

Gazdasági és Közlekedési Minisztérium
Útfenntartási és fejlesztési célú irányzat

**Erősen térfogatváltozó talajokra épített
Békés megyei utak
geotechnikai vizsgálata**

Vizsgálati jelentés és szakvélemény

Készítette:	dr. Szepesházi Róbert Széchenyi István Egyetem, Győr
Közreműködött:	Benák Ferenc GEORAM Kft. Győr Pszota Ferenc Békés Megyei Közútkezelő Kht. Sztankó Ilona Békés Megyei Közútkezelő Kht.

A jelentés 81 oldalból áll, és 12 melléklet tartozik hozzá.

2003. augusztus

1. A munka tárgya, körülményei

1.1 A munka előzményei

2001-ben a „Mérés-vizsgálati program 2001” keretében 6512.8/2001 számon a Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht. Pszota Ferenc mérnök vezetésével „Az erősen térfogatváltozó talajokra épített utak viselkedése és fenntartása” címen jelentés készített Békés megye északi részén agyagtalajon épült utak károsodásairól. A munka eredményeire, fő megállapítására a 2. fejezetben külön kitérünk.

2002 év végén felmerült annak igénye és lehetősége, hogy az előbbi vizsgálatokat folytatva, bővítve e jelentés szerzője és munkatársai bekapcsolódjanak a munkába. Ezt az indokolta, hogy a győri Széchenyi István Egyetem Építési és Környezetmérnöki Intézetének munkatársaiként régóta foglalkozunk a térfogatváltozó talajok viselkedésével és ennek burkolatkárosító hatásával. Ezek eredményeit a következőkben szintén áttekintjük.

Az első telefonon lefolytatott megbeszéléseket követően 2003. március 12-13-án találkoztunk (Szepesházi Róbert és Varga László) Pszota Ferencel, amikor is

- együtt bejártuk a Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht. által javasolt utakat,
- Pszota Ferenc átadta és szóban ismertette a 2001 évi vizsgálatok eredményeit,
- vázolta, hogy 2003-ban három konkrét útszakasz felújítása kerülhet napirendre, s ehhez kéri közreműködésünket,
- tisztáztuk, hogy általánosságban mely részletkérdések vizsgálata segíthetne még a jelenségek pontosabb megértéséhez,
- elemeztük a rehabilitáció lehetséges technológiáit,
- konkrétan áttekintettük a három útszakasz sajátosságait, az ott végzendő vizsgálatok körét, lehetőségeit, a készítendő munka tartalmát és időbeli ütemezését.

Az így pontosított feladatokra ajánlatot készítettünk, és azt a GEORAM Kft. (9023 Győr Pusztaszeri út 23.) nevében nyújtottuk be. Ennek alapján azután a GEORAM Kft. és a Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht. között szerződés jött létre.

Külön említenünk kell, hogy a munka közben, június elején szükségessé, illetve lehetőségessé vált, hogy a 4232 j. út egy szakaszának felújítási munkáit kiírják, amihez a Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht.-nak tervet kellett készítenie. Minthogy eddigre az út egyes szakaszai különösen rossz állapotba kerültek, az volt ésszerű, hogy a legjobban leromlott szakaszokat vegyék munkába. Ennek előkészítésére előbb írásbeli javaslatot készítettünk, majd a tervezőkkel külön egyeztetést tartottunk, bejártuk a kijelölt szakaszokat, s együtt háromféle különböző megoldásra tettünk javaslatot. Úgy gondoltuk, hogy mivel a legrosszabb állapotú szakaszokról van szó, indokolt, hogy

- drasztikusabb megoldásokat válasszunk,
- bizonyos kísérleti jelleget is kapjon ez a munka.

Mindezek részletes bemutatásra és indoklására majd kitérünk.

1.2 A vizsgálatok célja, szervezése

A szerződésben a feladatot a következőkben határoztuk meg.

a) A vizsgálandó útszakaszok

- 4231 j. közút Dévaványa – Gyomaendrőd közötti 11,2 km hosszú szakasza
- 4232 j. közút Körösladány – Gyomaendrőd közötti 16,3 km hosszú szakasza
- 47 sz. főút Körösladány – Köröstarcsa közötti 7,0 km hosszú szakasza

b) A munka célja

- a 4231 és 4232 j. rendkívül leromlott állapotú közutak esetében a teljes szakaszok rehabilitációjának közvetlen geotechnikai előkészítése az altalaj teljes körű feltárásával és a romlások okainak megállapításával, illetve a rehabilitáció szerkezetére és technológiájára adandó javaslatokkal,
- a 47 sz. főút esetében a bekövetkezett lokális károsodások (repedések) okainak megállapítása talajfeltárással és a károsodási mechanizmusok tisztázásával, illetve a helyreállítás lehetőségeinek felvázolásával,
- a jellemző agyagok térfogatváltozási tulajdonságainak speciális laboratóriumi vizsgálata az eddigiek kiegészítéseként a jelenség pontosabb megismerése céljából a mostani és a további útépitési munkák általánosabb érvényű követelményeinek tisztázásához.

c) Az elvégzendő vizsgálatok

- helyszíni szemlék keretében a főút kritikus helyeinek, a két alsóbbrendű út teljes feltérképezése, az útállapot, a károsodás, a földmű és a környezet jellemzőinek leírása,
- a földmű geometriájának felmérése,
- talajfeltárások kisátmérőjű fúrásokkal zavart minták vételével átlagosan 200 m-enként, összesen kb. 20 helyen átlagosan 3 m mélységig,
- a pályaszerkezet és a földmű felső részének feltárása kézi munkával zavartalan talaj- és zavart pályaszerkezeti minták vételével összesen kb. 10 helyen,
- behajlásmérés a burkolatokon kb. 20 helyen,
- laborvizsgálatok a talajok konzisztenciahatárainak és víztartalmának megállapítására a fúrásokból átlagosan 1 m-enként, ill. minden burkolatfeltárásból vett mintán,
- a feltárásokból vett minták részletes laboratóriumi vizsgálata szükség szerint a talajok tömöríthetőségének, nyírószilárdságának, teherbírásának, tömörségének, meghatározása céljából
- speciális laborvizsgálatok a jellemző talajfajta duzzadási hajlamának megállapítására.

d) A munkát ésszerűen a következő munkamegosztással szerveztük:

- a konkrét vizsgálati helyeket Pszota Ferenc és dr. Szepesházi Róbert jelölte ki,
- a behajlásméréseket, a geodéziai felvételt, a fúrásokat és az azokhoz kapcsolódó laborvizsgálatokat, a Békés Megyei Állami Közútkezelő Kht. munkatársai végezték, s ők készítették el és állították helyre a burkolatfeltárásokat is,
- a feltárásokat és a helyszíni bejárásokat Pszota Ferenc és Szepesházi Róbert végezte,
- a feltárásokból vett minták vizsgálatára és a speciális térfogatváltozási vizsgálatokra Győrben, a Széchenyi István Egyetem Geotechnikai Laboratóriumában került sor.
- a három útra vonatkozó adatokat Pszota Ferenc gyűjtötte és rendezte össze,
- a vizsgálati eredményeket összegezve a jelentést dr. Szepesházi Róbert állította össze.

2. A Békés megyei Közútkezelő Kht. 2001 évi vizsgálatainak főbb eredményei

2.1 Általános megállapítások

A Pszota Ferenc mérnök által vezetett munkák nagyon sok információt, megfigyelést, vizsgálati adatot, következtetést eredményeztek, melyek közül nem egy eredeti gondolat. Mindenképpen célszerű ezeket áttekinteni, mert munkánknak és a jövőbeli döntéseknek is kiindulási alapjait jelenthetik.

a) A földtani vizsgálatok szerint

- a Kőrösök vidékén ismételtén károsodó 250-350 km-nyi út új-holocén agyagon épült,
- a mocsaras, lápos területeken folyóvízi üledékként képződött tőzegek, szerves kövér sötét színű agyagokról van szó, melyek magas montmorillonit-tartalommal bírnak,
- általában sokkal enyhébbek, vagy egyáltalán nem jelentkeznek a károk a települések közelében, ahol inkább ó-holocén szikes iszapok a jellemzők.

b) A hidrológiai viszonyok változása jól érzékelhetően befolyásolja az utak állapotváltozásait:

- az összegyűjtött adatok szerint 1980 és 2000 között 400-600, átlagosan 515 mm csapadék volt a jellemző,
- 1995 és 1999 között az átlagosnál kb. 100 mm-rel nagyobb csapadék hullott, sőt 1999-ben 781 mm-rel soha nem volt mértékű lett a csapadék,
- 2000-ben rendkívül aszályos év következett mindössze 289 mm csapadékkal,
- egyértelműen megállapítható volt, hogy a az 1995 és 1999 közötti csapadékos, belvizes években sokkal kevesebb volt a kár, mint 2000-ben a rendkívüli aszály idején.

c) A talajvíz a területen

- általában 2,0-3,0 m körül van,
- a téli időszakban a vízszint meglehetősen változó,
- a különböző években mért kora tavaszi szintek között 2,5 m is lehet a különbség,
- a nyár végére azonban általában közel azonos szintek alakulnak ki,
- a földművek vízháztartásban a párolgás szerepe a meghatározó, mérési adatok szerint május-szeptember hónapokban az éves csapadék 80 %-a párolog el,
- a felső 1,0 m-nyi zóna víztartalma a nyárra a télnek csaknem felére csökken.

d) A károk többféle típusa figyelhető meg:

- az újabb, merevebb aszfaltbeton burkolatokon a burkolat szélétől kb. 1,5 m-re hosszirányú repedések észlelhetők nagy valószínűséggel az altalaj zsugorodása miatt,
- az utántömörödő vékonyabb burkolatok esetében inkább a deformálódás jellemző vélhetően a duzzadás és a vele járó teherbírás csökkenés miatt.

e) Az útgeometria is befolyásolja a romlásokat:

- a meliorációs árkok nyitásával kialakult 4-5 m-s kvázitöltéseken több a károsodás,
- a gyakorlatilag a terepszinten futó szakaszok esetében, melyeknél a burkolathoz szélesebb, enyhén lejtő padka csatlakozik, kevesebb.

f) A növényzet szerepe is jól érzékelhető:

- egyértelműnek tetszik, hogy a fák csökkentik a károsodás mértékét, ahol a közelmúltban fakivágás volt, ott a károsodás fokozódott,
- a vízérzékeny növények viszont egyes helyeken – úgy tűnik – növelik a veszélyt.

g) A burkolatok károsodást illetően megállapítható, hogy

- a régi, utántömörödő jellegűek esetében inkább a deformáció a jellemző,
- az újabb, merevebb szerkezeteken a hosszrepedés alakul ki.

2.2 Az egyes útszakaszokkal kapcsolatos eredmények

A 2001-ben vizsgált egyes utakra vonatkozó megállapításokból a következőket emeljük ki

4252 j. Sarkad – Országhatár út

A leginkább leromlott szakasza a meliorációs árok miatt „kvázitöltésben” van. Rendkívül kövér új-holocén agyag az altalaj, melyek konzisztenciája 2001-ben a feltáráskor általában 1,0 felett volt. A mértékadó behajlások 1999 után 145-ről 73-ra csökkentek, miközben a burkolat állapota egyértelműen romlott. Az aszfaltbeton burkolat jellemző tönkremenetele a hosszrepedés. A tények alapján a zsugorodási repedésekben vélelmezték a károsodás okát.

47 sz. Debrecen – Szeged II. rendű főút 93+000 – 100+000 km szakasz

A jelentés ismerteti a szakasz történetét, melyet majd – minthogy jelen munkánknak is tárgya ez a szakasz – a 3. fejezetben ismertetünk. Itt csak a legfontosabb elemeket emeljük ki:

- 1959-ben szélesítették ki 6,0 m-re a burkolatot, majd többszöri megerősítés után 1984-ben kapott AB-12 aszfaltbeton burkolatot, amelyen a 94+060 – 95+060 km szakaszon hamarosan jelentkeztek a hosszrepedések,
- 1987-ben volt itt az első helyreállítás, majd többféle sikertelen beavatkozás után 1996-ban részleges töltéscsere mellett döntöttek,
- 2001-ben mindezek ellenére ismét megjelentek a hosszrepedések ezeken a szakaszokon is, melyek mellett bemélyedés is észlelhető.

Részletesen megvizsgáltak három szelvényt, itt talajfeltárások is voltak, melyekre majd még visszatérünk. A vizsgálatok eredményeit a következőkben összegezték:

- az útszakasz szintén új-holocén agyagon halad, kivéve egy rövidebb szakaszát, ahol nem is jelentkeztek károk,
- a károsodás nem csak a felső 1,0 m hanem mélyebb talajrétegek is befolyásolják,
- a meliorációs árkok miatt kialakuló „kvázitöltések” kedvezőtlenebbül viselkednek, itt a padkán is észlelhetők repedések,
- a nyárfasorral szegélyezett szakaszokon nem jelentkeznek károk, viszont ahol cserjék, facsemeték vannak a töltésoldalon, ott a romlások fokozódnak,
- a kedvező behajlások nem jellemzik a pályaszerkezet viselkedését.

4234 j. Szeghalom – Vésztő – Gyula út 18+500 – 25+000 km szakasz

Ennek az útnak az állapotát, viselkedését a térfogatváltozó altalaj tipikusnak esetének tartja a jelentés. Az út nagyobb része új-holocén agyagon töltésként épült, sajnos a helyi kövér agyagból, néhol 4 m töltésmagasságot is elérve, valószínűleg az árvízveszély miatt.

A talajállapot a mért $I_c > 1,0$ konzisztenciaindex és az 1,0 mm alatti mértékadó behajlás tanúsága szerint 2001-ben gyakorlatilag mindenütt kedvező volt. A jellemző károsodás korábban hosszrepedés volt, melyet azonban 2000-ben és 2001-ben deformációk is követték. Az utat nyárfasor övezi, mely a szerzők szerint még védi a földművet, mert jól érzékelhető, hogy ahol a fasor hiányos, ott a romlás mértéke nagyobb. Helyenként a szélesítés elválása a jellemző.

A 19+000 szelvényben végzett feltárások kevésbé kötött talajt mutatnak, s itt nem is jelentkeztek károk, jöllehet a talaj nedvesebb, és a behajlás nagyobb.

42146 j. Gyulavári bekötőút

Az út adottságai, viselkedése és állapota hasonló az előbbihez. Az új-holocén kövér agyag konzisztenciája váltoékonyabb, de a romlások mértéke ettől függetlennek látszik. Itt 2001-ben a két évvel korábban készített kopóréteg újra károsodott. Az utat általában cserjék kísérik.

4232 j. Körösladány – Gyomaendrőd út 8+000 – 18+000 km szakasz

A most részletesen vizsgált útszakaszt is tárgyalja röviden a 2001 évi jelentés. A térség legkritikusabb útjaként említi, ahol a problémák visszatérően jelentkeznek. A károsodások többféle formában hosszrepedésként, deformációkban, mozaikos repedezésben, a burkolat kezdődő felbomlásában hol az út közepén, hol a szélén jelentkeztek. Mértékét a töltésben vezetett szakaszon ítélték nagyobbra, de a terepen futó szakaszokon is van romlás. A szakasz vége viszont viszonylag jó állapotú.

Az altalajt homogénnek minősítik, az új-holocén nagyon nagy plaszticitású ($I_p=45-55\%$) kövér agyagot tekintik jellemzőnek, s nem találták másnak a szikes változatot sem, s a töltéseket is ugyanezen talajokból készítették el. Valamennyi földanyag konzisztenciája általában 1,0 körül van. A behajlások változóak, sok helyen a 2,5 mm-t is eléri. A talajvíz általában 2,5 m alatt van. Csak viszonylag kevés helyen van az út mentén növényzet.

A talajfeltárások részletes eredményeire az idei vizsgálatokkal együtt a későbbiekben visszatérünk.

42223 j. Csömő – Sarkadkeresztúr út 21+020 – 26+010 km szakasz

A 20 cm pernyestabilizációs útalapon 7 cm aszfaltbeton rétegekkel 1990-ben épült szakasz változóan új-holocén agyagon és pleisztocén löszön halad. Az előbbieken következett be nagyobb mértékű tönkremenetel, melyet néhol már 2000-ben javítani is kellett. A georáccsal és 8 cm aszfalttréteggel végzett erősítés után egy évvel romlás nem mutatkozott.

A szakaszon egyébként a károk hosszrepedéssel indultak, de azután mozaikos repedésekben folytatódtak. A behajlások általában 1,4 mm körüliek, ami a viszonylag új félmerev burkolat esetén nem kevés.

A talajfeltárások több helyen – köztük a 2000-ben javított részzszakaszon is – viszonylag nedvesebb földművet tártak fel, a konzisztenciaindex 0,82 is volt. Ahol 1,0 feletti konzisztenciát észleltek, ott inkább hosszrepedés volt tapasztalható.

4455 j. Battonya – Országhatár út 3+000 – 6+000 km szakasz

A megye déli részén levő alacsony töltésben futó betonalapú úton a 2000-ben végzett burkolaterősítés után nyáron hosszrepedések jelentkeztek, amit a szerzők az altalaj zsugorodásával magyaráztak. A következő télen azután keresztirányú repedések is bekövetkeztek, aminek oka bizonyosan a beton termikus repedése.

A talajfeltárások kimutatták, hogy az altalaj az erre a területre egyébként kevésbé jellemző nagyon kövér agyag, melynek konzisztenciája 2001 nyarán többnyire 1,0 felett volt.

4443 j. Mezőkovácsháza – Battonya út 0+500 – 1+500 km szakasz

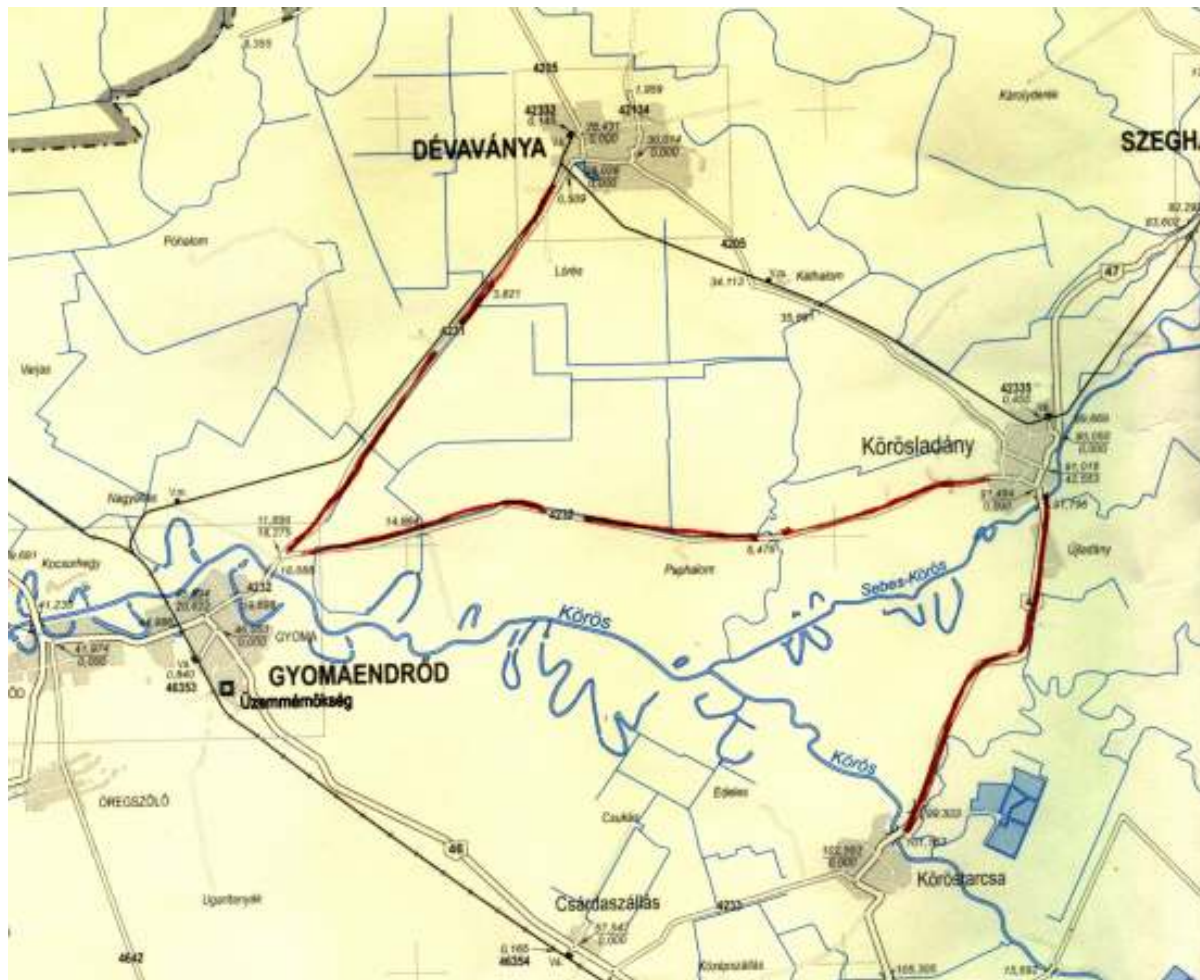
A megye déli részén levő út altalaja szintén kövér agyag, mely a nyári feltáráskor szintén kemény állapotú volt. A beton alapú úton a szokásos keresztirányú repedések mellett hosszrepedések is jelentkeztek, de a burkolat nem deformálódott. A repedések az út bal oldalán sűrűbbek, itt sűrű nyárfasor van az út mentén. 2001-ben geotextília és arra új kopóréteg került a repedezett szakaszra.

3. A 2003 évi vizsgálatok áttekintése

A 2003 évi vizsgálatok – mint a bevezetőben már vázoltuk – a következő három útszakasz részletesebb állapotértékelésére irányult:

- 4231 j. út 0+660 – 11+900 km Dévaványa – Gyomaendrőd közötti szakasza,
- 4232 j. út 2+000 – 18+300 km Körösladány – Gyomaendrőd közötti szakasza,
- 47 sz. út 92+000 – 100+000 km Körösladány – Köröstarcsa közötti szakasza.

A három útszakasz helyét a **3.1. ábra** mutatja. Látható, hogy mindhárom nagyon közel van egymáshoz, a Körös folyó közelében fekszenek, csatornákkal, meliorációs árkokkal szabdalts területen.



3.1 ábra

A vizsgált három útszakasz Békés megye úthálózati térképén

A földtani adottságaikat is egyetlen térképen, a **3.2 ábrán** mutatjuk be. A következőkben az egyes utakat tárgyalva az ábrára majd visszatérünk, itt csak az azonosságokra hívjuk fel a figyelmet, miszerint mindhárom út nagyobb részben új-holocén friss öntéstalajon halad.

A földrajzi fekvés miatt a vízföldtani, hidrológiai, meteorológiai és biológiai adottságok lényegében azonosak.

A következőkben egyenként tárgyaljuk a három útszakasz jellemzőit, vizsgálati eredményeit, majd azok tapasztalatait összegezve elemezzük a károsodás lehetséges okait, s teszünk végül javaslatokat a lehetséges megoldásokra.

JELMAGYARAZAT

ÚJHOLOCÉN

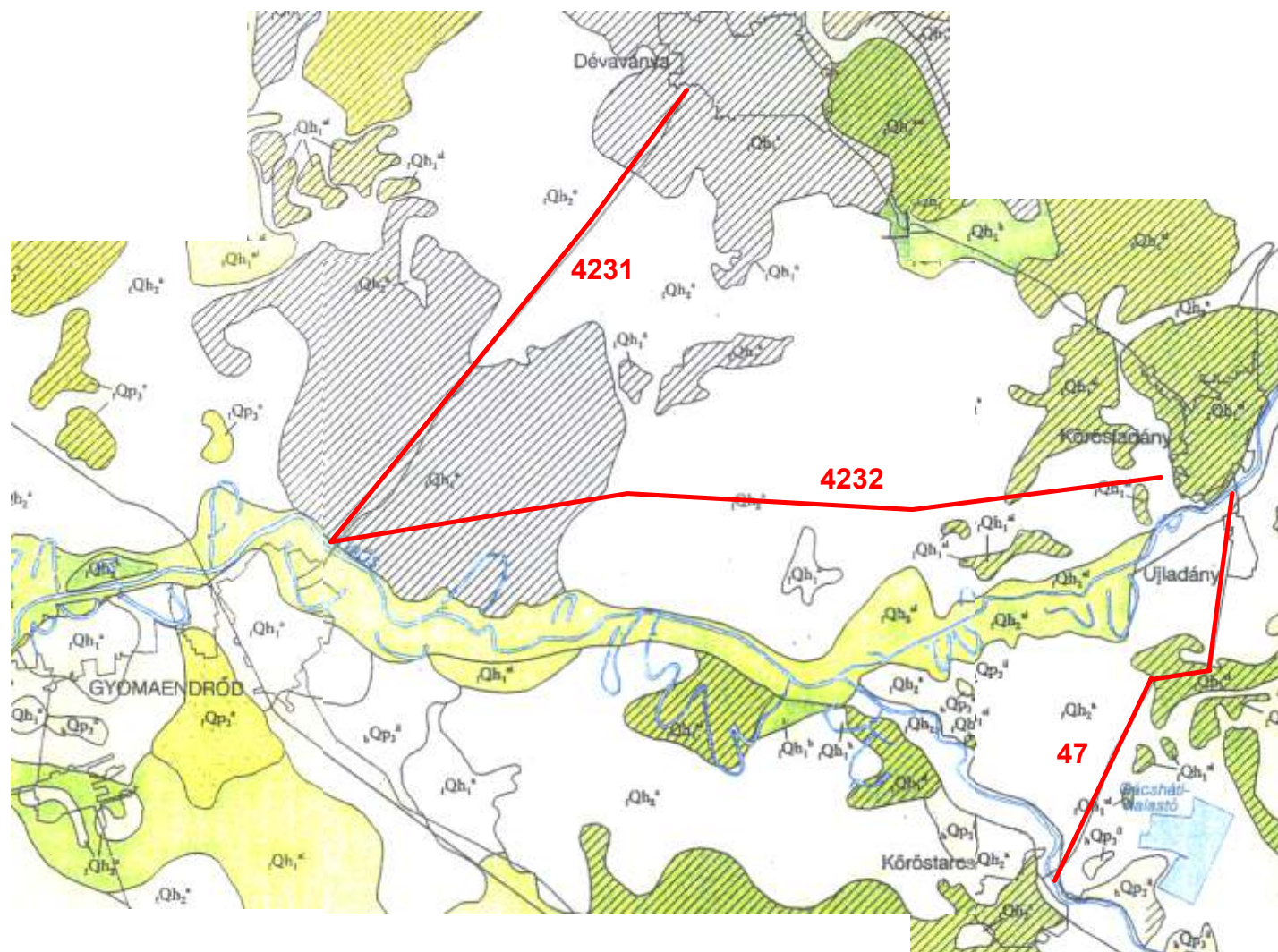
- Qh₂ Fria öntés
- Qh₁^a Folyóvízi homok
- Qh₁^a Folyóvízi kőzetliszt

ÓHOLOCÉN

- Qh₂^a Folyóvízi homok
- Qh₂^a Folyóvízi kőzetliszt
- Qh₂^a Folyóvízi agyag

FELSŐ - PLEISZTOCÉN

- Qp₃^a Folyóvízi kőzetliszt
- Qp₃^a Folyóvízi agyag
- Qp₂^a Fűtőhomok
- Qp₂^a Lössös homok
- Qp₂^a Löss
- Qp₂^a Intúziós lösz
- Qp₂^a Agyagos lösz
- Szikes terület



3.2 ábra: A vizsgált utak földtani adottságai

4. 4231 j. Dévaványa – Gyomaendrőd út 0+660 – 11+900 km szakasz állapotértékelése

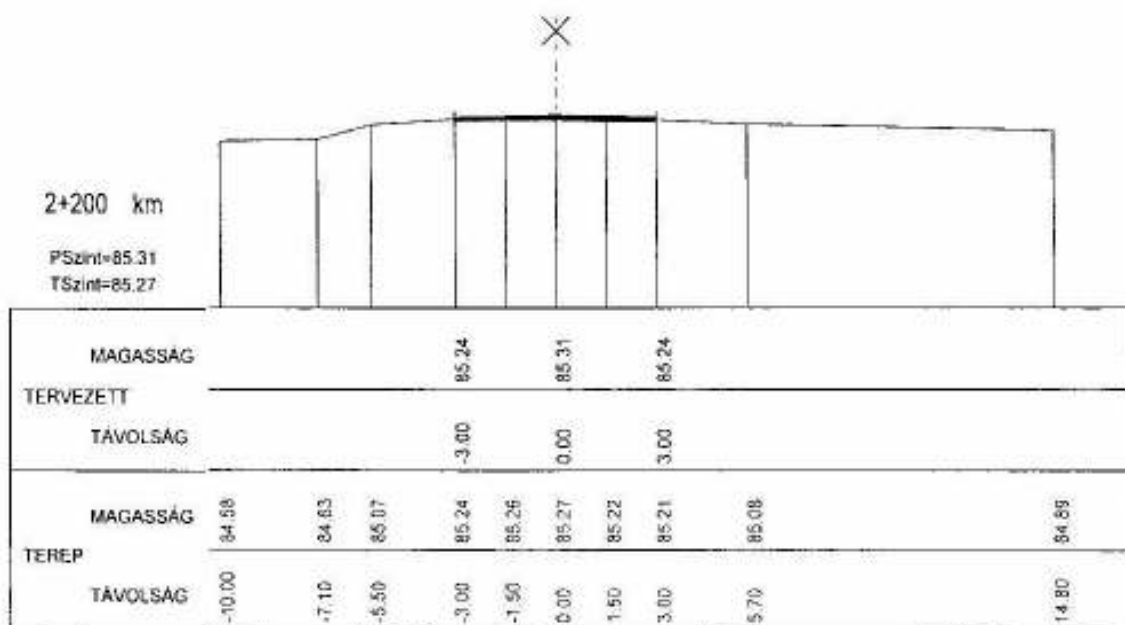
4.1 Az út alapadatai

a) Útgeometria

Az út helyszínrajzi vonalvezetését a hosszú egyenes szakaszok, nagysugarú ívek jellemzik. Kb. a 9+000 km szelvényig párhuzamosan halad a vasútvonallal, attól általában egy kb. 20 m széles választja el. Az első néhány száz m-t kivéve külsőségi jellegű szakasz, a környezeti adottságok a vonalvezetést érzékelhetően nem befolyásolták.

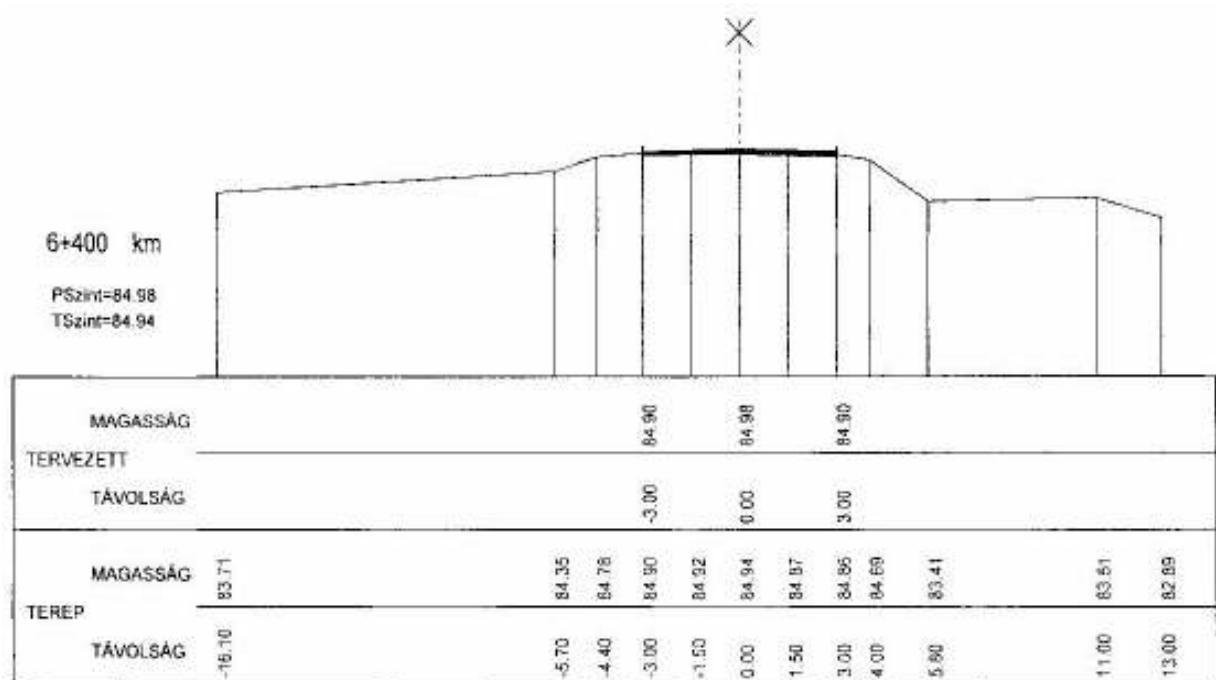
A teljes keresztmetszeti felvételt a **4.1 mellékletben** adjuk meg, s ebből kiemeljük, hogy:

- egészében jellegzetesen síkvidéki útról van szó, ahol bevágás egyáltalán nincs,
- a burkolat szélessége 6,0 m,
- az út nagy része a terepen halad, a pályaszint legfeljebb 1,0 m-rel van a környező terepszint felett, s az átmenetet a burkolatszél és a padka között enyhén eső felszínnel alakították ki (l. **4.1/a ábra**),
- a következő határozottan töltésjellegű szakaszok esetében az általában 1,0 m szélességű padkához 1:1,5 hajlású rézsű csatlakozik, s magasságuk ezeknek sem több 1,5 m-nél (l. **4.1/b ábra**):
 - 0+600 – 2+025 km szakasz mindkét oldal
 - 6+040 – 6+610 km szakasz jobb oldal
 - 7+550 – 8+200 km szakasz jobb oldal
- a pálya mellett gyakran mindkét oldalon, de a bal oldalon szinte mindenütt 4-8 m széles nyári út van,
- meliorációs árok közvetlenül az út mellett gyakorlatilag sehol sincsen, egyes szakaszokon csak a nyári út mellett, tehát a burkolatszélről 5-10 m távolságra,
- kismélységű „szabályos” útárok általában nincs, a vízelvezetést a pálya enyhe kiemelésével oldották meg, a víz a burkolatszélről gyakorlatilag mindig elfolyhat a terepen.



4.1/a ábra

A 4231 j. út jellemző keresztmetszelvénye



4.2/a ábra

A 4231 j. út töltésszakaszainak jellemző keresztmetsvénye

b) Pályaszerkezet

A pályaszerkezeti jellemzők a következőkben foglalhatók össze:

- pályaszerkezet összvastagsága 35-40 cm, a különbséget lényegében az 1994 évben végzett megerősítés jelenti,
- a pálya középső részén a szerkezet a következő:
 - 4 cm JU 35 aszfaltbeton kopóréteg vagy 1 cm emulziós felületi bevonat
 - 10-15 cm utántömörödő aszfaltmakadám, itatásos hengerlés több rétegben
 - 15-20 cm szórt vagy rakott alap
- a szélesítésben a szerkezet a következő:
 - 4 cm JU 35 aszfaltbeton kopóréteg vagy 1 cm emulziós felületi bevonat
 - 10 cm emulziós záróréteg
 - 15-20 cm kohósalak útalap

A pályaszerkezet a következőképpen „fejlődött ki”:

- a szórt alap az 1920-as években készült,
- az alsó kb. 5 cm vastag makadámréteget az 1950-es években készítették,
- a bal oldali szélesítés a kohósalak réteggel 1960-ban készült el,
- az itatásos hengerléssel kialakított felső réteg 1977-ben készültek,
- a jobb oldali szélesítés a kohósalak réteggel 1980-ban épült,
- felületi bevonat 1984-nem készült,
- az aszfaltbeton réteg 1994-ben készült a következő szakaszokon:

2+700 – 4+718 és 6+043 – 6+527

c) Az OKA-információk

A **4.2 mellékletbe** kigyűjtött adatokat a következőkben foglalhatjuk össze.

A burkolat állapotának minősítése a burkolattípussal és az építési évvel összhangban van

- 5=azonnal beavatkozást igénylő az út nagy részén
- 4=nagyon rossz a minősítés
2+700 – 4+718 és 6+043 – 6+527 1994-ban megerősített szakaszokon

A burkolat egyenetlensége (IRI) egészében rossz

- az út átlaga (IRI=5,1 és IRI o= 3,4) közelíti a nagyon rossz állapotokat, s még rosszabbak ezek az adatok, ha kivesszük belőlük az 1994-ben megerősített első szakaszt,
- az 1994-ben megerősített 6+043 – 6+527 km szakasz egyenetlensége újólág rossz, aminek jelentőségére, szerepére majd visszatérünk,
- az egyenetlenség mértéke nagyon változó, az előbbi adatok relatív szórása kb. 30 %.

A nyomvályú mélységére és minősítésére vonatkozó adatokat illetően megállapítható, hogy

- viszonylag kedvezőek, ami jelzi, hogy nagy nehézjármű forgalom híján a romlás nem elsősorban a forgalmi terhelésből lép föl, jóllehet utántömörödő burkolatról van szó,
- vannak az átlagosnál sokkal rosszabb szakaszok, ilyenek:

0+700 – 0+800 2+100 – 2+250 6+200 – 6+627 7+800 – 7+900 8+750 – 8+950

Az átlagos felületi modulus, a mértékadó behajlás értékek és a teherbírás osztályzata feltűnően kedvezőek. A helyi tapasztalatok szerint azonban az OKA-ban szereplő ezen adatok általában nem reálisak. Saját teherbírásmeréseink eredményei kapcsán a kérdésre még visszatérünk.

Az út földtani adottságait a 3.2 ábra mutatja, s a lényeg a következőkben összegezhető:

- 0+600 – 2+000 szikes ó-holocén folyóvízi agyag,
- 2+000 – 6+000 új-holocén friss öntéstalaj,
- 6+000 – 12+000 szikes ó-holocén folyóvízi agyag.

4.2 A 4231 j. út bejárásának tapasztalatai

Az út bejárására 2003. május 16-án került sor. Az aprólékos állapotleírásból a következőkben az utólag is lényegesnek ítélt adatokat rögzítjük. A szakaszolás a bejárás közbeni megfigyeléseken alapult, de azt utólag csekély mértékben a többi adat ismeretében módosítottuk.

A bejárás során fényképfelvételeket is készítettünk, s általában szakaszonként egyet a leírás-hoz a **4.3 mellékletben** adjuk meg.

0+660 – 0+800

A változó környezetben (épület, mélyárok, nádas, fák) változó az út állapota is. A jobb oldal általában rosszabb, különösen a szélesítés besüllyedése jellemző, de a bal oldal is gyakran repedezett, deformálódott.

0+800 – 2+025

A bal oldalon nyári út van, s csak utána következik a mélyebb meliorációs árok. A jobb oldalon kisebb töltésben halad az út. A jobb oldali szélesítés gyakorlatilag végig megsüllyedt, repedezett, sok helyen kátyúsodásnak indult. A bal oldal lényegében jó, csak néhol repedezett.

2+025 – 2+700

Mindkét oldalon megsüllyedt, nyomvályúsodott a szélesítés, de a deformációk még mérsékeltek. A bal oldalon fasor van, s a burkolatromlás ott fokozottabb, ahol egy-egy fa hiányozik.

2+700 – 4+735

1994-ben JU35 aszfaltréteggel erősítették meg a burkolatot, mely ma is általában jó állapotban van. A felszín néhol repedezett, de alig deformálódott, az altalaj teherbírása tehát megfelelőnek látszik. 1,0 m magas töltésen haladó út mindkét oldalán nyári út és fasor van, árok viszont nincsen. Ahol a fasor hiányos, ott vannak kisebb burkolatkárok, s a romlás mértéke nagyobb, ha bokrok vannak a burkolat közelében.

4+735 – 5+900

A pálya utoljára 1984-ben kapott egy felületi bevonatot. Középe és bal oldala ennek ellenére viszonylag jó, csak a jobb oldali szélesítés ment tönkre szinte a teljes szakaszon. Jellemző a nyomvályúsodás, ami valószínűleg a szélesítés alatti altalaj teherbíráshiányából fakad. Mindkét oldalon nyári út van a pálya mellett, árok és fasor nincs.

5+900 – 6+610

A pálya bal oldala gyakorlatilag hibátlan, a jobb oldala viszont végig le van szakadva. Itt sok helyen közel párhuzamos repedések vannak, melyek jelzik a romlás a közép vonal felé hátrál. A bal oldalon végig nyári út és fasor van, a jobb oldalon viszont néhol nagyon keskeny padka, 1,5 m mély rézsű következik, s a dús bozótos csaknem eléri a burkolat szélét. Egyértelműnek látszik, hogy ezen az oldalon egy hátrarágódó rézsűcsúszás van. A 6+050 szelvénytől 1994-ben készült JU35 a burkolat, de a hibák jellege és mértéke hasonló az előző szakaszaihoz.

6+610 – 7+550

Az 1984-es felületi bevonat óta javítást nem kapott burkolat mindkét szélén viszonylag sok a javítás, de a kátyúzás után már alig deformálódott a pálya. A bal oldalon nyári út, majd meliorációs mélyárok, a jobb oldalon a padka mellett változó sűrűségű fasor van.

7+550 – 8+700

A burkolat állapota sokkal rosszabb a korábbiaknál. Középen is nagyon deformálódott, repedezett, sokszor kellett már a profilírozás céljából is kátyúzni. Érzékelhető, hogy teherbírási problémák vannak. A szakaszon belül a 8+150 és a 8+400 szelvények között valamelyest jobb a pálya. A jobb oldalon néhol szinte padka nélkül nagyon lapos rézsű csatlakozik a burkolathoz, a bal oldalon nyári út majd általában bokrokkal benőtt mély árok következik.

8+700 – 9+580

A burkolat erősen töredezett, kátyús, de kevésbé deformálódott. A jobb oldal végig jobb állapotú, itt a szélesítés is megfelelő. Nem teherbíráshiány, inkább az aszfalt fáradásos tönkremenetele állapítható meg. A jobb oldalon a padka 0,5 m mély árokhoz lejt, a bal oldalon nyári út majd általában bokrokkal benőtt mély árok következik.

9+580 – 10+050

A burkolat erősen deformálódott, főleg a jobb sáv, de itt a bal is sok helyen rossz. A jobb oldalon a keskeny padka mellett 1,5 m mély rézsű és annak partján dús bozótos, ennek mentén a legrosszabb a burkolat. A bal oldali mély árok a 10+010 szelvény körül átereszben megy át a jobb oldalra, s a bal oldalon csak egy kisebb árokban folytatódik. Az áteresz után a jobb oldali mélyárok merőlegesen elkanyarodik az úttól. Az áteresz környékén a legrosszabb az útállapot.

10+050 – 10+500

Sokkal jobb állapotú a pálya, csak foltszerűen jelentkeznek hibák inkább a burkolat közepe táján. A bal oldalon fasor van, s mindkét oldalon enyhe esésű padka.

10+500 – 11+900

A burkolat állapota megfelelő, egy-egy foltszerű kátyú még van a szakasz elején, de aztán már csak kevés hiba van. A bal oldalon általában erdő van az út mellett, a burkolat és az erdő között nyári út és mélyárok halad. A jobb oldalon enyhe esésű padka csatlakozik az úthoz és árok gyakorlatilag nincs.

Összegzésként a bejárások általános tapasztalatait a következőkben összegezhetjük.

a) A burkolat állapotát és a hibák jellegét illetően megállapítható, hogy

- elsősorban a szélesítések gyengesége, nyomvályúsodása a jellemző, s főként a jobb oldalon az 5+900 szelvényig, de ezen belül az 1994 évi megerősítés hatása jól érzékelhető a 2+700 – 4+735 km szakaszon, ahol lokális hibáktól eltekintve a burkolat állapota viszonylag jó,
- rézsűcsúszás jellegű károsodás érzékelhető a mindössze 1,5 m töltésmagasság ellenére az 5+900 – 6+610 km szakasz jobb oldalán, s a hibák az 1994 évi erősítés után újól megjelentek, s a hátrarágódó csúszás miatt kapott ez a szakasz rossz minősítést a burkolat egyenletességére és nyomvályúsodására,
- a pálya sokszor károsodott, folyamatosan kellett kátyúzni, jelenlegi állapota valószínűleg a kátyúzások időpontjától és sikerességétől függően erősen változik a 6+610 – 10+050 km szakaszon, s a hibák a pálya közepén és bal oldalán gyakoribbak,
- egészében megfelelő a burkolat, s egyre csökkenő mennyiségű foltszerű kátyú zavarja a forgalmat a 10+050 szelvénytől a szakasz végéig.

b) A növényzet hatását illetően egyértelműen kimondható, hogy

- az út nagyobb része mentén telepített fásor, erdő előnyösen hat a pálya állapotára, s még a fásorok egyes fáinak kivágása is rögtön érzékelhető a károsodás fokozódásában,
- ahol az út melletti cserjés, bozótos van (5+900 – 6+610 és 9+580 – 10+050 km szakasz), ott rosszabb a pálya állapota.

c) Az út geometriai viszonyait tekintve kiemelhető, hogy

- kedvezőbb az állapota a terepen vezetett, vagy alig kiemelt, lapos hajlású rézsűvel a terepbe simuló szakaszoknak,
- sokkal rosszabb az állapota a keskeny padkájú töltéseknek, még ha azok magassága a 1,5 m-t is alig éri el.

4.3 A 4231 j. út behajlásmérésének eredményei

A behajlásmérésekre 2003. május 23-án került sor. Az eredményeket táblázatosan a **4.4 melléklet**, grafikusán a **4.2 ábra** tartalmazza. A táblázatban ugyanaz a szakaszolás szerepel, mint amelyet a bejárás során megállapítottunk. A szakaszonkénti mértékadó behajlásokat a **4.1. táblázatba** gyűjtöttük ki. (Számításukhoz évszaki és terhelési szorzót nem használtunk.) Az adatokból a következők szűrhetők le.

a) Általánosságban megállapítható, hogy

- a mértékadó behajlások átlagosan ($s_m=2,21$ mm) és szakaszonként is gyenge teherbírást, megerősítésre szoruló pályaszerkezetet jeleznek,
- a mértékadó behajlások két-háromszorosai az OKA-adattárban levő értékeknek,
- a pálya két oldalára, illetve külső és belső sávjára jellemző értékek átlagosan alig különböznek, de szakaszonként lényegesek a különbségek,
- a gyenge teherbírás érthető, hiszen az út nagyobb részén 1977 óta, néhány szakaszán pedig 1994 óta nem volt beavatkozás,

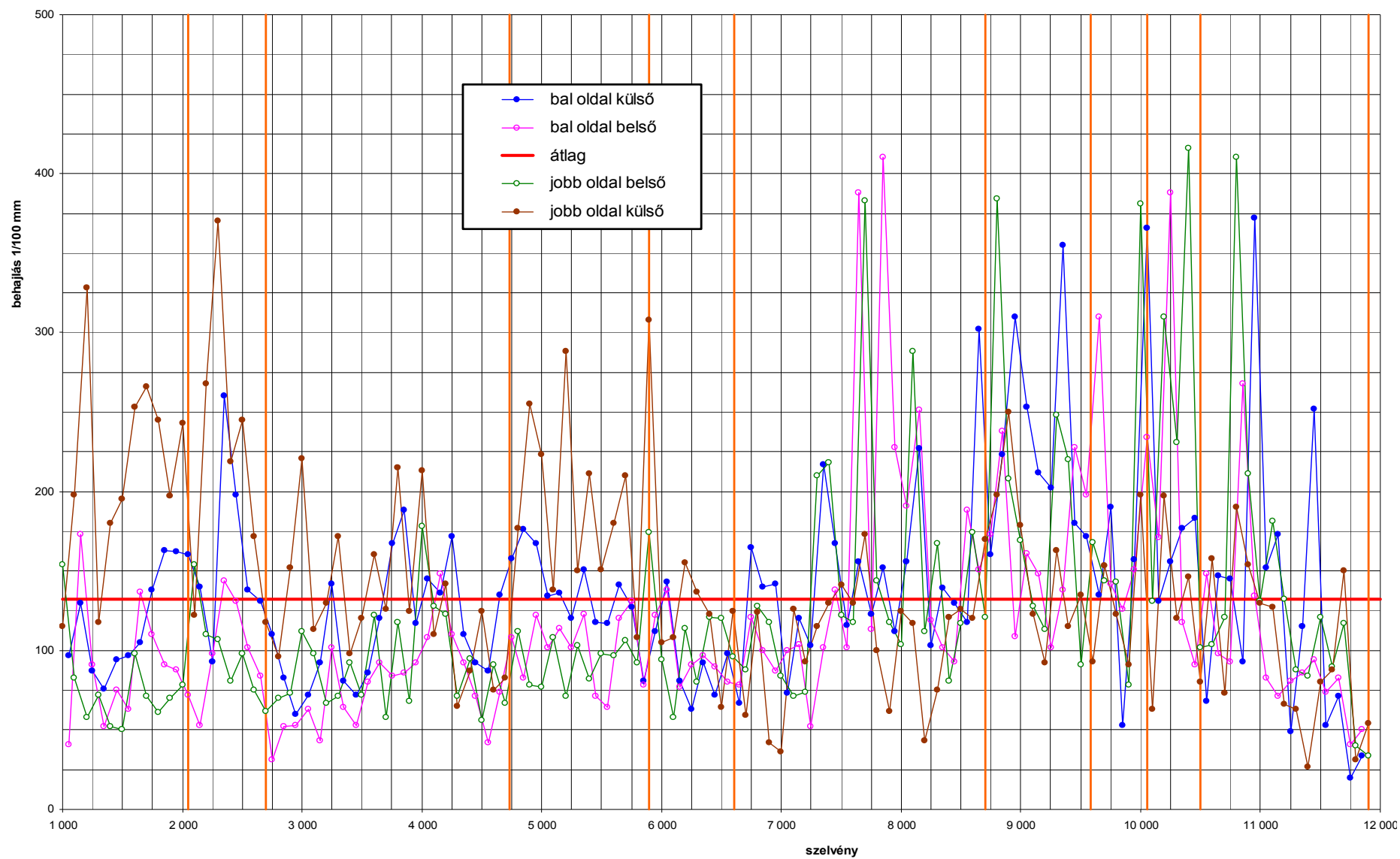
- az 1994-ben erősített 2+700 – 4+735, valamint a 6+040 – 6+610 km szakaszokon a mértékadó behajlások kisebbek az átlagosnál, de még ezek sem elfogadhatóak,
- a legnagyobb mértékadó behajlások a 7+600 – 10+450 km szakaszra adódtak,
- a 10+500 szelvény után már jobb a teherbírás.

b) A bejáraskor észlelt állapot és a behajlások összefüggését illetően megállapítható, hogy

- a mértékadó behajlások nagyon jó összhangban van a bejárások tapasztalataival, ez mind az egyes szakaszok állapotának egészére vonatkozóan, mind a burkolat közepének és szélének különböző állapotára nézve igaz,
- az 5.3. ábrán jól érzékelhető, hogy az 5+900 km szelvényig a szélesítések minősége, de különösen a jobb oldali szélesítése, sokkal rosszabb, mint a pálya középső részéé, az 1994-ben végzett erősítés valamelyest csökkentette a különbséget, de teljesen nem szüntette meg,
- az 5+900 – 6+610 km szakaszon belüli korábbi megerősítés eredménye jól érzékelhető a behajlás csökkenésében és a pálya keresztirányú homogenizálódásában, az OKA-ban szereplő gyenge paraméterek (felületi egyenletesség és nyomvályúsodás) tehát nem süllyedési-teherbírási, hanem csúszás jellegű mozgásokat fejeznek ki, amiként azt a bejárás tapasztalatainak bemutatásánál is jeleztük,
- a 7+600 – 10+450 km szakaszon teherbíráshiány van, ami a bejárás tanúsága szerint részben altalaj eredetű, részben a pályaszerkezeti anyagok fáradásából ered,
- a 10+100 – 10+450 km szakasz gyenge teherbírása meglepő, hiszen a bejárás során ezt a szakaszt viszonylag jónak találtuk, de közelebről megtekintve az adatokat, az látható, hogy néhány, valószínűleg felbomlott foltban mért nagy érték eredményezte a rossz mértékadó értéket,
- az utolsó szakasz kedvezőbb behajlás értékei összhangban vannak a bejárás tapasztalataival, de a még mindig viszonylag nagy értékekhez viszonyítva a pálya képe jobbnak mutatkozik.

4.1 táblázat

A 4231 j. út mértékadó behajlásai						
szakasz		bal oldal		jobb oldal		összesen
kezdő szelvény	végshelvény	külső	belső	belső	külső	
1+000	2+000	155	143	114	294	213
2+050	2+700	229	139	137	330	237
2+750	4+700	160	113	131	190	156
4+750	5+900	169	130	134	278	204
5+900	6+600	129	128	126	169	135
6+650	7+550	189	128	194	148	168
7+600	8+700	231	344	273	163	262
8+750	9+550	314	228	308	224	277
9+600	10+050	328	292	331	189	286
10+100	10+450	192	365	427	203	319
10+500	11+900	247	172	246	162	209
összesen		222	207	224	228	221
A mértékadó értékeket az $s_m = s_{\text{átlag}} + 1,28 \cdot s_{\text{szórás}}$ képlettel számítottuk.						



4.2 ábra

A 4231 j. út behajlás-mérésének eredményei (2003. május 23.)

4.4 A 4231 j. út talajfeltárásainak eredményei

A talajfeltárásokra 2003 április 14-én és május 28-án került sor.

A feltárásokat úgy jelöltük ki, hogy

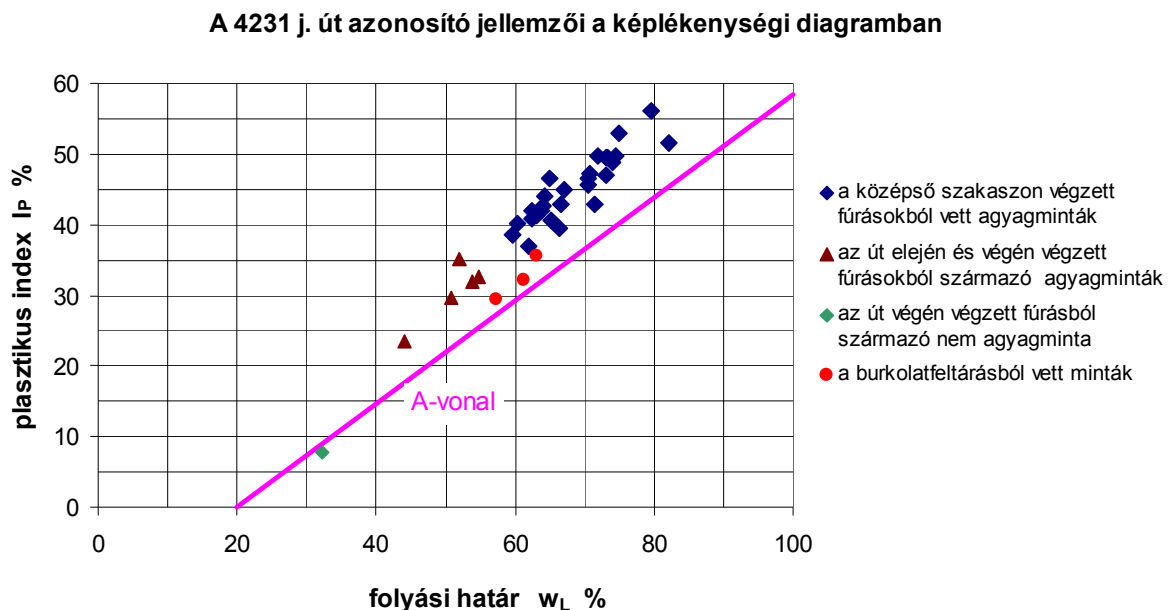
- a teljes útszakasz altalajáról képet kapjunk,
- a különösen kedvezőtlen állapotú helyekről mintát nyerjünk,
- bizonyos általános jelentőségű kérdésekre választ kereshessünk.

A feltérési eredményeket a **4.2/a és /b táblázat**, valamint a **4.5 és 4.6 ábra** tartalmazza.

A táblázatok eredményei következőkben foglalhatók össze.

a) A talajfajtákat illetően megállapítható, hogy

- túlnyomórészt nagyon kövér agyagok alkotják az út altalaját, s e talajok folyási határa 60-80 %, plastikus indexe 35-55% között van,
- az út elején és végén végzett fúrásokból kerültek ki kevésbé kötött talajok, de ezek közül is csak kettő nem minősül kövér agyagnak, s egyetlen minta nem agyag,
- a mélységgel nagyon kis mértékben csökken a plasticitás, a fenti sötét színű agyagok általában kötöttebbek az alsó meleg színárnyalatúaknál, de néhol a felső töltésként épített zóna valószínűleg tudatosan kevésbé kötött anyagból épült,
- a legfelső rétegek esetében meghatározott izzítási veszteségek 10 % körül vannak, azaz magas a szervesanyag-tartalom, az utolsó szakasz e vonatkozásban is kedvezőbb.



4.5. ábra

b) A talajok víztartalmát, konzisztenciáját tekintve a következőket szűrhetjük le:

- az összes adatot tekintve megállapítható, hogy a víztartalom nagyon változó, a konzisztencia-index kevésbé a 0,97 átlag körül 0,8 és 1,1 között változik,
- a legfelső zóna víztartalma 19 és 36 % között a 26,1 % átlag körül különösen meglehetősen szélsőképpen változik, míg a konzisztencia-index 0,83 és 1,06 közötti változása a 0,92 átlag körül ennél valamivel kisebb,
- a mélységgel a víztartalom némileg csökken, a konzisztencia-index viszont nő,

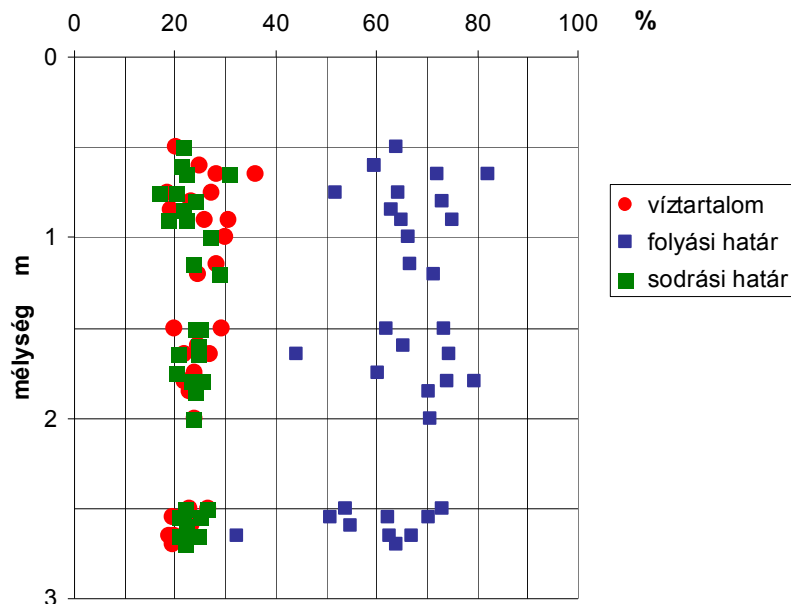
a 4231 j. út talajfeltérési eredményei												
feltárás helye	réteg-határok	talaj		talajjellemzők %						talaj-vízszint	feltárás dátuma	megjegyzések
		szín	megnevezés	w _L	w _p	I _p	w	I _c	i _o			
2+010 bal	0,30 - 0,90	sötétszürke	kövér agyag	59,7	21,1	38,6	25,0	0,89	9,1	nem észlelt	2003. 04.14	1,5 m töltés; jó burkolatállapot; jobb oldali árokban víz; kétoldalt fasor
	0,90 - 2,10	sötétbarna	kövér agyag	61,9	25,0	36,9	19,9	1,14				
	2,10 - 3,30	okkersárga	kövér agyag	63,9	22,0	41,9	19,4	1,06				
3+250 bal	0,30 - 0,65	fekete	kövér agyag	64,1	21,5	42,6	20,3	1,05	9,7	nem észlelt	2003. 05.28	1,0 m töltés; a burkolat hosszirányban repedezett, széle megemelkedett; út mentén cserjék,
	0,65 - 1,00	barnás vegyes	kövér agyag	73,2	23,8	49,5	23,3	1,01				
	1,00 - 1,40	fekete	kövér agyag	71,4	28,6	42,8	24,7	1,09				
	1,40 - 2,30	barnás vegyes	kövér agyag	70,5	24,0	46,5	22,9	1,02				
	2,30 - 3,00	sárgás vegyes	kövér agyag	62,5	20,8	41,9	22,2	0,96				
3+250 jobb	0,40 - 1,60	fekete	kövér agyag	66,4	26,9	39,5	29,8	0,93	12,6	nem észlelt	2003. 05.28	1,0 m töltés; ép burkolat ép; út mentén fasor
	1,65 - 2,30	barnás vegyes	kövér agyag	70,8	23,6	47,2	24,0	0,99				
	2,30 - 3,00	sárgás vegyes	kövér agyag	67,1	22,2	44,9	19,8	1,05				
4+000 jobb	0,40 - 0,90	barnásszürke	kövér agyag	82,1	30,5	51,6	36,0	0,89	12,7	nem észlelt	2003. 04.14	1,0 m töltés; 1994-es megerősítés; ép burkolat, a szélesítés csatlakozásánál van repedés; fa nincs; a bal oldali árokban víz
	0,90 - 1,40	fekete	kövér agyag	66,6	23,6	43,0	28,2	0,89				
	1,40 - 2,20	világosbarna	kövér agyag	79,5	23,3	56,2	24,7	0,98				
	2,20 - 3,00	világossárgás	kövér agyag	54,8	22,1	32,7	23,2	0,97				
5+000 bal	0,30 - 1,20	barna	kövér agyag	64,2	20,3	44,0	27,4	0,84	9,4	nem észlelt	2003. 04.14	terepen vezetett; fa nincs; a szélek deformáltak, repedezettek; kátyúsak; bal oldali árokban (4,0 m-re) víz
	1,20 - 2,00	okkersárga	kövér agyag	65,2	24,7	40,5	24,7	1,00				
	2,00 - 3,00	sárga	kövér agyag	73,1	26,2	46,9	26,5	0,99				
w _L = folyási határ w _p = sodrási határ I _p = plastikus index w = víztartalom I _c = konzisztencia-index i _o = izzítási veszteség												

4.2/b táblázat

A 4231 j. út talajfeltárási eredményei												
feltárás helye	réteg-határok	talaj		talajjellemzők %						talaj-vízszint	feltárás dátuma	megjegyzések
		szín	megnevezés	w _L	w _p	I _p	w _n	I _c	i _o			
6+225 jobb	0,40 - 0,90	sötétbarna	kövér agyag	71,9	22,1	49,8	28,2	0,88	11,2	nem észlelt	2003. 04.14	1,5 m töltés, keskeny padka; 1994-es megerősítés; bal oldal ép; jobb oldal megsüllyedt, repedezett; bal oldalt fák, jobb oldalt cserjék
	0,90 - 2,10	sárgásbarna	kövér agyag	73,3	23,8	49,5	29,2	0,89				
	2,10 - 3,00	barnás vegyes	kövér agyag	62,3	21,5	40,8	19,5	1,05				
7+590 bal	0,25 - 1,60	sötétszürke	kövér agyag	75,0	22,1	52,9	30,6	0,84	11,3	nem észlelt	2003. 04.14	1,0 m töltés; cserjék az út mentén; teljes szélességben deformált pálya; bal oldali árokban víz nincs;
	1,60 - 2,10	barnás vegyes	kövér agyag	74,1	25,2	48,9	22,0	1,08				
	2,10 - 3,00	okkersárga	kövér agyag	70,5	24,9	45,6	21,1	1,08				
8+575 bal	0,40 - 1,30	sötétbarna	kövér agyag	63,0	21,7	41,3	19,3	1,06	9,8	nem észlelt	2003. 05.28	alig kiemelt pálya; fák csak ritkán; teljes szélességben deformált pálya; bal oldali árokban nádas, víz nincs
	1,30 - 2,00	barna	kövér agyag	74,4	24,7	49,8	27,0	0,95				
	2,00 - 3,00	szürkésbarna	kövér agyag	53,9	22,0	31,9	22,8	0,97				
9+950 jobb	0,45 - 1,40	sötétbarna	kövér agyag	65,0	18,4	46,6	25,9	0,83	10,1	nem észlelt	2003. 05.28	terepen vezetett pálya; teljes szélességben deformált pálya; többször kátyúzás; jobb oldalt 3,0 m-re meliorációs árok; fa itt nincs, de előtte-utána fasor
	1,40 - 2,10	világos barna	kövér agyag	60,4	20,2	40,2	23,8	0,91				
	2,10 - 3,00	szürkésárga	kövér agyag	50,7	21,0	29,7	22,2	0,96				
11+000 jobb	0,45 - 1,00	sötétbarna	kövér agyag	51,9	16,7	35,2	18,6	0,95	7,7	nem észlelt	2003. 05.28	terepen vezetett pálya; ép burkolat; ritkás nyárfasor
	1,00 - 2,30	okkersárga	kövér agyag	44,0	20,5	23,5	21,8	0,94				
	2,30 - 3,00	sárga	iszapos hl	32,2	24,5	7,7	18,9	1,73				
w _L = folyási határ w _p = sodrási határ I _p = plastikus index w = víztartalom I _c = konzisztenciaindex i _o = izzítási veszteség												

- az előbbi jelenségek azt mutatják, hogy a víztartalom elsősorban a talajfajtától, a vízmegkötő képességtől függ, ezért minden víztartalmi adat, időbeli és mélység szerinti változás csak a plaszticitás tükrében értelmezhető,
- a konzisztenciaindex átlaga a cserjével határolt (és leromlott állapotú) szakaszokon végzett két furás összes adatából számolva 1,02, ami nagyobb az összes adat átlagánál, vagyis e helyeken a talaj szárazabb volt a feltárások idején,
- a 3+250 km szelvény két oldalán levő talajok konzisztenciája is szignifikáns különbözik, a „fás” oldalon egészében nedvesebb a talaj, viszont a mélységgel szárazabbá válik, a „cserjés” oldalon egészében szárazabb a talaj, viszont a mélységgel nedvesedik, s tegyük hozzá, itt sokkal rosszabb az állapot,
- a két különböző időpontban végzett feltárások víztartalmi és konzisztencia adatai nem mutatnak határozott különbséget, erősebb a talajfajta és a növények hatása.

4231 j. út talajjellemzőinek mélység szerinti alakulása



4.6 ábra

c) A bejárás során tett és a furáskor is rögzített megfigyeléseket, valamint a behajlásmérések adatait a talajjellemzőkkel összevetve a következőket kell kimondani:

- nem állapítható meg egyértelmű összefüggés a teherbírési problémák és a nagyon kővér agyagok jellemzői között, a 7+590, a 8+575 és a 9+950 km szelvényben végzett furások mellett a burkolat állapota kb. hasonlóan leromlott volt, miközben a plasztikus index 52,9, 41,3 és 46,6 volt, míg a konzisztencia-index értékei 0,84, 1,06 és 0,83,
- az utolsó szakasz jobb állapota viszont bizonyosan köszönhető annak, hogy ott sokkal kevésbé kötött talajok vannak.

d) A mostani feltárások adatait a földtani térképekről vettekkel összevetve, s figyelembe véve a további információkat is megállapítható, hogy

- a kezdeti és a végső szakaszok felszíni ó-holocén agyagtalaja kedvezőbb, mint a középső szakasz új-holocén öntéstalaja, kevésbé plasztikus, s valószínűleg kevésbé térfogatváltozó, bár ezek szikes volta inkább ennek ellenkezőjét indokolná,
- az új-holocén és ó-holocén határ valószínűleg inkább a 11+000 km szelvény táján van, mint a 6+000 km szelvény körül.

4.5 A 4231 j. út burkolatfeltárásának eredményei

2003. május 19-én két helyen tártuk fel a burkolatot:

- a 4+005 km szelvény jobb oldalán, ahol az 1994-ben megerősített burkolat jó állapotú,
- a 7+590 km szelvényben, ahol a szélesítésektől befelé 1,0-1,0 m-en erősen deformált volt a régi burkolat.

A feltárásokról készített két felvételt a **4.7. és 4.8 ábrán** mellékeljük. A feltárásból vett talaj-minták vizsgálati eredményeit a **4.3 táblázat** tartalmazza.

4.3 táblázat

A nyílt feltárások talajvizsgálati eredményei															
4231 j. Dévaványa - Gyomaendrőd út feltárási eredményei						A talaj neve	Azonosító és állapotjellemzők						Mágminták jellemzői		
szel- vény	oldal	időpont	a pálya jellege	a pálya állapota	mintavétel helye	szín	w _L	w _P	I _P	w	I _C	i _{om}	ρ _d	S _r	q _u
						megnevezés	%	%	%	%	-	%	g/cm ³	-	kPa
4+005	jobb oldal	2003.05.19	1,0 m magas töltés	jó állapot	régi burkolat és burkolatszélesítés alatt	barnásszürke kövér agyag	61,2	29,1	32,1	20,5	1,27	11,0			
7+590	jobb oldal	2003.05.19	1,0 m magas töltés	nagy deformációk	régi burkolat alatt	vegyes kövér agyag	57,2	27,7	29,5	19,6	1,27	8,2	1,61	0,9	255
					burkolatszélesítés alatt	barnásszürke kövér agyag	63,1	27,6	35,5	19,1	1,24	13,1	1,63	0,91	203

A feltárásokban a következő burkolatrétegződéseket és állapotokat találtuk.

a) A 4231 j. út 4+005 km szelvényében a jobb oldalán végzett nyílt feltárás eredményei

- a pálya középső részén $\Sigma h=40$ cm
 - 5 cm JU 35 aszfaltbeton kopóréteg
 - 10 cm itatásos hengerlés kátyúzásként készítve
 - 5-10 cm emulziós zárás, portalanítás bitumennel túltelítve
 - 15-20 cm szórt alap, vegyes szemcseösszetétellel, jó tömörséggel
 - 30 cm barnásszürke kövér agyag
 - világosbarna kövér agyag
- a szélesítésben: $\Sigma h=35-40$ cm
 - 5 cm JU 35 aszfaltbeton kopóréteg
 - 10 cm emulziós záróréteg
 - 15-20 cm kohósalak útalap, kiváló minőségben
 - 30 cm barnásszürke kövér agyag
 - világosbarna kövér agyag

A burkolat vastagsága megfelel annak, mint ami nyilvántartásban szerepel, s az anyagok minősége is jó, nehezen lehetett megbontani őket. A szélesítés és a régi pályaszerkezet között a felszínen repedések látszanak, de deformáció nincs.

A feltárás szerint a szélesítés „elméleti” határvonala a 4.7 ábrán kb. a mérőlécnél van. A szürkésfehér színű kohósalak szélesítés ferdén felfut a régi burkolat szélére. A felszíni két repedés-vonal az „elméleti” határvonal két oldalán van attól 20-20 cm-re.

A burkolat alól vett barnásszürke agyag – amint a 4.3 táblázatból megállapítható – még elfogadható: ugyan erősen szerves ($i_{om} \approx 11\%$), kövér agyag ($I_P \approx 32\%$), viszont alacsony a víztartalma, konzisztenciája pedig jó. ($I_C \approx 1,27$). Előnyös továbbá, hogy e réteg csak kb. 30 cm vastag, s alatta az itt külön nem vizsgált, de más vizsgálatok szerint bizonyosan kevésbé kötött sárga színű agyag van. A burkolat alatti talaj víztartalma és konzisztenciája sokkal kedvezőbb annál, mint amit az itteni fúrásból vett mintán mértünk.

A feltárásban tapasztaltak alapján, s figyelembe véve, hogy nem nagyok az itt mért a behajlások sem, s hogy kedvezőek a környezeti körülmények (nincs növényzet, alacsony a töltés), érthető, hogy itt jó állapotú a burkolat. A felszínen mutatkozó repedések a szélesítés és a régi pálya, illetve altalajuk kezdeti különböző viselkedésének, a forgalom okozta nyíróerőknek tudható be. Úgy tűnik azonban, hogy a szélesítés altalaja gyorsan beállt, s mivel anyaga is megfelelő, a repedés után a határvonal körül deformációk már nem léptek fel.



4.7 ábra

A 4231 j. út 4+005 km szelvényében végzet burkolatfeltárás felvétele
(bal oldal a régi pálya, szemben a szélesítés)

b) A 4231 j. út 7+590 km szelvényében a jobb oldalán végzett nyílt feltárás eredményei

- a pálya középső részén $\Sigma h = 30$ cm
 - 5 cm JU 35 aszfaltbeton, kátyúzás
 - 15 cm itatásos hengerlés vegyes anyagú, alul agyagos szennyezésű
 - 10 cm rakott alap, görgetegméretű kőanyag teljesen elagyagosodva
vegyes kövér agyagtöltés
- a szélesítésben: $\Sigma h = 40$ cm
 - 20 cm kátyúzás különböző anyagokból
 - 20 cm kohósalak bizonytalan határfelületekkel
barnásszürke kövér agyag

A régi burkolat vastagsága kb. 5 cm-rel kevesebb, a szélesítése kb. akkora, mint ami nyilván-
tartásban szerepel. A régi burkolat és a szélesítés közti határfelületek nagyon bizonytalanok, s a
régí burkolat szélének anyaga nagyon gyenge minőségű. A szélesítésnek a 4.8 ábrán jelölt „el-
méleti” határvonalától balra, azaz a régi burkolat alatt a földmű a burkolatfelszínhez hasonlóan
mélyen besüllyedt.

A burkolat alól vett talajok – amint az a 4.3 táblázatból megállapítható – térfogatváltozó kövér agyagok, melyek állapota, szilárdsága a feltáráskor viszonylag jó. Nem érzékelhető lényeges különbség a szélesítés és a régi pálya altalajában, sőt inkább a régi pályáé tűnik jobbnak, pedig a régi pálya széle károsodott. A burkolat alatti talaj víztartalma és konzisztenciája sokkal kedvezőbb annál, mint amit az itteni fúrásból vett mintán mértünk.

A feltárásban megfigyelt állapotok, a talajadottságok és a mért behajlások alapján a károsodás fő okaként a régi burkolat szélének gyengeségét, a rakott kőalap tulajdonságait lehet megjelölni.



4.8 ábra

A 4231 j. út 7+590 km szelvényében végzet burkolatfeltárás felvétele
(bal oldal a régi pálya, jobb oldal szélesítés)

5. A 4232 j. Körösladány – Gyomaendrőd út 2+000 – 18+000 km szakasz

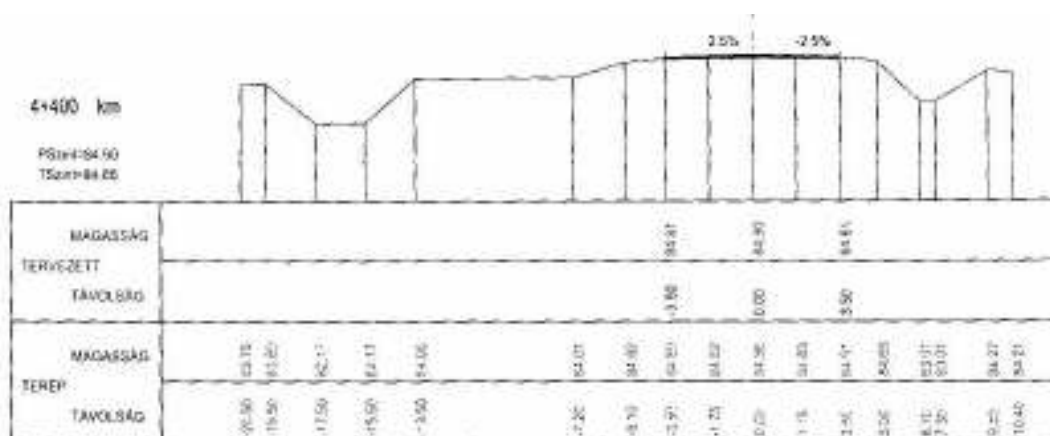
5.1 Az út alapadatai

a) Útgeometria

Az út helyszínrajzi vonalvezetését a hosszú egyenes szakaszok, rövidebb viszonylag nagysugarú ívek jellemzik, a környezeti adottságok a vonalvezetést érzékelhetően nem befolyásolták.

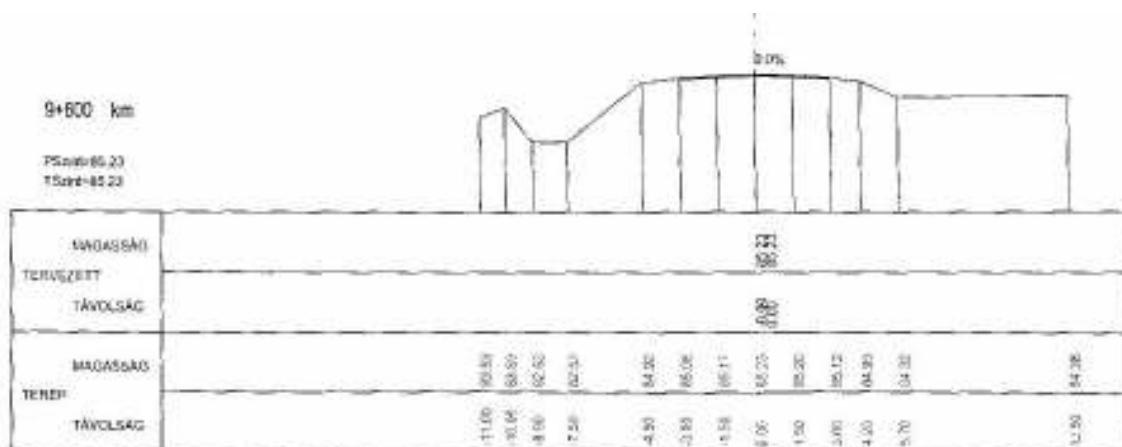
A keresztmetszeti felvételből (5.1 melléklet) a következőket emeljük ki:

- egészében jellegzetesen síkvidéki útról van szó, ahol bevágás sehol sincs,
- a burkolat szélessége kb. az első 10 km-en 7,0 m, utána 6,0 m,
- az út nagy részén jellegzetes a következő keresztmetszeti kialakítás: a pályaszint legfeljebb 0,5 m-rel van a környező terepszint felett, egyik oldalon 1,5 m széles padka, majd útárok határolja a pályát, a másik oldalon 1,0 m széles padka, lapos rézsű, 56- m széles nyári út, majd meliorációs árok következik (5.1/a ábra),
- az általában az út bal oldalán levő, de néhol jobbra átkerülő meliorációs néhol 1,5 m-re egészen megközelíti a koronaélet, így annak fenékszintjéhez képest kb. 3,0 m magas „kvázitöltés” alakul ki kb. 1:2 vagy 1:1,5 rézsűhajlással (5.1/b ábra),
- a szakasz végére inkább a terepbe simuló pályaszint a jellemző, 2,0-3,0 m széles padkával, egy vagy kétoldali kismélységű szikkasztóárokcal (5.1/c ábra).



5.1/a ábra

A 4232 j. út jellegzetes keresztmetszelvénye



11+210 – 12+600	$\Sigma h=47$ cm
5 cm	aszfaltbeton réteg
12 cm	hidegremix réteg
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonatok
20 cm	szórt vagy rakott alap
12+600 – 13+350	$\Sigma h=38$ cm
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
7 cm	aszfaltbeton rétegek
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonatok
20 cm	szórt vagy rakott alap
13+350 – 14+210	$\Sigma h=66$ cm
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
6 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonat
15 cm	szórt vagy rakott alap
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
13 cm	aszfaltbeton rétegek
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonattal
20 cm	szórt vagy rakott alap
14+210 – 15+660	$\Sigma h=46-49$ cm
5 cm	aszfaltbeton réteg
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
10-13 cm	aszfaltbeton rétegek
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonatok
20 cm	szórt vagy rakott alap
15+660 – 18+100	$\Sigma h=42$ cm
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
11 cm	aszfaltbeton rétegek
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonatok
20 cm	szórt vagy rakott alap
18+100 – 18+300	$\Sigma h=46$ cm
1 cm	felületi bevonat bitumenemulzióval
15 cm	aszfaltbeton rétegek
10 cm	itatott aszfaltmakadám + felületi bevonatok
20 cm	szórt vagy rakott alap
A szélesítések	$\Sigma h=35-40$ cm
15-20 cm	változó anyagú aszfalttréteg
15-20 cm	kohósalak útalap

A pályaszerkezet a következőképpen „fejlődött ki”:

- a rakott, szórt alapot 1927-ben építették,
- az első hígított bitumenes bevonatokkal 1960 és 1970 között zárták a pályát, s ekkor készült a kohósalak réteggel a bal oldali szélesítés,
- az itatott aszfaltmakadám erősítés felületi bevonattal 1977-ben készült el,
- az első többrétegű 7-15 aszfaltbeton rétegek 1982-ben és 1984-ben került az útra, s ekkor nyerte el a jelenlegi szélességét is,
- bitumenemulziós felületi bevonat 1988-ban az egész szakaszon készült,
- a 13 és 14 km közti szakaszt szórt alappal és aszfaltmakadámmal 1992-ben erősítették,
- egyes szakaszokra 1994-ben 5 cm aszfaltbeton került,
- 2002-ben készült a hidegremix-technológiával és aszfaltbetonnal erősítés.

c) Az OKA-információk

Az **5.2 mellékletbe** kigyűjtött adatokat a következőkben foglalhatjuk össze. Megjegyezzük, hogy a Kht. által a mi munkánkhoz készített szelvényezés az adattárban szereplőnél a 10 km szelvényig kb. 100 m-rel nagyobb szelvényszámot jelentett, ami az út végére kb. 200 m-re nőtt, viszont a minősítési adatokban – úgy tűnik – még további elcsúszás is van. Az OKA táblázatának szelvényszámait azonban nem módosítottuk, mert az csak további zavarokat okozna. A táblázatból kiemelt adatokból leszűrhető következtetéseket ez a hiba nem befolyásolja.

A burkolat állapotának minősítése összességében nagyon rossz, amint az az átlagból és a szórából érzékelhető. A minősítés a burkolattípussal és az építési évvel összhangban van:

- 5=azonnal beavatkozást igénylő és 4=nagyon rossz a minősítés
a vizsgált szakasz túlnyomó részén
- 3=megfelelő a minősítés
a 13+350 – 14+210 km 1992-ben szórt alappal erősített szakaszon
- 1=kifogástalan a minősítés
a 11+210 – 12+600 km 1994-ban hidegremix-erősítésű szakaszokon

A burkolat egyenetlensége (IRI) egészében rossz

- az út átlaga (IRI=5,1 és IRI o= 3,3) közelíti a nagyon rossz állapotokat, s még rosszabbak ezek az adatok, ha kivesszük belőlük az 1994-ben megerősített első szakaszt,
- az 1992-ben szórt alappal megerősített szakasz egyenetlensége rossz, ami érthető is, hiszen az erősítés anyag deformálódásra nagyon hajlamos,
- az egyenetlenségének mértéke nagyon változó, az előbbi adatok relatív szórása 30 % körüli.

A nyomvályú mélységére és minősítésére vonatkozó adatokat illetően megállapítható, hogy

- a kép nagyon vegyes (a szórások nagyon nagyok), de összességében (az átlag) nem különösen kedvezőtlen, ami azt jelzi, hogy jelentős nehézármű forgalom híján a romlás nem elsősorban a forgalmi terhelésből keletkezik, jóllehet utántömörödő burkolatról van szó,
- a 2002-ben hidegremix-technológiával megerősített szakasz új minősítése még nem történt meg, így nyilván az átlagos értékek kevéssel javulnának,
- nagyon rossz az egyenetlenség a következő szakaszokon:
2+025 – 3+025 és 4+600 – 5+000 (a szélesítés gyenge minősége miatt)
9+250 – 10+300 (a szélesített töltés rézsű csúszása miatt)
14+210 – 16+000 (a teherbíráshiány miatt)

Az átlagos felületi modulus és a mértékadó behajlás értékek és a teherbírás osztályzata feltűnően kedvezőek. A helyi tapasztalatok szerint azonban az OKA-ban szereplő ezen adatok általában nem reálisak. Saját teherbírásméréseink eredményei kapcsán a kérdésre még visszatérünk.

Az út földtani adottságait a 3.2 ábra mutatja, s a lényeg a következőkben összegezhető:

- 2+000 – 15+000 új-holocén friss öntéstalaj,
- 15+000 – 18+300 szikes ó-holocén folyóvízi agyag.

5.2 A 4232 j. út bejárásának tapasztalatai

Az út bejárására 2003. május 16-án került sor. Az aprólékos állapotleírásból a következőkben az utólag is lényegesnek ítélt adatokat rögzítjük. A szakaszolás a bejárás közbeni megfigyeléseken alapult, de azt utólag csekély mértékben a többi adat ismeretében módosítottuk.

A bejárás során fényképfelvételeket is készítettünk, s általában szakaszonként egyet a leíráshoz az **5.3 mellékletben** adjuk meg.

2+000 – 3+060

A 3,0 m-ről 7,0 m-re szélesített pálya szélesítései általában erősen megsüllyedtek, kátyúsak. Főleg a jobb oldalon, de többnyire mindkettőn a külső kerekek alatt mély vályú képződött, de még csak néhol repedt meg a burkolat. A romlás valószínű oka a szélesítés általános teherbíráshiánya. Több helyen indokoltnak látszik a teljes újjáépítés, így különösen a jobb oldalon a 2+200 – 2+400, illetve a bal oldalon a 2+945 – 2+955 és a 3+050 – 3+060 szakaszokon. Egyéb helyeken a profilozás és az erősítés elegendőnek ítéltető. A közbenső 2+400 és 2+570 szakaszon az 1960 táján készített ívkorrekcióban viszont a pálya nem deformálódott, oldalesése jó, a teherbírás megfelelőnek látszik. A burkolat felszínének hibái fáradás-jellegűek.

3+060 – 4+605

A burkolat állapota viszonylag jó, a felület egyenletes, csak apró burkolathibák vannak, s ezek inkább az aszfalt fáradásának következményei. A szakasz itt az előzőnél és a következőnél valamelyest magasabb fekvésű területen halad. Csak teherbírásnövelő burkolaterősítésre van szükség, ha a méretezés azt indokolja, egyébként felületi bevonat is elegendő lehet.

4+605 – 5+300

A burkolat az első 75 m-en erősen deformálódott, szétesésnek indult, sok a kátyú. A következő 75 m-en mindkét oldal elfogadható állapotú. Utána a jobb oldal általában megfelelő, néhol a felület kipereg. A bal oldalon viszont a szélesítés végig rossz, leszakadt, nyomvályús, töredezett. A bal oldalon a padka mellett egy kisebb árok, majd nyári út és mély meliorációs árok következik, melyben növények, víz van. A jobb oldalon széles, kb. 1:6 hajlású padka van.

5+300 – 6+075

A burkolat viszonylag egyenletes, nem deformálódott, általaj eredetű hiba nem látszik. Főleg a középső szakaszon fáradás, esetleg eleve gyengébb anyagminőség miatt sok helyen megbomlik azonban a felszín. Burkolaterősítés végig elegendőnek gondolható.

6+075 – 7+440

Az első 150 m-en az útkörnyezet „nedves”, előbb a bal oldalon van vízzel teli árok az út mentén, majd átereszt átviszi a jobb oldalra, s ott az út mellett van a mélypontja. A burkolatnak azon széle rossz, amelyik a vizes oldalon van. A szakasz további részén is nagyon változékony a burkolatállapot. Egyes rövid szakaszokon megfelelő, máshol foltszerűen nagyon tönkrement, főleg ott, ahol cserjék vannak az út mellett (pl. a 6+800 körül). Egybefüggően rosszabb a bal oldali burkolat a 6+250 – 6+500, illetve a jobb oldalon a 7+250 – 7+440 szakaszon.

7+440 – 7+900

Mindkét oldalon nagyon rossz a burkolat állapota, a szélesítés erősen nyomvályús, repedezett, helyenként felbomlóban van. A földmű teherbíráshiánya valószínűsíthető. Mindkét oldalon bokrok, cserjék övezik az utat. Indokoltnak látszik a teljes újjáépítés.

7+900 – 9+300

A burkolat egészében jó állapotú, amiben szerepe lehet annak, hogy a bal oldalon a teljes szakaszon magas nyárfasor van. Csak lokális romlások észlelhetők, ilyenek a 8+410 körüli 20 m-nyi szakasz jobb oldala, a 8+900 körüli 20 m szakasz bal oldala. Érdekes módon mindkét helyen a cserjés, bozótos növényzet egészen a burkolat széléig telepedett.

9+300 – 10+100

Az útszakasz inntől kezdve töltésben halad, mely a bal oldalon haladó árok fenekéhez képest kb. 4,0 m magas, a jobb oldalon a terep fölé 0,5-1,5 m-t emelkedik a pálya, s a bal oldalon itt már nincs fasor. A bal oldalon gyakorlatilag végig a szélesítés nyomvályúsodik, illetve leszakadóban van. Elég egyértelműnek látszik, hogy rézsűcsúszásról van, szó. A jobb oldal általában jobb, de ahol a töltésmagasság a 1,5 m-t eléri, ott hasonló csúszási jelek érzékelhetők. A javításnak mindenképpen ki kell terjednie a töltésszélesítés helyreállítására.

10+100 – 11+210

A töltésben haladó, a bal oldalon mély árokkal és bokrokkal határolt útszakaszon rendkívül rossz a pálya állapota, jóllehet 10+300-tól 1994-ben kapott finn aszfaltos erősítést. Főleg közepén deformálódott, kátyús, felbomlott, a széleken mély nyomvályúk vannak. A bal oldalon sok helyen rézsűcsúszás jelei is láthatók. Itt nyáron 2-3 cm széles, mély repedések jelentkeztek a burkolatszélel párhuzamosan. A szakaszon belül a 11+000 körül egy kb. 100 m hosszban valamelyest jobb a burkolat állapota. Megfontolást érdemelne az egész szakasz teljes újjáépítése.

11+210 – 12+600

A szakaszt 2002-ben hidegremix-technológiával profilírozták, majd aszfaltburkolatot kapott. Az első telet kifogástalanul viselte, a felszín hibátlan. A kb. 1,5 m magas töltésben haladó út két oldalán cserjék találhatók, a bal oldalon 2,3 m mély meliorációs árok. A javítás előtt nagyon leromlott állapot volt.

12+600 – 13+350

Az ívek sorozatából álló, valamikor ívkorrekciók miatt újjáépített szakasz állapota viszonylag jó, altalaj eredetű problémák nem érzékelhetők. Az ívek belső oldalán vannak leszakadások, illetve néhol repedések. Az út belesimul a terepben csak kismélységű útárok van. Az utolsó 50 m-en nedves környezetben felszaporodnak a hibák. A szakasz javítására elegendőnek látszik a burkolaterősítés, mely alá a repedezett felületeken célszerű rácsot fektetni.

13+350 – 14+210

Az 1994-ben átlagosan 15 cm szórt alappal és itatásos makadámmal helyreállított szakasz állapota meglepően jó. A felület ugyan kissé hullámos, de nincs erős deformáció és kátyúsodás. Csak a 13+550 – 13+600 szakaszon bomlott fel a középső sáv, valószínűleg technológiai vagy anyahiba miatt. Az út bal oldalán a meliorációs árok miatt kb. 1,5 m magas „kvázitöltés” van.

14+210 – 15+340

Az út talán legrosszabb állapotú szakasza. Erősen, 10-20 cm hullámokkal deformálódott, felbomlott, néhol a felszínen talaj is megjelenik. A sokszori kátyúzás ellenére már balesetveszélyes az állapot. A pálya keresztirányban egyenletesen rossz, illetve közepe valamelyest rosszabb a szélénél. Az út belesimul a terepbe, csak kismélységű útárok van a padkák mellett.

15+340 – 16+000

A pálya állapota hasonlóan rossz, mint az előbbi szakaszon, a bal oldali szélesítés kivételével teljesen tönkrement, deformálódott. 2003 május-június hónapban a gyors felmelegedéssel látványosan romlott az állapota. Úgy ítéltük meg a helyszínen, hogy itt a legindokoltabb a teljes újjáépítés. A pálya itt belesimul a terepbe, általában még az útarok is hiányzik, vagy távol van a burkolatszéltől. (E szakaszcól készült fényképfelvétel hibás lett)

16+000 – 18+300

A burkolat állapota az előző szakaszokénál összehasonlíthatatlanul jobb. A profil is jó, az oldalesések rendben vannak. Csak lokális romlások tapasztalhatók, azok is ritkán. Ezek oka nem az altalaj, hanem az aszfalt fáradása, öregedése. A bal oldalon egy szabványos útarok fut a pálya mellett, a jobb oldalon nyári út. A 17+550 – 17+720 szakasz jelent kivételt, itt valamelyest deformálódott a burkolat, itt lehetnek altalajproblémák. Az ilyen helyek kijávítása után a szemrevételezés szerint akár felületi bevonat is elegendő lehet a megfelelő állapot elérésére.

Összegzésként a bejárások általános tapasztalatait a következőkben összegezhetjük.

a) A burkolat állapotát és a hibák jellegét illetően megállapítható, hogy

- az út állapota és a romlások jellege változatos, aminek bizonyosan az az oka, hogy a keresztmetszet és pályaszerkezet jellemzői is meglehetősen változatosak,
- kirívóan rossz állapotú a 7+440 – 7+900, a 10+100 – 11+200 és a 14+200 – 16+000 km szakasz, melyeken a burkolat teljes szélességben erősen deformálódott, pedig ezeken a szakaszokon 46-49 cm vastag a burkolat,
- az első 6,5 km szakasz nagyobb részén elsősorban a bal oldali szélesítésen tapasztalható teherbíráshiányra utaló hibák, de ez a szakasz viszonylag változatos állapotú,
- a bal oldali szélesítés rézsűcsúszás jellegű mozgásának jelei érzékelhetők a 9+300 – 11+200 szakaszon, ahol mivel a meliorációs árok közvetlenül az út mellé került, s így kb. 3,0 m magas „kvázitöltés” alakult ki, a mozgás miatt a viszonylag erős, egyébként nem károsodó burkolat széle leszakadt,
- elfogadható állapotban van az utoljára 1982-ben erősített, 42 cm vastag burkolattal rendelkező 3+060 – 4+605, az 5+300 – 6+075, a 7+900 – 9+300 és a 16+000 – 18+300 km szakasz, melynek hibái a pályaszerkezet természetes előrecedésének tekinthetők,
- az 1984-ben ívkorrekciók miatt újjáépített 12+600 – 13+350 km szakasz állapota is megfelelő, jóllehet csak 38 cm vastag a burkolata,
- hasonlóan jó az állapota az 1992-ben javított szórt alappal erősített 13+350 – 14+210 szakasznak, bár ennek felülete viszonylag hullámos,
- a 2000-ben javított 11+210 – 12+600 km szakasz egy év után kifogástalan állapotú.

b) A növényzet hatását illetően egyértelműen kimondható, hogy

- a 7+900 – 9+300 km szakaszon evő fasor bizonyosan hozzájárult ahhoz, hogy e szakasz elfogadható állapotú maradt, miközben a hasonló adottságú szomszédos szakaszok sokkal rosszabb állapotba kerültek,
- a 6+070 – 7+900 km szakasz leromlásában valószínűleg az út melletti cserjés, bozótos vízháztartásra gyakorolt hatása lényeges szerepet játszott.

c) Az út geometriai viszonyait tekintve kiemelhető, hogy

- a terepen vezetett vagy kissé kiemelt szakaszok állapotában nem érzékelhető lényeges különbség,
- a keskeny padkájú „kvázitöltésekben” burkolat szélén gyakorlatilag mindig érzékelhetők a csúszás jelei.

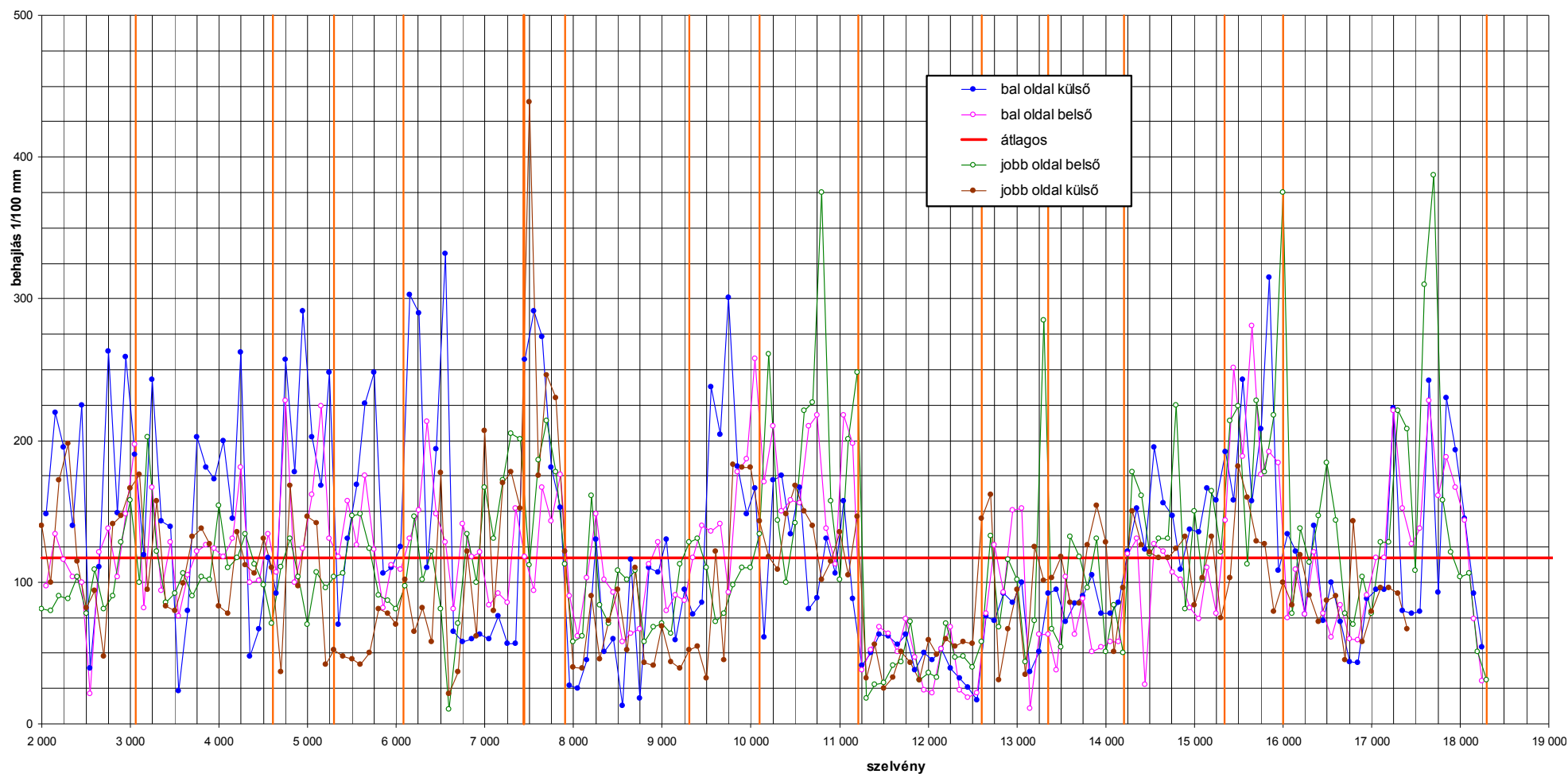
5.3 A 4232 j. út behajlásmérésének eredményei

A behajlás-mérésekre 2003. május 16-án került sor. Az eredményeket táblázatosan az **5.4 melléklet**, grafikusán az **5.2 ábra** tartalmazza. A táblázatban ugyanaz a szakaszolás szerepel, mint amelyet a bejárás során megállapítottunk. A szakaszonkénti mértékadó behajlásokat az **5.1. táblázatba** gyűjtöttük ki. (Számításukhoz terhelési és évszaki szorzót nem használtunk.) Az adatokból a következők szűrhetők le:

- a mértékadó behajlások átlagosan ($s_m=1,97$ mm) és szakaszonként is gyenge teherbírást, megerősítésre szoruló pályaszerkezetet jeleznek, ami érthető is, hiszen az út nagyobb részén 1982 óta a teherbírást növelő beavatkozás nem volt,
- a mértékadó behajlások két-háromszorosai az OKA-adattárban levő értékeknek,
- megállapítható, hogy a mértékadó behajlások nagyon jó összhangban van a bejárások tapasztalataival, ez mind az egyes szakaszok állapotának egészére vonatkozóan, mind a burkolat közepének és szélének különböző állapotára nézve igaz,
- az átlagos értékek is jelzik, de főleg az első 6 km-en, továbbá a 9+350 – 10+100 km szakaszon mért értékek mutatják, hogy a bal oldali szélesítés sokkal gyengébb a többi szakasznál, amint azt a bejárásokon is megállapítottuk, s az OKA adataiból is kiderül,
- a legnagyobb mértékadó behajlások a 7+450 – 7+900 km szakasz szélein adódtak, a bejárásokon is különösen rossznak ítéltük ezt a szakaszt
- a 11+210 – 12+600 km szakaszon a 2002 évben készített hidegremix-erősítés után a teherbírás jó és homogén lett,

5.1 táblázat

A 4232 j. út mértékadó behajlásai						
szakasz		bal oldal		jobb oldal		összesen
kezdő szelvény	végzelvény	külső	belső	belső	külső	
2+000	3+050	262	171	131	184	199
3+100	4+600	232	156	152	152	178
4+650	5+300	261	208	131	177	224
5+350	6+050	227	162	148	80	176
6+100	7+400	270	174	192	184	209
7+450	7+900	308	183	219	296	297
7+950	9+300	125	125	129	90	121
9+350	10+100	271	222	134	201	217
10+150	11+200	176	223	302	158	231
11+200	12+550	63	70	62	63	64
12+600	13+350	104	155	208	157	159
13+400	14+200	100	90	130	144	123
14+250	15+340	183	143	193	144	173
15+340	16+000	293	267	322	172	302
16+050	18+300	187	184	243	138	193
összesen		222	184	203	172	197
A mértékadó értékeket az $s_m=s_{\text{átlag}}+1,28 \cdot s_{\text{szórás}}$ képlettel számítottuk						



5.2 ábra
A 4232 j. út behajlás-mérésének eredményei (2003. május 16.)

- a 13+350 – 14+210 km szakaszon 1992-ben szórt alappal készített erősítés teherbírás-növelő hatása ma is jól érzékelhető, de a bal oldal gyengébb volta kissé „átütött”,
- a 14+250 – 15+340 km szakasz behajlásai nem annyira rosszak, mint amilyen rossznak a pályát a bejárásnál találtuk, illetve amiként az OKA is annak minősíti ezt, a romlást tehát esetleg nem teherbírás problémák okozhatták,
- a 15+340 – 16+000 km szakasz jobb szélén és belső részén nagyon nagy a behajlás, amiként a bejárásnál is így érzékeltük, itt a legrosszabb a teherbírás, s itt rosszak az OKA minőségi osztályzatai is,
- a legutolsó szakaszon a mértékadó behajlások magasabbak annál, mint amilyent a pálya állapota alapján feltételezhetnénk, bár a mértékadó értéket inkább a 17+700 km szelvény körüli lokális hibák teszik naggyá, az átlagos érték nem rossz.

5.4 A 4232 j. út talajfeltárásainak eredményei

A talajfeltárásokra különböző időpontokban: 2003. április 16-, április 29- és július 1-én került sor, és felhasználtuk a korábbi munka során, 2001 augusztus 29-én lemélyített fúrásokat is.

A feltárásokat úgy jelöltük ki, hogy

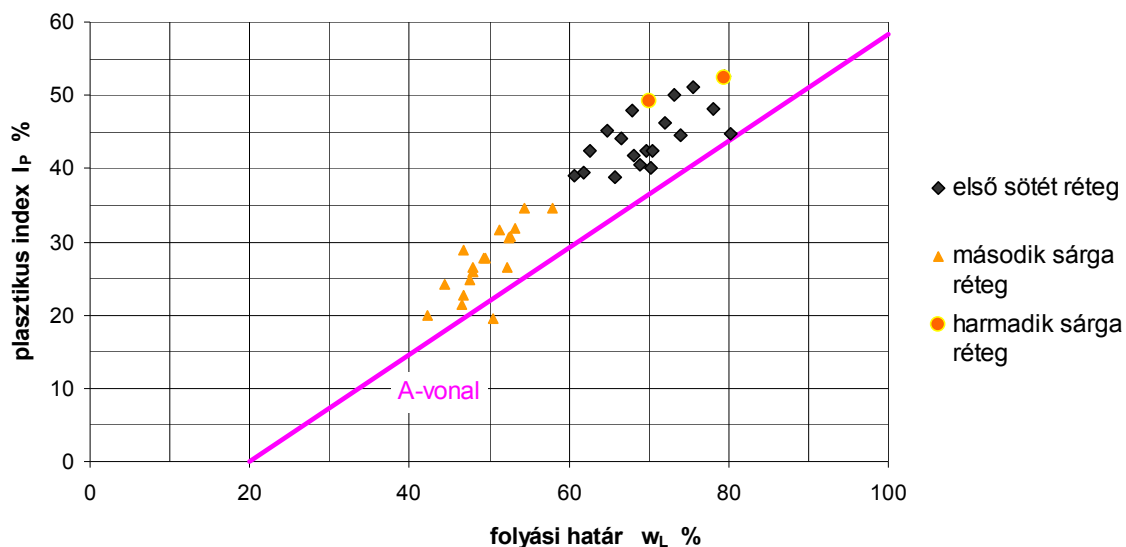
- a teljes útszakasz altalajáról képet kapjunk,
- a különösen kedvezőtlen állapotú helyekről mintát nyerjünk,
- bizonyos összefüggéseket, hipotéziseket megvizsgáljunk.

Az 5.2/a és /b táblázatban, valamint az 5.3 - 5.6 ábrákon látható feltérési eredmények a következőkben foglalhatók össze.

a) A talajfajtákat illetően megállapítható, hogy

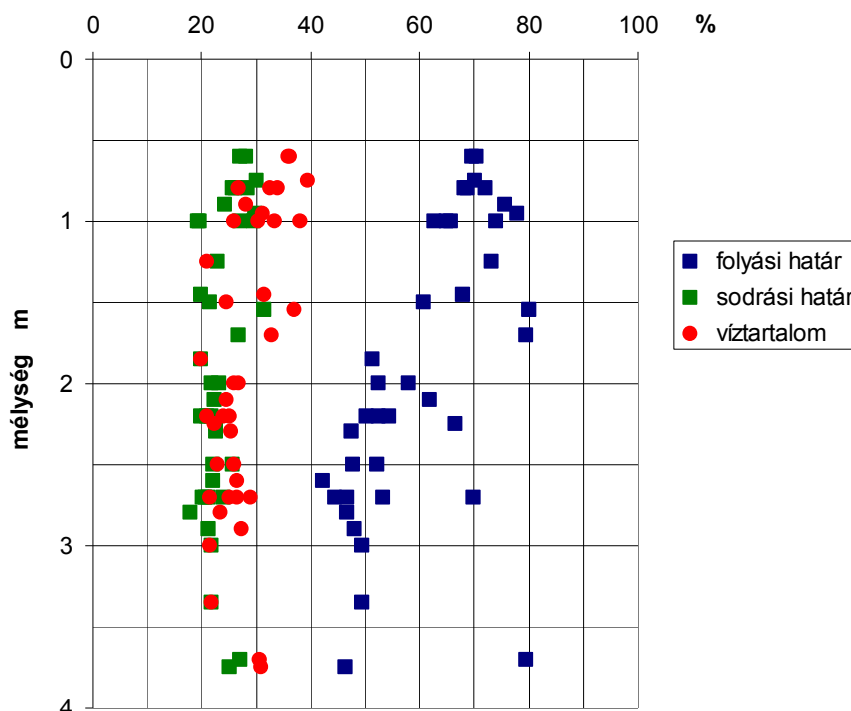
- nagyon kövér agyagok alkotják a burkolat alatti legfelső, kb. 1,0 m vastag réteget, s e sötétszürke talajok folyási határa 60-80 %, plastikus indexe 40-50 % között van,
- e felső zóna 8 km-ig kevésbé kötött, $I_p=40-45$ % a jellemző, a további szakaszra viszont inkább $I_p=45-50$ %
- a kötöttség azonban viszonylag gyorsan csökken, s a következő sárga árnyalatú agyagok folyási határa általában csak 45-65 %, plastikus indexe 20-30 % között van,
- a felső réteg izzítási veszteségei 8 km-ig 11-12 %, utána inkább 7-9 % a jellemző.

A 4232 j. út azonosító jellemzői a képlékenységi diagramban



5.3 ábra

A 4232 j. út talajjellemzőinek mélység szerinti alakulása



5.4. ábra

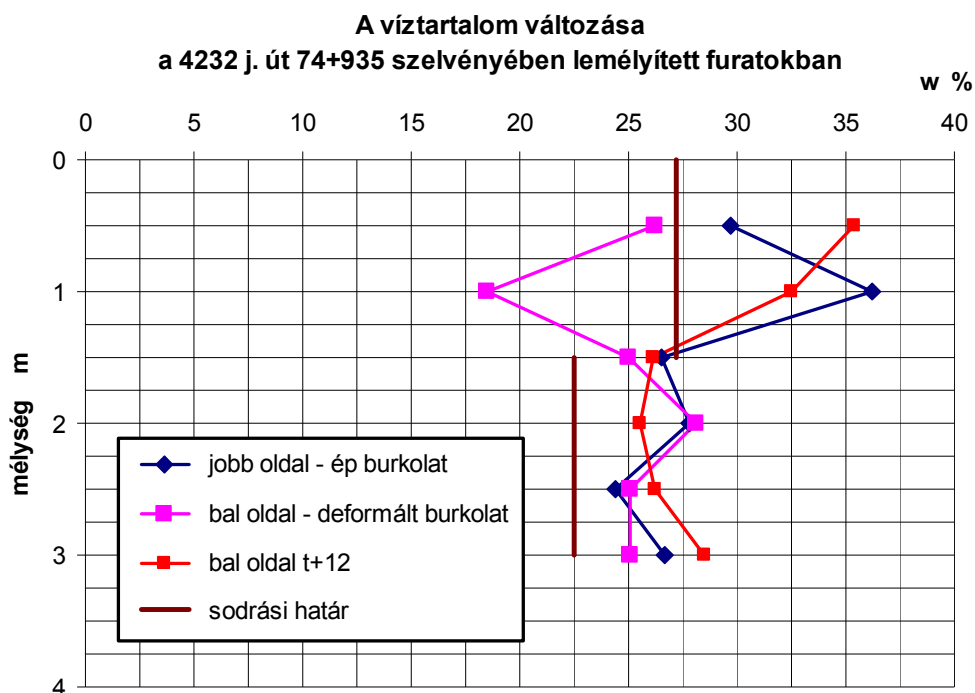
b) A talajok víztartalmát, konzisztenciáját tekintve a következőket szűrhetjük le:

- az összes adatot tekintve megállapítható, hogy a víztartalom a felső 1,5 m-en, a sötét-szürke agyagban nagyon változó, alatta, a sárga színű agyagban viszont kevésbé,
- a konzisztenciaindex 0,75 és 1,0 között mozog, az átlag 0,88, tehát jellemzően sodorható az állapot,
- az 5.5 ábra érzékelteti, hogy egy keresztshelvényben is nagy változások lehetnek a felső szürke zónában (míg a sárga agyag víztartalma meglehetősen homogén), s a károsodás a száraz oldalon következett be,
- az 5.6 ábra azt mutatja, hogy egymáshoz közeli furatokban a sárga agyagban gyakorlatilag azonos és kisebb a víztartalom, a szürke agyagban jóval magasabb, s változékonnyabb, s itt a cserjés által is bizonyosan befolyásolt, nagyobb víztartalmú helyen következett be károsodás,
- a két különböző időpontban végzett feltárások azt mutatják, hogy 2001 augusztusában sokkal szárazabb, kedvezőbb konzisztenciájú volt a felső zóna, mint most 2003 áprilisában, így a teherbírás is bizonyosan romolhatott.

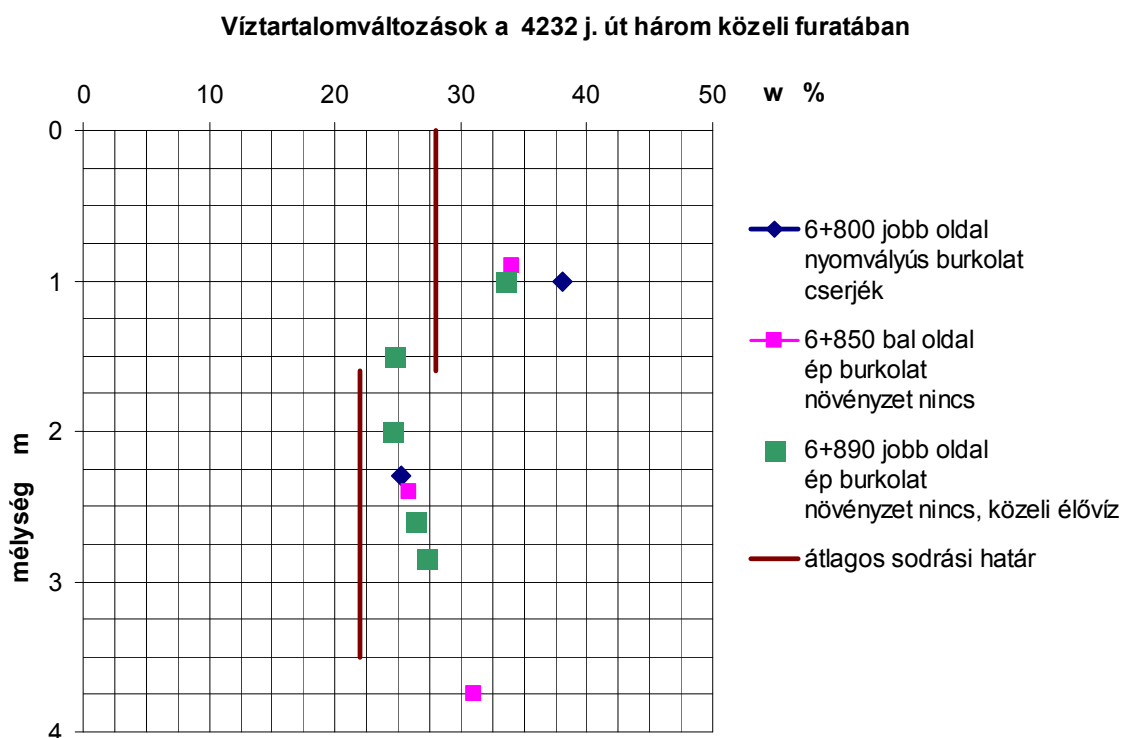
c) A bejárás során tett és a furáskor is rögzített megfigyeléseket, valamint a behajlásmérések adatait a talajjellemzőkkel összevetve a következőket kell kimondani:

- nem állapítható meg egyértelmű összefüggés a burkolat károsodása és a az altalaj kötöttsége között, viszont – úgy tűnik – a most gyengébb konzisztenciájúnak bizonyult helyeken valamelyest rosszabb a burkolat állapota,
- az utolsó szakasz jobb állapota viszont bizonyosan köszönhető annak, hogy ott sokkal kevésbé kötött talajok vannak.

- d) A feltárásokból nyert és további adatokat a földtani térképekkel összevetve kitűnik, hogy
- a meghatározott talajjellemzőkből valahol a 8 km szelvény táján érzékelhető valame-lyes változás, ami nem egyezik a földtani adottságokban jelzett 15 km körüli határral,
 - az út állapotát tekintve e 15 km körüli határ, kis különbséggel (16 km) mintha jelent-kezne, mert innen az állapot javul, viszont nehezen érthető ez, hiszen az itt levő szikes talajtól ez aligha volna várható, hacsak azt pl. meszezéssel korábban a termőterülettel nem javították fel.



5.5 ábra



5.6 ábra

a 4232 j. út talajfeltérési eredményei												
feltérás helye	réteg-határok	talaj		talajjellemzők %						talaj-vízszint	feltérás dátuma	megjegyzések
		szín	megnevezés	w _L	w _p	I _p	w	I _c	i _o			
4+935 jobb	0,25 - 1,40	sötétszürke	kövér agyag	68,1	26,3	41,8	32,5	0,85	9,8	nem észlelt	2003. 04.29	terepszinten vezetett pálya; ép burkolat; nincs növényzet
	1,40 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	52,6	21,8	30,8	25,0	0,90				
4+935 bal	0,25 - 1,00	sötétszürke	kövér agyag	69,7	27,2	42,5	36,0	0,79	11,3	-1,70	2003. 04.29	terepszinten vezetett pálya; deformált burkolat;
	1,00 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	52,5	21,9	30,6	25,9	0,87				
4+935 bal t+12 m	0,15 - 1,00	sötétszürke	kövér agyag	70,5	28,1	42,4	36,3	0,81	11,1	-1,73	2003. 04.29	nyári út; mellette meliorációs árok; árokban bokrok; nedves környezet
	1,00 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	57,9	23,3	34,6	26,7	0,90				
6+800 jobb	0,40 - 1.60	sötétszürke	kövér agyag	74,0	29,5	44,5	38,1	0,81	11,8	-1,90	2003. 04.16	1,0 m töltés; mély nyomvályú; cserjék
	1,60 - 3,00	barnás tarka	közepes agyag	47,5	22,7	24,8	25,3	1,01				
6+850 bal	0,40 - 1.20	sötétszürke	kövér agyag	68,8	28,4	40,4	34,0	0,86	11,5	-1,50	2003. 04.16	1,0 m töltés; 1,5 m mély útárok; ép burkolat; nincs növényzet
	1,50 - 3,50	barnás tarka	közepes agyag	52,2	25,6	26,6	25,9	0,99				
	3,50 - 4,00	okkersárga	közepes agyag	46,5	25,1	21,4	31,0	0,72				
6+890 jobb	0,50 - 1.40	sötétszürke	kövér agyag	65,8	27,1	38,7	33,5	0,83	12,2	-1,50	2003. 04.16	töltéslábnál élővíz -1,5 m-en; ép burkolat; nincs növényzet
	1,40 - 1,60	sötétszürke	kövér agyag	60,7	21,6	39,1	24,7	0,92				
	1,60 - 2,50	barnás tarka	kövér agyag	61,9	22,5	39,4	24,6	0,95				
	2,50 - 2,70	sárga	közepes agyag	42,2	22,2	20,0	26,4	0,79				
	2,70 - 3,00	okkersárga	közepes agyag	48,0	21,4	26,6	27,3	0,78				
7+875 jobb	0,30 - 1.15	fekete	kövér agyag	70,3	30,2	40,1	39,6	0,77	12,8	-1,37	2003. 04.29	1,0 m töltés; deformált burkolat; meliorációs árok bal oldalon közel, jobb oldalon távolabb, itt -2,0 m-en víz
	1,15 - 2,30	barnás tarka	kövér agyag	53,2	21,3	31,9	21,5	0,99				
	2,30 - 3,00	sárga	közepes agyag	44,4	20,3	24,1	29,1	0,63				
w _L = folyási határ w _p = sodrási határ I _p = plastikus index w = víztartalom I _c = konzisztenciaindex i _o = izzítási veszteség												

A 4232 j. út talajfeltérési eredményei												
feltérás helye	réteg-határok	talaj		talajjellemzők %						talaj-vízszint	feltérás dátuma	megjegyzések
		szín	megnevezés	w _L	w _p	I _p	w _n	I _c	i _o			
8+000 jobb	0,40 - 1,50 1,50 - 3,50	fekete okkersárga	kövér agyag közepes agyag	78,0 47,9	29,9 22,1	48,1 25,8	31,2 22,9	0,97 0,97	7,1	-2,46	2001. 08.29	terepen vezetett pálya; előregedett, de nem deformált burkolat; kétoldali útárok és fasor
10+400 jobb	0,40 - 2,70 2,70 - 4,00	sötétbarna barnás tarka	kövér agyag közepes agyag	80,2 49,4	31,4 21,7	44,8 27,7	37,0 21,7	0,96 0,90	10,3	nem észlelt	2001. 08.29	1,5 m töltés; fa, cserje nincs; baloldalt 1,7 m mély árok; nagyon deformált, töredezett burkolat
11+105 bal	0,50 - 2,00 2,00 - 2,50 2,50 - 3,40 3,40 - 4,00	Sötétszürke barnásszürke okkersárga szürkésbarna	kövér agyag kövér agyag közepes agyag kövér agyag	73,1 66,6 49,5 79,5	23,0 22,6 21,7 27,1	50,1 44,0 27,8 52,4	21,0 22,3 21,6 30,7	1,04 1,01 1,00 0,76	7,7	nem észlelt	2003. 07.01	1,5 m töltés; árok nincs; fa, cserje nincs; középen deformált burkolat
12+350 jobb	0,40 - 1,20 1,20 - 2,20 2,20 - 3,20	sötétszürke sötétszürke okkersárga	kövér agyag kövér agyag kövér agyag	72,1 79,5 70,0	25,8 26,9 20,8	46,3 52,6 49,2	26,8 32,8 26,4	0,98 0,89 0,89	8,2	nem észlelt	2001. 08.29	1,5 m töltés; kétoldalt cserjék; bal oldalt 2,3 m mély árok; a 2002-ben javított burkolat kifogástalan
13+800 jobb	0,55 - 1,40 1,40 - 3,00	barnásszürke okkersárga	kövér agyag kövér agyag	62,7 54,4	19,3 19,8	42,4 34,6	30,4 24,1	0,74 0,88	9,8	nem észlelt	2003. 04.29	terepszinten vezetett pálya; fa, cserje nincs; az 1992-es szórt erősítés ép
13+990 jobb	0,40 - 1,40 1,40 - 3,00	Sötétszürke okkersárga	kövér agyag sovány agyag	75,6 50,4	24,4 20,9	51,2 19,5	28,3 21,1	0,92 0,99	8,5	nem észlelt	2001. 08.29	terepszinten vezetett pálya; fa, cserje nincs; az 1992-es szórt erősítés ép
14+800 jobb	0,30 - 2,60 2,60 - 3,00	barnásszürke világos barna	kövér agyag közepes agyag	68,0 46,7	20,0 17,9	48,0 28,8	31,6 23,5	0,76 0,81	9,1	nem észlelt	2003. 04.29	1,0 m töltés; bal oldalt cserjék; bal oldalt 1,5 m mély árok; főleg középen erősen deformált burkolat
17+000 jobb	0,40 - 1,50 1,50 - 2,20 2,20 - 3,20	szürke okkersárga sárga	kövér agyag kövér agyag közepes agyag	64,8 51,3 46,7	19,6 19,8 24,1	45,2 31,5 22,6	25,9 20,0 25,1	0,86 0,99 0,96	6,7	nem észlelt	2003. 04.29	terepszinten vezetett pálya; kétoldalt útárok; kissé távolabb fasor; ép burkolat
w _L = folyási határ w _p = sodrási határ I _p = plastikus index w = víztartalom I _c = konzisztenciaindex i _o = izzítási veszteség												

5.5 A 4232 j. út burkolatfeltárásának eredményei

2003. május 19-én két helyen tártuk fel a burkolatot:

- a 6+070 sz. bal oldalán, ahol a szélesítés megsüllyedt, s a környezet nedvesnek tűnt,
- a 9+740 sz. bal oldalán, ahol a mély meliorációs árok mellett a burkolaton látható repedésből és megsüllyedésből a töltéscsúszásból eredő károsodásra kellett gondolni,
- a 14+600 sz. közepén, ahol rendkívül deformált volt a burkolat, amiből teherbírás hiányra kellett következtetni.

A feltárásokról készített három felvételt az **5.7 - 5.10 ábrán** mellékeljük. A feltárásból vett talajminták vizsgálati eredményeit az **5.4 táblázat** és az **5.11 ábra** tartalmazza.

A feltárásokban a következő burkolatrétegződéseket és állapotokat találtuk.

a) A 4232 j. út 6+070 km szelvényében a bal oldalán végzett nyílt feltárás eredményei

- a pálya középső részén a szerkezet a következő:
10-15 cm vegyes aszfaltréteg, laza, széteső,
20-25 cm szórt vagy rakott alap, melynek fele agyaggal szennyezett,
barnásszürke kövér agyag
- a szélesítésben a szerkezet a következő:
15 cm vegyes aszfaltréteg
20 cm kohósalak útalap, elfogadható minőségben
barnásszürke kövér agyag

A burkolat vastagsága kb. 5 cm-rel kevesebb, mint ami nyilvántartásban szerepel, s az anyagok minősége is gyenge. A burkolat felszínén a félpálya szélessége 3,0 m, a feltárás során azonban kitért, hogy a kohósalak útalap valójában csak kb. 2,85 m széles. A padka a feltárás helyén kb. 20 cm-rel magasabban volt a burkolat szélénél.

A szélesítés alól vett talaj – amint az az 5.4 táblázatból megállapítható – viszonylag kedvezőtlen: kissé szerves ($i_{om} \approx 7,5\%$), kövér agyag ($I_p \approx 32\%$), magas víztartalommal ($w \approx 29\%$), még elfogadható konzisztenciával ($I_c \approx 1,08$), és a magminták jellemzői alapján $T_{rp} \approx 85\%$ becsült tömörséggel és $CBR \approx 3\%$ becsült teherbírással. Meg kell azonban jegyezni, hogy e talajállapot is jóval jobb, mint amilyeneket a burkolat mellett lemélyített furatokban észleltünk.

A tapasztaltak alapján az vélelmezhető, hogy a romlás fő oka a szélesítés gyengesége lehet. Altalajának állapota, teherbírása most sem volt jó, s egy még nedvesebb időszakban az adott körülmények között valószínűleg még tovább romlik. A régi burkolat vékonyabb volta és kohósalak alapréteg csekély szélessége miatt a nehéz gépjárművek külső kereke alatt a gyenge altalaj oldalirányban és felfelé kitér, talajtörés következik be. A bal oldali szélesítés hibáját mutatja a behajlasmérés is, e szakaszon csak a burkolat bal szélén adódtak magas értékek.

5.4 táblázat

A nyílt feltárások talajvizsgálati eredményei															
4232 j. Körösladány - Gyomaendrőd út feltárási eredményei						A talaj neve	Azonosító és állapotjellemzők						Magminták jellemzői		
szelvény	oldal	időpont	a pálya jellege	a pálya állapota	mintavétel helye	szín	w _L	w _p	I _p	w	I _c	i _{0m}	ρ _d	S _r	q _u
						megnevezés	%	%	%	%	-	%	g/cm ³	-	kPa
6+070	bal oldal	2003.04.16	terepen vezetett pálya	megsüllyedt szélesítés	burkolatszélesítés alatt	barnásszürke kövér agyag	63,1	31,5	31,6	29,1	1,08	7,5	1,48	0,95	105
9+740	bal oldal	2003.04.16	töltés	rézsű-csúszás	régi töltésanyagból	sötétszürke kövér agyag	54,5	21,1	33,4	18,9	1,07	13,3	1,55	0,85	46
					töltésszélesítés anyagából	sárga kövér agyag	71,4	34,9	36,5	27,5	1,20	18,7	1,33	0,8	21
14+600	közép	2003.04.16	terepen vezetett pálya	középen nagy deformációk	régi pálya alatt	sötétszürke közepes agyag	54,3	28,4	25,9	24,5	1,15	6,5	1,6	0,93	153

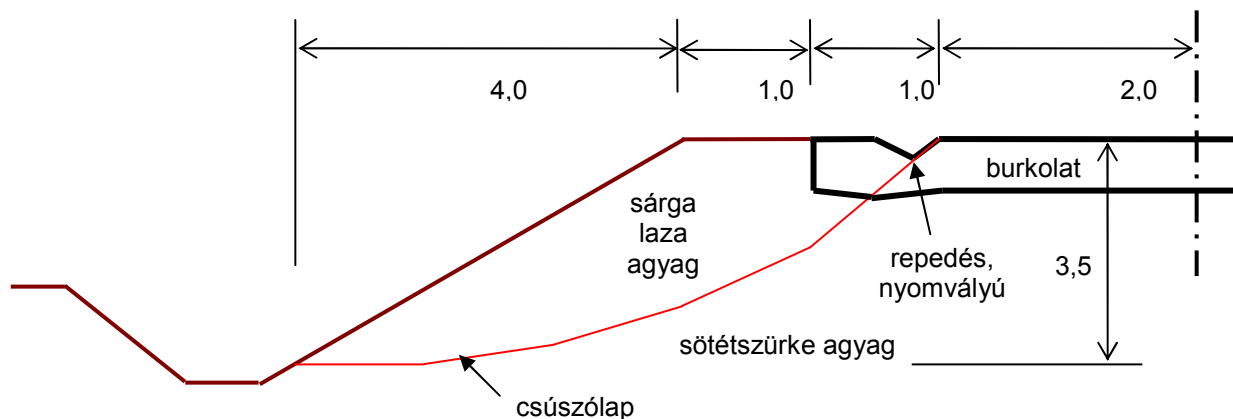


5.7 ábra

A 4232 j. út 6+070 km szelvényében végzet burkolatfeltárás felvételei
(fenn: a feltárás helye; lenn: bal oldalt a szélesítés, jobb oldalt a régi pálya)

b) A 4232 j. út 9+740 km szelvényében a bal oldalán végzett nyílt feltárás eredményei

Amint az az 5.9/b ábrán látható, e helyen a burkolat állapota viszonylag jó, csak a burkolat széletől kb. 1,0 m-re van egy határozott lezökkenés, nyomvályúsodás. Itt ettől kezdve tártuk fel a töltést, s abból világosan kitetszett, hogy a károsodás a hibás töltésszélesítésből ered. Itt tehát az egyébként jónak látszó burkolat rétegeket nem is vizsgáltuk, hanem szélesített töltés metszetét vettük fel. Ez látható az 5.9/a ábrán, és ezt mutatja az 5.8 ábrán látható vázlat is.



5.8 ábra

A 9+740 km szelvény bal oldalán végzett feltárás eredménye

A kinyitott vágat oldalfalán világosan érzékelhető volt, hogy a sötétszürke, szemrevételezéssel önmagában még megfelelőnek látszó eredeti termett vagy beépített agyagon egy rendkívül laza, morzsalékos sárga agyag van. Az 5.4 táblázatból is látható, mindkét anyag, de különösen a sárga színű, nagyon laza, s egyirányú



nyomószilárdsága szerint nyírószilárdsága alig van, jöllehet konzisztenciája nem rossz. Úgy tűnik, ezt tömörítés nélkül döntöttek le, és/vagy a többszöri kiszáradás-elnedvesedés nyomán alakult ki a jelenlegi gyenge állapota.

Itt tehát egy rézsűcsúszás jellegű mozgás indult meg, valójában kedvezőnek mondható, hogy nem eddig nem fejlődött tovább. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a meliorációs árok megnyitásával kialakult „kvázitöltés” rézsűjének magassága csak kb. 3,5 m, ezért ez a rézsű önmagában még a rendkívül alacsony nyírószilárdság ($c_u \approx q_u/2 \approx 10$ kPa) mellett is állékony lenne, de a nehézjárművek külső kerekeinek elhaladásakor be-beindul a mozgás.

5.9/a ábra

A 4232 j. út 9+740 km szelvényében végzett burkolatfeltárás felvétele (bal oldal: a laza, vegyes töltésszélesítés)



5.9/b ábra

A 4232 j. út 9+740 km szelvényében végzet burkolatfeltárás felvétele
(fenn: a burkolatromlás a feltárás helyé; lenn: a rézsűbontás)

c) A 4232 j. út 14+600 km szelvényében középen végzett nyílt feltárás (5.10 ábra) eredményei:

- a pálya középső részén a szerkezet a következő:
 - 5 cm finn aszfalt (töredezett, deformálódott)
 - 7 cm aszfaltbeton (vegyes, laza, széteső)
 - 10-12 cm itatott aszfaltmakadám (laza, talajjal kevert)
 - 10-15 cm szórt vagy rakott alap (hézagos vagy eltalajosodott)
barnásszürke kövér agyag
- a szélesítésben a szerkezet a következő:
 - 5 cm finn aszfalt (viszonylag jó állapotban)
 - 15 cm vegyes aszfaltréteg
 - 20 cm kohósalak útalap jó minőségben

A burkolat vastagsága kb. 10 cm-rel kevesebb, mint ami nyilvántartásban szerepel, s az anyagok minősége is nagyon gyenge, valójában inkább egy szórt alapnak felel meg.

A burkolat alól vett talajminták 5.4 táblázatban megadott fő jellemzőit a következőképpen értékelhetjük:

- a környék jellemző talajadottságaihoz képest nem volt kedvezőtlen,
- „csak” alig szerves: $i_{om} \approx 6,5 \%$ és „csak” közepes agyag: $I_p \approx 26 \%$,
- konzisztenciája: $I_c \approx 1,15$ és egyirányú nyomószilárdsága $q_u \approx 150$ kPa is jó.

Az itteni talajnak a tömöríthetőségét és teherbírását is megvizsgáltuk, s ennek eredményét mutatja az 5.11 ábra. A vizsgálat a következőképpen értékelhető:

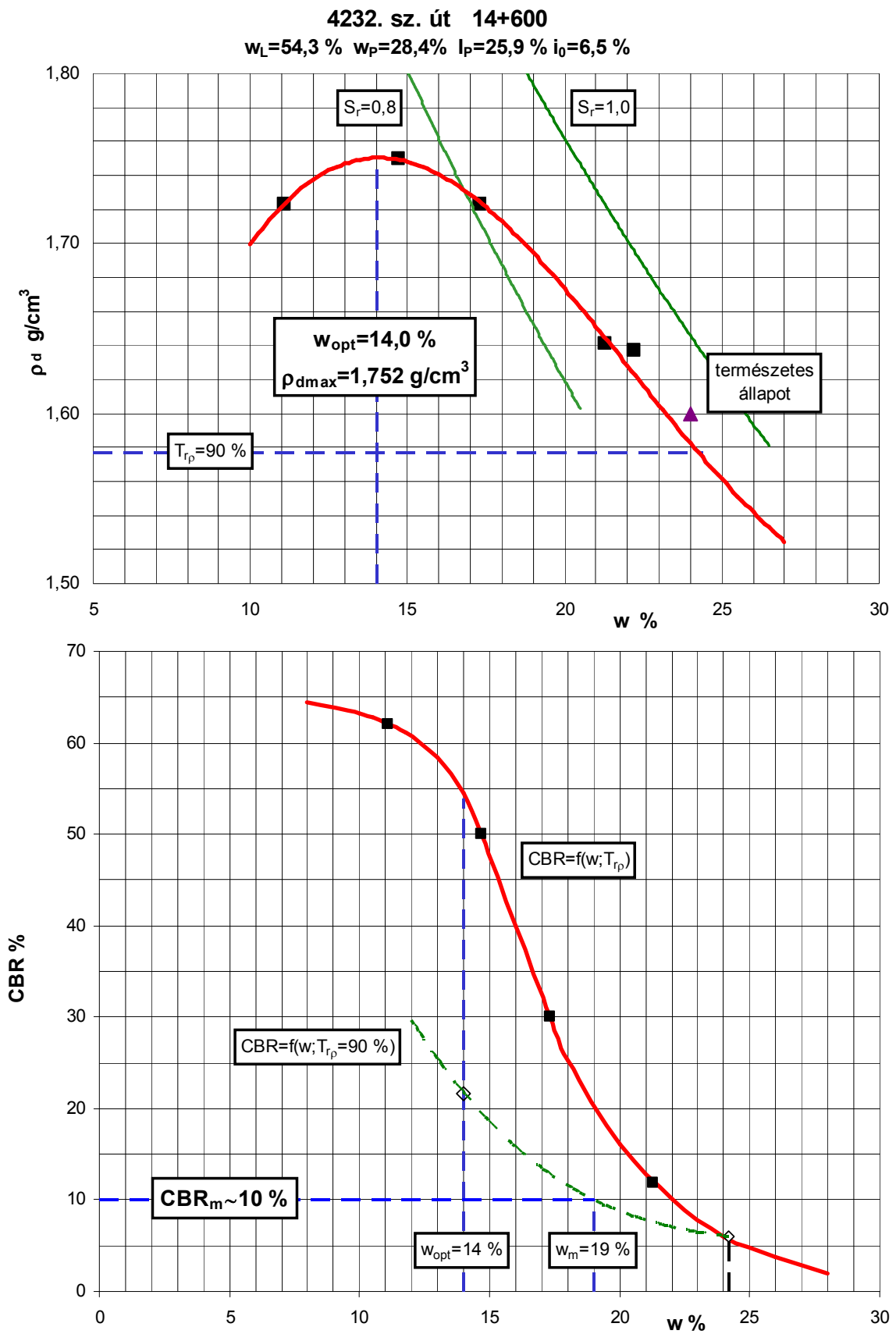
- a talaj tömöríthetősége kedvezőbb a vártnál, a legnagyobb száraz térfogatsűrűsége $1,75 \text{ g/cm}^3$,
- az optimális tömörítési víztartalom viszonylag alacsony, csak $w_{opt} = 14 \%$,
- a kedvező, nem nedves éghajlati területre vonatkozóan meghatározott mértékadó CBR-érték különösen is váratlanul magasra adódott: $CBR_m = 10 \%$,
- a természetes $w = 24 \%$ víztartalmú talaj tömörsége is kedvező volt: $T_{rp} \approx 90 \%$, s becsülhető teherbírása is jó: $CBR \approx 5 \%$.

Mindezekből az gondolható, hogy a burkolat közepének súlyos deformációjában a pályaszerkezeti anyagok gyengeségének van alapvető szerepe van, nem a talajteherbírásnak. Ezt valószínűsíti az is, hogy a burkolat szélei, ahol jó minőségű kohósalakot találtunk kevésbé van leromolva, továbbá az a tény is, hogy e szakaszon nem mértünk kirívóan nagy behajlási értékeket (5.1. táblázat).



5.10 ábra

A 4232 j. út 14+600 km szelvényében végzet burkolatfeltárás felvétele
(fenn: a deformált burkolat megbontása; lenn az elagyagosodott burkolat)



5.11. ábra

A feltárásból vett minta Proctor- és CBR-vizsgálatának eredményei

6. A 47 sz. Debrecen – Szeged főút 92+000 – 100+000 km szakasz

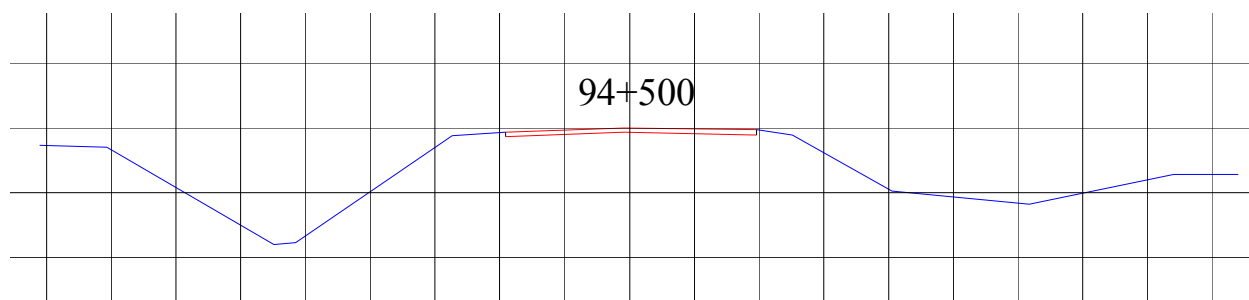
6.1 Az út alapadatai

a) Útgeometria

Az út helyszínrajzi vonalvezetését a hosszú egyenes szakaszok, rövidebb viszonylag nagysugarú ívek jellemzik, a környezeti adottságok a vonalvezetést érzékelhetően nem befolyásolták.

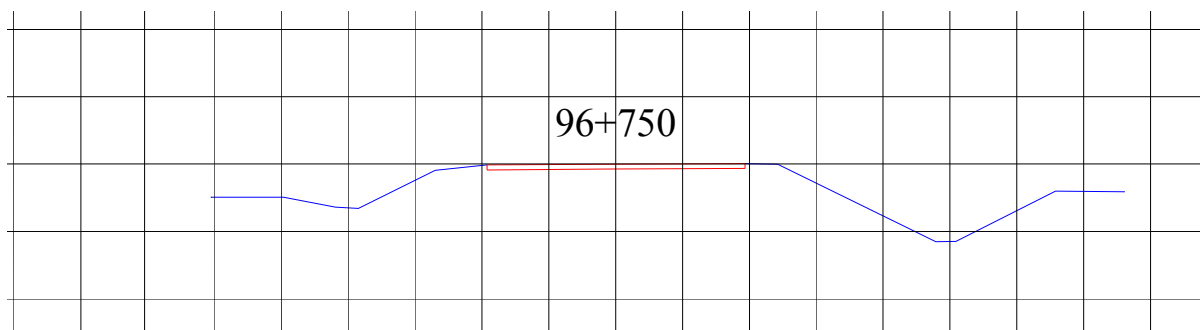
A keresztmetszeti felvételtől (6.1 melléklet) a következőket emeljük ki:

- egészében jellegzetesen síkvidéki útról van szó, bevágás sehol sincs, a pályaszint a környező terephez képest 1,-1,5 m magasabban van,
- a burkolat szélessége 7,0, helyenként 7,50 m, a padka szélessége 1,0-1,5 m,
- az út mentén, általában mindkét oldalon meliorációs árok van, mely sok helyen egészen megközelíti a padkát, néhol kissé eltávolodik, mélysége és szélessége is változik,
- a bal oldalon e meliorációs árok miatt, annak mélyülésevel kb. a 92+750 – 95+250 km szakaszon alakult ki ún. „kvázitöltés”, melynek maximális magassága (az árok maximális mélysége) kb. a 94+450 km szelvényben van, s kb. 4,0 m, itt a padka szélessége csak 1,5 m és a rézsűhajlás 1:1,5 (l. 6.1/a ábra),
- a jobb oldalon a meliorációs árok miatt, hasonlóan mélyülve kb. a 94+500 – 100+000 km szakaszon alakult ki „kvázitöltés”, melynek maximális magassága (az árok maximális mélysége) kb. a 96+900 km szelvényben van, s kb. 2,5 m, itt a padka szélessége csak 1,0 m és a rézsűhajlás 1:2 (l. 6.1/b ábra), ezután pedig a vizsgát szakasz végéig kb. 2,0 m mély az árok



6.1/a ábra

A 47 sz. főút 94+500 km szelvénye a maximális bal oldali árokmélységgel



6.1/b ábra

A 47 sz. főút 96+750 km szelvénye a maximális jobb oldali árokmélységgel

b) Pályaszerkezet

A pályaszerkezeti jellemzőkről kapott adatokból a következő képet lehet adni.

Általánosságban említendő, hogy

- a pályaszerkezet a vizsgált 8 km hosszú vizsgált szakaszon gyakorlatilag azonos,
- az eredeti 4,0 m széles pálya kétszeri, kétoldali szélesítéssel érte el a mai 7,0 m-t,
- 1950-től 1996-ig sok erősítést kapott a pályaszerkezet,
- a szerkezet össz-vastagsága a vizsgált szakasz nagy részén 51 cm,

A burkolat középső részének jellemző szerkezete:

3 cm	vékonyaszfalt kopóréteg	1996
4 cm	aszfaltbeton kopóréteg	1992
3 cm	aszfaltbeton kopóréteg	1984
4 cm	aszfaltbeton kopóréteg	1978
5 cm	JU 35 típusú kötőrétegek	1978
5 cm	JU 35 típusú kötőrétegek	1975
7 cm	itatott aszfaltmakadám	1970
20 cm	rakott alap	1950

A 92 és 92,5 km, valamint a 94 és a 95 km között még egy további 3-5 cm vastag aszfaltbeton réteg készült 1987-ben.

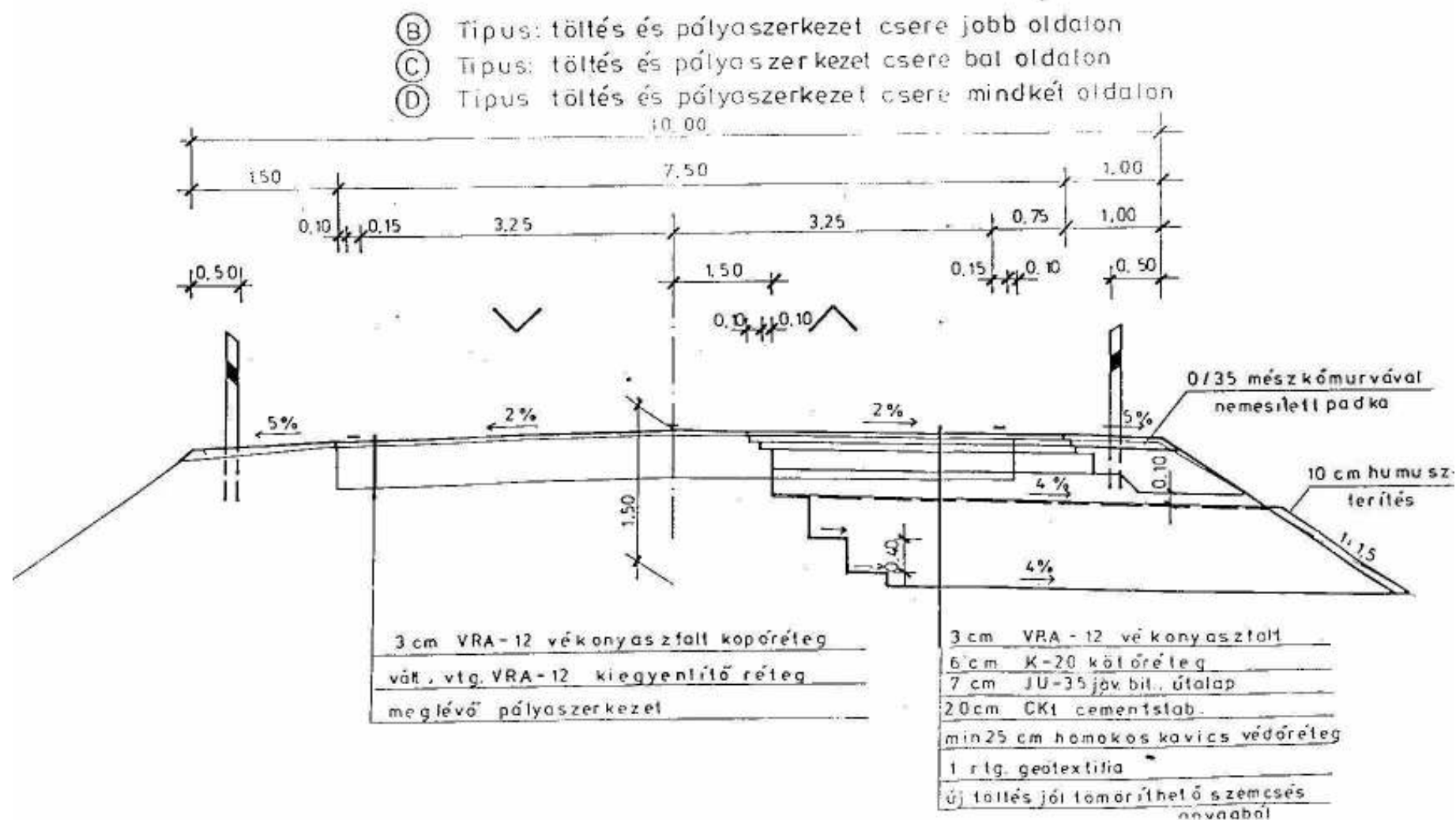
Az út története a következőkben foglalható össze:

- 1950-ben készült el a 4,0 m széles rakott alap,
- 1959-ben kiszélesítették 6,0 m-re az utat aszfaltmakadám szerkezettel,
- 1970-ne épült meg az itatott aszfaltmakadám-réteg
- 1975-ben JU 35 réteggel erősítették a teljes pályaszerkezetet,
- 1978-ban 20 cm soványbeton réteggel 0,5-0,5 m-rel kiszélesítették a pályát, majd az megkapta a 9 cm aszfaltbeton erősítést,
- 1984-ben újabb aszfaltbeton réteg erősítés készült,
- 1987-ben az előző években megjelent repedések miatt a 94 és 95 km szakaszon 3 cm javítás készült,
- 1991-re újra jelentkeztek a repedések, melyek okát a BME a kövér, térfogatváltozó agyagból épült töltésrészük elégtelen állékonyságában találta meg,
- 1994-ben a pályaszerkezet megfelelő teherbírása miatt a repedéseket 10 cm aszfalt lemarása után geotextília és új aszfaltrétegek beépítésével javították,
- 1944-re újra megjelentek a repedések,
- 1996-ban részleges töltéscserével javítják ki a kritikus szakaszokat,
- 2001-re újra megjelennek a repedések.

Az 1996-ban végzett részleges töltéscsere tervét a **6.2 ábra** mutatja.

A szakaszon belül részleges töltéscserével készült 1996-ban az erősítés

- a 93+550 – 93+950 km szakaszon mindkét oldalon,
- a 94+350 – 94+500 km szakaszon mindkét oldalon.
- a 96+325 – 96+725 km szakaszon a jobb oldalon.
- a 96+750 – 96+950 km szakaszon a bal oldalon,
- a 97+075 – 97+600 km szakaszon a jobb oldalon,
- a 98+150 – 98+500 km szakaszon a jobb oldalon.
- a 99+150 – 99+500 km szakaszon a jobb oldalon.



6.2. ábra

A 47 sz. út 1996-ban végzett részleges töltéscseréjének terve

c) Az OKA-információk

A **6.2 mellékletbe** kigyűjtött adatokat a következőkben foglalhatjuk össze.

A burkolat állapotának minősítése 3=megfelelő és 4=rossz, ami egészében talán túl szigorúnak ítéltető.

A burkolat egyenetlensége átlagosan ($IRI=2,0$ és $IRI_o=1,3$) jó, s a kifogástalan minőséget valószínűleg csak néhány, a 94+500 és 97+500 körüli, illetve a 99+000 utáni szakasz rontja le.

A nyomvályú mélységére és minősítésére vonatkozó adatokat illetően ugyanez állapítható meg, s látható, hogy valószínűleg az előbbiek szerint rosszabb szakaszok éppen a nyomvályúsodás miatt kaptak az egyenetlenségre is rosszabb minősítést.

Az átlagos felületi modulus és a mértékadó behajlás értékek és a teherbírás osztályzatai itt is feltűnően kedvezőek. A helyi tapasztalatok szerint azonban az OKA-ban szereplő ezen adatok általában nem reálisak. Saját teherbírásméréseink eredményei kapcsán a kérdésre még visszatérünk.

Az út földtani adottságait a 3.2 ábra mutatja, s a lényeg a következőkben összegezhető:

- 92+000 – 95+000 új-holocén friss öntéstalaj,
- 95+250 – 96+250 szikes ó-holocén folyóvízi agyag,
- 96+250 – 100+000 új-holocén friss öntéstalaj.

6.2 A 47 sz. út bejárásának tapasztalatai

Az út bejárására 2003. május 16-án került sor. Ezen útszakasz esetében nem volt szükséges az aprólékos szakaszolásra, mert a körülmények, a pályaszerkezet és károsodás típusa kevésbé változik, s az szakasz minden tekintetben sokkal homogénebb, mint a vizsgált másik három út.

92+000 – 92+800 (143)

A Sebes-Kőrös hídjáról lejtő töltés magassága fokozatosan csökken. A pályaszerkezet állapota megfelelő.

92+800 – 95+250 (148)

A bal oldalon 1,0-1,5 m széles padkától indul a jellemzően 2,0-3,5 m mély meliorációs árokfenéig az 1:1,5 hajlású rézsű. Az árokban víz általában nincs, de vízi növények maradványai vannak. A rézsűre többnyire dús cserés, bozótos települt.

A jobb oldalon inkább 1,5 m széles a padka, 1:2 körüli a rézsű hajlása és csak 2,0-2,5 m mélyen van a csatlakozó széles árok fenéke. Itt vagy nincs növényzet vagy egyes szakaszokon nyárfasor található.

A burkolat állapota egészében jó lenne, de egyes helyeken a széleken hosszrepedések és azokból kiindulóan nyomvályúsodás jelentkezik. Általában a bal oldalon szélesebbek a repedések és a markánsabb nyomvályúsodás, különösen a 94+450 km és a 95+050 km szelvény körül. Itt gyakran megjelennek zsugorodási repedések a padkán is. Az itt és másutt 1996-ban töltéscserevel javított szakaszokon is újra megjelentek a kárjelek. Ahol a jobb oldalon fasor van ott nincs repedés.

95+250 – 96+250 (148)

Az út 1,0-1,5 m magas töltésen halad, árok nincs közvetlenül az út mellett. A burkolat állapota jó, korábban sem kellett javítani, és most sincsenek rajta hibák. A szakasz első felén egy ívkorrekció volt a földúton az 1950-es kiépítés előtt.

96+250 – 96+100 (148)

A bal oldalon 1,5-2,0 m széles a padka, 1:2 körüli rézsűhajlás 1,0-1,5 m mély a csatlakozó széles árok. Itt vagy nincs növényzet vagy egyes szakaszokon nyárfasor található.

A jobb oldalon az 1,0-1,5 m széles padkához 1:2 hajlású rézsűvel csatlakozik a padkához képest a 1,0-1,5 m fenékmélységű mély meliorációs árok. Az árokban víz általában nincs. Dúsabb növényzet az árkon kívül van.

A burkolat állapota egészében jó lenne, de itt is hosszabb szakaszokon a széleken hosszrepedések és azokból kiindulóan nyomvályúsodás van. Itt az a jellemző, hogy inkább a jobb oldalon szélesebbek a repedések és a szembetűnőbb a nyomvályúsodás, de a bal oldalon is vannak repedések.

A jobb oldalon három olyan helyen nagy mértékű az ilyen hosszrepedésekkel kezdődő károsodás, ahol 1996-ban nem volt töltéscsere: a 96+800 km szelvény körül, ahol 2003-ban már kátyúzni kellett, illetve a 98+000 és a 98+600 km szelvény táján. A jobb oldalon hosszabb szakaszokban készített töltéscserék helyén egyébként csak kezdődő vékony repedések látszanak.

A bal oldalon 1996-ban csak a 96+900 km szelvény körül volt töltéscsere, és itt jobb a burkolat állapota, mint a jobb oldalon (ahol itt nem volt csere), csak kezdődő vékony repedések vannak. Meglehetősen rossz a bal oldal állapota a 99+000 km szelvény után.

Összegzőként a bejárások általános tapasztalatait a következőkben összegezhetjük:

- a burkolat egészében általában jó állapotú,
- a jellemző hiba a burkolatszéltől 1,5 m-re levő hosszrepedések, melyek azon a szakasz első felében a bal, a másodikon inkább a jobb oldalon jelentkeznek, ott ahol a töltéshez kedvezőtlenebb geometriájú (keskenyebb padka, meredekebb és mélyebb rézsű) töltés-rézsű csatlakozik, s ahol nyáron a padkán is megjelennek a hosszrepedések,
- az út menti fasorok csökkentik a károsodás veszélyét, illetve mértékét,
- a középső szakaszon, ahol ó-holocén talaj van, jobb a burkolat állapota,
- az 1996-ban részleges töltéscserével javított szakaszok nagyobb részén 2000-2001-ben újra megjelentek repedések, melyek azonban gyakran kevésbé markánsak.

6.3 A 47 sz. út behajlásmérésének eredményei

A behajlás-mérésekre 2003. május 27-án került sor. Az eredményeket táblázatosan a **6.4 melléklet**, grafikusán a **6.3 ábra** tartalmazza. A táblázatban ugyanaz a szakaszolás szerepel, mint amelyet a bejárás során megállapítottunk. A szakaszonkénti mértékadó behajlásokat a **6.1. táblázatba** gyűjtöttük ki. (A számítás során évszaki és terhelési szorzókat nem használtunk, és a mértékadó értéket az összehasonlíthatóság céljából a másik két úttal azonos módon számítottuk. Az adatok tehát közvetlen mértezésre nem használhatók.) Az adatokból a következők szűrhetők le:

- a mértékadó behajlások átlagosan ($s_m=0,97$ mm) és szakaszonként is megfelelő, a másik két útnál jóval nagyobb teherbírást jeleznek, ami érthető is, hiszen mindenütt legalább 51 cm vastagságú pályaszerkezet van,
- a mértékadó behajlások kétszeresei az OKA-adattárban levő értékeknek,
- a burkolat belső két sávjának teherbírása csaknem mindig jobb a külső sávokénál, mindkét belső sáv viszonylag gyengébb (egészében és relatíve a széleknél is) a 96+250 km szelvény körül,
- a bal oldali belső sáv általában jobb a jobb oldalínál, a jobb belső sáv gyenge helyei 96+900, 98+000 és 99+200 km szelvények körüli szakaszok,

- a burkolat bal széle általában abszolúte és relatíve is gyenge, kivéve az ott töltéscserével javított szakaszok nagy részét, kirívóan gyenge a 94+450 és a 99+450 km szelvények adata, melyek közül az előbbi helyén volt töltéscserés javítás,
- a jobb oldal teherbírása ingadozó, a töltéscserével javított szakaszokon jó, viszont a kihagyott helyeken: a 96+900, a 98+000 és a 98+600 km szelvények körül gyengébb ellenállásokat mértünk,
- a bejárásán megfigyelt repedések helyén nincs mindig nagy behajlás, különösen, ha a töltéscsere után csak vékony repedések jelentek meg,
- a szemrevételezés során is nagyobb mértékűnek talált és már deformációval is járó repedések helyein (a bal oldalon a 94+450, 95+050 és 99+500, a jobb oldalon pedig a 96+900, 98+000 és 98+600 km szelvényekben) kirívóan nagyok behajlások.

6.1 táblázat

A 47 sz. út mértékadó behajlásai						
szakasz		bal oldal		jobb oldal		összesen
kezdő szelvény	végzelvény	külső	belső	belső	külső	
93+000	93+575	82	46	69	96	81
93+575	93+975	21	57	56	23	34
93+975	95+325	84	51	51	72	71
95+325	96+325	85	61	70	93	101
96+325	96+725	96	66	70	38	80
96+725	97+075	57	34	81	110	80
97+075	97+875	90	52	64	67	77
97+875	99+125	75	60	78	107	84
99+125	100+000	107	54	66	79	57
összesen		89	56	69	87	78
A mértékadó értékeket az $S_m = S_{\text{átlag}} + 1,28 \cdot S_{\text{szórás}}$ képlettel számítottuk.						

6.4 A 47 sz. út talajfeltárásainak eredményei

A talajfeltárásokra különböző időpontokban: 2003. június 4-én került sor.

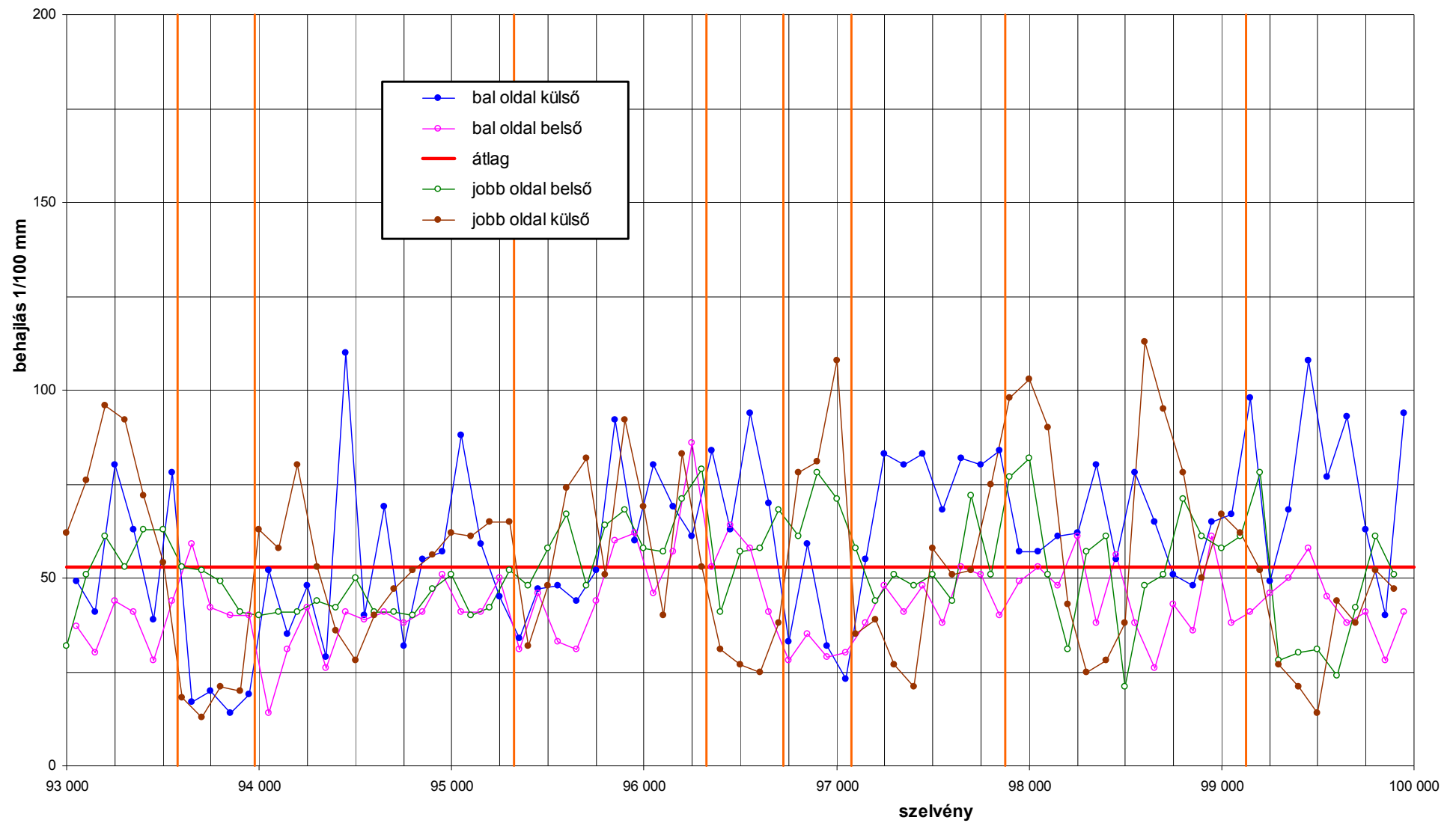
A feltárásokat úgy jelöltük ki, hogy

- a teljes útszakasz altalajáról képet kapjunk,
- a különösen kedvezőtlen állapotú helyekről mintát nyerjünk,

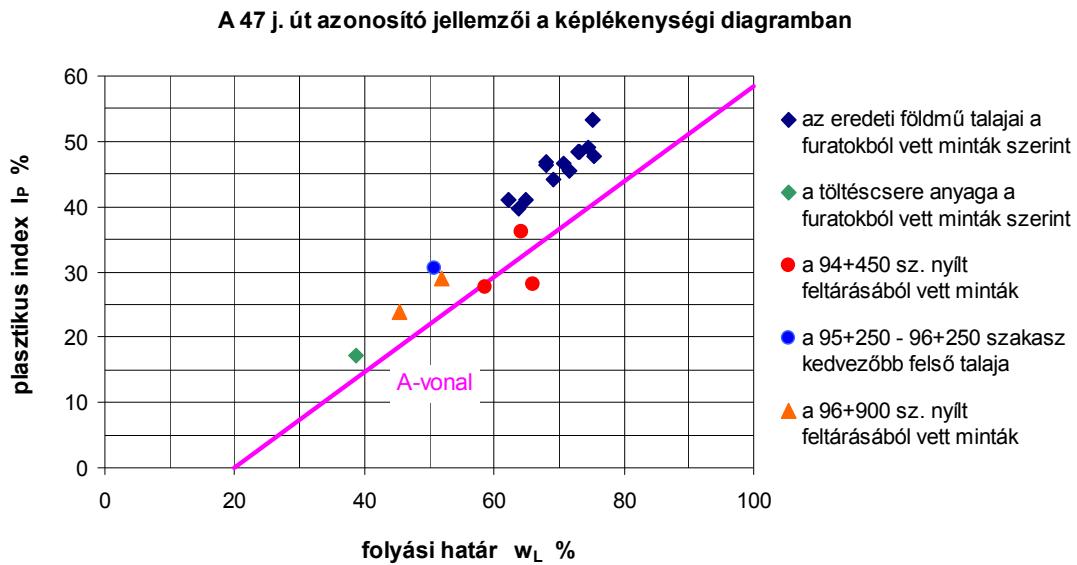
A 6.2/a és /b táblázatban, valamint a 6.4 - 6.5 ábrákon látható feltérési eredmények a következőkben foglalhatók össze.

a) A talajfajtákat illetően megállapítható, hogy

- a szokásos nagyon kövér agyagok 60-75 % folyási határral és 40-50 % plastikus index-szel alkotják a földmű túlnyomó részét,
- a 95+250 – 96+250 szakaszon a felső talajzóna kedvezőbb anyagú ($I_p=30\%$), s úgy tűnik, régebben is igyekeztek ilyenből építeni a töltést,
- a töltéscsere anyaga helyenként $I_p=17-28\%$ jellemzőjű, még kedvezőbb talaj,
- a felső réteg izzítási veszteségei általában 10 % körüli, a 95+250 – 96+250 szakaszon, s az innen kikerült anyagokra viszont a jellemző érték 5 % körül van.



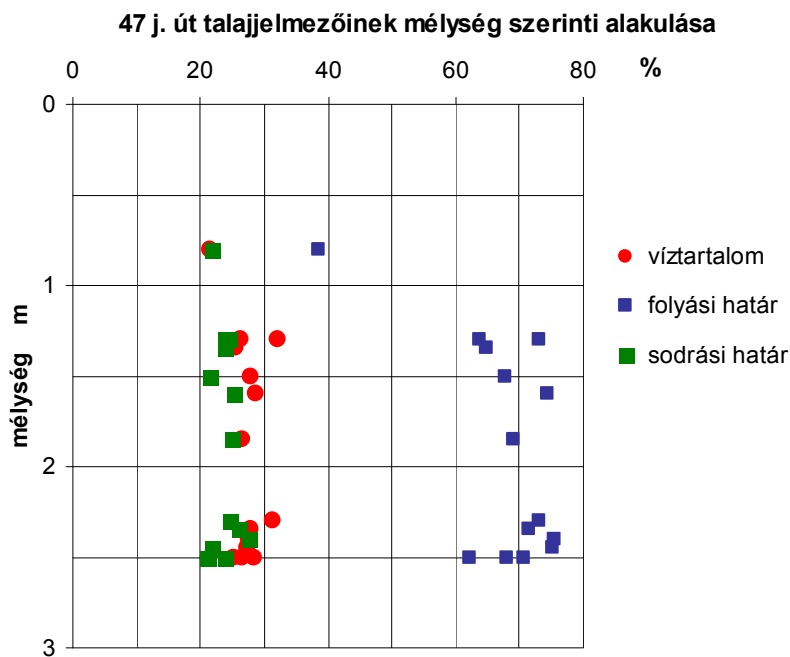
6.3 ábra
A 47 sz. út behajlás-mérésének eredményei (2003. május 27.)



6.4 ábra

b) A talajok víztartalmát, konzisztenciáját tekintve a következőket szűrhetjük le:

- a konzisztenciaindex a furatokból vett minták esetében 0,75 és 1,0 között van, az átlag 0,92, tehát sodorható az állapot,
- a 2001 augusztusában valamelyest szárazabb, kedvezőbb konzisztenciájú volt a földmű alsó zónája, mint most 2003 áprilisában.



6.5. ábra

c) A bejárás során tett és a furáskor is rögzített megfigyeléseket, valamint a behajlásmérések adatait a talajjellemzőkkel összevetve a következőket kell kimondani:

- a gyengébb konzisztencia inkább azt valószínűsíti, hogy duzzadási jelenségek következtek be az utóbbi időszakban,
- az utolsó szakasz jobb állapota viszont bizonyosan köszönhető annak, hogy ott kevésbé kötött és szerves talajok vannak.

6.2 táblázat

47 sz. Debrecen – Szeged főút talajfeltárási eredményei												
feltárás helye	réteg-határok	talaj		talajjellemzők %						talaj-vízszint	feltárás dátuma	megjegyzések
		szín	megnevezés	w _L	w _p	I _p	w	I _c	i _o			
93+750 bal	0,30 - 1,30	sárga	sovány agyag	38,6	21,7	17,2	21,6	1,01	9,7	nem észlelt	2003. 06.04	kétoldalt 2,0 m mély árok; 1996-ban kétoldali töltéscsere; bal oldalon szélesebb, jobb oldalon kezdődő hosszrepedés; növényzet nincs
	1,30 - 1,70	sötétszürke	kövér agyag	67,9	21,6	46,3	27,9	0,86				
	1,70 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	71,6	26,1	45,5	27,9	0,96				
93+975 jobb	0,00 - 1,00	sárga	szemcsés a.	-	-	-	-	-	9,1	nem észlelt	2003. 06.04	kétoldalt 2,5 m mély árok; 1996-ban bal oldali töltéscsere; bal oldalon új hosszrepedés, jobb oldalon ép burkolat; bal oldalon cserjék, jobb oldalon nyárfasor
	1,00 - 1,70	barna	kövér agyag	64,9	23,9	41,0	25,6	0,96				
	1,70 - 2,00	sötétbarna	kövér agyag	69,2	25,0	44,2	26,7	0,96				
	2,00 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	70,6	24,0	46,6	26,6	0,94				
95+030 bal	0,75 - 1,80	barnásszürke	kövér agyag	63,8	24,0	39,8	26,3	0,94	4,4	nem észlelt	2003. 06.04	bal oldalon 2,5 m mély, jobb oldalon 2,0 m mély árok; nem volt javítás; bal oldalon vastagabb, jobb oldalon kezdődő hosszrepedés, deformációk; cserjék
	1,80 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	75,4	27,7	47,7	27,7	1,00				
96+150 bal	0,50 - 1,20	szürkésbarna	kövér agyag	50,7	20,2	30,5	23,2	0,90	6,7	nem észlelt	2003. 06.04	bal oldalon távolabb árok, jobb oldalon szélesebb padka, 2,0 m mély árok; nem volt javítva; ép burkolat
	1,20 - 2,00	okkersárga	kövér agyag	74,4	25,3	49,1	28,8	0,93				
	2,00 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	62,1	21,1	41,0	25,2	0,90				
96+925 jobb	0,75 - 1,90	sötétszürke	kövér agyag	73,1	24,6	48,5	31,4	0,86	10,4	nem észlelt	2003. 06.04	kétoldalt 2,0 m mély árok; 1996-ban bal oldali töltéscsere; bal oldalon vékony, jobb oldalon széles hosszrepedés; fák az árkon túl; zsugorodási repedések az út mellett
	1,90 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	75,1	21,9	53,2	27,4	0,90				
98+003 bal	0,75 - 1,90	sötétszürke	kövér agyag	73,0	24,5	48,5	32,1	0,84	10,6	nem észlelt	2003. 06.04	bal oldalon 1,5 m mély, jobb oldalon 2,5 m mély árok; nem volt töltéscsere; bal oldalon vékony, jobb oldalon széles hosszrepedés, deformációk; bal oldalon fásor
	1,90 - 3,00	barnás tarka	kövér agyag	68,0	21,2	46,8	28,4	0,85				
w _L = folyási határ w _p = sodrási határ I _p = plastikus index w = víztartalom I _c = konzisztenciaindex i _o = izzítási veszteség												

6.5 A 47. sz. út nyílt feltárásának eredményei

Két helyen tártuk fel a padkát, nem bontva meg a burkolatot:

- a 94+450 sz. bal oldalán, ahol az 1996-ban töltéscserével javított burkolat újra berepedt,
- a 96+900 sz. jobb oldalán, ahol 1996-ban csak a bal oldalon volt töltéscsere, mivel a jobb oldal akkor nem károsodott, most viszont fordított a helyzet.

A feltárásból vett talajminták vizsgálati eredményeit a **6.3 táblázat** tartalmazza.

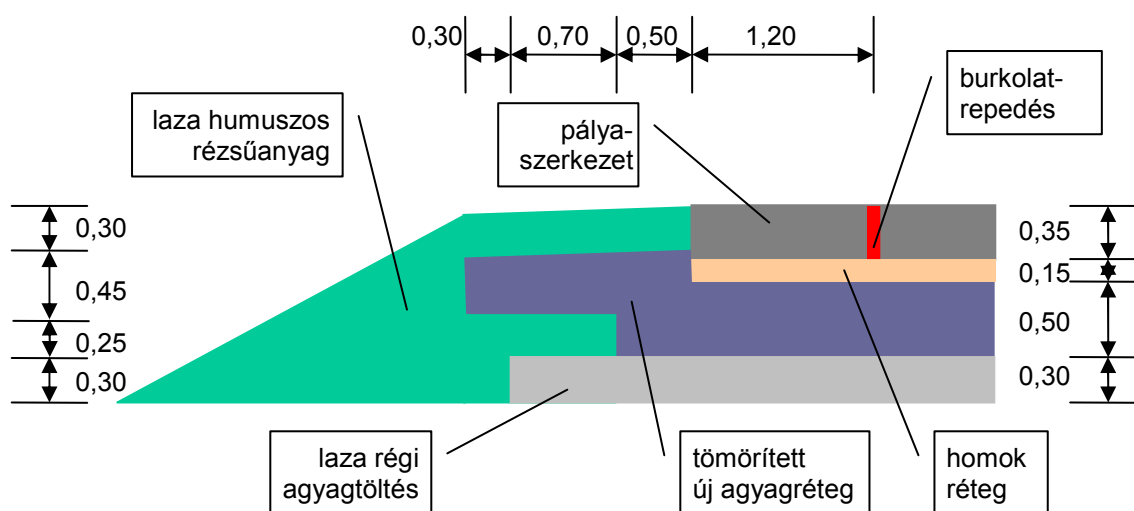
6.3 táblázat

A nyílt feltárások talajvizsgálati eredményei															
47 sz. Debrecen - Szeged főút feltárási eredményei						A talaj neve	Azonosító és állapotjellemzők						Magminták jellemzői		
szelvény	oldal	időpont	a pálya jellege	a pálya állapota	mintavétel helye	szín	w _L	w _p	I _p	w	I _c	i _{om}	ρ _d	S _r	q _u
						megnevezés	%	%	%	%	-	%			
94+450	bal oldal	2003.05.19	töltés	repedések a burkolatszéltől 1,2 m-re	újjaépített töltés anyagából	tarka közepes agyag	58,7	31,1	27,6	25,6	1,20	9,2	1,61	1,0	120
					régi töltés anyaga	sötétsszürke kövér agyag	64,3	28,1	36,2	22,5	1,15	11,4			
					laza humuszos rézsúanyag	vegyes közepes agyag	66,0	37,9	28,1	25,4	1,44	15,3			
96+900	jobb oldal	2003.07.01	töltés	repedések a burkolatszéltől 1,5 m-re	felső vegyes zóna	szürke, sárga közepes agyag	45,5	21,7	23,8	19,9	1,08	6,7	1,59	0,76	
					töltésanyag	sötétsszürke közepes agyag	51,9	22,9	29,0	15,9	1,24				

A feltárásokban a következő állapotokat találtuk.

a) A 47. sz. út 94+450 km szelvényében a bal oldalon végzett nyílt feltárás eredményei

A feltárásban észlelt állapotokat a **6.6 és 6.7 ábra** mutatja.



6.6 ábra

A 47. sz. út 94+450 szelvényben készített nyílt feltárásban talált viszonyok



A feltárás helyén a földmű keresztmetszete kb. megfelel a 6.1/a ábrán láthatónak.

A padka mellett az árokban dús növényzet cserjék, bokrok vannak.

A burkolaton a szélétől 1,20 m-re hosszrepedés fut és kezdődő nyomvályú észlelhető.

E helyen jelentkeztek már a legkorábban, 1986 táján a károsodások, s a többféle beavatkozás után mindig újra megjelentek, miként a legutóbbi 1996 évi töltéscserével végzett beavatkozás után is.

6.7 ábra

A burkolat alatti zóna képe a 94+450 szelvényben készített nyílt feltárásban

A feltárásban a tömörített új töltésszóna anyagából vett mintán Proctor-, CBR- és duzzadási vizsgálatot is végeztünk.

A közepes agyagnak a **6.8 ábrán** látható tömörítési és teherbírasi jellemzői – hasonlóan a 4232 j. út esetében vizsgáltéval – a megszokottól kissé eltérnek:

- a tömöríthetőség kedvező, a legnagyobb száraz térfogatsűrűsége $1,83 \text{ g/cm}^3$,
- az optimális tömörítési víztartalom alacsony, csak $w_{\text{opt}}=11,5 \%$,
- a kedvező (nem nedves) éghajlati területre vonatkozóan meghatározott mértékadó CBR-érték különösen is váratlanul magasra adódott: $\text{CBR}_m=8,5 \%$,
- a természetes $w=25,6 \%$ víztartalmú talaj tömörsége $T_p \approx 88 \%$ -ra, teherbírása $\text{CBR} \approx 3 \%$ -ra becsülhető.

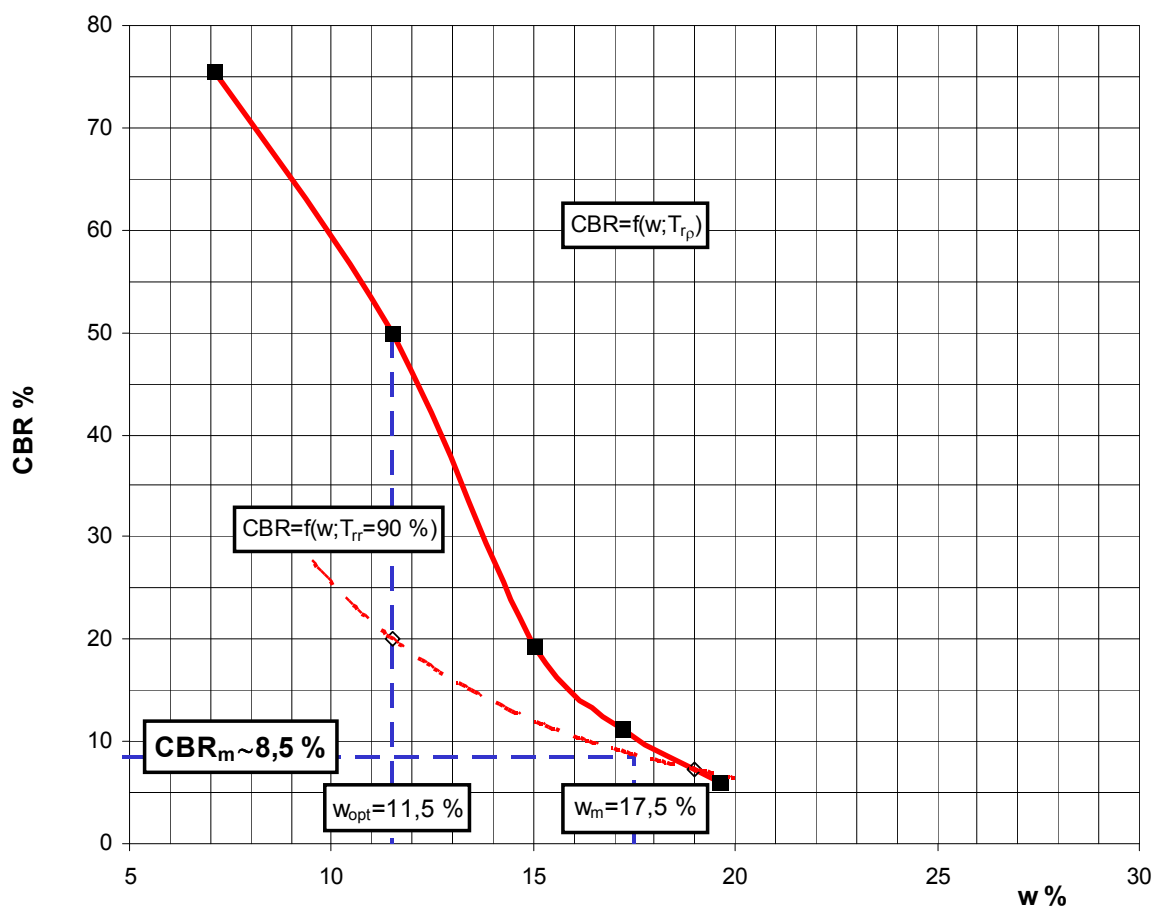
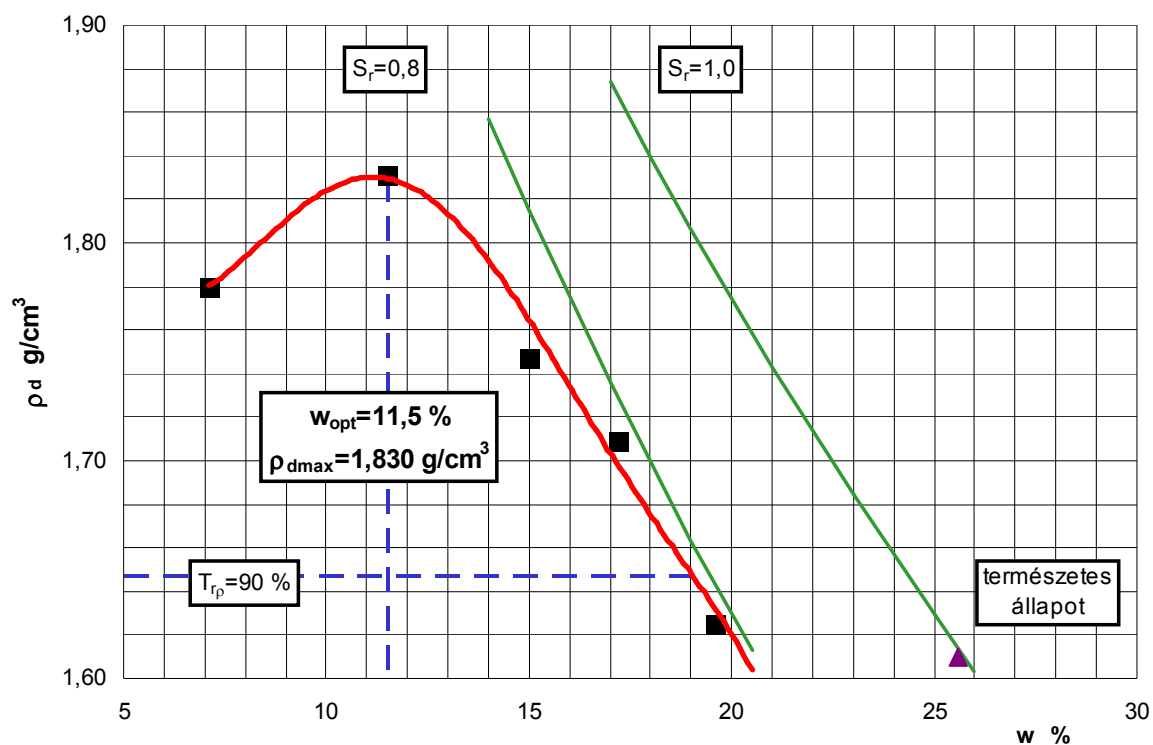
A duzzadási vizsgálatot a Széchenyi István Egyetem korábbi kutatásai keretében kidolgozott módon végeztük el:

- kétféle ütőmunkával 5-5 Proctor-mintát állítottunk elő,
- ezekből 2-2 ödométeres mintát vettünk ki,
- az ödométerben 7 kPa nyomás alatt elárasztottuk a mintákat és 24 órán át hagytuk duzzadni, s így megmértük a $d_s \%$ duzzadást (duzzadási potenciált),
- szabályos kompressziós kísérletet hajtottunk végre valamennyi mintán 24 órán át fenntartva az egyes terhelési lépcsőket,
- a kompressziós görbéből meghatároztuk az eredeti mintamagasság visszaállításához szükséges p_d nyomást.

A **6.9/a és /b ábra** azt mutatja meg, hogy az előbbi vizsgálatokkal meghatározott d_s duzzadás, illetve a p_d duzzadási nyomás miként változik a minták kezdeti w - ρ_d állapotától függően.

47. sz. út 94+450 bal oldal új töltésanyag

$w_L=58,7\%$ $w_P=31,1\%$ $I_P=27,6\%$ $i_0=9,2\%$



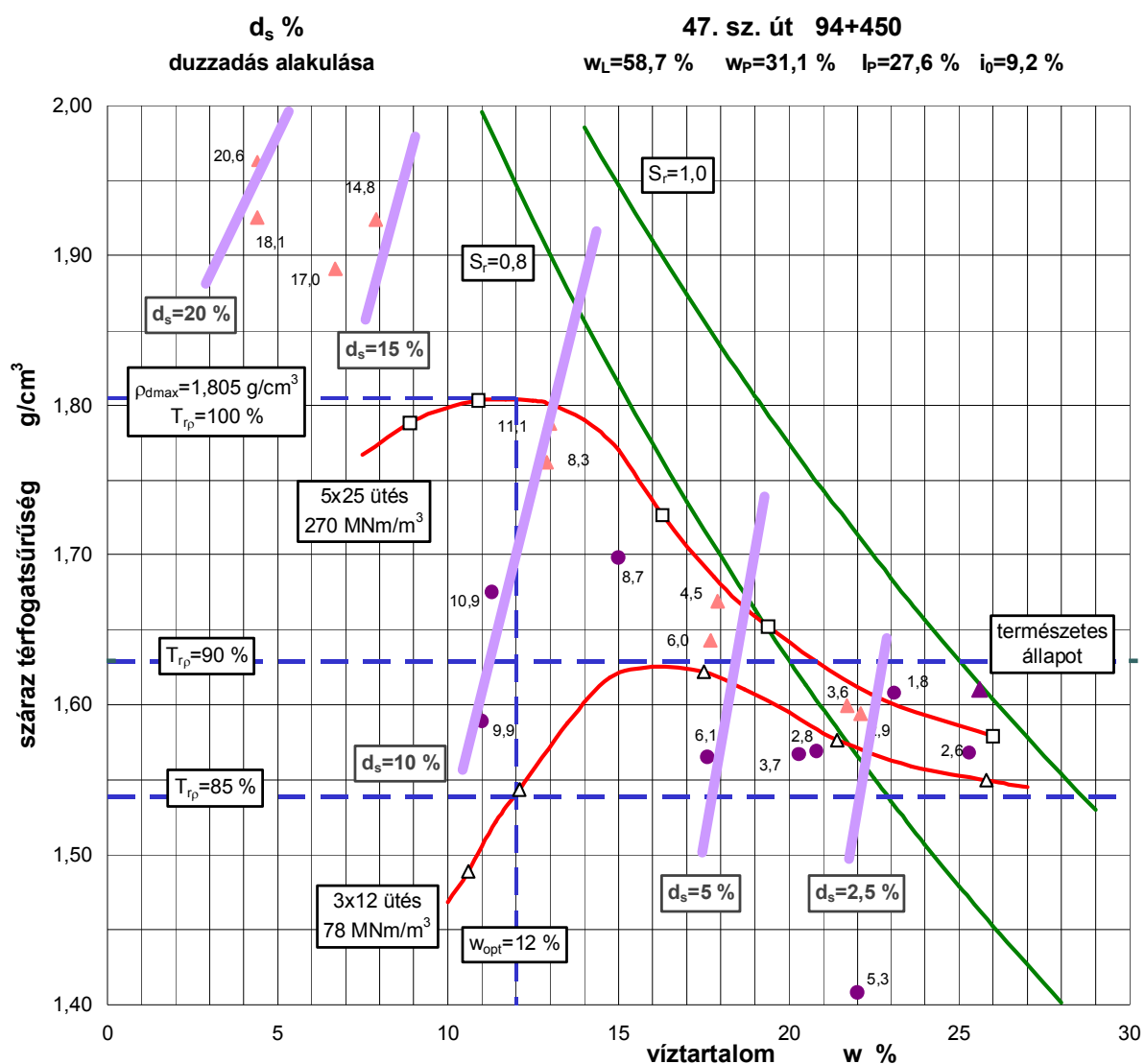
6.8 ábra

A 94+450 km szelvény új töltésanyagának Proctor- és CBR-vizsgálatának eredményei

A 6.9/a ábrán látható d_s -értékek úgy tekinthetők, hogy kb. egy 30 cm vastag burkolat alatt (ennek nyomása 7 kPa) ekkora duzzadási potenciállal rendelkezik a talaj, azaz ennyivel nő a térfogata, s így $(1+d_s)$ %-kal csökken a tömörségi foka. Látható az ábráról, hogy a

- a kezdeti száraz és tömör állapotból induló minták duzzadása jóval nagyobb,
- minél nedvesebb és lazább a kiindulási állapot, annál kisebb a duzzadás,
- a duzzadás miatti fellazulás ezekből és telítődés következtében az állapot számíthatóan kb. a $w=30\%$ és $T_{rp}=85\%$ ($S_r=1,0$) állapot felé tartana,
- a $w=25\%$ és $T_{rp}=89\%$ természetes állapotban levő talaj duzzadása már csekély lenne.

Az ábrán érzékelhető duzzadás egyébként megfelel annak, ami a talaj plasztikus indexe alapján várható, s nagymértékűnek minősíthető.



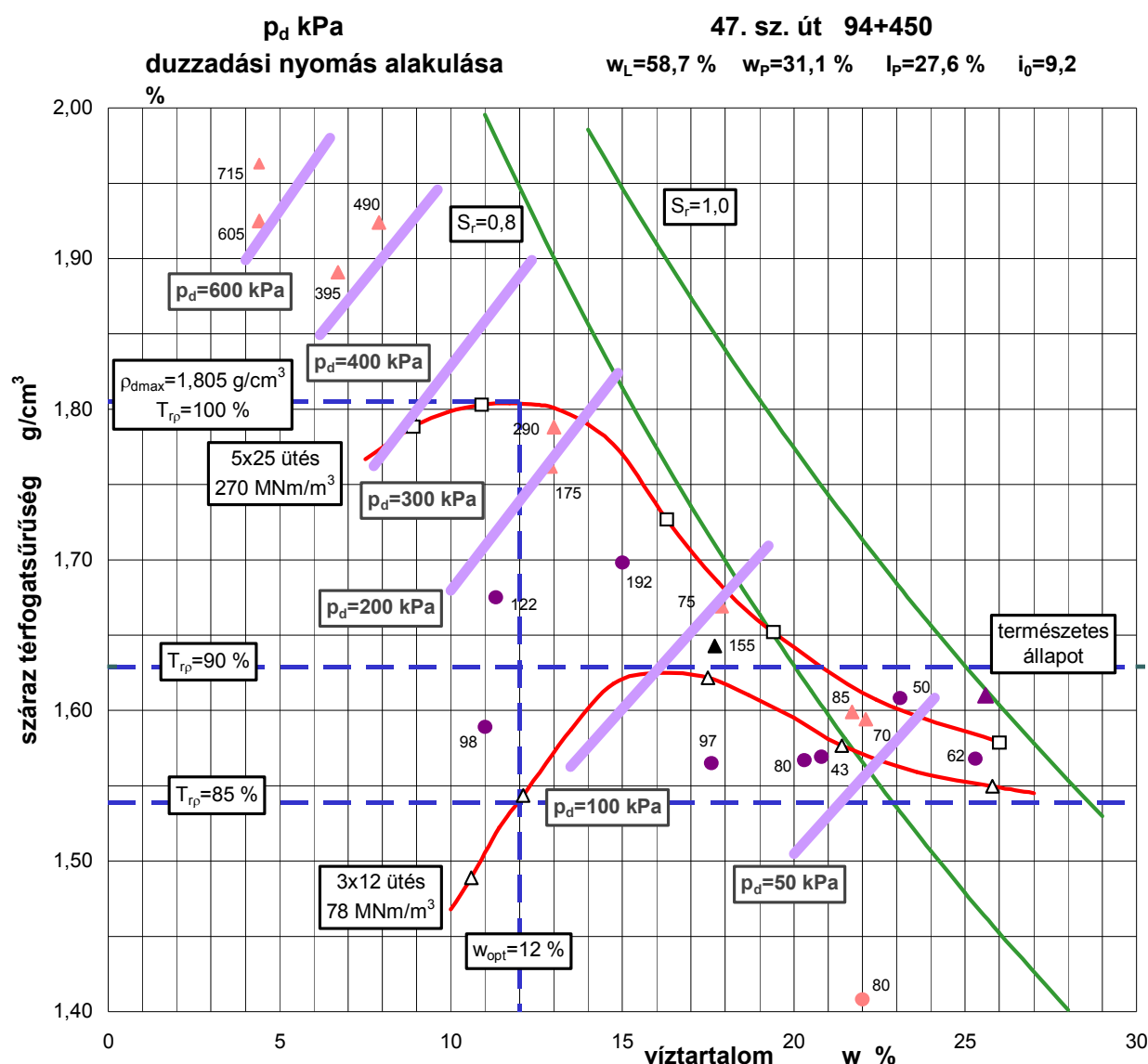
6.9/a ábra

Az új töltésanyagként beépített talaj duzzadási vizsgálatának eredményei

A 6.9/b ábrán látható p_d -értékek úgy tekinthetők, mint amelyek megakadályoznák a vízfelvételekor bekövetkező duzzadást kb. egy 30 cm vastag burkolat alatt (ennek nyomása 7 kPa). Ha ennél kisebb a nyomás a talajon, akkor az duzzad, illetve ha nem duzzadhat, akkor p_d nyomást fejt ki a mellette-felette levő talajzónára vagy szerkezetre.

- a kezdeti száraz és tömör állapotból induló minták óriási duzzadási nyomásokat képesek kifejteni,
- minél nedvesebb és lazább a kiindulási állapot, annál kisebb a duzzadási nyomás,
- a $w-T_{rp}$ állapotban meglévő viszonylag csekély különbség is jelentős nyomáskülönbséget eredményezhet,
- a $w=25\%$ és $T_{rp}=89\%$ természetes állapotban levő talaj duzzadásának megakadályozásához kb. 30-40 kPa nyomás szükséges, azaz kb. 25-30 cm takarás.

Az ábrán érzékelhető duzzadási nyomások egyébként megfelelnek annak, ami a talaj plasztikus indexe alapján várható, s nagymértékűnek minősíthetők.



6.9/b ábra

Az új töltésanyag duzzadási vizsgálatának eredményei

A 94+450 km szelvény bal oldalán készített nyílt feltárás eddigiekben bemutatott eredményeit az alábbiakban foglalhatjuk össze.

Az 1996 évi töltéscsere nem a terv szerint készült:

- a burkolat vastagsága és anyagminősége – úgy tűnt – a tervezettel azonos,
- a védőréteg 10 cm-rel vékonyabb a tervezettnél, s inkább „csak” homok,
- geotextíliát nem találtunk a homokos kavics alatt,
- a töltéscsere vastagsága a tervezettnél 50 cm-rel kevesebb,
- az új töltésrész be van zárva a régi földműbe,
- az új töltésanyag a vidékre jellemző térfogatváltozó agyagoknál csak valamivel jobb,
- a rézsű szélének anyaga rendkívül laza, nyírószilárdsága nagyon kicsi.

Mindezek alapján nem meglepő, hogy a korábbiakhoz hasonló jellegű károsodás következett be, hiszen a földmű anyaga, szerkezete, geometriája a jelentősnek gondolt beavatkozás ellenére alig változott. Mint láttuk, a beépített töltésanyag is erősen térfogatváltozó, s az alatta levő eredeti anyag e tekintetben bizonyára még kedvezőtlenebb. Minthogy pedig a kissé jobb anyagú új töltés vastagsága csak 50 cm, az alatta levő térfogatváltozásra még hajlamosabb eredeti anyag hatása még mindenképpen erős.

A jelek és a körülmények alapján valószínűsíthetjük, hogy a károsodásban a töltésrézsű oldalirányú, csúszásjellegű mozgása a meghatározó, aminek mechanizmusát majd a 7. fejezetben írjuk le. Itt csak arra mutatunk rá, hogy a berepedéstől elképzelhető csúszólap legfeljebb 65 cm-en metsz át új, valamelyest jobb rétegeket, ami a teljes csúszólapon keletkező ellenállásokat lényegileg nem befolyásolja, ugyanakkor látható, hogy a rézsű külső zónáinak szilárdsága nagyon gyenge. A rézsűcsúszásra utal az is, hogy a vizsgált szakaszon ott nagyobb mértékű a burkolat károsodása (pl. itt), ahol a töltés magasabb. E szelvényben is a bal oldalon nagyobb a baj, ahol a töltés magasabb. (Ugyanezt tapasztaltuk a vizsgált másik utak esetében is).

Az új földműzónát érzékelhetően tömörítették, ezért víztartalma a beépítéskor nem lehetett magas. Azóta valamelyest elnedvesedve és fellazulva alakulhatott ki a jelenlegi állapota, illetve lehetséges, az utóbbi évek aszályossága miatt kissé „visszazsugorodott”. Ezek a változások is okozhatták a burkolat átrepedését, amint azt majd a 7. fejezetben majd szintén bemutatjuk.

A mai víztartalommal az új földműfelszín teherbírása is csak $CBR \approx 3\%$ -ra volt becsülhető, amin a 15 cm homok védőréteg sem sokat javíthat. Nem véletlen, hogy e szakaszon és ezen az oldalon a jó burkolat ellenére a behajlás is viszonylag nagy, vagyis teherbírás jellegű problémák is lehetnek, figyelembe véve, hogy ennek az útnak jelentős a nehézgépjármű forgalma.

b) A 47 sz. út 96+900 km szelvényében a jobb oldalon végzett nyílt feltárás eredményei

A 2003.07.01-én végrehajtott feltárásban észlelt állapotokat a **6.10/a-d ábra** mutatja.

A helyszín sajátossága, hogy itt 1996-ban a bal oldalon volt súlyosabb a károsodás, ezért ott volt is töltéscsere. Jelenleg ott csak vékony repedések érzékelhetők, míg az utóbbi egy évben a jobb oldalon sokkal markánsabb lett a repedés, s a deformálódás is megkezdődött.

A károsodott szakasz közepén egy burkolt kút csatlakozik az úthoz. A becsatlakozás előtt és után jelentkeztek a burkolat szélétől kb. 1,5-1,7 m-re a repedések, ahol az útbecsatlakozás van, ott a repedések megszűnnek. A csatlakozás előtt volt súlyosabb a károsodás, ezért ott egy kb. 30 m-es szakaszon már kijavították a burkolatot. Figyelemre méltó, hogy a kb. 4,0 m széles csatlakozó út közepén 2-4 cm széles mély hosszrepedés van. Fontosnak tetszik még az a három körülmény, hogy

- a feltárás környezetében (természetesen az útsatlakozás szakaszát kivéve) a legmagasabb a vizsgált útszakasz jobb oldalán a töltés,
- főleg a már javított szakaszon és a csatlakozó út jobb oldalán dús bozótos van, de a feltárás helyén is vannak bokrok, kisebb fák az árokban.



6.10/a és b ábra

A 47 j. út 96+900 km szelvényében jobb oldalon végzett feltárás
(fenn: a feltárás helye, a hosszrepedés képe; lenn: a feltárás helye előtt javított burkolat)



6.10/c és /d ábra

A 47 j. út 96+900 km szelvényében végzett nyílt feltárás
(fenn: a feltárás előtt becsatlakozó berepedt út; lenn: a burkolat szélének képe)

A kinyitott 90 cm mély aknában a következőket találtuk:

20 cm	aszfaltbeton, jó minőségben
20 cm	sovány beton útalap, jó minőségben
30 cm	szürke-sárga vegyes agyagtöltés, kevés szemcsés „adalékkal” sötétszürke agyag

A 6.4 táblázatban szereplő talajadatok szerint mindkét talaj a vidékre jellemzőnél valamivel kedvezőbb, a szokásosnál kisebb szervesanyag-tartalommal bíró, kevésbé plastikus közepes agyag, melyeket az 1978 évi szélesítéskor nyilvánvalóan tudatosan választottak ki. Kb. ugyanilyen anyagot találtunk a 94+450 km szelvényben, de – mint láttuk – végeredményben ez nem sokkal jobb a nagyon kövér agyagoknál, ez is erősen térfogatváltozó. Az aknából vett minták jelenleg kemény állapotúak.

Az e munka keretében itt a padkán lemélyített talajfeltáró fúrás kissé mélyebben már a vidékre jellemző nagyon kövér agyagot tárták fel, melyek víztartalma is magasabb, konzisztenciája sodorható (l. 6.2 táblázat). Ezek hatása még nyilván lényeges a földmű és a burkolat viselkedésére.

A felső zóna anyagának tömöríthetőségét és teherbírását is vizsgáltuk. Ennek eredménye látható a **6.11 ábrán**, s ebből megállapítható, hogy a jellemzői hasonlóak a vizsgált hasonló agyagokéhoz:

- a tömöríthetősége elfogadható, a legnagyobb száraz térfogatsűrűség $1,758 \text{ g/cm}^3$,
- az optimális tömörítési víztartalom viszonylag alacsony: $w_{\text{opt}}=13,5 \%$,
- a kedvező (nem nedves) éghajlati területre vonatkozóan meghatározott mértékadó CBR-érték különösen is nagyon magasra adódott: $\text{CBR}_m=9,5 \%$,
- a természetes $w=19,9 \%$ víztartalmú talaj tömörsége $T_{\text{rp}}\approx 90,5 \%$, teherbírása pedig $\text{CBR}\approx 8 \%$,
- elnedvesedés esetén reális $w\approx 27 \%$ esetén a teherbírás kb. $\text{CBR}\approx 4 \%$ -ra csökkenhet.

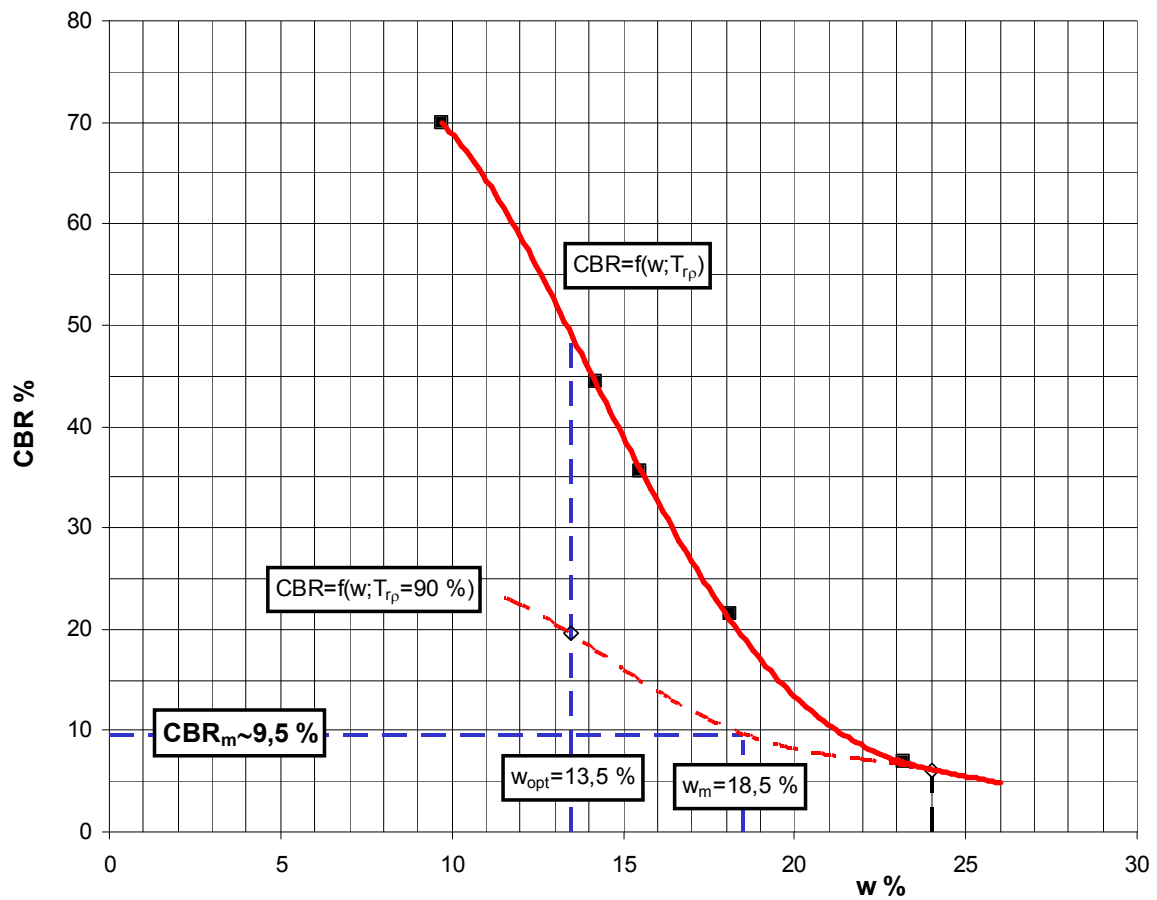
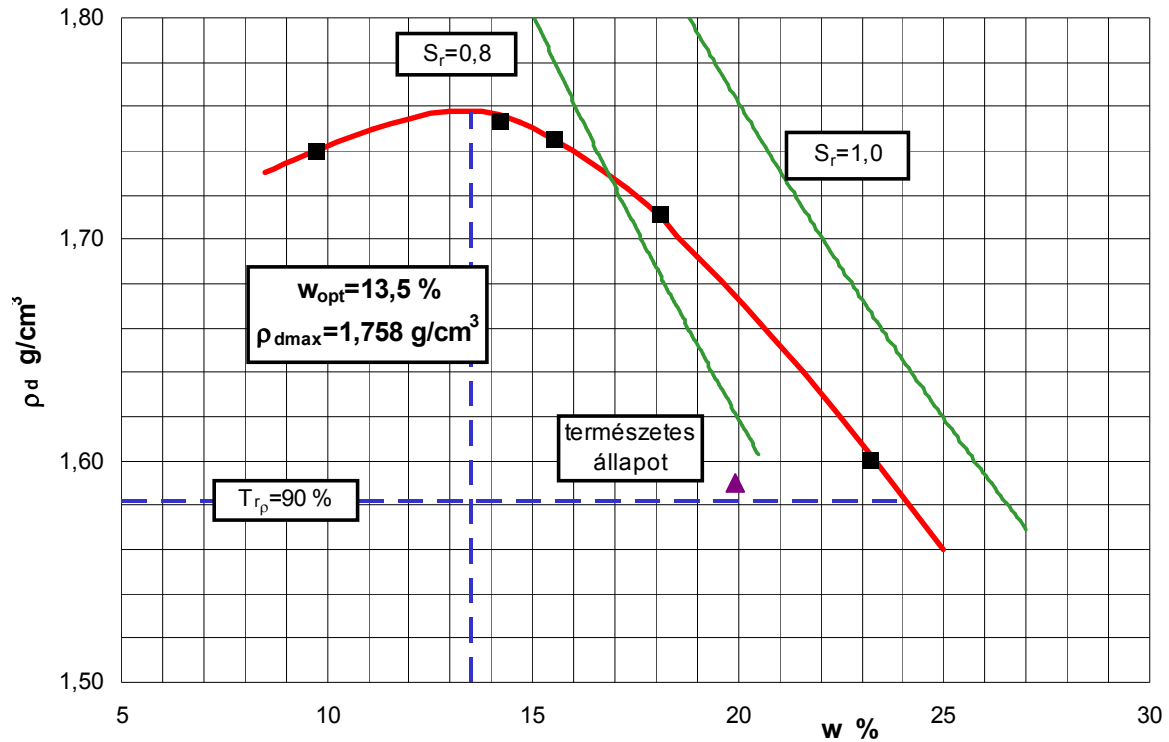
A körülmények és a talajadottságok tehát lényegében azonosak a 94+450 km szelvényben tapasztaltakkal. A burkolat alatti talajzóna – bár nem az 1996 évi javítás során készült, hanem 1978-ban – hasonló anyagú, a különbséget csak a víztartalom jelenti, itt szárazabb a talaj. Hasonló a károsodás jellege is, így az okokat is ugyanabban kereshetjük.

Az a tény, hogy itt a becsatlakozó útnál nincs repedés, azt valószínűsíti, hogy itt a töltés vízszintes-, illetve lejtőirányú mozgása okozza a burkolatrepedést, melyet a becsatlakozó út megakadályoz, ezért nincs ott repedés. Ha ugyanis az altalaj térfogatváltozásából (vagy teherbíráscsökkenéséből) származó függőleges mozgások lennének a meghatározóak, akkor a károsodásnak a becsatlakozó útnál is kellene repedésnek lennie.

Ugyanakkor említsük meg, hogy a jobb oldali külső nyomon a behajlások ezen a szakaszon nagyobbak, tehát elvileg teherbírási probléma is elképzelhető. A nagyobb behajlások azonban a kifelé és lefelé irányuló mozgásból is eredhetnek.

47. sz. út 96+900 jobb oldal oldal felső töltészona

$w_L=45,5\%$ $w_P=21,7\%$ $I_P=23,8\%$ $i_0=8,4\%$



6.11 ábra

A 96+900 km szelvénybeli töltésanyag Proctor- és CBR-vizsgálatának eredményei

7. A térfogatváltozó agyagból épült földművek okozta károsodások mechanizmusa

Amint az előzőekben láttuk, a vizsgált útszakaszok mindegyikében kövér agyagok alkotják a burkolatok alatti földművek felső zónáját. Néhol a legfelső 0,5 m-t „csak” közepes agyagokból építették, de – mint – a vizsgálatok kimutatták – ezek is erősen térfogatváltozóak. E rétegek felett szemcsés védőréteg szinte sehol sem volt. Megállapíthattuk továbbá, hogy a felső agyagrétegek víztartalma és konzisztenciája kb. 1,5 m mélységig erősen változott, ingadozott. Az egyidőben végzett vizsgálatok a különböző szelvényekre, illetve a szelvényen belüli különböző helyekre más-más értékeket mutattak ki, s a különböző időpontokban végzett vizsgálatok is más és más víztartalmi-konzisztenciális állapotokat jeleztek. Közelítőleg úgy foglalható össze, hogy a víztartalom 19 és 35 % között, a konzisztenciaindexek 0,75 és 1,2 között változtak. Az köztudott, hogy az ilyen erősen kötött talajokban az ilyen mértékű víztartalomváltozások térfogatváltozásokat indukálnak, melyek különböző módon vezethetnek a rájuk épített burkolat károsodásához.

Az ilyen körülményeket az útépités régóta el kívánta kerülni, ezért tervezetten és a tervet betartva épített utak esetében ilyen helyzet ritkán áll elő. Valójában az ilyen agyagokon bekövetkező károsodás pontos mechanizmusát alig-alig elemezték, mert globálisan ismerve a lehetséges problémákat a károsodás lehetőségének kizárására törekedtek. A tönkremeneteli mechanizmusok leírásával nem is találkoztunk a szakirodalomban.

Magunk – mint már említettük – az M3 autópálya esetében találkoztunk a kérdéskörrel, ahol 1980-as, illetve az 1990-es évek közepén közepes és kövér agyagok kerültek be a burkolat alatti töltések felső zónájába, vagy maradtak benn a kisbevágásokban a burkolat alatti zónában. Ezek esetében ugyan mindig épült 20-50 cm szemcsés védőréteg, de az építés után viszonylag rövid idő múlva a burkolat széle melletti hosszrepedések formájában megindult a károsodás. (Ilyen jelenséget lehet tapasztalni más helyeken is, pl. az M1 autópálya Győr alatti szakaszán is, melyet ugyan részletesebben nem vizsgáltak, de ismereteink szerint itt is agyag-talajon halad az út.) Az M3 autópálya agyagjainak vizsgálatai után magunk is azt tartottuk irányadónak, hogy a burkolat alatti felső 50 cm zónában még közepes agyag se lehessen, ha csak annak megengedhetőségét speciális vizsgálatokkal nem igazolják. A kövér agyagokra vonatkozóan pedig azt mondtuk ki, hogy a felső 50 cm-ben semmiképpen sem lehetnek, ilyenek, s az alatta levő kb. 2,5 m vastag zónában is csak speciális vizsgálattal igazolva építhetők be, illetve hagyhatók benn.

Magunk is a kizárást, a „megelőző intézkedést” tartottuk helyénvalónak, mert a térfogatváltozó talajok hatásmechanizmusainak számítását, a burkolatok ezekből származó igénybevételeire való méretezést megoldhatatlannak tartottuk. Ezt azonban már a 1989-ben is annak nyomán tettük, hogy a károsodások kapcsán végzett kutatásaink, szakértői elemzéseink során megkíséreltük leírni a károsodás lehetséges mechanizmusait. Nem elégedtünk meg annyival, hogy általában csak annyit mondjunk ki, hogy az ilyen agyagok sok bajt okoznak.

Most, a jelen munkához még inkább szükség van arra, hogy pontosabban leírjuk a károsodási folyamatokat, mert a vizsgált utak esetében – úgy tűnik – hosszabb ideig nem lesz még lehetőség a kövér agyagok kizárására, ami lényegében csak új földmű építésével volna lehetséges. A károsodási mechanizmusok jobb megértése reményeink szerint esetleg elvezethet olyan megoldásokhoz, melyekkel mégis kézben tartható a probléma, elviselhető költségek árán megfelelő állapotban lehet tartani ezeket az utakat.

Külön említeni kell még, hogy a vizsgált békési utak esetében még egy speciális talajtulajdonsággal is dolgunk van, nevezetesen, hogy ezek általában még magas szerves anyagtartalommal is rendelkeznek. A szerves talajokhoz is alapvetően a térfogatváltozó talajokhoz hasonló módon közelítünk: a szervességből eredő folyamatok behatóbb elemzése és az erre való reagálás (megfelelő szerkezet méretezése) helyett igyekszünk kizárni az ilyen talajok beépítését, illetve

bennhagyását. A következők elemzésekben azonban – a térfogatváltozással kapcsolatban említett megfontolások miatt – igyekszünk a szervesség hatását is számításba venni.

További sajátos és nehéz kérdés még a békési utak tekintetében a szikesség kérdése. Nem találtunk olyan irodalmi forrást, mely a szikes talajok műszaki vonatkozásait leírná. Bizonyára ennek megint csak az az oka, hogy a szikes talajokon való építést általában mindenkor igyekeztek elkerülni. A mezőgazdasági célú talajtani könyvek, elsősorban Stefanits P. munkái alapján úgy találtuk, hogy a szikes talajokat a térfogatváltozás szempontjából a lehető legkedvezőtlenebbnek kell gondolni, mert nagy a Na-montmorillonit tartalmuk, ami a térfogatváltozás szempontjából közismerten káros. A szikes talajok jellemző tulajdonságaként leírt „oszloposodás” és „padkásodás” a függőleges zsugorodási repedések következménye, ami az előbbi megfontolásunkat támasztja alá. Ugyanakkor rá kell mutatnunk már itt arra, hogy e megközelítésnek bizonyos mértékig ellentmond az a megfigyelés, hogy a vizsgált utak állapota valamelyest talán jobb azokon a szakaszokon, melyeken a földtani térképek szerint szikes talajokon épült. Előre bocsátjuk, hogy erre nem találtunk megnyugtató magyarázatot, de még kitérünk a lehetséges okokra.

Mindezen gondolatok után és alapján tekintsük át a vizsgált földműveken bekövetkező károsodás lehetséges mechanizmusait.

A vázolt előzmények, a vizsgált utakon nyert tapasztalatok, a szakirodalmi ismeretek és a talajmechanikai ismereteinken nyugvó megfontolások alapján a **7.1 táblázatban** összefoglalt következő folyamatokat, jelenségeket lehet és érdemes megkülönböztetni:

7.1 táblázat

a károsodás általános jellemzői				
a probléma jellege			teherbírásvesztés	részűcsúszás
a károsodás fészke	magasságilag		a földmű teteje	földmű belseje
	alaprajzilag		burkolat alatt	padka alatt
a talajmozgás fő iránya			függőleges	oldalirányú
a burkolatkárt okozó igénybevétel			hajlítás	nyírás
a károsodás talajmechanikai tartalma				
a talajban lezajló állapot-változás	zsugorodás kiszáradás miatt	egyenlőtlen térfogat-csökkenés	a a burkolatszél alátámasztásának megszűnése	b kohéziócsökkenés mozaikosodás, morzslékosodás miatt
		függőleges hossz-repedés	c burkolatrepedés a függőleges talajrepedés felett	d oldalirányú talajmozgás a repedésfalra ható nyomás miatt
	duzzadás elnedvesedés miatt	duzzadási nyomás kifejlődése	e egyenlőtlen függőleges duzzadási nyomás okán	f oldalirányú mozgás a vízszintes duzzadási nyomás miatt
		lazulás, konzisztencia-romlás	g teherbíráscsökkenés az állapotromlás miatt	h oldalirányú mozgás a nyírószilárdság csökkenése miatt

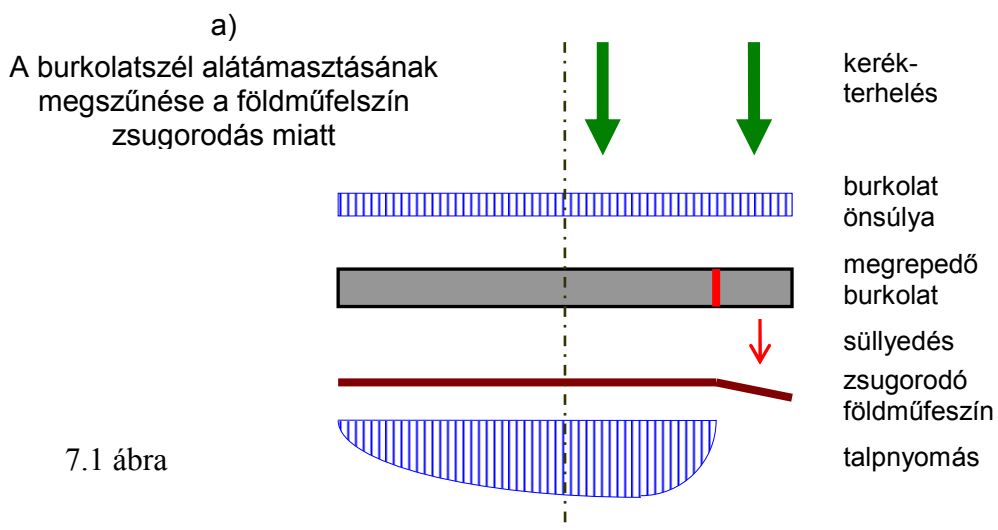
Tekintsük át részletesebben a táblázatban levő nyolcféle lehetőséget.

a) A burkolatszél alátámasztásának megszűnése zsugorodás miatt (7.1. ábra)

A felmelegedő külső hőmérséklet hatására a burkolat széle alatt előbb száradhat ki a talaj, mint a burkolat belső része alatt, mivel a burkolat hőszigetelő és páraszigetelő hatása késlelteti a vízleadást. (Erre vonatkozóan vannak mérési adatok az irodalomban.)

Így előállhat olyan eset, hogy a burkolat széle alatt a zsugorodás bekövetkezik, a földmű felszíne itt kissé, néhány mm-rel lesüllyed. Ezzel a burkolat itt elveszti alátámasztását. Ha van szemcsés védőréteg akkor az ennek „utánamenve” kis lazulással kiegyenlíti ez a mozgást, sőt a valóban hajlékony pályaszerkezet is képes ezt követni. A merev burkolat azonban, főleg ha a szélén gerendaszerű szélesítés van, akkor nyilván a szélesítés és a régi burkolat határán szögelfordulással követi a burkolat a földmű lefelé irányuló mozgását, így ott kialakulhat a repedés. Kiszámítható, hogy – mivel az aszfaltbeton pályaszerkezetek hajlítási merevsége és húzószilárdsága csekély – a húzási repedés már a konzolszerűen lehajló burkolat önsúlya alatt is bekövetkezhetsen. Valószínűbb azonban, hogy a járműterhelés miatt következik be a lehajlás és ezzel a törés.

Ez a jelenség inkább a terepen vezetett utakon következhet be, ahol a térfogatváltozás nem elsősorban oldalirányú alakváltozásokban valósulhat meg. A békési utak esetében a védőréteg hiánya miatt ez a veszély fokozott, s elsősorban a merev szélesítésen épített merev aszfaltbeton esetében következhet be ez a jelenség. A 4231 j. úton a nyílt feltárásokban találtunk olyan kicsi víztartalmakat, melyek e jelenség aktuális bekövetkezését valószínűsítették.



b) A rézsűmozgás a zsugorodás miatti kohéziócsökkenés következtében (7.2 ábra)

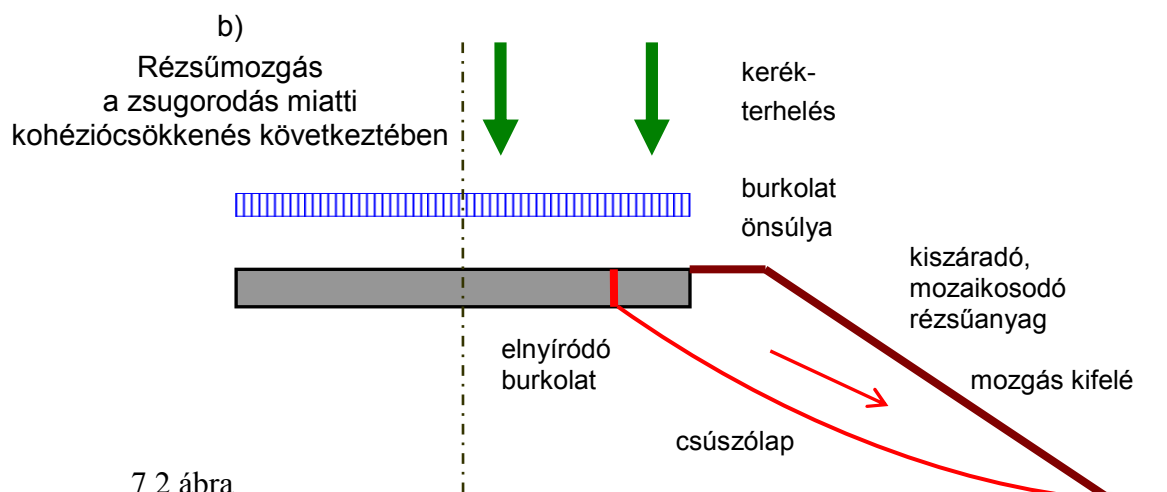
A benapozásnak kitett vagy a növényzet által erősen párologtatott rézsűk anyaga a kiszáradás következtében mozaikosodhat, vagy ha inhomogén az anyaga, akkor morzsalékossá válhat. Míg az egyes agyagkockák szilárdsága nagy lesz, a földtömeg egésze elveszti kohézióját. A szilárdságvesztést még tovább fokozza az ilyen rézsűre hulló csapadék, mert a talajmozaikokat szétfeszíti, illetve felületüket felpuhítja, s még a kockák közötti súrlódás is elveszik.

Ez a szilárdságvesztés ahhoz vezethet, hogy a földmű rézsűjének csúszás elleni biztonsága lecsökken, s a burkolat szélén haladó nehézjárművek kerekei alatt kifelé (oldalt és lefelé) irányuló mozgások következnek be.

Ez a jelenség főként a magasabb és meredekebb rézsűk esetében várható, továbbá ott ahol a rézsű anyagának nyírószilárdsága eleve gyenge. A 2-4 m magas rézsűk önmagukban még

egészen csekély kohézióval is állékonyak, ezek esetében a határhelyzetet, a kisebb mozgásokat csak a járműterhelés válthatja ki, s ezért a kerékterhelés belső szélénél indulhat el a csúszás, ott repedhet meg a burkolat.

A békési utak esetében ez a jelenség a magasabb „kvázitöltések” esetében alakulhatott ki, melyeket a felső 1,0 m-től valójában az egykori terepszint alatti gyenge öntéstalajok képezik, abban nyitva meg a meliorációs árkokat. Ráadásul a rézsű széle valószínűleg tömörítés nélkül oldaldöntéssel készült, amikor a burkolatot szélesítették.



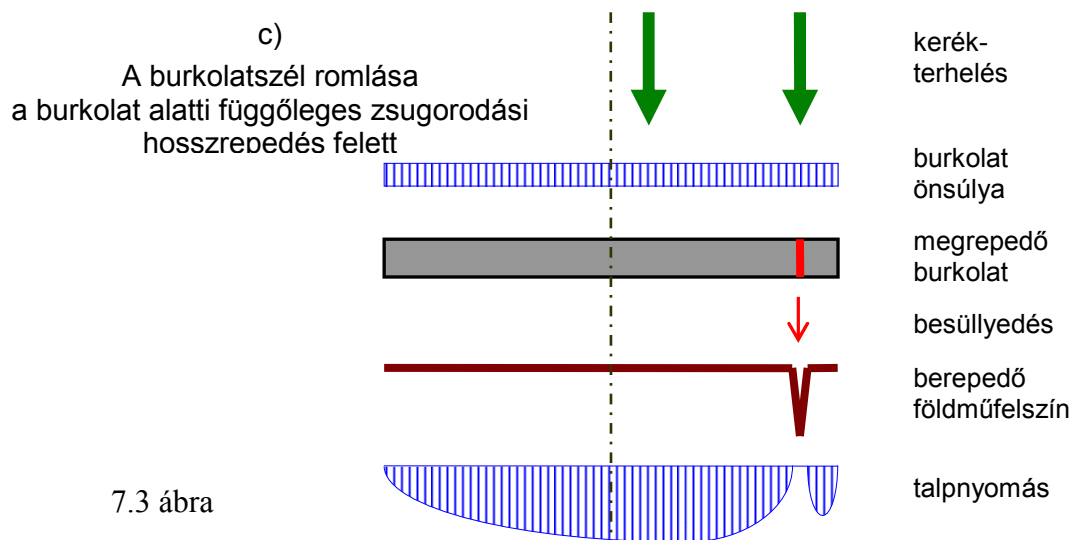
c) A burkolatszél romlása a burkolat alatti függőleges zsugorodási hosszrepedés felett (7.3 ábra)

Azt sok megfigyelés tanúsítja, hogy a padkán függőleges repedések alakulnak ki a térfogatváltozó talajokban a nyári kiszáradás miatt. Pszota Ferenc észlelt korábban kb. 2,0 m mélységű repedést is. Ilyen repedések akkor alakulnak ki, ha oldalirányban gyorsan különösen nagy hőmérsékletkülönbség alakul ki a töltések széle és belseje között a benapozás vagy az út menti növényzet vízelzívó hatása miatt. A megfigyelések szerint hazánk éghajlati adottságai között a felszíntől számított kb. 2,5-3,0 m mélységig van erős hatása a hőmérsékletkülönbségnek. Ilyen állapotban a párolgás miatt a külső szemcsék elvesztik vízburkukat és belülről akarják azt pótolni. A talajszemcsék között a vízmolekulákért folyó küzdelem vízszintes húzófeszültségként értelmezhető, ami miatt függőleges repedések alakulnak ki.

Ilyen repedések azonban kialakulhatnak a burkolat széle alatt is, ha keskeny a padka és nagyon száraz a földmű. Az is lehet, hogy előbb a padkán alakul ki ilyen repedés, s csak másodlagosan egy következő vonalban a burkolat alatt, sőt esetleg még egy további vonalban is. (Ilyent tapasztaltunk az M3 autópályán.)

A földműbeli repedés felett azután a burkolat a forgalmi terhelés hatására átreped, ill. a repedés mint anyagihiány teherbíráscsökkenést jelent, a repedés felett haladó forgalom hatására a burkolaton a repedés felett nyomvályú, majd mozaikos repedezés alakul ki. Az is lehetséges, hogy a hosszrepedés nem is a burkolat alatt van, hanem annak szélén, esetleg a padkán, viszont a hosszrepedés miatt a burkolat alatti talajzóna elveszti oldalirányú megtámasztását, s a terhelés hatására oldalirányban elmozdul, ami a felszínen teherbíráscsökkenésként érzékelhető.

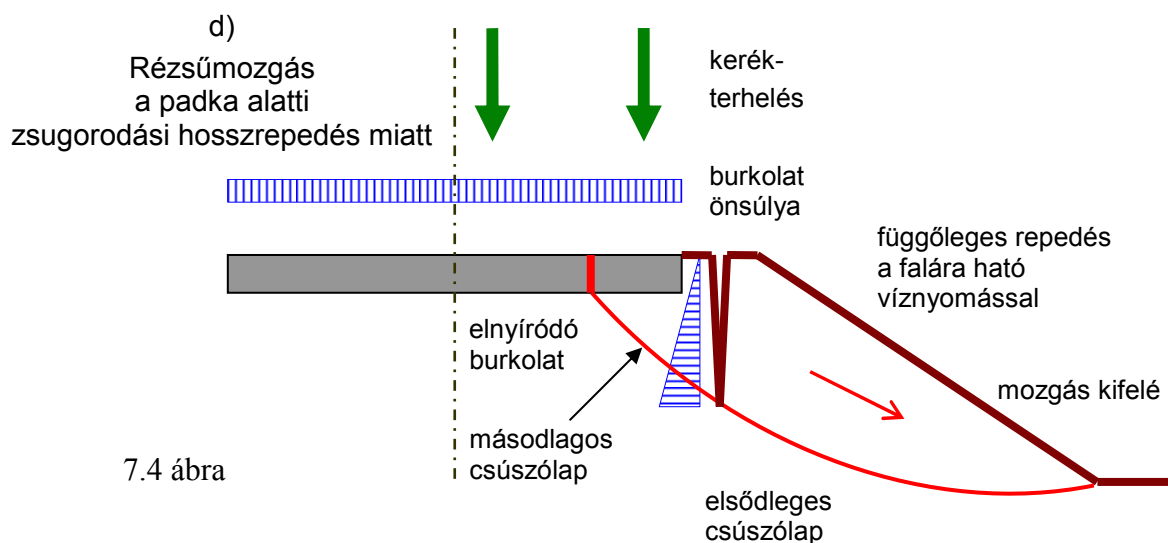
Ez a jelenség elsősorban a szárazon beépített és jól tömörített anyagból töltésben levő burkolat szélén jelentkezhet. A merevebb burkolatok estében itt is inkább a határozott szélel hosszrepedés lesz jellemző, az utántömörödő burkolatok estében inkább a nyomvályúsodás, a mozaikos repedés.



d) Oldalirányú mozgás a padka alatti függőleges zsugorodási hosszrepedések miatt (7.4 ábra)

A c) pontban leírtuk, miként és miért alakulnak ki hosszrepedések elsősorban a padka és a burkolat alatt. Tegyük hozzá, a repedéseket a felszínen nem is mindig lehet észlelni, mert a növényzet vagy a felszíni szemcsésebb padkaanyag összefolyva elfedi.

Az ilyen repedések azután oldalirányú mozgások előidézője lehet többféle módon is, s tulajdonképpen ide sorolható a c) pontban már említett egyik lehetőség is. A rézsúmozgás jellegű jelenségként azonban elsősorban azt lehet elgondolni, hogy a függőleges repedésbe víz jut, s annak nyomása okozza az oldalirányú elmozdulást. A mezőgazdasági talajtani könyvek leírják azt is, hogy e repedésekbe bemosódhat agyagtalaj is, de az már nem kapcsolódik a repedésfalhoz, hanem megduzzadva még inkább szétfeszíti a repedést. E jelenségek a rézsú oldalirányú mozgását indítják el, ami a geometriától és a rézsú anyagának szilárdságától függően lefelé irányuló mozgáskomponenst is eredményez. E csúszási folyamat következtében azután a burkolat is a rézsú után mozdul, a c) pontban leírt mechanizmus révén.



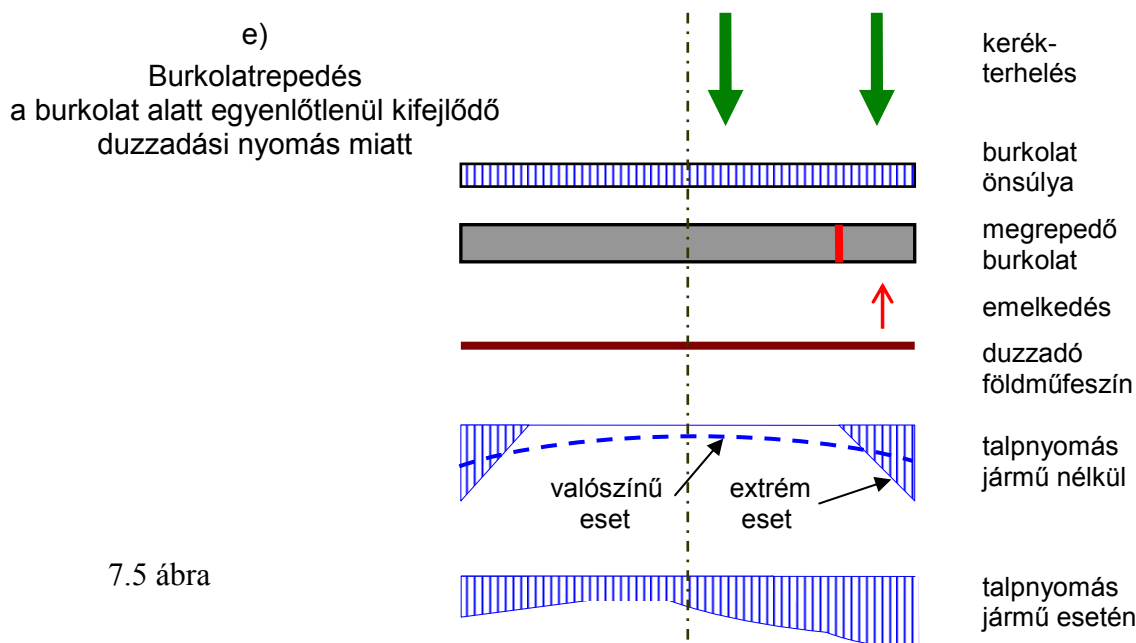
E jelenség veszélyességének mértéke is természetesen elsősorban a töltésmagasságtól és a berepedés mélységétől függ és a b) pontban leírt körülmények befolyásolják ennek kifejlődését is. Azt gondoljuk, hogy a „kvázitöltések” esetében bekövetkezett károsodás elsősorban e mechanizmusnak „köszönhető”.

e) Burkolatrepedés a burkolat alatt egyenlőtlenül kifejlődő duzzadási nyomás miatt (7.5 ábra)

A burkolat alatti földmű elnedvesedése is általában a szélek felől indul meg a padkán beszivárgó vizek miatt. A vízfelvétel hatására az agyag duzzadni akar, ám amíg a felette levő terhelés ezt megakadályozza, addig ez nem következik be, hanem az agyag duzzadási nyomása terheli a szerkezetet. A széleken kezdődő elnedvesedés során kialakulhat egy olyan állapot, amikor a széleken, egy rövid szakaszon működő, befelé csökkenő duzzadási nyomások éppen kiegyenlítik a burkolat súlyát, így a burkolat csaknem olyan, mint a két szélén feltámaszkodó önsúlyával terhelt kéttámaszú tartó. Hogy a széleken mekkora szakaszon és mekkora szélső értékkel működik a duzzadási nyomás, az a víztartalomnak a keresztirányban kialakuló változásától függ. A duzzadási vizsgálatokból az állapítható meg, hogy 1 % víztartalomkülönbség 10 kPa különbséget mindenképpen eredményezhet. A kb. 40 cm vastag 6 m széles burkolatok súlya kb. $0,4 \cdot 6 \cdot 0,22 = 50 \text{ kN/m}$, amit a burkolat két szélén pl. 1,0 m sávon működő 25 kPa átlagos nyomás kiegyenlít, ami pl. lineáris változás esetén azt jelenti, hogy a burkolat szélén 50 kPa duzzadási nyomásnak kell kifejlődnie, míg 1,0 m-re a szélétől már 0 duzzadási nyomásnak kell lennie. Ez kb. 5 % víztartalomkülönbségnél alakulhat ki. Ez viszonylag sok, inkább az képzelhető el, hogy a duzzadás miatt a széleken nagyobb a nyomás, de belül is felfekszik a burkolat.

A burkolatra alulról ható nyomás azonban az elnedvesedéskor mindenképpen a széleken lesz nagyobb, így a burkolatra ebből nyomaterék hat. Ez repedést okozhat a burkolat alsó szélén, ami aztán más mechanizmusokkal szuperponálódva teljes átrepedést, deformációkat okozhat. Így pl. a forgalmi terheléssel együtt fejtik ki hatásukat, azzal abból keletkező nyomaterékek azért növekednek mert a burkolat nem elsősorban a kerek alatt, hanem a széleken támaszkodnak fel.

Ez a jelenség elsősorban a rendkívül kövér és száraz agyagok gyors elnedvesedésekor következhet be. A vizsgált utak esetében úgy is okozhatott károsodást, hogy felemelte a szélesítést a régi pálya mellől, mintegy az a) pontban vázolt jelenség ellentettjeként. Az ilyen mozgások után a burkolat széle kerül magasabbra, amit sok helyen meg is lehet figyelni, ugyanakkor az is lehet, hogy a következő változások hatására ez a deformáció már nem mindig lesz érzékelhető.



7.5 ábra

A duzzadási nyomás nem feltétlenül a burkolat széle alatt lesz a legnagyobb, mert előfordulhat, hogy a felülről a kátyúkon át bejutó víz, vagy az alulról kapillárisan emelkedő vizek a burkolat belső zónája alatt okoznak a nyomáscsúcsokat, s okoznak deformációt. Az ilyen különböző nyomások egyenletes elnedvesedés mellett is előállhatnak, ha nem homogén a földmű felszíne. Ezzel itt az egykor így-úgy összehordott alacsony töltések, illetve a szélesítések bizonytalan kialakítása miatt szinte bizonyosan számolni kell, s meg lehet figyelni a már leromlott állapotú burkolatok esetében.

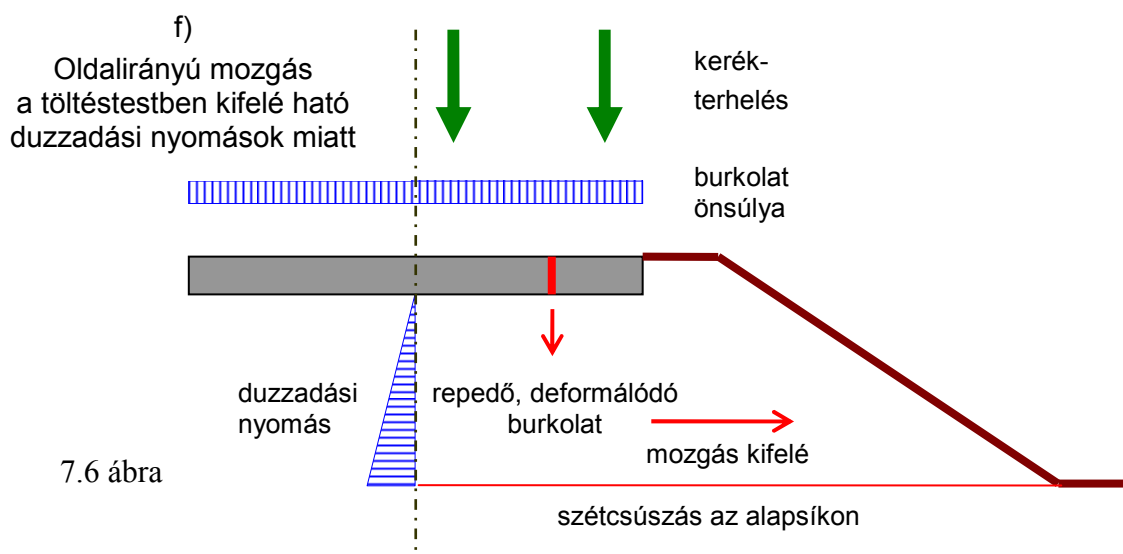
Megjegyezzük, hogy az itt tárgyalt jelenség lényegileg azonos a téli fagykárhoz, mert az is az egyenlőtlen elnedvesedés miatti egyenlőtlen nyomások miatt következik be. Valójában a fagyás alatt is a víztartalom- és térfogatnövekedés következik be, csak az ahhoz szükséges vízmozgást nem az agyag szívóképesége, hanem a hőmérsékletkülönbség indukálja. Az ilyen kövér agyagok egyben fagyérzékenyek is, a téli fagykárak tehát az előbbiekből e pontban leírtakhoz hasonló mechanizmussal fokozhatja télen a károsodást, hozzáadódva az egyéb időszakokban az agyagokban bekövetkező egyenlőtlen duzzadás miatti károsodásokhoz.

f) Oldalirányú mozgás a töltéstartestben kifelé ható duzzadási nyomások miatt (7.6 ábra)

A száraz agyagokból épülő magasabb töltések esetében megfigyelték, hogy a burkolat alatt egy fokozatos elnedvesedés következik be. A burkolat szélén és felső zónájában aztán az itt is tárgyalt módon sokat változik a víztartalom, s okoz olyan jelenségeket, amelyeket itt elemzünk. A töltés belseje azonban alapvetően inkább elnedvesedik, s beáll egy $w \approx w_p + 2\%$ körüli, $I_c \approx 0,95$, $S_r \approx 0,95$ jellemzőkkel leírható állapotra, ami kb. megfelel a felszínközeli termelt agyagok természetes, mostani vizsgálatainkkal is kimutatott állapotának. Az ilyen agyagok szívóképesége ugyanis olyan nagy, hogy képesek akár 10 m mélységből is felszívni a vizet, illetve a rézsűkön beszívargó vizek lassú migrációval bejutnak a töltéstartest belsejébe is.

Az elnedvesedési folyamat során a töltés belsejében duzzadási nyomások lépnek fel, amelyek következtében a töltésben lévő agyag oldalirányban is elmozdulhat, illetve e nyomások az általaj felszínén nyírófeszültségeket okozhatnak. E jelenség azután kombinálódva más hatásokkal olyan oldalirányú mozgássá, szétcsúszássá fokozódhat, mely a földmű és a rajta levő burkolat károsodását okozhatja.

Ez a jelenség a békési utaknál valószínűleg nem jellemző, mivel alapvetően nedves környezetben többnyire földutakból fokozatosan fejlődtek ki, s töltésük sosem olyan magas, hogy lenne olyan zónájuk, melynek vízháztartása ne változna állandóan a külső hatásokra.



7.6 ábra

g) A földműfelszín teherbírásának csökkenése a duzzadás miatt (7.7 ábra)

A duzzadás víztartalomnövekedés miatt bekövetkező térfogatnövekedés, melynek során az elnedvesedés és a lazulás egymást segíti, míg be nem áll egy a talajra ható nyomás és a környezeti páratartalmától függő, ezek változását követő, dinamikusan egyensúlyi állapot. Tehát a duzzadás a tömörség csökkenését és a konzisztencia romlását, s ezek által a teherbírás gyengülést okozza. Az utóbbit a CBR-érték vagy az E_2 -modulus csökkenésében ragadhatjuk meg.

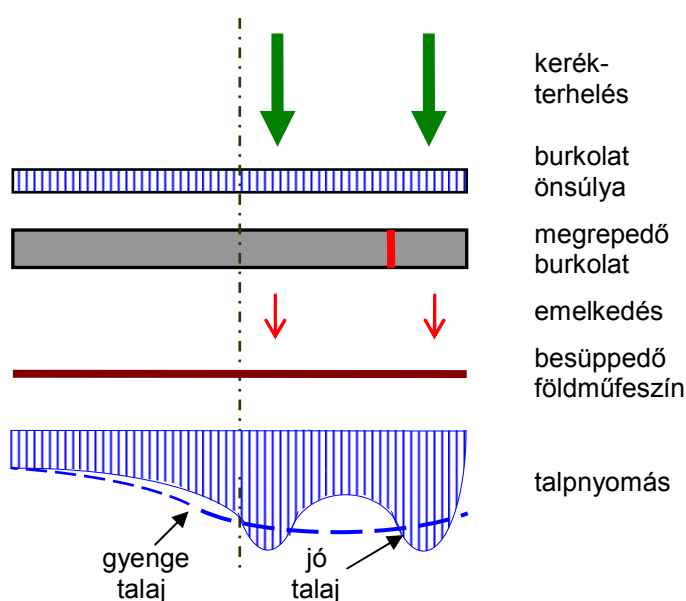
A térfogatváltozó talajokat tehát hiába építjük be nagyon tömörre és nagyon jó konzisztenciával, állapotuk óhatatlanul leromlik. Korábbi kutatásaink kimutatták, hogy a végső állapot annál rosszabb lesz, minél jobb konzisztenciájú állapotból indult a duzzadás. A kezdeti nagyobb tömörség is növeli a lazulás mértékét, de azért a kezdeti nagyobb tömörségből több marad meg. Ezért általánosságban azt az elvet helyes követni, hogy a "nedves oldalon" minél nagyobb tömörségre dolgozzuk be az agyagokat. Ez azonban nem könnyű, hiszen tudjuk, a telítettség közelében az agyag "gumizni" kezd. Ezért a gyakorlatban – ha beépítenek ilyen térfogatváltozó agyagokat – inkább kevéssel az optimális víztartalom felett dolgozzák be őket. Ilyenkor pedig óhatatlanul bekövetkezik az állapot- és a teherbírás leromlása.

A hazai útépitési gyakorlat ezt úgy veszi figyelembe, hogy a teherbírást a $w_m = w_{opt} + \Delta w$ mértékadó víztartalomhoz rendeli. Saját korábbi kutatásaink során is tapasztaltuk már, s a mostani vizsgálataink is rámutattak, hogy az ilyen agyagok esetében az elnedvesedés sokkal nagyobb mértékű, mint amit az előbbi képlet kiad. Így a teherbírás sokkal gyengébbé válik, jelen esetben $CBR=3-4\%$ várható, ami másként kb. $E_2=15-20$ MPa modulusnak felel meg. Minthogy a burkolatokat korábban általában $CBR=5\%$ -ra, ma $E_2=40$ MPa modulusra méretezik, az ilyen agyagok javító (védő) rétegek nélkül a szokásos követelményeket eleve nem elégítik ki.

Teljesen természetes tehát, hogy ezen utaknál alapvetően teherbíráshiánnyal is kell számolni, amit a behajlásmérések ki is mutattak, aminek azonban a pályaszerkezetek előregedése is oka volt. Ugyanakkor itt is megjegyezzük, hogy egyetlen nyílt feltárásban sem találtunk teljesen felpuhult, elnedvesedett földművet, sőt e feltárásokban inkább a szárazabb állapot volt a jellemző, igaz hosszú száraz időszak után kerültek sorra.

Ha a földmű teherbírása gyenge, a 7.7 ábrán vázolt egyenletesebb talpnyomás alakul ki, a míg jó földmű esetében a talpnyomások koncentrálnak a kerékterhelés alatt. Az előbbi nyilvánvalóan akkora nyomatókokat kelthet a burkolatban, hogy az károsodik. Ez a legismertebb jelenség, ezért tovább nem elemezzük, az ábrát is csak a teljesség kedvéért mutatjuk be.

g)
Burkolatkárosodás
a földműfelszín duzzadás okozta
teherbíráscsökkenése miatt



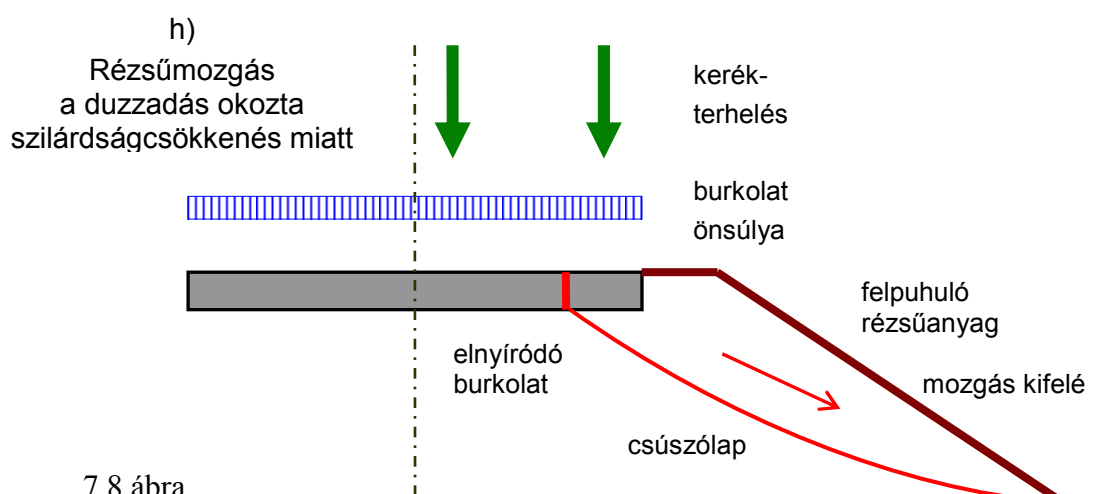
7.7 ábra

h) Rézsűmozgás a duzzadás miatti szilárdságcsökkenés következtében (7.8 ábra)

A duzzadás g) pontban vázolta folyamata következtében a töltések anyagának nem csak a teherbírása, hanem a nyírószilárdsága is lecsökkenhet. Ez magasabb és meredekebb rézsűk esetében ugyanúgy vezethet csúszáshoz, mint ahogy azt a b) pontban vázoltuk. Már ott is rámutattunk arra, hogy a zsugorodás miatti szilárdságcsökkenést többnyire tovább fokozza az elnedvesedés miatti szilárdságcsökkenés, s valójában a töltésanyag szilárdságát leginkább a váltakozó duzzadás-zsugorodás rontja le.

Itt is jelezzük, hogy a szilárdságvesztés az itt levő max. 3,5 m magas rézsűk esetében csak a burkolat szélén haladó nehézjárművek terhelésével okoz határállapotot, s ezért valódi suvadászerű károsodás nem következik be. Valószínű, hogy a cserjés-bokros növényzet mentén azért gyakoribbak a mozgások, mert ott ez a váltakozás gyors és markáns.

Valószínűleg alapvetően ilyen csúszás jellegű mozgás van a 4231 j. út 5+910 – 6+660, a 4232 j. út 10+100 – 11+210 szakaszán és a 47 sz. út 94+450 km szelvénye körül.



Az előbbieken – a világosabb tárgyalhatóság céljából – elkülönítetten írtuk le a különböző károsodási mechanizmusokat. Már közben is rámutattunk arra, hogy ezek egyidejűleg és/vagy egymást követően, egymás hatását fokozva működhetnek, s amikor ilyen régi utakról van szó, gyakran megállapíthatatlan, milyen sorrendben következtek be a jelenségek. Egy újonnan épített út esetében ez még jobban nyomon követhető, de a szuperponálódás ilyenkor is sokszor elfedi a domináns hatást. A bekövetkezési sorrend önmagában nem is mindig lényeges, inkább a domináns hatás megállapítása fontos, hogy a beavatkozásokat megtervezhessük.

Érdekes azért átgondolni, hogy mi történik az általában elsőként megjelenő burkolatrepedés után. Bizonyos, hogy az elváló rész külön életet kezd élni, s attól függően viselkedik, hogy az alatta levő földmű és maga mennyire teherbíró, illetve milyen újabb víztartalom-változások lesznek a földműben. Lehetséges, hogy az elváló szélső sáv önmagában kellően stabil tud maradni, így a károsodás alig fokozódik, csak a repedés érzékelhető a felszínen. Lehetséges azonban, hogy a repedésvonalban a befolyó víz, a repedés mentén elmorzsolódó anyagok miatt meggyengül a földmű, illetve a burkolat, és fokozódik a romlás. Hosszabb távon általában az utóbbi következik be, a romlások eszkalálódnak.

A sokféle mechanizmus keveredése és lényegileg azonos következménye miatt jutunk általában arra, hogy globálisan az agyag tulajdonságait hibáztatjuk. Egyszerűen fogalmazva, azt mondjuk, hogy az agyag „él” a földműben, a burkolat alatt, s emiatt a víztartalom változásai sokféle módon vezethetnek károsodáshoz, aminek megjelenési formája alapvetően azonos is lehet, illetve a burkolat tulajdonságaitól is függően alakul. Mivel pedig a víztartalom változá-

sait szinte lehetetlen elkerülni, a leírt mechanizmusok kifejlődést is nehéz megakadályozni. Ezért jutunk végül is arra, hogy inkább az ilyen agyagok beépítésének, bennhagyásának elkerülésében találjuk meg a megoldást. Ugyanakkor mivel ezt az elvet szokás követni, nem is igen fejlődtek ki olyan megoldások, melyekkel az ilyen talajok esetében mégis célt érhetnénk.

A békési utak esetében azonban most aligha volna mód a probléma megkerülésére, mert alig van remény teljesen új utak építésre. Ezért volt célszerű átgondolni a károsodási folyamatokat, s ezt folytatva, a következőkben ezért vizsgáljuk meg, miként befolyásolják a különböző körülmények, beavatkozások e mechanizmusokat. Így juthatunk el oda, hogy a reálisan megvalósítható beavatkozásokra javaslatokat tegyünk.

Érdemes még megemlíteni, hogy a vázolt, a térfogatváltozó agyagtalajok miatt bekövetkező károsodások többségét kizárhatja, illetve kellő mértékben enyhítheti, ha a szilárd pályaszerkezet alá kellő vastagságú és oldalirányban jól kivezetett szemcsés védőréteg kerül. A védőréteg szerepe többféle:

- a felülről vagy alulról érkező vizek gyors elosztásával, elvezetésével illetve páratartalma révén kiegyenlítő hatást gyakorol az alatta levő agyag vízháztartására, csökkentve annak egyenlőtlen víztartalomváltozásait mind a helyi és időbeli különbségeket, mind a csúcsértékeket illetően,
- kissé tömörödve vagy lazulva kiegyenlíti az agyagréteg mégis előálló egyenlőtlen elnedvesedése vagy kiszáradása miatt bekövetkező mozgásokat, illetve felfelé szétteríti a duzzadási nyomásokat,
- lefelé szétteríti a burkolatról jövő járműterheléseket, így a gyengébb teherbírású agyagrétegre már kisebb feszültségek jutnak, ami már csak megengedhető alakváltozásokat okoz,
- nyomása hozzáadódva a burkolat nyomásához növeli az agyagra jutó feszültséget, ami csökkenti a duzzadás lehetőségét
- az őt átmetsző csúszólapszakaszon mobilizálódó nagyobb nyírószilárdságával csökkenti a töltésvállaknál fenyegető csúszás veszélyét,
- a töltés széléig kivezette megakadályozhatja a függőleges repedések kialakulását megnövelve az agyagréteg felszíntől való távolságát, illetve alsó síkján ébredő nyírási ellenállásokkal felülről mintegy visszatartva a kifelé húzott (szívott) agyagot.

Mindezek a kedvező hatások teljes mértékben akkor érvényesülhetnek, ha a védőréteg vastagsága kb. 1,5 m. Minthogy azonban a mai elvek szerint $I_p > 40$ jellemzőjű, nagyon kövér agyagot már csak a bedolgozhatóság-tömöríthetőség nehézségei miatt sem szabad beépíteni, általában megelégedhetünk azzal, hogy a burkolat alatti felső 1,0 m-ben ne legyen $I_p > 30$ jellemzőjű kövér agyag. A hazai időjárási körülmények között a szabad felszín alatt kb. 2,5 m-ig változik a talaj víztartalma, de e mélységhez közelítve a változás mértéke már csekély. Így a „csak” $I_p < 40$ plaszticitású agyagok térfogatváltozásából eredő veszélyeket az 1,0 m vastag szemcsés réteg a vázolt kedvező kiegyenlítő hatásokkal, figyelembe véve a burkolat hőszigetelő hatását is, képes a burkolat számára elviselhető szintre csökkenteni.

Végezetül ki kell térni még egyszer a szervességre is. A szerves anyagok alapvetően kétféle módon járulhattak hozzá a rongálódáshoz:

- a szervesség csökkenti a nyírószilárdságot, ezért a csúszás jellegű mozgásnak nagyobb az esélye, s ez hozzájárulhat a kisebb magasságú rézsűk mozgásához,
- a szerves anyagok oxidációja miatt süllyedések következnek be, ami – ha egyenlőtlen – hasonló következményekkel járhat, mint a zsugorodás.

Feltételezhető, az új-holocén üledékek a közelmúlt meleg időszakban fokozottabban oxidálódtak, s ezért fokozódtak a károk. Ezt támasztja alá, hogy az ó-holocén (idősebb) talajok szerves anyagtartalma mindig kisebb, s azokon jobb a burkolat állapota.

8. A vizsgált Békés megyei utak károsodásának és javításának összefüggései

8.1 Alapvető tények, megfigyelések

A 2001 évi, Pszota Ferenc által irányított vizsgálta számos általános érvényű megfigyelést eredményezett, melyeket a 2. fejezetben foglaltuk össze. A jelen vizsgálatok elsőrendű célja is az volt, hogy ilyen „szabályokat” keressünk. Ezért nagy figyelmet fordítottunk arra, hogy a 2. fejezetben megfogalmazott megfigyeléseket mintegy hipotézisnek tekintve, igazolhassuk vagy elvethessük őket. Ugyanakkor arra is ügyeltünk, hogy friss szemmel vizsgálódva, az összefüggéseket befolyásmentesen értékelve vizsgálódjunk.

Már a vizsgálati programot is ezen elvek alapján állítottuk össze, és a vizsgálatok részleteinek végrehajtásával is arra törekedtünk, hogy a károsodások okainak „finomabb” részleteit és befolyásoló tényezőit is tisztázzuk.

Az nyilvánvaló, hogy a károsodások alapvető oka az, hogy a pályaszerkezetek térfogatváltozó agyagon vannak. Rögzítsük ismételten és egyértelműen:

- a burkolatok olyan agyagtalajokon vannak, melyeken az útépités elemi szabályai szerint nem szabad pályaszerkezetet építeni,
- a pályaszerkezet és ezen agyagrétegek között gyakorlatilag soha sincs szemcsés védőréteg, ami az alapelvek szerint szintén megengedhetetlen.

A 7.1 fejezetben részletesen bemutattuk, hogy ezek a körülmények miként okozhatnak károsodást, s rámutattuk arra is, hogy ezek miként jelentkeztek a vizsgált utak esetében. Ebből a tényhelyzetből kell kiindulnunk, s azt gondoljuk, hogy az aligha lehet vitás, hogy a probléma alapját az altalaj jelenti, s ezért volt alapvetően geotechnikai a megközelítési módunk.

Ugyanakkor nem szabad a szakmai vakság fogságába kerülnünk, „utas” szemmel tekintve a dolgokat látnunk kell, hogy főként a 4231 és 4232 j. utakat illetően fennáll, hogy

- nem az útépitési szakma ma elfogadott szabályai szerint tervezték őket,
- építésük sem olyan volt, amint azt a tankönyvek írják, hanem folyamatos fejlesztgetés nyomán jött létre a mai földmű és pályaszerkezet,
- a burkolat középső sávjában a pályaszerkezeti anyagok sok helyen szétestek, kötésük alig van, eltalajosodtak, valójában már nem rendelkeznek azokkal a jellemzőkkel, amit pl. az OKA szerinti megnevezés és rétegvastagság alapján gondolnánk,
- mind a földmű, mind a burkolat szélesítéseinek minősége a feltárások és a szemrevételezés tapasztalatai szerint nagyon változó, illetve különösen a földműé inkább gyenge,
- sok szakaszon 1982 óta nem volt burkolaterősítés, vagyis a leromlás természetes elhasználódásnak, fáradásnak is tekinthető, s ekként el is kell fogadni,
- a burkolatok sokszor bekövetkezett repedése, felbomlása, kátyúsodása következtében a forgalmi terhelés sokkal nagyobb és gyakran dinamikus és nyíróigénybevételeket keltett az alsó pályaszerkezeti rétegekben és a földműben, s ez fokozta a romlást,
- a megnyílt burkolaton keresztül a földmű sokszor elnedvesedhetett, s ezzel teherbírása gyengült, ami viszont a pályaszerkezet romlását gyorsította,
- a sokszori és az adott szerkezetek esetében jó minőségben szinte megvalósíthatatlan kátyúzás következtében a pályaszerkezet már messze nem homogén, ami ismét csak egyenlőtlen igénybevételeket kelthet az alsó pályaszerkezeti rétegekben és a földműben,

Mindezek a tények azt valószínűsítik, hogy ezek az utak alighanem jobb altalajon is sok gondot okoznának, bár bizonyos, hogy abban az esetben egy-egy erősítés után kevésbé jöttek volna elő ezek a gondok.

E vonatkozásban érdemes megfontolni azt is, hogy azok az útszakaszok, amelyek az utóbbi 10 évben viszonylag jelentősebb erősítést kaptak, viszonylag jó állapotban vannak. Ezek közül érdemes külön említeni a 4232 j. út 13+350 – 14+210 km szakaszát, ahol az 1994-ben 15 cm szórt alappal és itatásos makadámmal erősítették a nagyon leromlott pályaszerkezetet, s állapota ma is elég jó. Valószínűsíthető, hogy ha lenne elegendő pénz ezen utak alaposabb erősítésre akkor a rossz altalaj ellenére is egy a mainál sokkal jobb állapotot lehetne fenntartani. Az időbeni és megfelelő erősítések hiánya viszont az előbbieken részletesebben is bemutatott módon jobban előhozza az alapproblémát, az altalaj hatásait.

A munka során szerzett általános tapasztalatok közül ide tartozik az a megfigyelés, hogy a hagyományos módon Benkelman-eljárással végzett behajlásmérés nagyon jól jellemzi az ilyen utak állapotát. Ezzel kapcsolatban korábban voltak ellenkező tapasztalatok is, most azonban a részletes elemzés azt mutatta, hogy ha a behajlásokat a két oldal két sávjában és megfelelő szakaszolással nagyon gondosan értékeljük, akkor nagyon jó egyezésre juthatunk a szemrevételezéssel megállapított tényekkel, a pályaszerkezet erősségével, a földmű geometriai jellemzőiből eredő romlási folyamatokkal. Példaként említhető, hogy

- a 4232 j. út 13+350 – 14+210 km előbb említett 1994 évben végzett erősítése ma is világosan érzékelhető a kisebb behajlásokban,
- ahol a szélesítést a bejáráskor gyengének, pl. a 4231 j. út 5+900 km szelvényig terjedő szakasz jobb oldalán, ott a behajlások is nagyobbak,
- a rézsűmozgásnak tulajdonított károsodás is megmutatkozik a 47 sz. út 94+450 km szelvény körül mért nagyobb behajlásokban.

E megfigyelés egyrészt azért fontos, mert talán arra bátoríthat bennünket, hogy mégis jobban támaszkodhatunk a behajlásmérési eredményekre. Másrészt, ez az összefüggés is azt sugallja, hogy az utas megközelítéssel is jó döntésekre lehet jutni. Így is meg lehet találni a geotechnikai jellegű hibákat, s ha nincsenek kirívó talajhibák, akkor szabad a behajlások alapján tervezni.

A behajlások realitása még az előbbieken vázolt, nagyon leromlott pályaszerkezetek javításával kapcsolatos döntésben is érdekes. Számos olyan szakaszt találtunk ugyanis, ahol a 3 mm-t elért vagy meghaladta a mértékadó érték, márpedig ebben a tartományban már nem helyes a pályaszerkezetet ennek alapján méretezni, meg kell fontolni a teljes újjáépítést, illetve a hibák okainak kizárását.

Hasonló módon megállapítható, hogy az OKA burkolategyenletlenségi adatai (IRI) is elég jól jellemzik az utakat, jól kijelölik a hibás szakaszokat, de tudni kell, hogy a nyomvályú itt nem csak a burkolat hibáját minősíti.

Ezen általános gondolatok után tekintsük át mely tényezőknek van befolyása a romlásokra, s ezekkel kapcsolatban milyen tapasztalatokat szereztünk, milyen megállapításokra jutottunk.

A leromlást valamilyen módon befolyásolják a következők:

- az éghajlati viszonyok és változásai,
- a talajvízszint mélysége,
- a környező növényzet,
- a földmű geometriája,
- a földmű anyaga, térfogatváltozási hajlama,
- a pályaszerkezet anyagai, minősége,
- forgalmi terhelés.

Mielőtt az ezekkel kapcsolatos megfigyeléseket, következtetéseket külön-külön ismertetnénk, ki kell térni annak megfogalmazásra, hogy ezek a tényezők egyidejűleg hatnak, illetve együtt befolyásolják a földmű és a pályaszerkezet viselkedését. Sokféle kombinációjuk lehetséges, melyekben ráadásul egyes tényezők felerősítik a másik hatását, mások éppen ellenkezőleg kompenzálják a másik kedvező vagy kedvezőtlen befolyását. Nagyon sok esetben éreztük úgy, hogy lehetetlen átlátni az egyes tényezők hatását, különválasztani őket. Ehhez bizonyos kérdéseket szisztematikusan, sterilen modellezve kellene vizsgálni, arra azonban most nem volt lehetőség. Éppen ezért a megállapításaink tézisszerű megfogalmazásban óvatosságnak kellett lennünk, csak a most egyértelműnek ítélt összefüggésekre fogunk rámutatni.

8.2 A befolyásoló tényezők értékelése és az ebből levezethető javítási elvek

a) Az éghajlati adottságokat illetően azt lehet valószínűsíteni, hogy az elmúlt évek károsodásában a szárazság, az aszály, s az emiatt bekövetkező zsugorodás és az azáltal kiváltott folyamatok voltak meghatározóak. A 1995-1999 közötti csapadékosabb években, s mivel a talajvízszint a vizsgálati területen az agyagok szívóképességéhez képest viszonylag magas, bizonyosan egy nedvesebb talajállapot alakult ki, s az kevésbé károsította a burkolatot, úgy tűnik, ehhez jobban tudna alkalmazkodni a burkolatok. Ez talán azzal is magyarázható, hogy a 2000 évben átmenet nélkül jött, extrém száraz, meleg időszakban gyors és a szokásosnál mélyebbre ható kiszáradás következett. Ennek károsító hatásait jól lehetett ez évben is érzékelni, júliusra az áprilisinál sokkal rosszabbá vált egyes szakaszokon a burkolat állapota.

Úgy tűnik tehát, hogy ezen a vidéken és az ilyen talajok estében inkább a kiszáradás és a zsugorodás okozta veszélyekkel szemben kell védekezni. Erre olyan megoldásokat kell keresni, ami a földmű víztartalmát stabilizálja. Ilyen lehet fólia beépítése a padkába, vagy a padka kb. 1,0 m vastag rétegének átépítése pl. meszes kezeléssel.

b) A talajvízszint mélységének hatását nem találtuk lényegesnek. Nem volt kimutatható különbség a magasabb és mélyebb talajvízszintű helyek felső talajzónáinak állapotában, a 3,0 m körüli mélységben talán nagyobb a magas vízszintű helyeken a víztartalom, ám ezek szerepe már kevésbé lényeges. Nem lehetett észlelni azt sem, hogy lenne hatása a talajvíz mélységének a behajlások és a burkolatkárok mértékére.

Ez azzal magyarázható, hogy a kövér agyagok képesek akár 100 m-ről is felszívni a vizet, így annak a felső zóna szempontjából kevés jelentősége van, hogy a talajvíz 1,3 vagy 4,0 m mélyen van-e. A felső zóna víztartalmát sokkal inkább a párolgás befolyásolja, s ekként inkább a külső hőmérséklet és a növényzet szerepe fontos.

c) A növényzet jelentős szerepére a 2001 évi jelentés is rámutatott, ezért a mostani bejárások során különös figyelmet fordítottunk rá. Egyértelműen ki merjük jelenteni, hogy a fasorok (általában nyárfák) kedvező hatással vannak a burkolat állapotára, a közeli sűrű fasorok mentén egyértelműen kisebb mértékű a burkolatromlás, s többnyire még egy-egy kivágott fa hiánya is rögtön érzékelhető a burkolat állapotában. Ugyanakkor az is egyértelmű, hogy a cserjés, bozotos növényzet közelében sokkal durvább hibák keletkeznek a burkolatban.

E jelenségek legvalószínűbb oka az, hogy a fasorok árnyékoló és a légmozgásokat csökkentő hatása stabilizálja a víztartalmat, segít megőrizni a talajnedvességet. (A párolgás mértéke ugyanis függ a felszín feletti páratartalomtól. Ha van szél, akkor az elviszi a párát, így fokozódhat a párolgás.) Az is kedvező, hogy a fák mélyebbre nyúló gyökerei gyakorlatilag közvetlenül a talajvízből szívják fel a vizet, nem a felső talajzónákból. A fák vízfelvétele – úgy véljük – folyamatosabb, egyenletesebb, kevésbé változik a külső hőmérséklettel, képesek jobban tárolni a vizet, hiszen hosszabb száraz időszak után sem száradnak el a levelek. Ezzel szemben a bozotosok, cserjések inkább a felső talajzóna vizét veszik fel, s a vízfelvételük sokkal hektikusabb, jobban függ a külső hőmérséklettől.

Alapvetően tehát a földmű vízháztartásának befolyásolása révén hatnak ellenkező módon a fák és a bozótosok, s ez összefüggésben van azzal az előbbieken megfogalmazott jelenséggel, hogy inkább a kiszáradás, zsugorodás okozza itt a károkat. Valószínűleg hozzájárul még e hatásokhoz az is, hogy a fák gyökérzete stabilizálja a földműveket, mintegy megvasalva őket, míg a bozótosok vékony, gyenge gyökérzetének nincs ilyen hatása.

Mindezekből következik, hogy elő kell irányozni újra az út menti fasorok telepítését, az egyes fák pótlását, ill. ki kell irtani az utat 3,0 m-nél jobban megközelítő cserjéseket, bozótosokat.

d) A földmű geometriájának szerepét is egyértelműen meg lehet fogalmazni.

A meliorációs árkok megnyitásával kialakult „kvázitöltések” burkolata a széltől kb. 1,2 m-re megreped, majd a burkolat minőségétől függően tovább károsodik. Egyértelműen megállapítható volt, hogy a károsodás mértéke a rézsúmagassággal arányosan nő, a padka keskeny volta s a részű meredekebb hajlása is egyértelműen hátrányos. A feltárásokból kiderült, hogy a részű válla, széle általában nagyon kis szilárdságú anyagokból szakszerűtlenül készült, illetve a váltakozó vízfelvétel és kiszáradás miatt a szilárdság lecsökkent. Mindezekből az következik, hogy a burkolatkár oka a részű csúszása, kifelé-lefelé irányuló mozgása, amit a nehézjárművek indítanak be, mert az egyébként nem magas töltés még a csekély szilárdság mellett is állékony lenne. Az ilyen mozgások veszélye még nagyobb a földműben keletkező függőleges zsugorodási hosszrepedések megjelenésekor, amint azt a 7.1 fejezetben leírtuk, s sok helyen tapasztaltuk. Az ilyen töltések estében a burkolat repedése a javítás után újra megjelent.

A terepszinten vagy legfeljebb 1,0 m-nyit kiemelt szakaszok esetében nem ilyen károk jelentkeztek, nem tapasztaltuk a zsugorodási hosszrepedések megjelenését sem. Inkább a szélesítések lesüllyedése, összeropadozása, a középső burkolatsáv deformációja, kátyúsodása a jellemző károsodás, amit valószínűleg a földmű és a pályaszerkezet teherbírás hiánya vagy a földmű egyenlőtlen térfogatváltozása, elsősorban zsugorodása okoz. E szakaszokon többször érzékelhető, hogy a szélesítés kivitelezése hibás, a középső sáv anyag elöregedett, viszont ha vastagabb erősítőréteget kaptak az ilyen szakaszok, akkor a károsodásoknak jól viszonylag jól ellenálltak. E jelenségek összhangban vannak azzal, hogy az ilyen helyeken a teherbírás hiánya okozza a romlást, vagy a földműfelszín zsugorodása.

A jövőben tehát célszerű lenne tisztázni, hogy lenne-e lehetőség a meliorációs árkok felszámolására, ami nyilván hosszabb egyeztetéseket kíván. Ha igen, akkor célszerű földmű geometriáját úgy alakítani, hogy a burkolat mellett egy 5 % hajlású, legalább 3,0 m széles padka legyen. Amennyiben és ahol nincs lehetőség a meliorációs árkok felszámolására, ott újjá kell építeni a mozgás jeleit mutató részüket megfelelő kevésbé kötött talajból, vagy a helyi agyagok meszes kezelésével. A széles padka kialakítása javasolható azokra a szakaszokra is, ahol nincs meliorációs árok.

Úgy gondoljuk, hogy az adott körülmények között, ha a pályaszerkezetet nem építik újjá, nincs szükség az útárokra sem. Minthogy nincsen védőréteg, melynek víztelenítése megkövetelné az árkot, s a nagyon kövér agyagba a víz alig szívárog be, a lejtős, széles padka önmagában elegendő lehet a felszíni vízelvezetésre.

e) A földmű anyaga, térfogatváltozási hajlama az előbbieket szerint természetesen meghatározó jelentőségű. Itt csak arra kívánunk kitérni, hogy mennyiben van szerepe a károsodásban a talajok plaszticitásában mutatkozó kisebb-nagyobb különbségeknek, illetve milyen jellegzetességek lehetnek még lényegesek.

A burkolat alatti felső 1,5 m-ben a vizsgált szakaszok túlnyomó részén új-holocén öntéstalaj, sötétszürke nagyon kövér és szerves agyag van, s a 4231 j. és a 47 sz. út esetében 3-4 m-ig is hasonló talajokat találtunk, a 4232 j. út mentén lejjebb kisebb plaszticitású sárga agyagok vannak, e különbség szerepe azonban érthető módon nem érzékelhető.

A 4231 és 4232 j. utak esetében a településekhez közeli területeken, a 47 sz. út esetében a középső szakaszon a földtani térkép szerint ó-holocén szikes agyag van, s a vizsgálatok szerint ezek kevésbé kötöttek és szervesek, aminek magyarázatát nem találtuk meg, mert a szikesség miatt nem ezt várnánk. Ennek az a gyakorlati jelentősége abban van, hogy ezeken a szakaszokon egyértelműen kevésbé károsodott a burkolat. Sajnos ennek okát sem tudtuk eddig tisztázni, arra tudunk csak gondolni, hogy talán valamilyen mezőgazdasági célú (pl. mézses) talajjavítás volt korábban ezeken a területen, s az kiterjedt az az idő tájt talán még földútként létező útra is. Ez a kérdés még mindenképpen megér egy összehasonlító vizsgálatot.

Érdemes rögzíteni, hogy egy duzzadási vizsgálattal megállapítottuk, még a 47 sz. út töltéscseréjekor, beépített jobbnak gondolt közepes agyag térfogatváltozási hajlama is nagyon magas. Így kimondható, hogy valójában csak néhány helyen lehet nem duzzadó-zsugorodó talaj.

Ebből kiindulva az olyan esetekben, ahol teljes újjáépítés lesz, ezeket az agyagokat kezelni kell mésszel vagy pl. CONSOLID-dal, vagy legalább 1,0 m vastagságban szemcsés anyaggal ki kell cserélni. Az agyagban felfedezett repedéseket is mészpórral célszerű kitölteni.

f) A pályaszerkezet anyagai és minősége is nagyban befolyásolja a károsodásokat, amint arra a jelen fejezet elején rámutattunk.

Megállapítható, hogy a burkolatok középső sávjában a rakott vagy szórt alap nagyon elagyagosodott, az aszfaltrétegek előregedtek, szétestek, sok helyen többszöri kátyúzás nyomán teljesen heterogén szerkezet jött létre. Az ilyen pályaszerkezetek már korábban is, de az idei nyárra különösen nagymértékben deformálódtak.

A burkolatok szélén a szélesítések vastagsága, szélessége, anyagminősége és kapcsolódása a régi burkolathoz nagyon változó, sok helyen kifogásolható, bizonyos helyeken viszont határozottan jobbak a mechanikai tulajdonságai a régi pályaszerkezeténél. Nem tagadható, hogy a gyenge minőség gyakran érzékelhetően kivitelezési hanyagság következménye, bár hozzá kell tenni, az ilyen utak szélesítésére nincs is kifogástalan technológia. Részben e hibák következtében a szélesítés gyakran megsüpped, összetöredezik, vagy éppen magasabbra kerül a középső zónánál, illetve repedéssel elválík attól.

A gyenge középső sávok és szélesítések leromlásában természetesen ezen saját hibáik mellett nagy szerepet játszik a földmű gyenge teherbírása, zsugorodása és/vagy duzzadása.

Újólág egyértelműen megállapítható volt, hogy az utántömörödő hajlékony pályaszerkezetek esetében inkább a deformációk és az utánuk bekövetkező repedezés, a merevebb vastagabb aszfaltbeton rétegek alkotta burkolaton az éles határvonalú hosszrepedések a jellemzők.

Itt is külön kiemelhető, hogy az elmúlt 10 évben egybefüggően épített 15-20 cm vastag erősítő rétegek általában ma is épek, míg a vékonyabb, 4-5 cm-es aszfaltbeton kopórétanggal végzett erősítések, illetve a kátyúzások újra és újra tönkremennek.

Mindezekből következően a javítások, helyreállítások során teljes újjáépítésben, teljes pályaszerkezet-cserében, vastag erősítőrétegben vagy a meglévő pályaszerkezeti rétegek tulajdonságainak feljavításban kell gondolkodni. Kerülni kell a vékony erősítő rétegek alkalmazását.

A repedezett burkolatokra az aszfaltozás előtt aszfaltrácsot is célszerű fektetni, ebben az M3 és M7 autópályánál mostanában végzett ilyen alkalmazás tapasztalataira lehet támaszkodni.

g) A forgalmi terhelés szerepe – úgy tapasztaltuk – a 4231 és 4232 j. utak esetében nem domináns, a jelenlegi nehézgépjármű forgalmak most nem nagyok. A károsodásokat nem a forgalom nem várt növekedése okozta, amire másutt van példa, sőt a gazdasági változások miatt az utóbbi időben talán valamelyest csökkent is a nehéz forgalom. Várhatóan a jövőben a (remélt) gazdasági fellendüléssel megnő a nehéz forgalom, s ez is indokolja a pályaszerkezetek erősítést. Megjegyezzük, hogy ha a forgalmat nem is tekintjük meghatározónak, természetesen igaz, hogy – amiként rámutattunk – a nagy terhelésű járművek kerekei alatt következnek be a deformációk, rézsúmozgások.

9. A beavatkozások stratégiája, módszerei

A vizsgált utak helyreállítására vonatkozó javaslatok megfogalmazásakor és a döntések meghozatalakor technológiai lehetőségeket és gazdaságossági szempontokat kell mérlegelni és összhangba hozni. Ez természetesen minden műszaki feladatnál így van, ám a jelen esetben talán mégis érdemes ennek néhány vonatkozását újra átgondolni.

Amikor geotechnikusként hasonló jellegű feladatokkal találkozunk, végül mindig eljutunk ahhoz a dilemmához, kérdésfeltevéshez, hogy

- tovább erősítsük-e a pályaszerkezetet, hogy az előbb-utóbb képessé váljon a rossz földmű hibáinak ellensúlyozására is, vagy
- javítsuk ki a földmű hibáit, ha kell a teljes földmű és a pályaszerkezet teljes újjáépítésével.

A kérdés megválaszolásához az utas és geotechnikus mérnökök általában másként gondolkodnak, aminek lényegét a **9.1 táblázat** foglalja össze, melynek tartalmát talán nem szükséges tovább magyarázni.

A döntéshozatalakor az utas mérnökök általában a pályaszerkezetben „már mégiscsak benn levő anyagot” sajnálják, a geotechnikusok a jövőben, a hiba okának megszüntetése nélkül beépítendő új anyagokat. A döntés általában az aszfaltrétegekkel való erősítés mellett szól, s nem biztos, hogy ennek pusztán a szemléletbeli különbség az oka, hanem bizonyosan a pénzügyi korlátok is.

Mégis geotechnikusként azt gondoljuk, érdemes volna az újjáépítés-erősítés szokásos arányát, határát módosítani, úgy látjuk, hogy valahol máshol vannak ezek Nemesdy könyveiben is, mint amiként ma ez a gyakorlatban szokásos. A kialakult arányok talán nem csak a műszaki-gazdasági optimumkeresés, a teljes élettartamra vonatkozó költség-haszon elemzések alakították ki, hanem az aszfaltos körök lobbizása, az útépítő cégek érdekei, felkészültsége, s az a jelenség, hogy a szerkezetben, anyagban, mechanikai igénybevételekben gondolkodó építőmérnöki szemlélet a közút területén háttérbe szorult a forgalmi, üzemeltetői, szolgáltatási szempontokban gondolkodó közlekedésmérnöki szemlélettel szemben. Ismerünk olyan két-számjegyű jelentős főutat, melynek geotechnikailag hibás szélesítésének tetején 6 év alatt a harmadik jó minőségű kátyúzás ment már tönkre.

9.1 táblázat

	útmérnök	geotechnikus mérnök
a tönkremenetel értelmezése	forgalom okozta „szabályos” leromlás	földmű romlása miatt bekövetkezett hiba
szemléletmód jellemzői	rendszerek, szabványok, típusmegoldások	egyedi esetek, szakértői munka, speciális megoldások
a megoldás tartománya	szakaszokban, egy bizonyos időszakra	lokálisan, véglegesen
preferált technológia	erősítés aszfaltrétegekkel	víztelenítés, teljes újjáépítés
elsődleges követelmény	helyreállítás gyorsan, kis zavarással	helyreállítás tartós megoldással

A jelen esetben – azt gondoljuk – különösen érdemes megfontolni, hogy valójában mekkora értéket képviselnek jelenlegi állapotukban ezek az utak, illetve pályaszerkezeteik. A bejárások

és feltárások tapasztalatai alapján talán azt gondoljuk, sok szakaszon valójában nagyon keveset. Az OKA 40-50 cm vastag „rétegrendről” is tud, benne aszfaltbetonokkal, valójában azonban egészen más az anyagok minősége, amint arra rámutattunk. A „folt hátán folt” pályaszerkezetek jól kifejezik a problémát: a hibák okának megszüntetése nélkül gyakran évente kell ugyanott kátyúzni. Ha most itt egy kicsit nagyobb szabású felújításra nyílik lehetőség, akkor talán érdemes kicsit módosítani a szokásokon.

Nézzünk szembe azzal a már említett ténnyel, hogy ezen utak szinte egyetlen szakaszának a pályaszerkezete sem olyan, mint amilyent 2003-ban helyesnek gondolunk. Ezért talán érdemes építeni – mintegy kísérleti jelleggel – mintaszakaszokat, melyekkel képet nyerhetünk arról, hogy a mai elveknek megfelelő pályaszerkezet az itteni talajadottságok mellett miként viselkedik.

E gondolatból kiindulva javasoltuk július hónapban a 4232 j. út idén munkába veendő, a leginkább leromlott 2+1 km hosszú szakaszára vonatkozóan, hogy legalább egy 500 m-nyi hosszban épüljön új pálya. Örömmel vettem, hogy ezt a javaslatot elfogadták. E munkával reális képet nyerhetünk a teljes újjáépítés és az erősítések valós piaci költségeinek arányáról is. Reméljük, a munka igazolja, hogy 10-20 év távlatában ez a jobb megoldás.

Az új szerkezet megtervezésekor természetesen meg kell(ett) oldani, hogy az agyagtalaj térfogatváltozásából származó veszélyeket kizárjuk. Erre két megoldást lehetett ajánlani: a 7.1 pontban vázolt elveknek megfelelően a pályaszerkezet alatti 1,0 m-ben szemcsés anyaggal kell kicserélni a termett agyagot, vagy meszes kezeléssel kell csökkenteni a térfogatváltozási hajlamát.

Már inkább utasként gondolkodva, az előbbi megközelítésből engedve, a következő szintként azt a javaslatot fogalmaztuk meg már júliusban is, hogy ha új erősítő réteg építésében gondolkodunk, akkor feltétlenül egyidőben vastagabb (15-20 cm-es) szerkezeteket készítsünk. Ha ugyanis a profilozás mellett csak a „technológiai minimum” készülne, akkor a meglévő rossz minőségű rétegekre és alattuk a földműre az erősítés után is nagy feszültségek jutnak, s deformációik gyorsan tönkreteszik az új réteget is. Ha vastagabbak az új rétegek, akkor a meglévők végeredményben útalapként funkcionálhatnak, s arra talán alkalmasak. Ennek jegyében és a 4232 j. úton 1994-ben végzett javítás sikerét érzékelve, tettünk javaslatot a „szórt alapos” (FZKA) megoldás alkalmazására. Az így előálló vastag pályaszerkezet az altalaj térfogatváltozását, illetve a térfogatváltozásából eredő hatásokat is mérsékli, részben pótolva a hiányzó szemcsés védőrétegeket.

A pályaszerkezetben „már mégiscsak bennlévő anyagok” hasznosítására jó lehetőséget kínál a hidegremix-technológia, mely ezek minőségét feljavítva hozza létre a szükséges teherbírást. A 4232 j. úton 2002-ben – ma úgy tűnik – sikerrel alkalmazták ezt, erre alapozva tettünk javaslatot ennek alkalmazására. Minthogy ez azonban viszonylag vékony és merev szerkezetet eredményezhet, szükségesnek tartottuk, hogy az ezzel javított szakasz leginkább leromlott részeit egyedi vizsgálat alapján teljes újjáépítéssel javítsák ki.

Ezen alapvető beavatkozások mellett még kiegészítő megoldásokat is javasoltunk, melyekre a későbbiekben még visszatérünk.

Ezek alapján a 4232 j. út 2003-ban megvalósuló munkáinak tervébe a Békés Megyei Közútkezelő Kht. munkatársaival a következő megoldásokat vettük be:

10+000 – 11+100 km szakasz

általános megoldás

- 25 cm vastagság réteg készítése hidegremix-technológiával,
- 3,5 cm K-12 kötő- és 3,5 cm AB-12 kopóréteg építése,

kiegészítő rövid megoldások

- az erősen deformálódott rövidebb szakaszokon
félpályás burkolatsere, szükség esetén talajcsere
hajlékony új pályaszerkezet építése
geotextília + 20 cm HK védőréteg + 20 cm FZKA 0/35 + K-12 + AB-12,
- örlött mészbetűjtése a földmű repedéseibe,
- aszfalttrács terítése a burkolat hosszirányú repedései fölé az aszfaltozás előtt,
- vízzáró fólia rögzítése a bal oldali töltésvállba lépcsőzéssel a víztartalom stabilizálására,
- fateleépítés.

14+200 – 15+340 km szakasz

- a meglévő burkolatra 15 cm FZKA építése,
- It 70-es itatott aszfaltmakadám építése felületi bevonattal,
- fateleépítés.

15+340 – 15 +930 km szakasz

- a burkolat teljes elbontása,
- a szakasz egyik felén az altalaj meszes kezelése, a másikon az altalaj cseréje 1,0 m vastagságban,
- az új földműfelszínre geotextília fektetése,
- HK védőréteg építése,
- 25 cm vastag FZKA 0/35 réteg készítése,
- It-70 itatott aszfaltmakadám kopóréteg építése felületi bevonattal,
- fateleépítés.

A 2003 évi munkákat tehát magunk alapvetően kísérleti munkáknak (is) tekintettük, melyek mind technológiai, mind gazdaságossági vonatkozásban információkat adhatnak a további szakaszok javításának megtervezéséhez. Ezért is törekedtünk arra, hogy a 8. fejezetben felmerült lehetőségek többségét kipróbáljuk. Nyilvánvaló volt továbbá, hogy mivel praktikus okokból elsőként a leginkább leromlott szakaszokat kellett munkába venni, indokolt volt a legdrasztikusabb beavatkozásokat alkalmazni. Ha most itt nem próbálkoztunk volna pl. a teljes újjáépítéssel, akkor ésszerűtlen lett volna azt más, jobb szakaszokra javasolni. Hozzáteesszük, hogy magunk a 10+000 – 11+100 km szakasz nagyobb részének teljes újjáépítését is jónak láttuk volna, de költségokok miatt és a kísérleti tapasztalatok bővítése céljából elfogadtuk a hidegremix-technológia alkalmazását, ám nyomatékosan javasoltuk a vázolt kiegészítő megoldásokat.

Megjegyzendő, hogy természetesen vannak és majd sorra kerülnek olyan szakaszok is, melyeken elegendő lesz a profilozás és egy vagy két erősítőréteg építése, azaz kb. 6-10 cm aszfalttréteg.

Korábban szóba jöttek már olyan nagymértékű beavatkozások is, melyeket most nem lehetett kipróbálni. Itt elsősorban a földműgeometria átalakítására, a meliorációs árkok feltöltésére gondolunk. Ennek lehetőségét és technológiáját a jövőben külön vizsgálni kell.

A most betervezett megoldások alkalmasságát csak hosszabb távon lehet megítélni, így a javítások jövő évi megtervezéséhez még elsősorban az eddigiekben vázolt megfontolásokra, tapasztalatokra kell építeni. Mérlegelendőnek tartjuk, hogy a jövő évben esetleg ne a legkritikusabb szakaszokat vegyük sorra, ha csak forgalombiztonsági okok miatt ez nem lehetetlen. Egy év elteltével ugyanis a mostani szakaszok viselkedéséről talán lehet már valamelyes képet alkotni, s a kritikus szakaszokat e tapasztalatokat is hasznosítva megtervezni.

Mindenképpen célszerű azonban a most épülő szakaszok viselkedését szisztematikusan megfigyelni, erre a mostani tapasztalatok alapján jegyzőkönyvezett szemrevételezés, fényképes

dokumentálás és behajlásmérés lehet alkalmas. Célszerű néhány olyan pontot most a munkabavétel kezdetén megjelölni és stacionálni, melyeken eddig súlyos károsodások mutatkoztak, s ezeket különös alapossggal figyelni.

A jobb áttekinthetőség céljából foglaljuk össze azokat a beavatkozási technológiákat, melyeket a jövőre nézve is ajánlhatunk.

a) Teljes újjáépítés, olyan helyeken, ahol a pályaszerkezeti anyagok teljesen előregedtek, a szélesítés minősége rossz, nagyon megsüppedt, az általaj gyenge konzisztenciájú, a töltésszélesítés mozog, anyag rossz;

- teljes szélességben, felpályán vagy csak a szélesítés helyén,
- legalább 1,0 m vastag talajcsere oldalirányban víztelenített szemcsés anyaggal (védőréteggel) vagy az általaj meszes, esetleg más (pl. CONSOLID) kezelésével,
- geotextília fektetése az általaj és a védőréteg közé,
- típus-pályaszerkezet építése.

b) A pályaszerkezet javítási eljárásai önmagában vagy a földműjavítási technológiákkal együtt alkalmazva a pályaszerkezet aktuális állapotától függően:

- erősítő réteg készítése hidegremix-technológiával és aszfaltbeton kötő és kopórétegekkel erősítés teljes szélességben a forgalmi terhelésnek megfelelő méretezéssel leromlott, de értékes még javítható pályaszerkezeti anyagok esetében, ha nem kell tartani a földmű burkolat alatti függőleges repedéseitől,
- legalább 15 cm vastag FZKA réteg készítése aszfaltbeton vagy itatásos makadám kopóréteggel erősen deformálódott, kátyúsodott felületek esetében, ha a földmű duzzadása-zsugorodása veszélyes mértékű további deformációkat okozhat,
- aszfaltbeton kiegyenlítő-, kötő- és kopórétegek készítése a behajlásmérés alapján méretezett vastagságokkal a kevésbé deformált, kátyús, alapvetően jó teherbírású szakaszokon aszfalttrács fektetésével, sávokban a szélesítések és a főpálya elválási vonalai fölé és/vagy foltszerűen a mozaikosan repedezett felületekre,
- aszfaltbeton vagy itatásos makadám (felületi bevonattal) réteg(ek) készítése előzetes foltokban való javítás után a jó profilú, viszonylag jó teherbírású szakaszokon aszfalttrács fektetésével, foltszerűen a kissé repedezett felületeken,
- a repedések bitumenemulzióval való kitöltése elegendő (és feltétlenül szükséges!) akkor, ha a repedés mentén nincs deformáció, s egyebekben a pályaszerkezet megfelel.

c) A földmű javítási technológiai készülhetnek meszes (vagy más szilárdító anyagú) kezeléssel vagy szemcsés talajjal javított helyi agyagból, avagy anyagnyerőből szállított megfelelő talajból, szükség esetén georács alkalmazásával:

- a töltésrézsűk anyagának kicserélése a lehető legteljesebb mértékben a burkolatszélről indulva, olyan helyeken, ahol a rézsűcsúszás jelei érzékelhetők
- a meliorációs árkok feltöltése szükség esetén az előbbivel kombinálva, azokon a helyeken, ahol az árok koronaéle 3,0 m-nél jobban megközelíti a burkolat szélét,
- a padka anyagának kicserélése legalább 1,0 m mélységig alacsony töltésekben és a terepszinten vezetett szakaszokon, ha a függőleges repedések észlelhetők a padkán, illetve ha a burkolat szélső sávja erősen károsodott, de nincs lehetőség teljes újjáépítésre,
- a padka szintre hozása, szélességének 3,0 m-re való növelése, 5 % oldalesésének kialakítása alacsony töltésekben és a terepszinten vezetett szakaszokon, lehumuszosítás után a pályaszerkezet javításához kapcsolódva.

d) Kiegészítő beavatkozások a vízháztartást kedvező befolyásolása céljából:

- fasor telepítése a lehető legkisebb távolságra az úthoz, lehetőség szerint mindkét oldalon,
- a burkolatot 3,0 m-nél jobban megközelítő bozótosok, cserjések eltávolítása,
- viszonylag rugalmas, vízzáró fólia beépítése a padkába és/vagy a rézsű oldalába legalább 50 cm takarással és csúszásveszélyt nem okozó hajlással.

A tervezéskor ezen lehetőségek kombinációival kell/lehet élni:

1. az alapvető döntést a teljes újjáépítés és a pályaszerkezet erősítése közötti választás jelenti, melynek elveiről az előbbiekben írtunk, s meghozatalában az idei építési tapasztalatok remélhetően sokat segítenek,
2. a második döntés a pályaszerkezet javítási technológiájának kiválasztása (ha nem az újjáépítés lesz), s ehhez leginkább a burkolat aktuális állapotát kell szemrevételezéssel és behajlasmérésekkel megítélni,
3. a földmű ajánlott javítási technológiáinak valamelyikével mindenképpen indokolt fokozni a pályaszerkezet javítását, s a választáshoz alapvetően a jelenlegi földmű geometriáját kell figyelembe venni, de állapotát, valamint a konkrét hely sajátosságait és a meliorációs árok megszüntethetőségét is mérlegelni kell,
4. a kiegészítő beavatkozások közül a növényzettel kapcsolatos javaslatokat mindenképpen érdemes megvalósítani, a fóliák alkalmazását illetően az idei tapasztalatokra lehet majd építeni.

Az egyes útszakaszokra vonatkozó konkrét javaslatokat – úgy véljük – most korai még megfogalmazni. Egyrészt érdemes kivárni az idei tapasztalatokat, látni kell a pénzügyi kereteket, s szükséges az egyes szakaszok újbóli még aprólékosabb szemrevételezése. Az egyes szakaszokra itt megadott sokféle információ biztos alapot jelenthet a munka programozásához és a tervezéshez, miként az itt közöltekből kiindulva, egy kiegészítő bejárás után megalapozott javaslatokat lehetett megfogalmazni az idén munkába veendő szakaszok tervezéséhez és kivitelezéséhez is. Ebben – kívánságra – a jövőben is szívesen közreműködünk.

Győr, 2003. augusztus

Dr. Szepesházi Róbert
főiskolai docens
geotechnikai szakértő