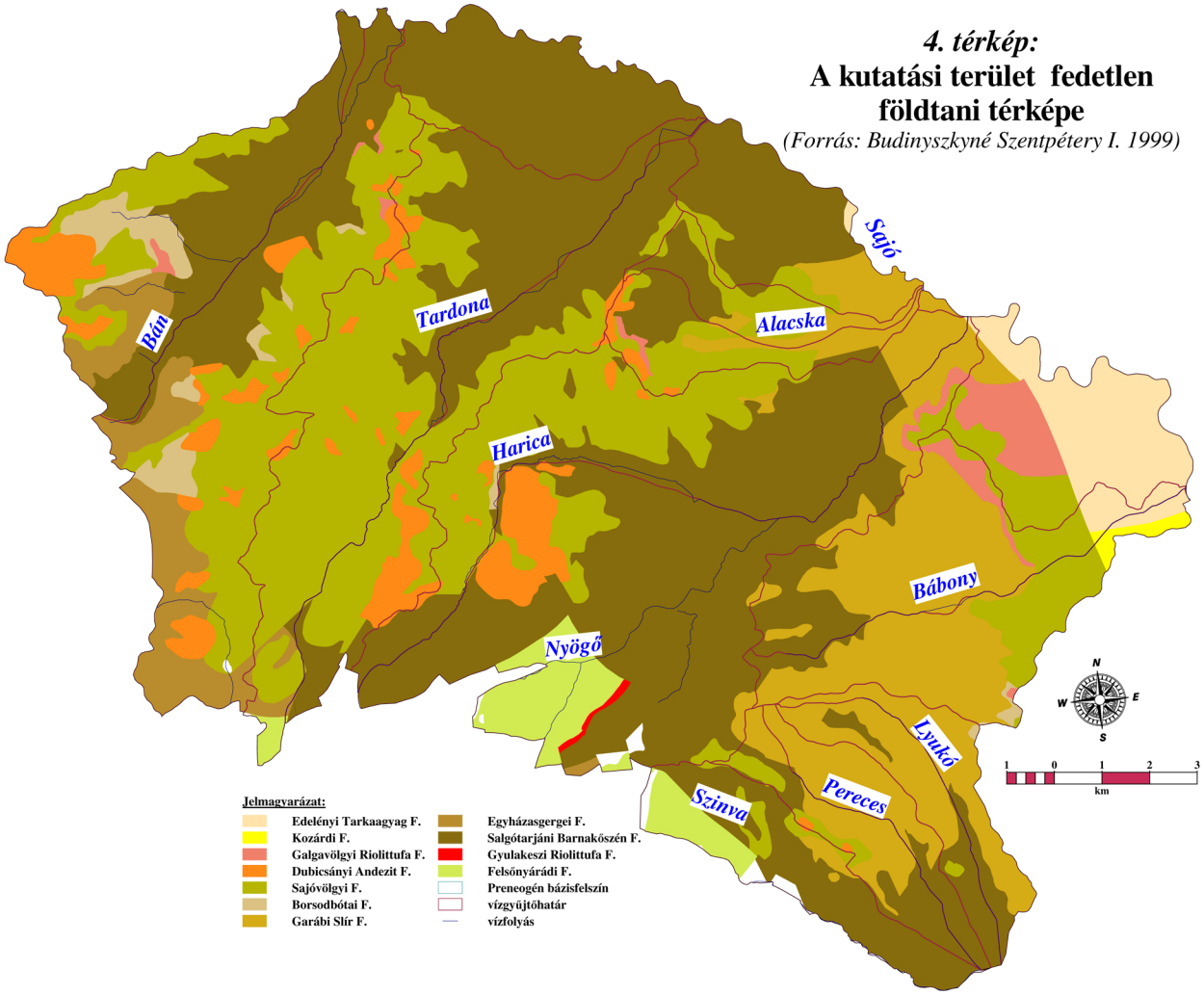


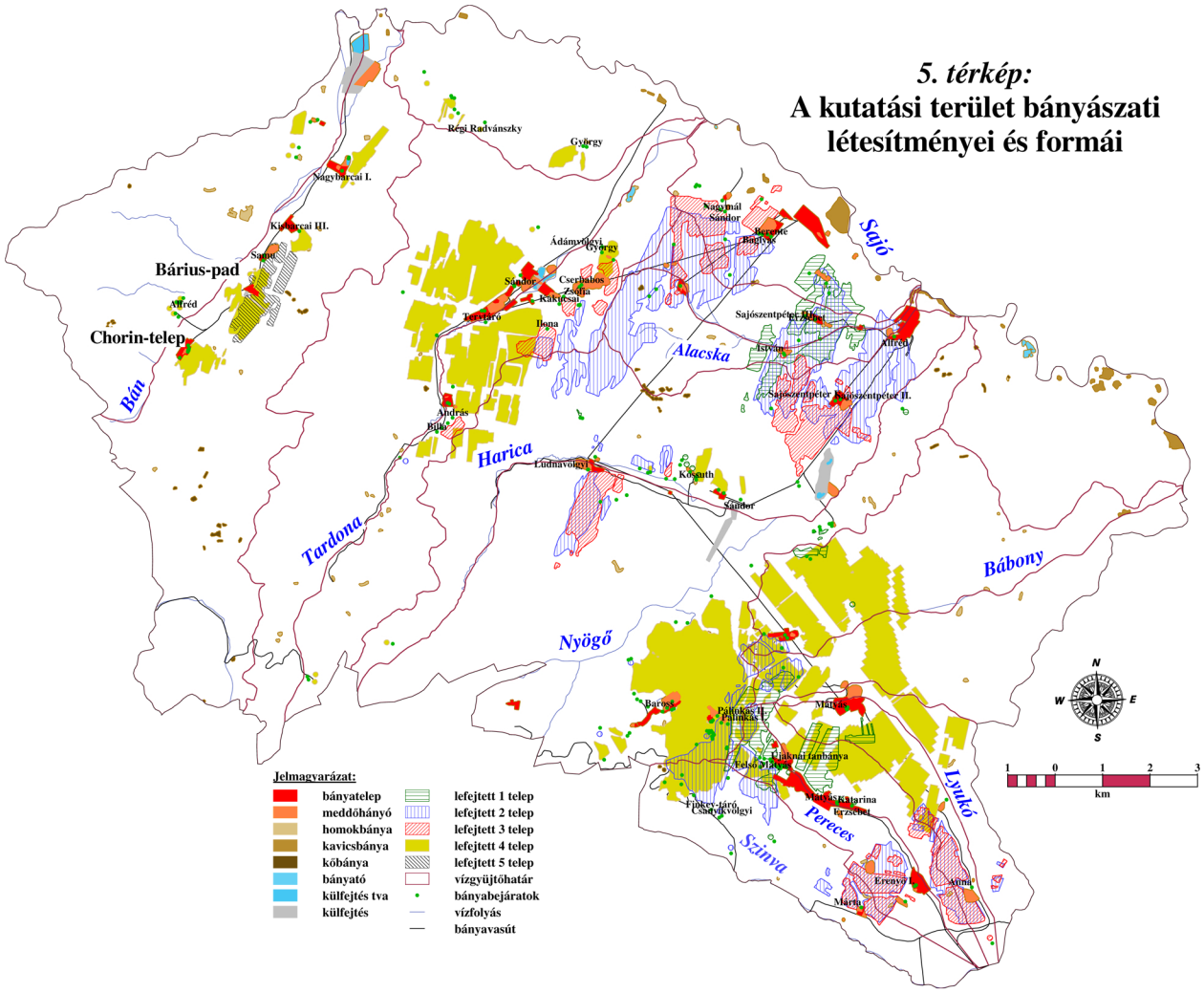
3. térkép:

A kutatási terület áttekintő geomorfológiai térképe



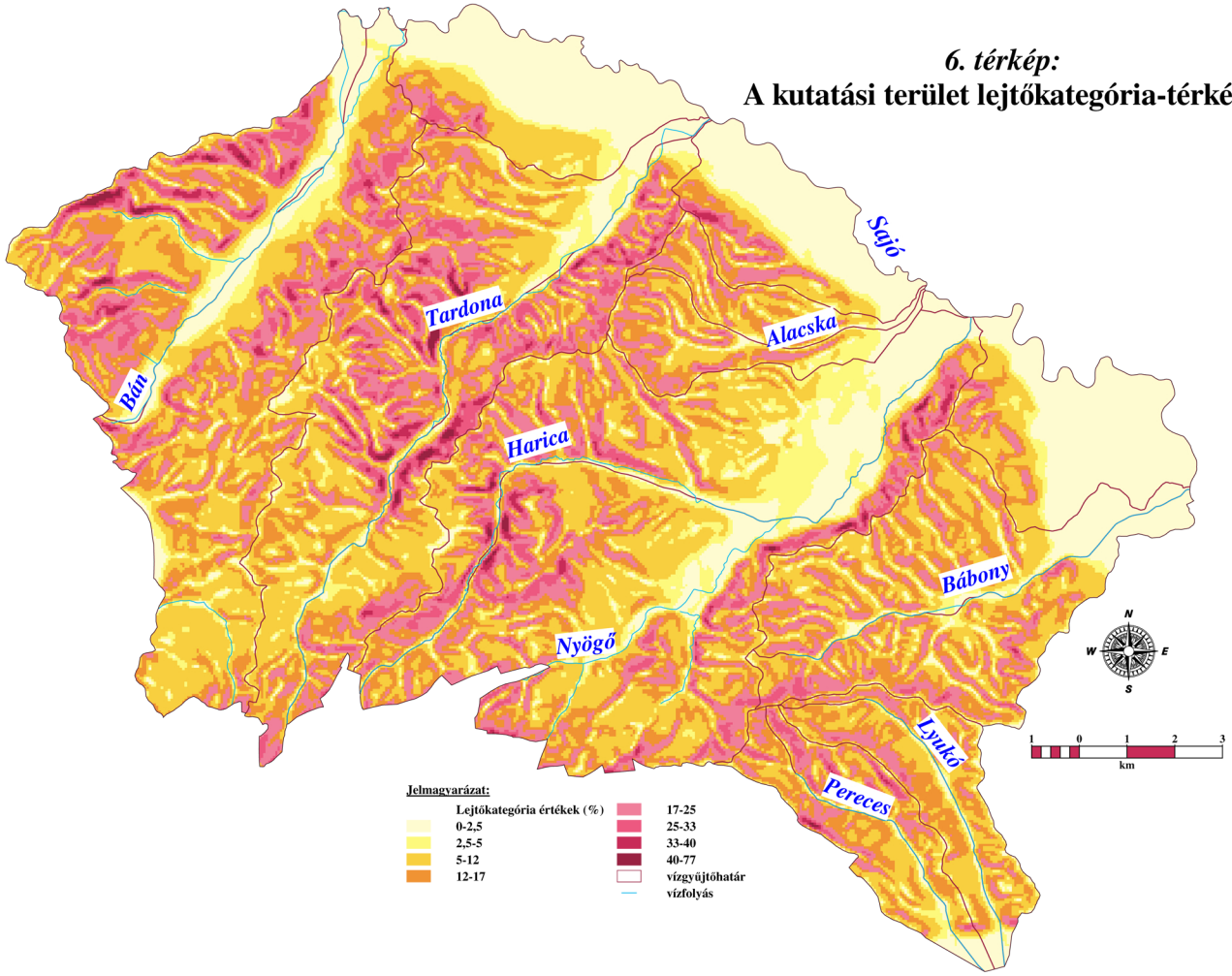
4. térkép:
A kutatási terület fedetlen földtani térképe
(Forrás: Budinyszkyné Szentpétery I. 1999)




5. térkép:
A kutatási terület bányászati létesítményei és formái
Bárius-pad
Chorin-telep
Bán
Tardona
Harica
Alacska
Sajó
Bábony
Nyögő
Lyukó
Pereces
Szinva
Régi Radvánszky
György
Nagybarcai I.
Kisbarcai III.
Sándor
Alfréd
Ádámvölgyi György
Cserbakos Zsófia
Kalkfesai
Terepáró
Ilona
Nagymál Sándor
Borsóte
Boglyas
Sajószentpéter Alsó
Sajószentpéter II.
Ásványi
András
Bükk
Ludmavölgyi
Kossuth
Sándor
Barcsa
Pálfokás II.
Pálfokás I.
Felső Mátyás
Mátyás
Fiúkúti tárnabánya
Fiúkúti-táró
Csehvárvölgyi
Mátyás Katarina
Erzsébet
Erenyő I.
Anna
Mária
Jelmagyarázat:
bányatelep
meddőhányó
homokbánya
kavicsbánya
kőbánya
bányató
külfejtés tva
külfejtés
lefejtett 1 telep
lefejtett 2 telep
lefejtett 3 telep
lefejtett 4 telep
lefejtett 5 telep
vízgyüjtőhatár
bányabejáratok
vízfolyás
bányavasút
N
W
E
S
1 0 1 2 3
km

6. térkép:

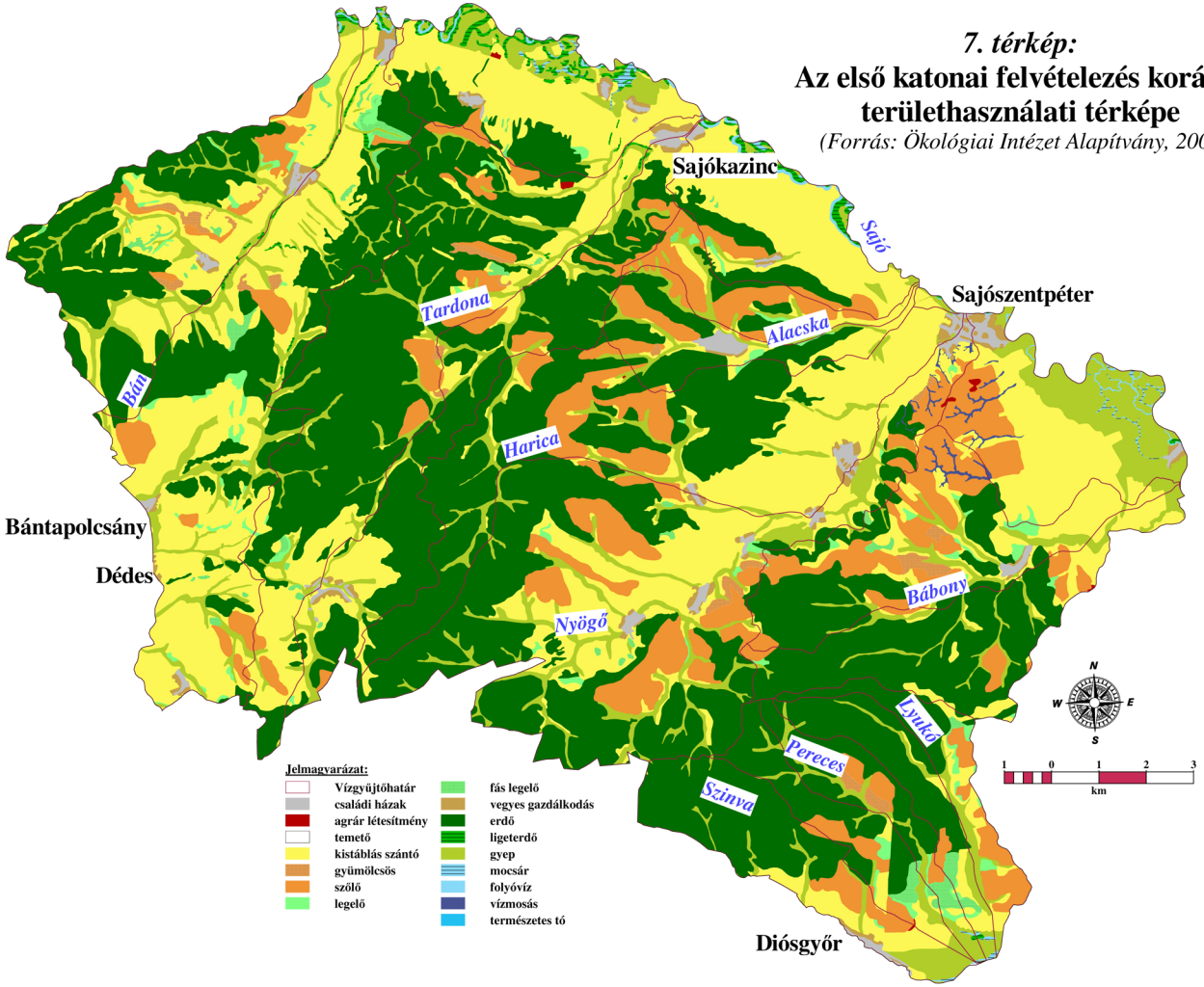
A kutatási terület lejtőkategória-térképe



7. térkép:

Az első katonai felvételezés korának területhasználati térképe

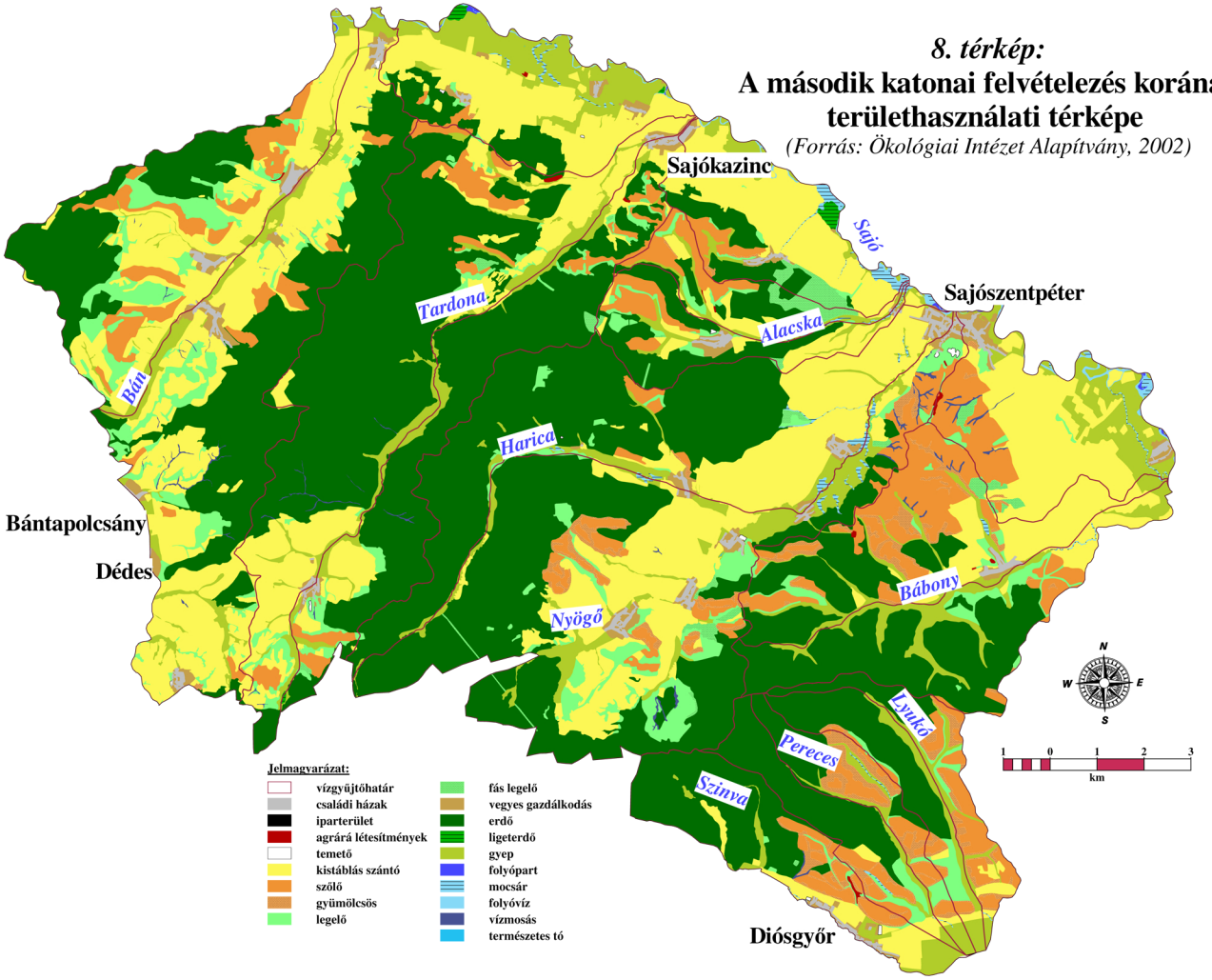
(Forrás: Ökológiai Intézet Alapítvány, 2002)



8. térkép:

A második katonai felvételezés korának területhasználati térképe

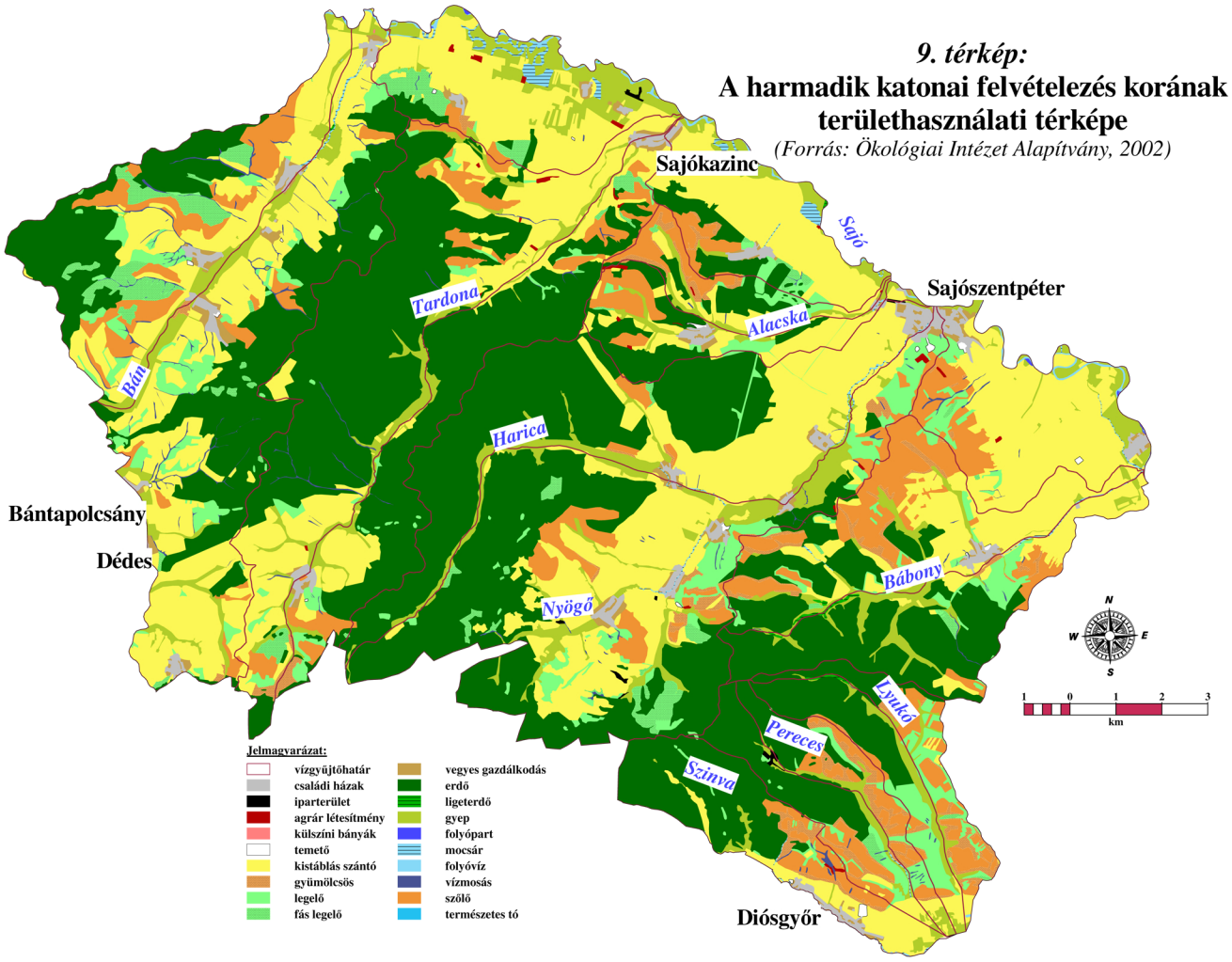
(Forrás: Ökológiai Intézet Alapítvány, 2002)



9. térkép:

A harmadik katonai felvételezés korának területhasználati térképe

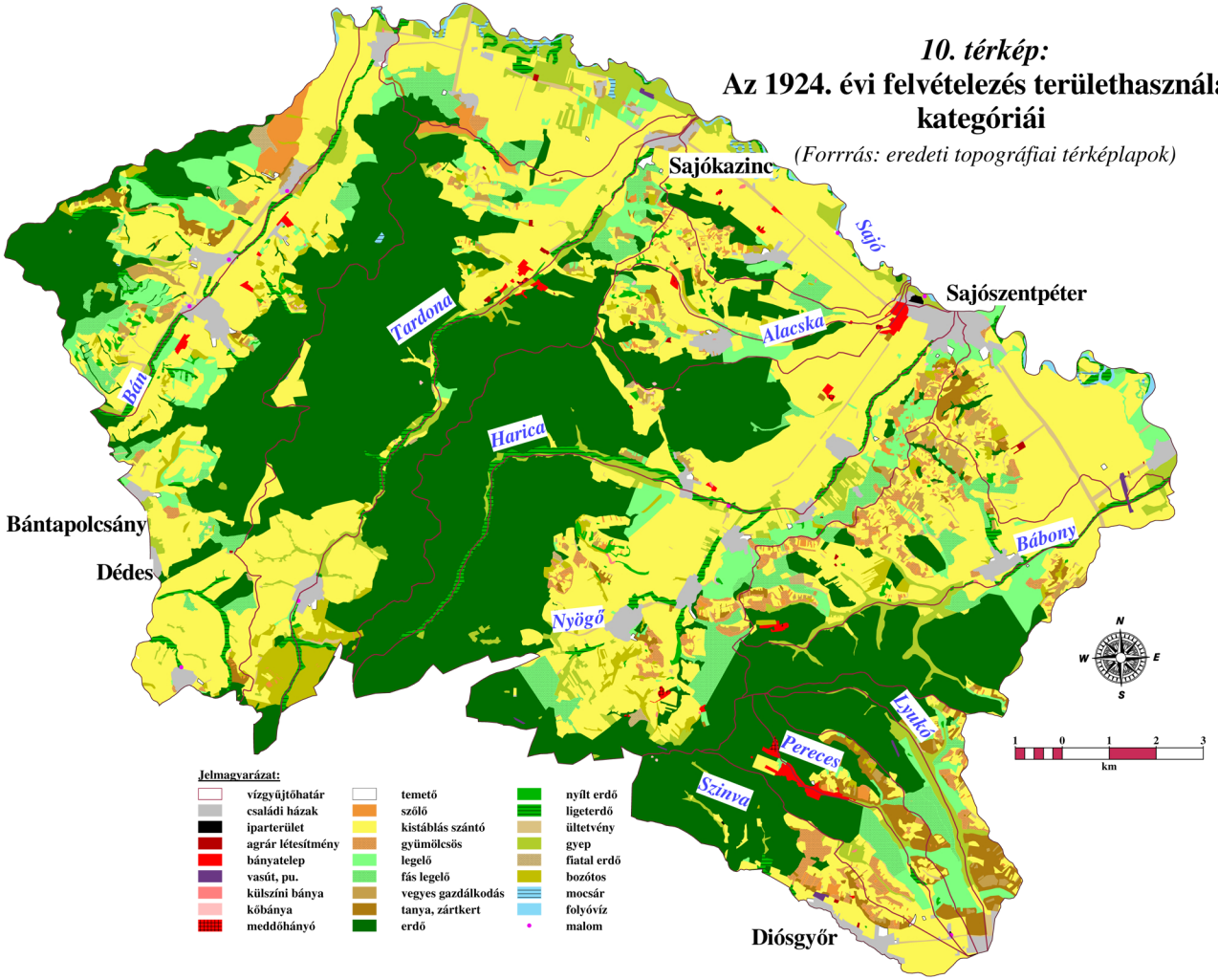
(Forrás: Ökológiai Intézet Alapítvány, 2002)



10. térkép:

Az 1924. évi felvételezés területhasználati kategóriái

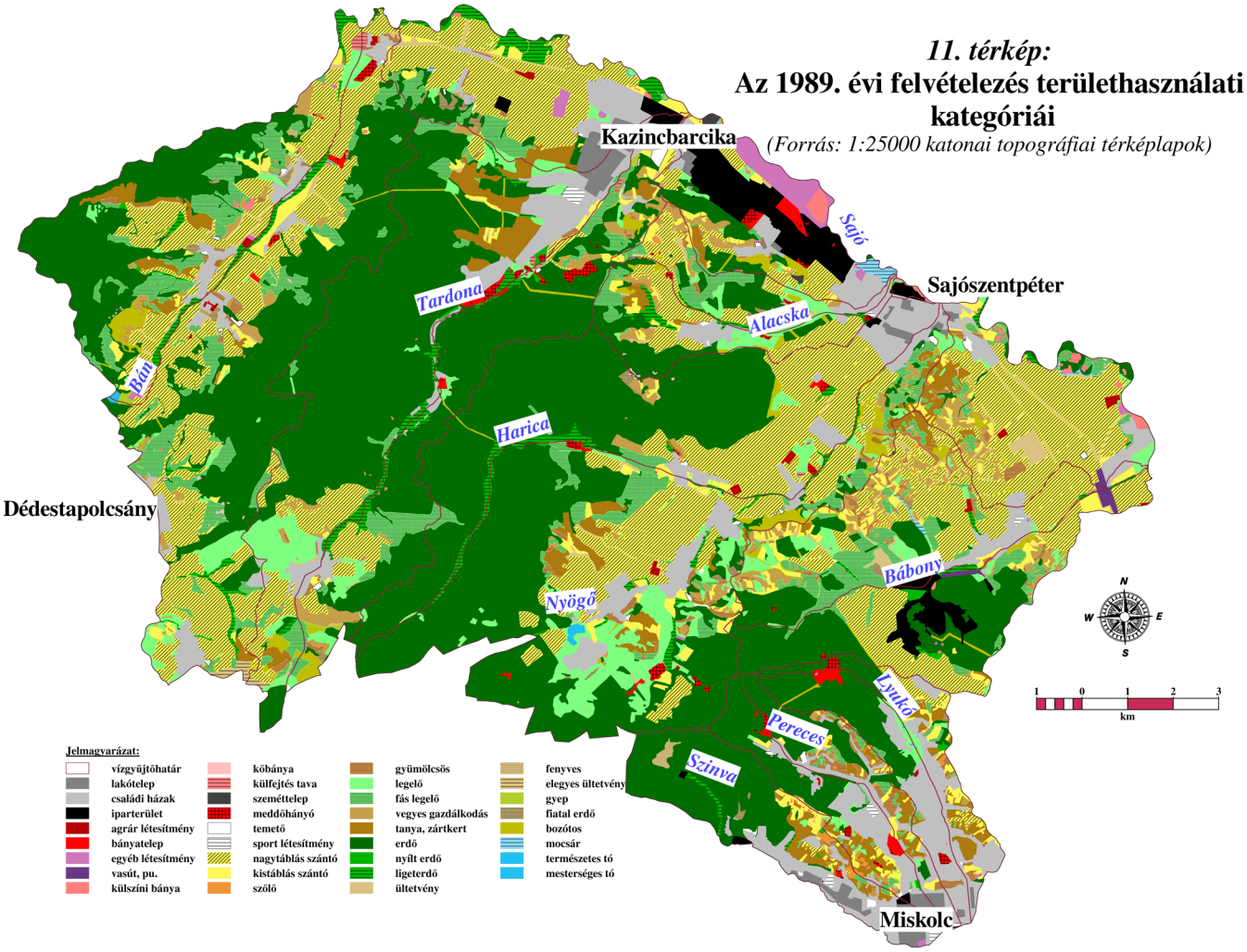
(Forrrás: eredeti topográfiai térképlapok)



11. térkép:

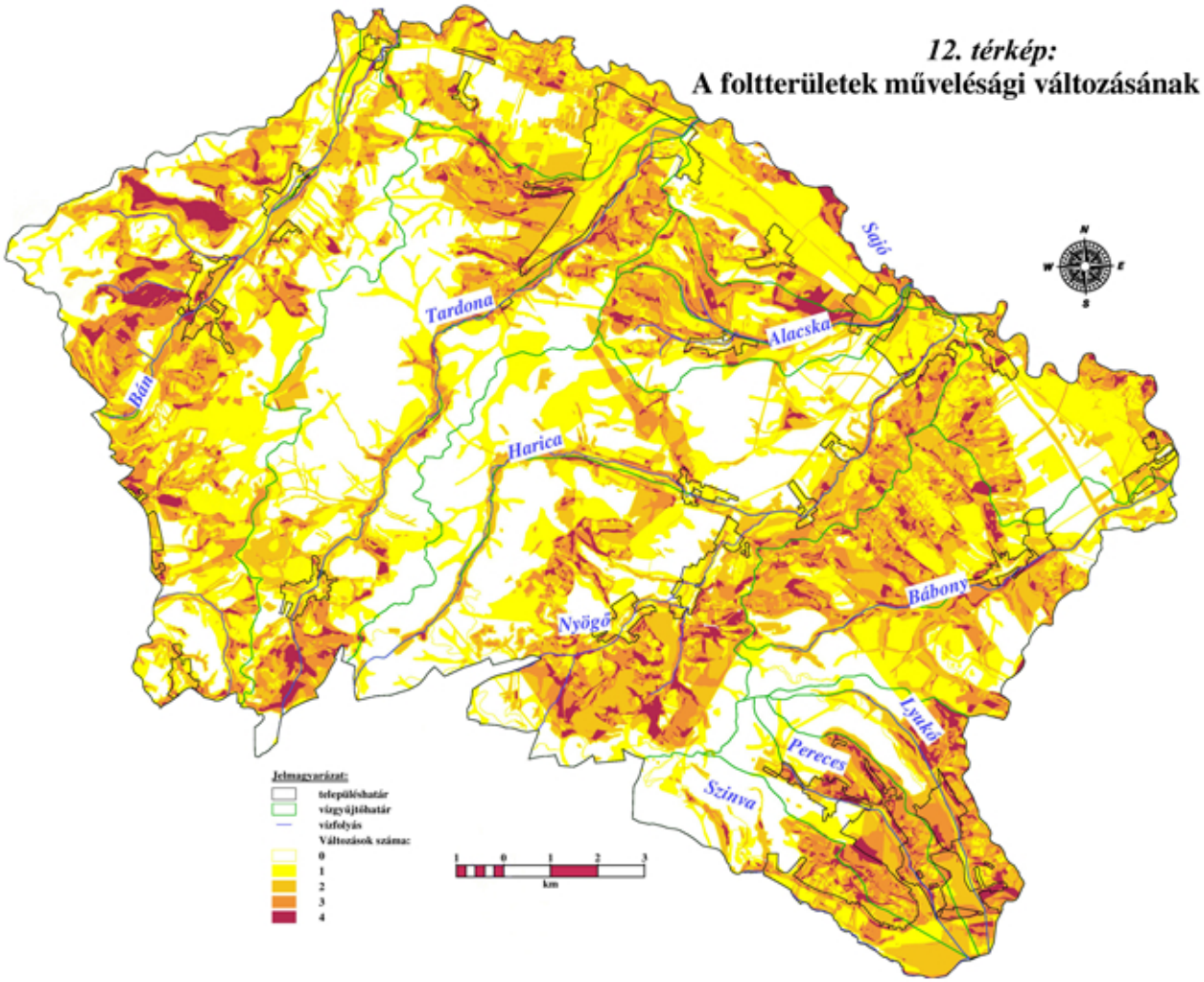
Az 1989. évi felvételezés területhasználati kategóriái

(Forrás: 1:25000 katonai topográfiai térképlapok)



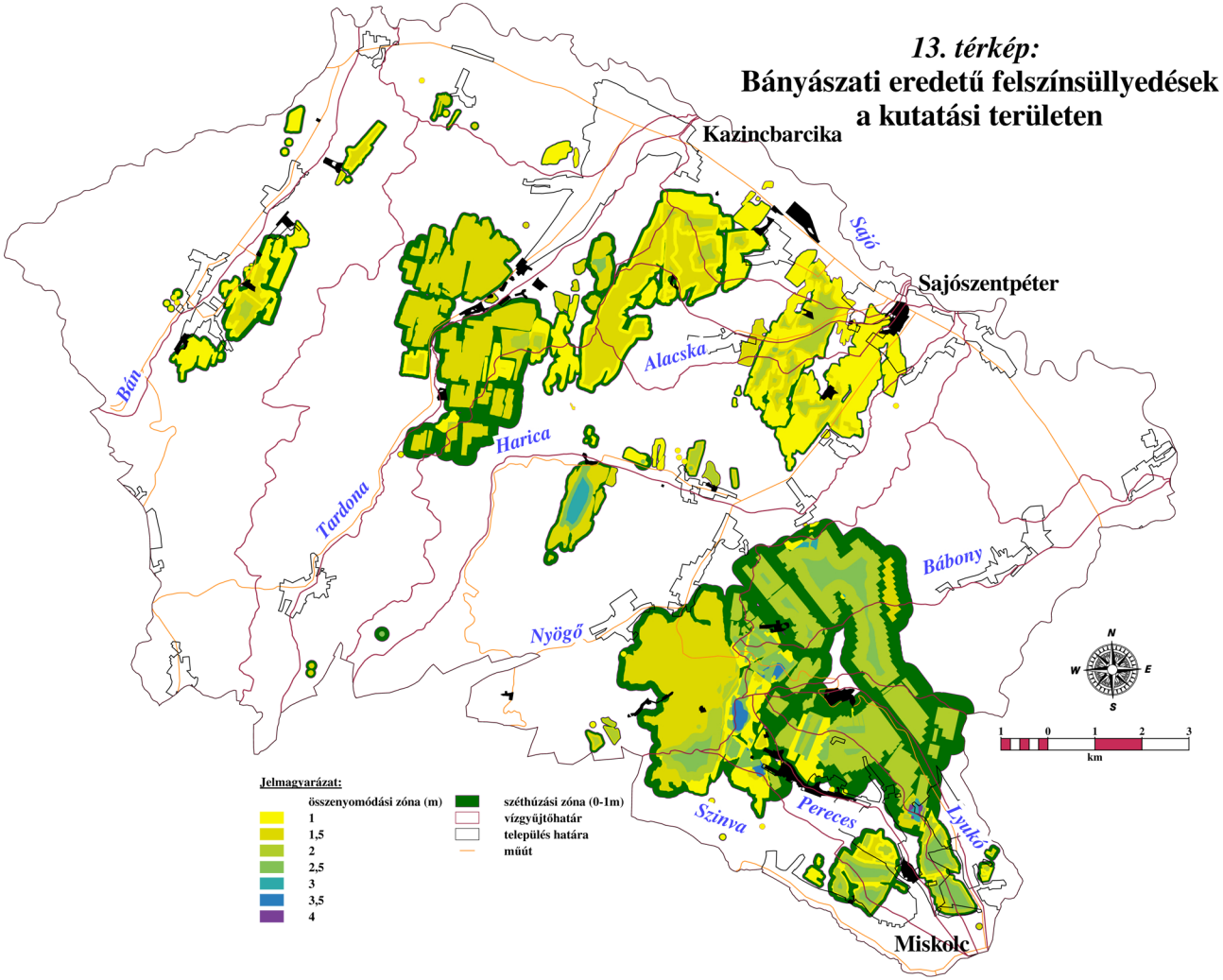
12. térkép:

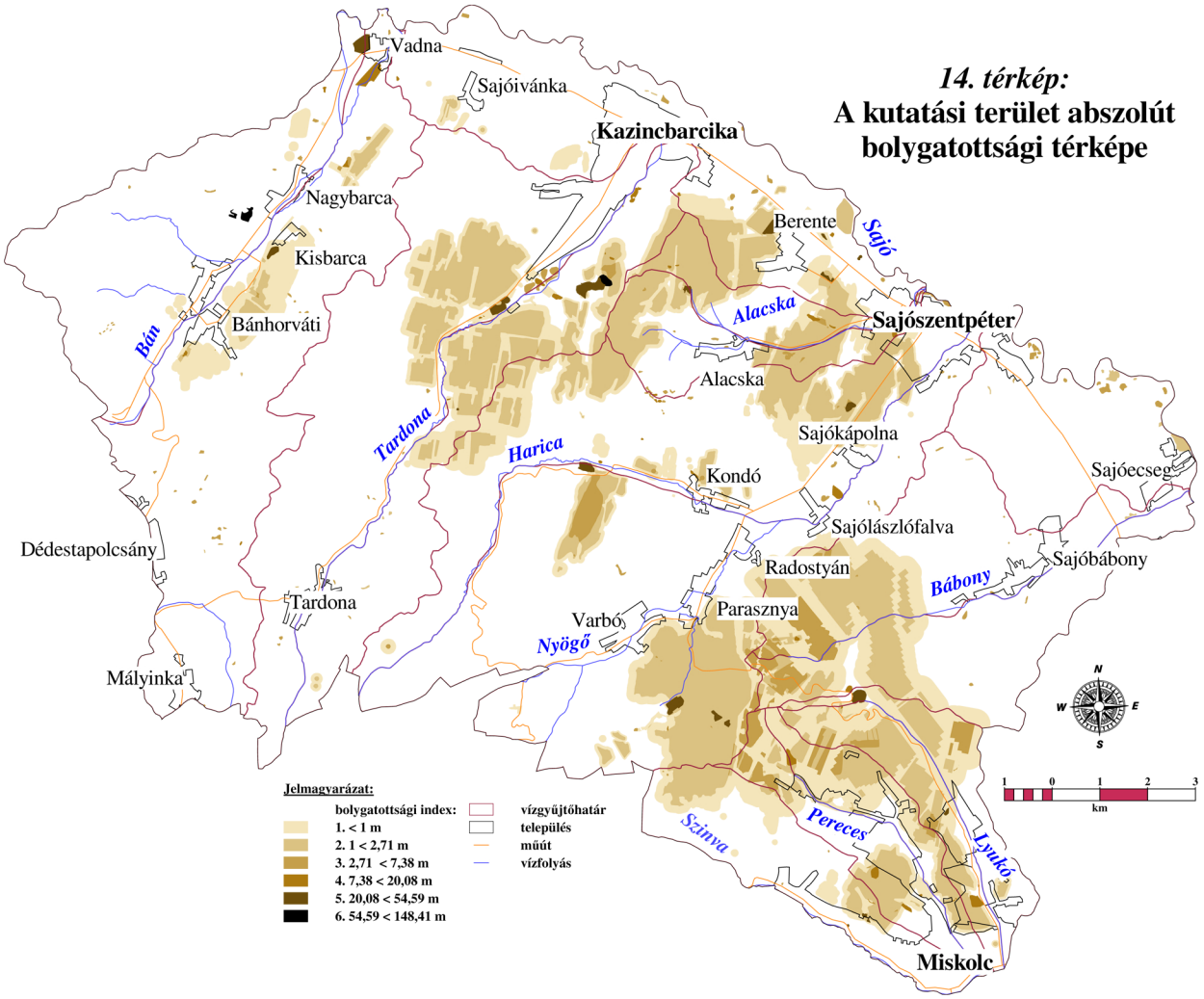
A foltterületek művelésági változásának száma



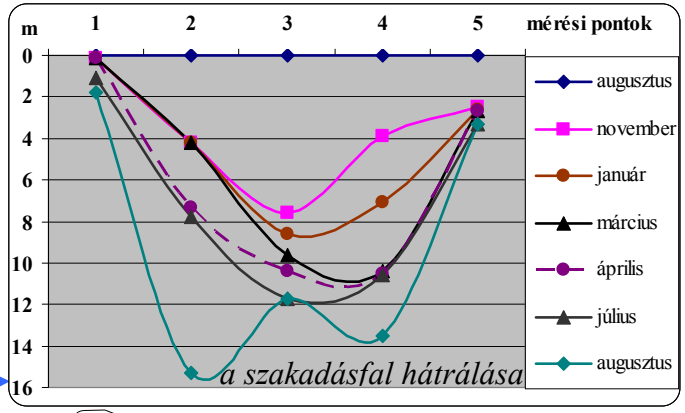
13. térkép:

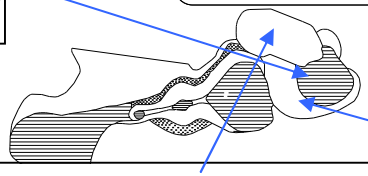
Bányászati eredetű felszínsüllyedések a kutatási területen




14. térkép:
A kutatási terület abszolút bolygatottsági térképe
Vadna
Sajóivánka
Kazincbarcika
Nagybarca
Kisbarca
Bánhorváti
Bán
Berente
Sajó
Alacska
Sajószentpéter
Alacska
Sajókápolna
Tardona
Harica
Kondó
Sajóecseg
Sajólászlófalva
Dédestapolcsány
Radostyán
Sajóbábony
Bábony
Tardona
Varbó
Parasznya
Nyögő
Mályinka
Szinva
Pereces
Lyukó
Miskolc
N
W
E
S
1 0 1 2 3
km
Jelmagyarázat:
bolygatottsági index:
1. < 1 m
2. 1 < 2,71 m
3. 2,71 < 7,38 m
4. 7,38 < 20,08 m
5. 20,08 < 54,59 m
6. 54,59 < 148,41 m
vízgyűjtőhatár
település
műút
vízfolyás

A meddőn kialakult csuszamlás szakadásfala





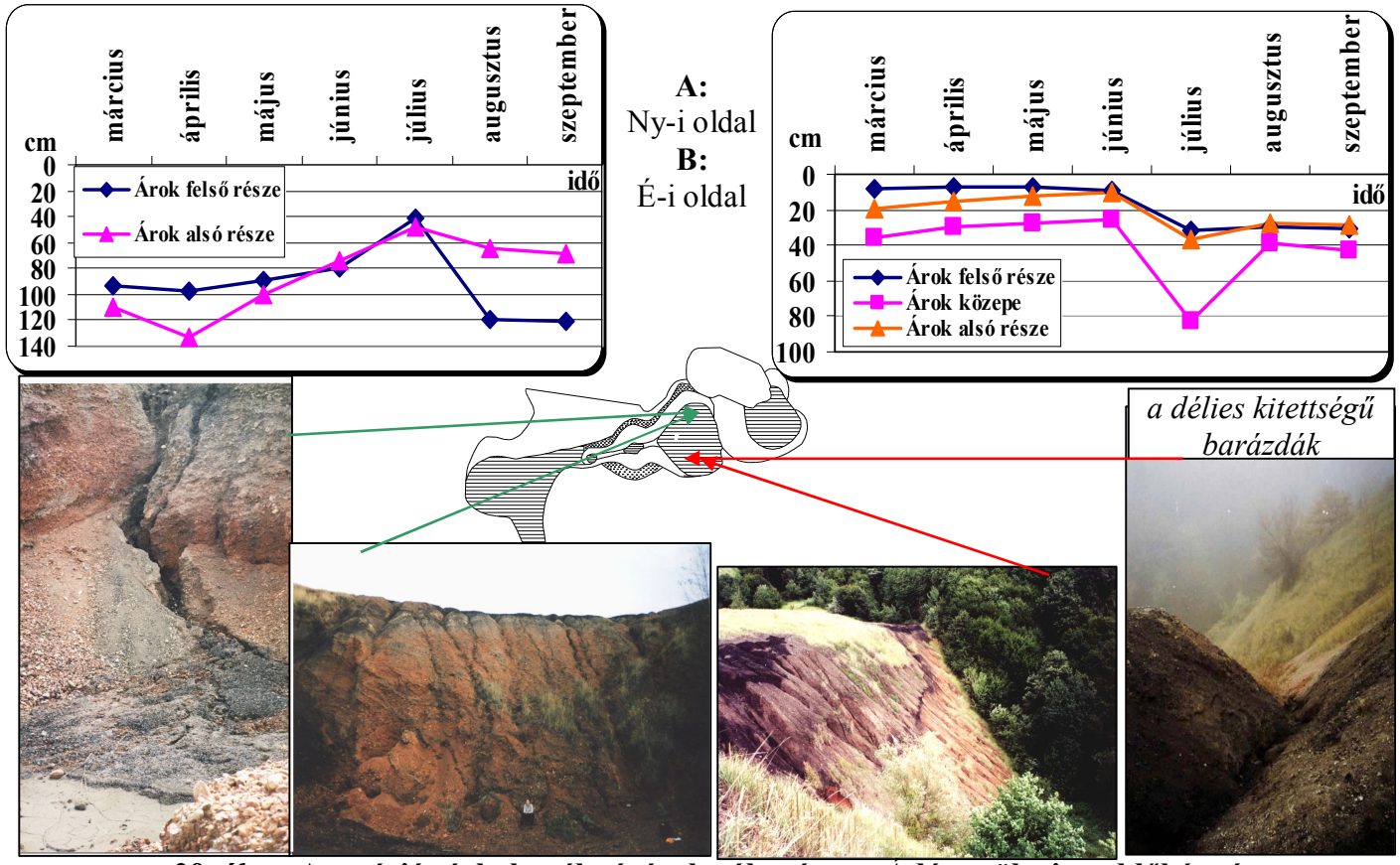
Az Ádám-völgyi meddő-rendszer sematikus alaprajza

A meddő többletterhelésének hatására kioldódó természetes csuszamlás

A fentebbi szakadásfal alatt szétterült csuszamlásnyelv

Köpenycsuszamlás kiégett szenespala felszínen

27. ábra: **Csuszamlásos folyamatok és mérési eredmények az Ádám-völgyi meddő példáján**



28. ábra: **Az eróziós árkok mélységének változása az Ádám-völgyi meddőhányón**

FÜGGELÉK

1. melléklet: A kutatási terület bányabejáratai

név	típus[1]	telep[2]	nyitás[3]	zárás[4]	település	név	típus[1]	telep[2]	nyitás[3]	zárás[4]	település
Ádámvölgyi	la.	3,4	1929	1951	Kazincb.	Berentei alt.	t.	2,3	1958	1977	Berente
Adrián alsó	la.	4	1902		Parasznya	Berta	t.	2	1859		Miskolc
Adriányi	a.	4	1949		Parasznya	Billa	la.	3	1935	1952	Tardona
Alacskai Kb.	t.	2,3	1921	1935	Alacska	Billa	t.	3	1935	1952	Tardona
Albrecht	t.	1	1859		Miskolc	Bodóalja	la.	3	1929	1933	Miskolc
Alexander	t.	2	1859		Miskolc	Borzik	t.	4	1921	1947	Nagybarca
Alfréd	a.	1,2	1894	1917	Sszentpéter	Böske	t.	4	1920	1924	Bánhorváti
Alfréd	t.	4	1919	1922	Bánhorváti	Chorin I.	la.	4	1920	1935	Bánhorváti
Alsó János	t.	1	1859	1875	Miskolc	Chorin II.	la.	4	1920	1933	Bánhorváti
Alsó Marina	t.	4	1920	1924	Sivánka	Chorin meddő	t.	4	1958	1961	Bánhorváti
Alsó Mátyás	t.	1	1830	1875	Miskolc	Chorin	la.	4	1920	1933	Bánhorváti
Andor	t.	4	1923	1940	Nagybarca	Chorin VI.	la.	4	1919	1920	Bánhorváti
András	t.	3	1935	1952	Tardona	Constans	a.	2	1859		Miskolc
Anna	t.	3	1894	1898	Kazincb.	Czékus	t.	2,3	1852		Kazincb.
Anna	la.	2,3	1924	1964	Miskolc	Csanyikvölgyi	la.	4	1938	1965	Parasznya
Annyok	a.	4	1935	1936	Nagybarca	Cserbabos	t.	3,4	1929	1951	Kazincb.
Arnót	la.	3	1930	1948	Kazincb.	Cseres	t.	2,3	1937	1947	Kondó
Árpád	t.	1	1892	1898	Kondó	Deák I.	t.	2	1883		Varbó
Árpád	t.	1	1892	1898	Kondó	Deák II.	t.	2	1883		Varbó
Auslander	la.	2	1933	1945	Kondó	Déli Mátyás	t.	1	1830	1875	Miskolc
Baglyas	t.	2,3	1919	1948	Berente	Duci	la.	1	1940	1946	Slászlófalva
Balázs	la.	1,3	1924	1926	Kondó	Egyed	a.	3	1933	1935	Slászlófalva
Balázs I.	t.	1	1926	1930	Kondó	Emil	t.	3	1894	1898	Kazincb.
Balázs II.	t.	3	1929	1931	Kondó	Erenyő I.	la.	3	1951	1973	Miskolc
Balázs III.	t.	1, 4	1935	1938	Kondó	Erenyő II.	la.	3	1951	1973	Miskolc
Bálint	t.	2	1859	1903	Miskolc	Erzsébet	a.	1	1859	187?	Miskolc
Barbara	t.	1	1859		Miskolc	Északi	la.	1	1940	1944	Alacska
Barkóczi	la.	1	1929	1937	Kazincb.	Fanny	t.	1	1859	1875	Miskolc
Barna	t.	1	1937	1946	Slászlófalva	Felső	t.	4	1920	1924	Bánhorváti
Baross	a.	4	1882	1938	Parasznya	Felső János	t.	1	1859	1875	Miskolc
Baross É-i	la.	4	1938	1949	Parasznya	Felső Marina	t.	4	1920	1924	Sivánka
Béke	la.	2,3	1950	1964	Kondó	Felső Mátyás	t.	1	1830	1875	Miskolc
Belházy	t.	4	1880		Parasznya	Felső-Adrián	t.	4	1859	1903	Parasznya
Béni	t.	1	1922	1948	Slászlófalva	Ferenc	a.	1	1924	1944	Sszentpéter

a.: akna; ***la***.: lejtősakna; ***t***.: táró;

név	1	2	3	4	település	név	1	2	3	4	település	név	1	2	3	4	település
Berente	t.	2	1920	1925	Kazincb.	Kisbarcai III.	la.	4	1922	1933	Nagybarca	Sszentpéter I.	la.	2	1914	1934	Sszentpéter
Finkey II.	la.	2	1953	1963	Parasznya	Kiss-Kutas	la.	2,4	1941	1941	Tardona	Sszentpéter II.	la.	2,3	1915	1967	Sszentpéter
Finkey-t.	t.	2	1940	1963	Parasznya	Ferenc József	a.	3	1856		Miskolc	Ssztpéter III.	la.	1,2	1924	1973	Sszentpéter
Frigyes	t.	4	1880	1895	Parasznya	Köz.-Marina	t.	4	1920	1924	Sivánka	Kossuth	t.	4	1953	1961	Kondó
Géza	t.	2,3	1897	1926	Kazincb.	Köz.-Mátyás	t.	1	1830	1875	Miskolc	Közép-János	t.	1	1859	1875	Miskolc
Görgey	t.	1	1859		Miskolc	Landau	la.	2 4	1943		Kondó	Samu	la.	4,5	1923	1965	Bánhorváti
Szirmai Alfréd	a.	1	1890	1917	Alacska	László	t.	1	1929	1946	Slászlófalva	Sándor	t.	4	1896	1924	Kazincb.
Grünberger	a.	2	1934	1934	Tardona	Ludnavölgyi	la.	2	1822	1946	Kondó	Sándor	la.	4	1942	1948	Kondó
Gyertyánvölgy	t.	4	1896	1912	Varbó	Lusztig	la.	3	1937	1944	Slászlófalva	Sarolta	la.	4	1920	1925	Kondó
György	t.	3,4	1929	1951	Kazincb.	Magda	t.	4	1920	1924	Nagybarca	Schőner	t.	1	1767		Parasznya
György	t.	4	1932	1948	Kazincb.	Mák	t.	4	1896	1897	Kazincb.	Schuchenstuel	t.	4	1859		Varbó
Gyula	t.	1	1864	1947	Slászlófalva	Mák. Kutató	a.	4	1898	1900	Bánfalva	Skyp	a.	2	1957	2004	Miskolc
Haidinger	t.	1	1859		Miskolc	Mályinka	t.	4	1790	1925	Mályinka	Szalai	lejta.	2	1930	1937	Berente
Harica la.	la.	3	1939	1962	Kondó	Mária	la.	4,5	1942	1948	Nagybarca	Szembrotovics	la.	4	1919	1933	Bánhorváti
Hegedűs-féle	t.	4	1935		Kazincb.	Márta	la.	2,3	1921	1967	Miskolc	Szent István	t.	4	1912	1940	Varbó
Hunyady I.	t.	2	1859		Parasznya	Márton	la.	3	1937	1947	Miskolc	Szilvi	la.	4	1954	1962	Kazincb.
Hunyady II.	t.	2	1859		Parasznya	Mátyás	t.	1	1830	1875	Miskolc	Szlovik	t.	4	1919	1920	Bánhorváti
Hunyady III.	t.	2	1859		Parasznya	Mátyás	la.	1	1942	1965	Miskolc	Tamás	t.	1	1859		Miskolc
Ilona	t.	2, 3	1895	1896	Kazincb.	Mátyás	t.	1	1943	1970	Miskolc	Terv	t.	4	1923	1986	Kazincb.
Irén	t.	2	1859	1946	Miskolc	Michael	t.	2	1859		Miskolc	Új	t.	4	1920	1926	Kazincb.
István	la.	1,2,3	1934	1954	Sszentpéter	Miklós	t.	2	1931	1936	Kondó	Új	t.	4	1941	1947	Sivánka
Jenő	t.	4	1920	1925	Kondó	Nagybarca I.	la.	4	1952	1967	Nagybarca	Új	t.	2,3	1920	1948	Berente
Johann Martin	t.	1	1860		Slászlófalva	Nagymál	t.	2,3	1920	1948	Berente	Új I.	a.	2,4	1898	1924	Miskolc
József	la.	4	1934	1944	Kondó	Palántvölgyi	t.	1,	1943	1955	Kondó	Új II.	a.	2,4	1900	1924	Miskolc
Kakucsai	t.	2,3	1923	1962	Kazincb.	Pálinkás I.	t.	2	1955	1968	Parasznya	Új tanbánya	a.	2,4	1892	1955	Miskolc
Karl Martin	t.	1	1860		Slászlófalva	Pálinkás II.	t.	2	1951	1967	Parasznya	Valentin	t.	2	1859		Miskolc
Károly Lajos	t.	4,5	1936	1948	Nagybarca	Pálinkás vgy.	t.	2	1941	1967	Parasznya	Varbó	t.	2,4	1932	1936	Miskolc
Kasas	a.	4	1939	2004	Miskolc	Parasznya	t.	4	1938	1939	Parasznya	Vay	t.	2,3	1852		Kazincb.
Katalin	t.	4	1934	1935	Tardona	Péch Antal	a.	1	1869	1873	Miskolc	Vecsetál	t.	4	1881		Sivánka
Katarina	t.	1	1830	1875	Miskolc	Prokop	t.	1	1859		Miskolc	Vladár	t.	4	1887		Bánhorváti
Kelemen	t.	3,4	1929	1951	Kazincb.	Radostyán I.	la.	2	1922	1924	Radostyán	Wiesner 1.	t.	2	1850	1901	Miskolc
Keleti	la.	1	1936	1940	Alacska	Radostyán II.	la.	2	1922	1924	Radostyán	Wiesner 2.	t.	2	1850	1901	Miskolc
Keller	t.	4	1900	1902	Bánhorváti	RadostyánIII.	la.	2	1896	1924	Radostyán	Wiesner 3.	t.	2	1850	1901	Miskolc
Kemény	t.	2,3	1852		Kazincb.	régi Csanyiki	la.	2	1812		Miskolc	Wiesner 4.	t.	2	1850	1901	Miskolc
Kerék József	t.	2	1948	1948	Radostyán	Radvánszky	t.	4	1786		Miskolc	Zimmermann	t.	4	1921	1924	Vadna
Kis	la.	4	1920	1926	Kazincb.	Röszner	t.	4	1859		Parasznya	Zoltán	la.	1	1924	1925	Slászlófalva
						Sivánkai	t.	4	1880	1948	Sivánka	Zsófia	t.	3	1896	1926	Kazincb.

2. melléklet: A kutatási terület meddőhányói

település	magasság (m)	Helyük a bejáratokhoz viszonyítva	terület (ha)	település	magasság (m)	Helyük a bejáratokhoz viszonyítva	terület (ha)
Alacska	10	Alacskai kötélpálya	0,48	Kondó	25	Harica la. felett	5,32
Alacska	10	Alacskai kötélpálya	0,31	Miskolc	3	Perecesi Tanbánya	0,39
Alacska	20	Alacskai Kb. la.	2,45	Miskolc	2	Erzsébet D-re	0,99
Alacska	2	Sajószentpéter IV. É-ra	1,82	Miskolc	8	Erenyő D-re	0,39
Bánhorváti	10	Chorin telep	0,90	Miskolc	15	Márta É-ra	3,67
Kazincbarcika	10	Tervtáró	0,11	Miskolc	25	Lyukó-táró meddő	1,23
Kazincbarcika	6	Nagymál	0,90	Miskolc	16	Perecesi Új	5,15
Kazincbarcika	10	Tervtáró	0,33	Miskolc	10	Kis-Erenyő felett	1,70
Kazincbarcika	21	Szilvitől É-ra	8,19	Miskolc	10	Anna D-re	5,38
Kazincbarcika	6	Sándor D-re	2,82	Miskolc	25	Márta É-ra	0,96
Kazincbarcika	5	Herbolya	2,40	Miskolc	25	Márta mellett	0,58
Kazincbarcika	100	Ádám-völgy	16,14	Miskolc	25	Márton	0,17
Kazincbarcika	7	Zsidó-hegy	0,55	Miskolc	10	Annatól É-ra	0,10
Kazincbarcika	10	Herbolya	1,66	Miskolc	18	Lyukóbánya É	1,44
Kazincbarcika	10	Hegedűs	0,31	Miskolc	25	Lyukóbánya	6,96
Kazincbarcika	45	Billa	0,32	Nagybarca	3	Borzik	0,42
Kazincbarcika	10	Zsidó-hegy	0,14	Nagybarca	10	Andor	1,19
Kazincbarcika	10	Sándor D-re	1,79	Nagybarca	3	Nagybarca la.	0,86
Berente	4	Sándor ÉK-re	0,42	Parasznya	27	Adriántelep	8,91
Kazincbarcika	30	Baglyas ÉK-re	7,63	Parasznya	20	Bálint É-ra	2,82
Kazincbarcika	10	Sajószentpéter III. Ny-ra	2,16	Parasznya	24	Pálinkás É-ra	1,59
Kazincbarcika	25	Szénosztályozó	0,96	Radostyán	10	Radostyán I-II. K-re	0,94
Kazincbarcika	15	Szénosztályozó	0,44	Sajókápolna	12	Lusztig K-re	3,83
Kazincbarcika	25	Szénosztályozó	0,54	Sajólászlófalva	13	Béni táró felett	0,55
Kazincbarcika	25	Barkóczi K-re	2,38	Sajószentpéter	7	Alfréd Ny-ra	1,52
Kazincbarcika	9	Sajószentpéter III. K-re	0,62	Sajószentpéter	30	Sajószentpéter I-II.	3,32
Kisbarca	25	Chorin porszénbánya	4,02	Vadna	5	Károly	0,55
Kondó	10	Palántvölgy felett	0,91	Vadna	10	Vadnai külfejtés	11,37
Kondó	10	Béke DK-re	0,33	Varbó	4	Röszner É-ra	0,37