



Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek megerősítésének diagnosztikai kérdései

Soós Zoltán, Igazvölgyi Zsuzsanna, Szakály Ferenc

Kivonat: Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek megerősítésének méretezése terén a meglévő pálya állapotértékelése – diagnosztikája – a jelenlegi előírások által elhanyagolt és rendszerint számon nem kért feladatnak tűnhet. Habár a helyszíni bejárást ma már fejlett diagnosztikai eszközök és mérés technológia egészítik ki, a szakember szerepe a „diagnózis felállításában” továbbra is megkérdőjelezhetetlen fontos. A cikkben néhány előremutató lehetőség mellett érintőlegesen bemutatásra kerül egy fejlesztés alatt álló hazai eszköz is a feladat elvégzéséhez, amely a vizuális állapotfelmérés és a különböző tervezési alapadatok összehangolásának, illetve az útburkolat és környezete könnyű, rendszerezett dokumentálásának lehetőségét megteremtve hozzájárulhat egy korrekt és alapos diagnosztika felállításához.

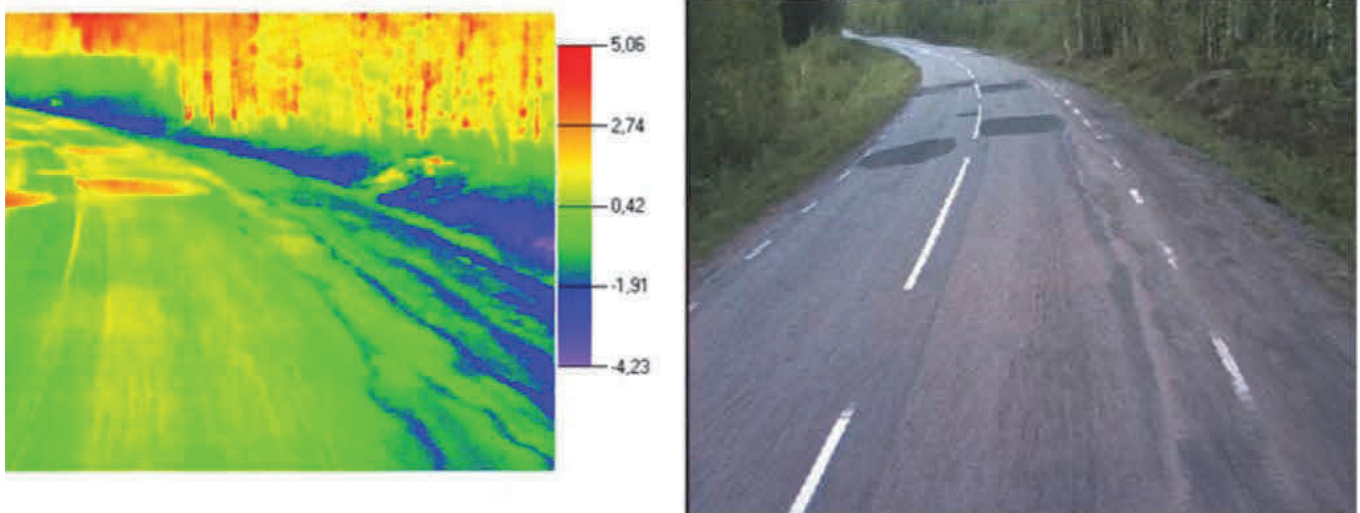
Kulcsszavak: megerősítés méretezés, pályaszerkezet-diagnosztika, burkolatállapotfelmérés

1. Bevezetés

Az aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezésére és megerősítésére vonatkozó e-UT 06.03.13 „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése” c. Útügyi Műszaki Előírás által előírt két módszer, a behajlásokon alapuló és az összehasonlító módszer alkalmazása számottevő különbségeket eredményez a szükséges erősítőréteg-vastagságok tekintetében. Az ennek eredményeképpen létrejött szakmai ellentmondások mentén az utóbbi években több olyan módszer került kidolgozásra, amely – bizonyos peremfeltételek mellett ugyan – az erősítőrétegek méretezését a meglévő pályaszerkezet és a megerősítés technológiai és anyagi paramétereinek, valamint a forgalmi igénybevételek szám szerű figyelembevételét célozza meg. A példaként említendő, a Fi és Szentpéteri [1] [2], az Adorjányi [3], a Karoliny [4] [5], illetve a Soós és Tóth [6] által kidolgozott módszertanok közös vonása, hogy a meglévő pálya egyes – elsősorban pályaszerkezeti – rétegeinek jellemzői és a megerősített pályaszerkezet által elviselendő – elsősorban forgalmi-terheket összehasonlítva állapítják

meg az adott felújítás-technológiák szükséges paramétereit, például az aszfalt erősítőréteg szükséges minimális vastagságát vagy elvárt merevségét. Az említett eljárások – és a jelenleg hatályos előírás – kiemelik a megerősítendő pályaszerkezet állapotának megfelelő részletességű felmérését és értékelését, a lokális meghibásodások és nagyobb kiterjedésű hibák bemutatását, azok okainak feltárását, valamint egyedi megszüntetését; az ehhez kapcsolódó munkarészekre, esetleges többletvizsgálatok minimális követelményeire, konkrét formai, tartalmi elvárásokra – például az előírás által említett hibabaterkép részleteire – kevéssé tesz utalást. A vonatkozó előírás a megerősítendő pálya állapotértékelése során nemcsak a burkolati hibák felmérését írja elő, hanem a vízelvezetési rendszer állapotát, a hossz- és keresztirányú geometriát, a pályaszerkezet felépítését, az egyes szerkezeti rétegeket, a földmű felső részét is vizsgálni kell, és teherbírásmérést – megjegyzés: behajlásmérést – kell végezni.

Az előírás 7.2.2 pontja alapján egyértelmű a követelmény, miszerint „megfelelő részletességű dokumentált vizuális és/vagy műszeres felmérés el kell végezni” és „a felületi hibákat az előfordulás helye szerint fel kell



1. Ábra. Hőkamerás kép a vízmozgás kimutatására az árok részsíneinek környezetében [7]

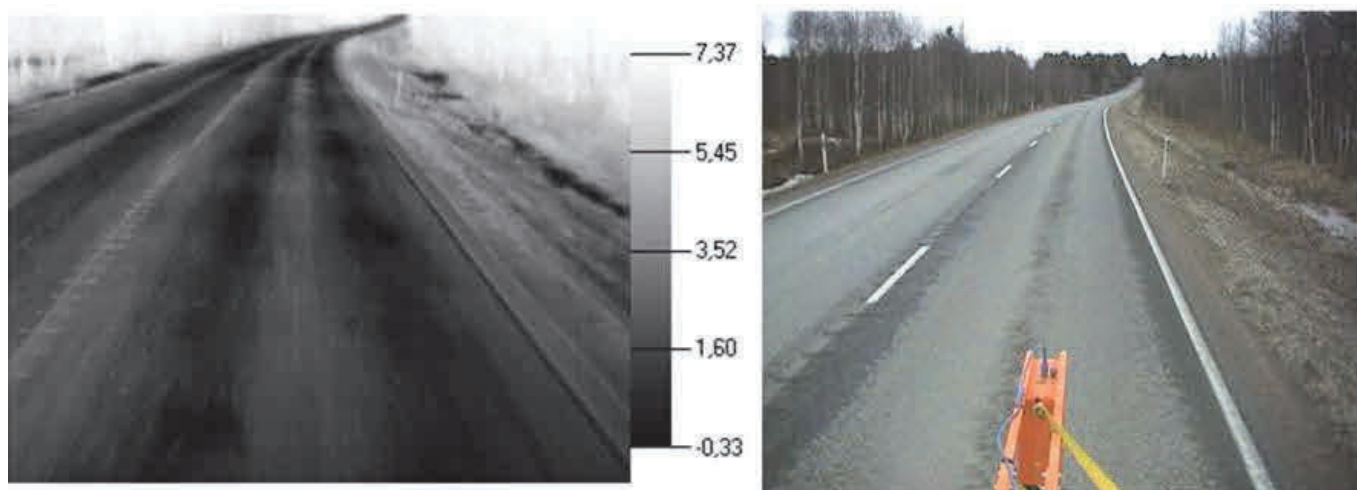
jegyezni”, valamint „a hibafelvétel eredményeit a felület előkészítésének tervezése során figyelembe kell venni”. Mivel azonban úgy tűnik, hogy az állapotfelvételre számonkérhető tartalmi és formai követelményeket az ÚME kevéssé tartalmaz, a hibák ilyen részleteségű dokumentálása a gyakorlatban vélhetően ritkán történik meg, így a legtöbb esetben az úthibák okainak figyelembevétele sem történhet meg a felújítástechnológia tervezése során, illetve sok esetben, ha mégis, akkor mind a tervezői, mind a megrendelői oldal rendkívül eltérően – kreatívan – értelmezi ezen követelmény kielégítését.

2. A víz jelenléte

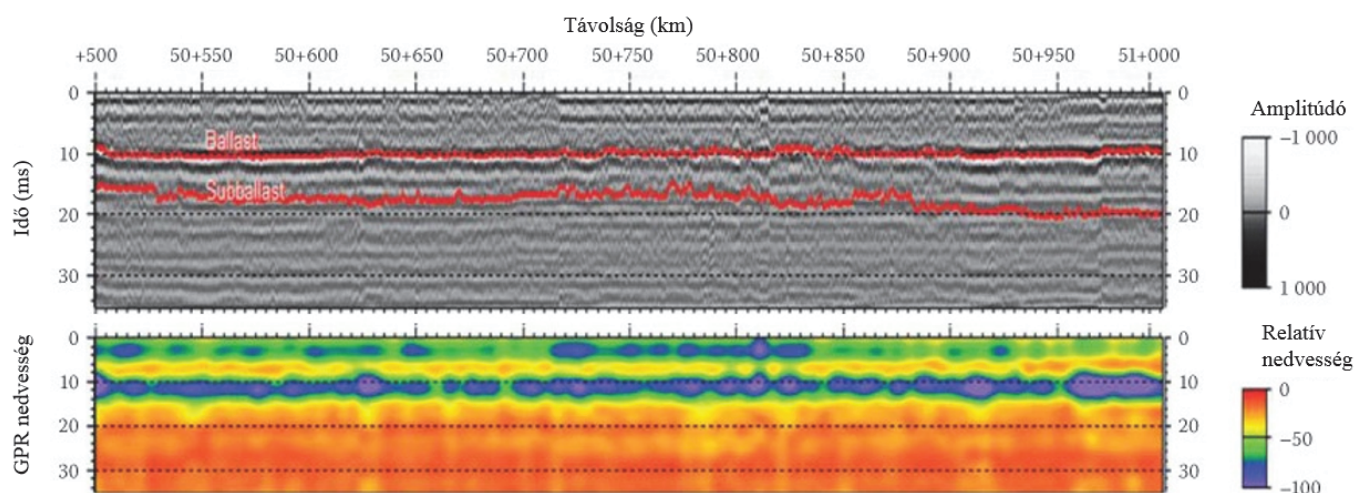
A vízelvezető rendszer, a padkák, szegélyek, árkok, folyókák, egyéb műtárgyak és a pályaszerkezet alatti víztelenítés állapotának értékelése a tervező egyik legfontosabb feladata lenne. Rendellenesség felfedezése esetén az előírás szerint fel kell tártani annak okát, és a felújítás első lépéseként ezen hibákat ki kell javítani. Az erősítőrétegek méretezését pedig a működő vízelvezető rendszerrel rendelkező pályán, később megismételt behajlás-mérés eredményei alapján kell méretezni. Könnyen belátható, hogy a mai beruházási környezetben ez a legritkább esetben kerül megvalósításra.

A vízelvezető rendszer működőképességének felmérése a nemzetközi gyakorlatban legtöbbször szemrevételezéssel, helyszíni bejárások során történik. A bejárás, mint diagnosztikai eszköz gyorsan, egyszerűen és viszonylag alacsony költséggel megvalósítható. A szemrevételezés hátránya, hogy a felmérő személyzet szubjektív ítélőképességének – és alaposságának – hatása az eredményre jelentős, és természetesen a szemmel nem látható jelek továbbra is rejtve maradnak. Ennek kiküszöbölésére kínál megoldást például a georadaros – Ground Penetration Radar, GPR – technológia, illetve a hőkamerás technológiák alkalmazása, amelyeket a nyugat-európai gyakorlatban – jelentősebb létesítményeknél – egyre inkább alkalmaznak. Az 1. ábra egy útszakasz videofelvételét és a vizsgált szakasz hőkamerás képét mutatja. A hőképen késsel jelölt részek hőmérséklete alacsonyabb a felület átlaghőmérsékleténél, ami a bevágás részsíjára utal. A jobb oldali ábra ugyanezen útszakasz videofelvételének egy részletét mutatja.

A hőkamerás képekkel nemcsak az útpályán kívülről, hanem magán a burkolaton át áramló vizek is láthatóvá tehetők. A 2. ábra hőkamerás képet mutat arra az esetre, amikor a magas talajvízszint – és/vagy rossz vízelvezetés – miatt a forgalom hatására a burkolat repedéseiben, esetleg tömörítetlen részein felfelé „pumpálódik” a víz. Ezt a nemzetközi terminológiában „water



2. Ábra. Hőkamerás kép és videofelvétel részlete a vízmozgás kimutatására burkolaton [7]



3. Ábra. Georadaros felvétel és az abból származtatott relatív víztartalom

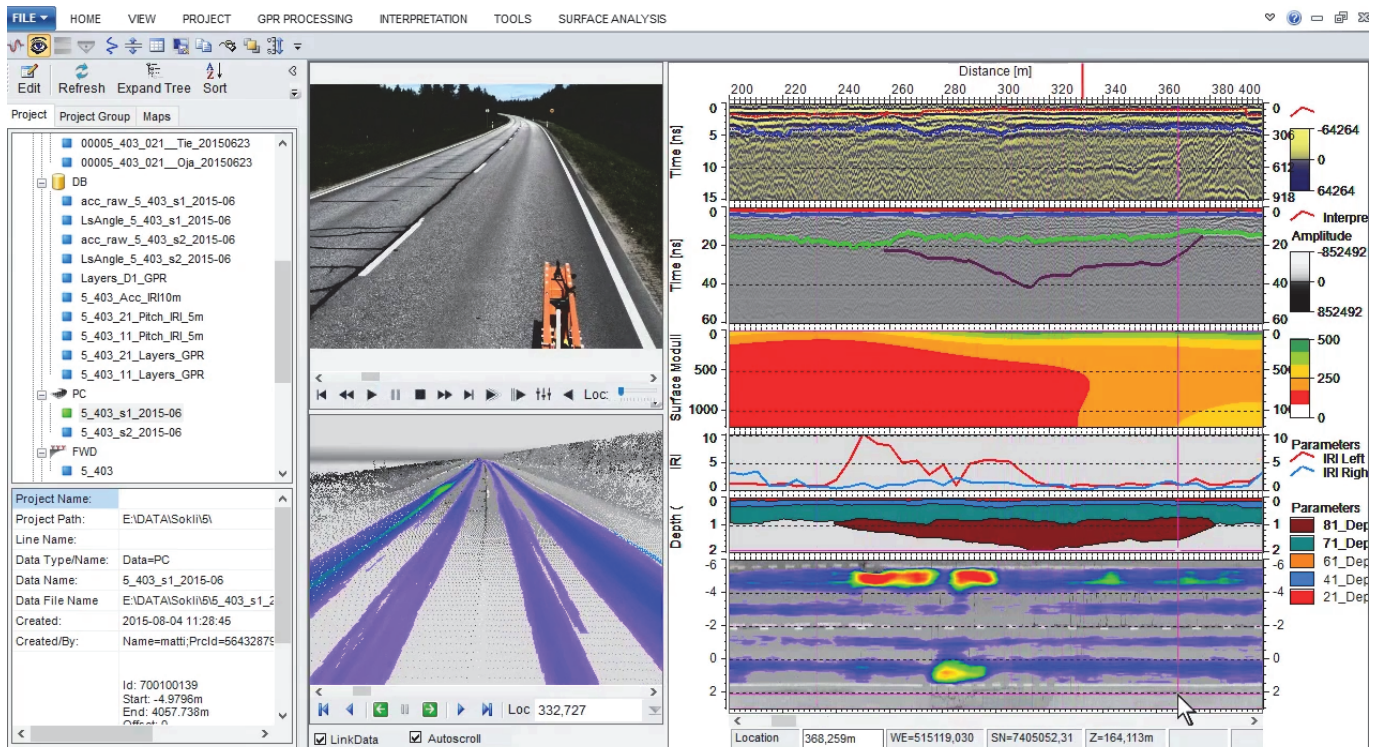
bleeding”, „water pumping” néven ismert, és rendszeresen felmerülő jelenséget hazai szakemberek vízfeltörésként említik.

Egy ilyen, dokumentált hazai esetre példát egy 2009-ben készült tanulmányban mutattak be a szerzők az M7-es autópálya 51+500 km. sz. környékén, és az M3 Gyöngyös és Füzesabony közötti szakaszán történt vízfelszivárgás elemzésével. Az M7-es autópályán emellett földdel szennyezett volt a víz, amely a burkolatból felszivárgott – az említett szakasz közel a terepszinten, áltöltésben fekszik – a szemle idején árokban pangó víz is tapasztaltak a szakemberek [8].

A 3. ábra egy pályaszerkezet georadarral felmért szelvényét mutatja. Megfelelő frekvenciák alkalmazásával

a felületekről visszaverődő hullámok alapján – kalibrálást követően – következtetni lehet a közeg inhomogenitására, kisebb pontossággal a rétegek vastagságára, esetleg típusára is. A rétegvastagság georadaros meghatározásának pontosítási lehetőségeivel korábban hazánkban is foglalkoztak [9], a jövő e téren egyértelműen a roncsolásmentes és folytonos méréseké.

A vizsgálat azon alapszik, hogy a reflektivitás – a kapott jel erőssége – elsődlegesen a rétegek dielektromos állandóinak kontrasztjától függ. Minél nagyobb ezen anyagi jellemző különbsége egy határfelületen, annál erősebb reflexiót kapunk a felvételen. Az aszfalt tipikusan 6–6,5 közötti dielektromos állandóval rendelkezik, míg a beton ~9, a talajok anyaguktól függően 3–40 között értékekkel jellemezhetők: például az agyag 5–40, a



4. Ábra. A Road Doctor szoftver feldolgozás közben

homok 3–5, míg a víz dielektromos állandója összetétel-től függően 80 körüli. Látható, hogy az útpályaszerkezetek releváns részei egymástól ilyen elven jól megkülönböztethetők, és ha a rétegfelépítés meghatározása pontatlan is a méretezés során való alkalmazáshoz, a víz jelenléte ilyen elven biztosan kimutatható.

3. Szerkezeti diagnosztikai lehetőségek

A GPR-vizsgálattal azonban nemcsak víz- vagy nedvességtartalom mutatható ki. A vizsgálatot már az 1960-as években alkalmazták hadászati célokra (alagutak és aknák detektálásra), az 1980-as évektől pedig közutak vizsgálatára is használják. Rendszeresen alkalmazzák például a régészet vagy a közmű-diagnosztika területén is. A korábban említettek alapján a kibocsátott hullámok az eltérő anyagokban különböző módon terjednek – és verődnek vissza –, továbbá a homogenitás kimutathatósága a vizsgálatot például a Ckt rétegekben kialakuló repedések detektálására is alkalmassá teszi [10]. A GPR alkalmas a különböző rétegek beazonosítására, a pályaszerkezet és a földmű nedvességtartalmának megállapítására, valamint nem utolsósorban felszínen

– felszínközelségben – nem látható közműszerelvények kimutatására, amely a pályaszerkezet megerősítésének tervezése vagy remixtechnológia alkalmazásánál is előnyös. A beépített aszfaltréteg vastagságára, tömörségére is következtetni lehet a mérési adatokból, sőt a legújabb kutatások a hézagtartalom – levegővel és/vagy vízzel telített pórusok kimutatásával egyszerre – és a keverék beazonosítását tűzték ki célul, a mérések pontosságának növelése mellett.

A Road Doctor™ elnevezésű mérőrendszer nemcsak útpályaszerkezetek, hanem vasutak, hidak és repülőterek állapotértékelésére is alkalmas. A program egyik legnagyobb előnye, hogy lehetőséget biztosít több különböző mérés egyidejű összevetésére. A kezelése felhasználóbarát, és ahogy az egy bemutató videóból készített pillanatképfelvétel látszik (4. ábra), a különböző felhasznált eszközök kombinációinak száma nagyon nagy. Az állapotfelmeléssel párhuzamosan készített videofelvétel mellett a GPS-adatok segítségével a helyszín és a szelvény beazonosítható. Különböző mérőeszközök mérési adatait egy képernyőn megjelenítve végezhető el az állapotértékelés (amelyet továbbra is szakember végez), s annak



5. Ábra. A mozaikos repedés

így elengedhetetlen része az aktuális pályaszakasz videofelvétele. A videóval egyidejűleg megjeleníthetők a dinamikus behajlásmérés adatai, a GPR-mérésből kiértékelte rétegvastagságok, lézerszkennelvel készített pontfelhő vagy akár a deformációk és nyomvályúsodás, valamint egyenletességi – akár kalkulált IRI – értékek.

A lézerszkennelnek köszönhetően az árok profilja is felvehető és ellenőrizhető, sőt a padka állapota is kiértékelhető, és szinkódolással lokális relatív magasságkülönbségek is kimutathatók.

A pályaszerkezet alsó rétegeiről információ nyerhető hagyományosan, magmintavétellel is, míg a földmű és az altalaj részletes állapotértékelése feltárás során lehetséges, teherbírás, tömörség meghatározásával és mintavétellel, ami költséges és időigényes folyamat. Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy ma már a geotechnika területén is megjelentek roncsolásmentes vizsgálatok. A pályaszerkezet megerősítése során a földmű teherbírása mértékadó, és sok esetben az FWD- (Falling Weight Deflectometer) mérés során a szenzorok által mért értékekből a földmű állapotára jellemzők számíthatóak és értékelhetőek.

4. A behajlási teknő paraméterei

A dinamikus behajlásmérés (FWD) hazánkban is évtizedes múlttal rendelkező mérés technológia. Habár a jelenlegi előírások eredetileg a statikus behajlásmérések eseteire kerültek kidolgozásra, az ÚME lehetővé teszi a dinamikus behajlásméréssel kapott ún. tárcsaközép-behajlások alkalmazását a megerősítés méretezésére. Erre egy – további kutatást igénylő – átszámítási képletet

1. Táblázat. A pályaszerkezet és földmű állapotosztályba sorolása az SCI- és BCI-értékek alapján

Burkolatlan és vékony burkolatú utak esetén			Burkolt utak esetében	
Osztály	SCI (μm) 0-200 mm	BCI (μm) 900-1200 mm	SCI (μm) 0-200 mm	BCI (μm) 900-1200 mm
Kiváló	<180	<10	<120	<10
Elegendő	180-250	10-30	120-200	10-30
Gyenge	250-300	30-60	200-250	30-40
Rossz	300-600	60-120	250-400	40-60
Rendkívül rossz	>600	>120	>400	>60

kell alkalmazni, amellyel a dinamikus behajlások statikussá számíthatók át. A jelenlegi gyakorlatban az FWD-mérések során kapott további adatok nem kerülnek felhasználásra.

A pályaszerkezet, illetve annak adott rétegei állapotának értékelésére, a burkolatnak az adott terhelés hatására a terhelő tárcsa alatt, valamint az attól adott távolságokban mért behajlások – összességében a behajlási teknő – alapján való értékelésére a nemzetközi gyakorlatban számos módszer ismert.

Levezethető, hogy a terhelés középpontjából adott távolságban mért behajlások alapján a terhelés alatt adott mélységben lévő rétegek tulajdonságaira lehet következtetni [11]. Ennek megfelelően az FWD-mérések során a terheléstől adott távolságokban mért behajlások felhasználásával különböző megközelítések alakultak ki a pályaszerkezet, vagy annak egyes rétegeinek jellemzésére [12]. A legismertebbek a különböző teknőparaméterek tekinthetők, amelyekről részletes összefoglalót kínál Horak és Van Gurp munkássága [13] [14]. Ezek közül érdemes legalább az alábbi három fő mutató kiemelése:

- A felszíni görbületi index – Surface Curvature Index, SCI – az aszfaltburkolatok jellemzésére, értéke minél nagyobb, annál gyengébb az aszfaltréteg:

$$SCI = d_0 - d_{300} \quad (1)$$

ahol: d_0 behajlásérték a terhelőtárcsa alatt [μm], d_{300} a terhelőtárcsától 300 mm-es távolságban mért behajlásérték [μm].



6. Ábra. Süppedés és keresztirányú repedés a burkolaton

A részben EU-finanszírozású PARIS projekt eredményei is azt mutatták, hogy ez a mutatószám hajlékony pályaszerkezetek esetében a repedésterjedési jellemzőkkel jó összefüggést mutat.

- Az alap károsodási index – Base Damage Index, BDI az alapréteg állapotát jellemzi, értéke minél nagyobb, annál gyengébb az alapréteg:

$$BDI = d_{300} - d_{600} \quad (2)$$

- Alap görbületi index – Base Curvature Index, BCI az alap alatti rétegek és a teherhordó talaj jellemzésére, minél nagyobb, annál gyengébbek e rétegek:

$$BCI = d_{600} - d_{900} \quad (3)$$

ahol: d_{600} a terhelőtárcsától 600 mm-es távolságban mért behajlás [μm], d_{900} a terhelőtárcsától 900 mm-es távolságban mért behajlás [μm].

Az SCI-, BCI-értékek alapján a földmű és a pályaszerkezet az 1. táblázat szerinti 5 osztályba sorolható. Jendia az altalaj/földmű és a kötött rétegek állapotát az UI altalaj-indikátor bevezetésével javasolta vizsgálni az alábbi formula szerint [15].

$$UI = d_{900} - d_{1500} \quad (4)$$

Az altalaj teherbírása $UI = 70$ mm határérték alatt gyengének minősíthető. A pályaszerkezeti rétegek állapotának megítélése a teherbírást jellemző indexen keresztül, Jendia-diagram kiértékelésével történhet, amely jelen cikk terjedelmi kötöttségei miatt nem kerül



7. Ábra. Pangó víz a csapadékvíz-elvezető rendszerben

bemutatásra, de jó példa található Tóth és Tóth elemzésében [16].

A teknőparaméterek segítségével – hasonlóan a jelenlegi hazai előírás szerint alkalmazott tárcsaközép-behajlásokhoz – az adott vizsgált útszakasz az egyes rétegek állapota szempontjából homogén szakaszokra bontható. Emellett további következtetések vonhatók le például az adott szakaszok hátralevő élettartamát, valamint a szerkezet vagy az alsóbb rétegek teherbírását tekintve [17] a behajlási teknő geometriájának mélyrehatóbb elemzése alapján [18].

5. A burkolati hibák felvétele és kiértékelése

5.1 Az állapotértékelésről és burkolatosztályzatokról röviden

Az útpályaszerkezetek károsodásainak felmérése és azok okainak rendszerezett, módszeres feltárása hazánkban az 1980-as évekre visszanyúlik, az „Útkárok okai” [19], majd később az „Aszfaltburkolatok hibakatalógusa” [20] nemzetközileg elismert irodalmak – utóbbi angol, német és orosz nyelven is megtalálható –, amelyek a fejlett diagnosztikai eszközök világában is jól használhatók. Emellett érdem es Karoliny munkáját kiemelni, annak ellenére, hogy az id. dr. Gáspár László technológiai képzésen tananyagként is használt összeállítás előírására nem alakult [21].



8. Ábra. Pangó víz a csapadékvíz-elvezető rendszerben, átázott földű diagnosztizálása

Az olyan fejlett technológiák, mint a georadar, lézerszkennelés vagy hőkamera sok esetben – legalábbis átlagos létesítmények esetében – nem állnak rendelkezésre, így ezek esetében az ÚME szerinti behajlásmérés a vizuális állapotfelvétel egészíti ki, amelynek problematikáját a bevezető már említette.

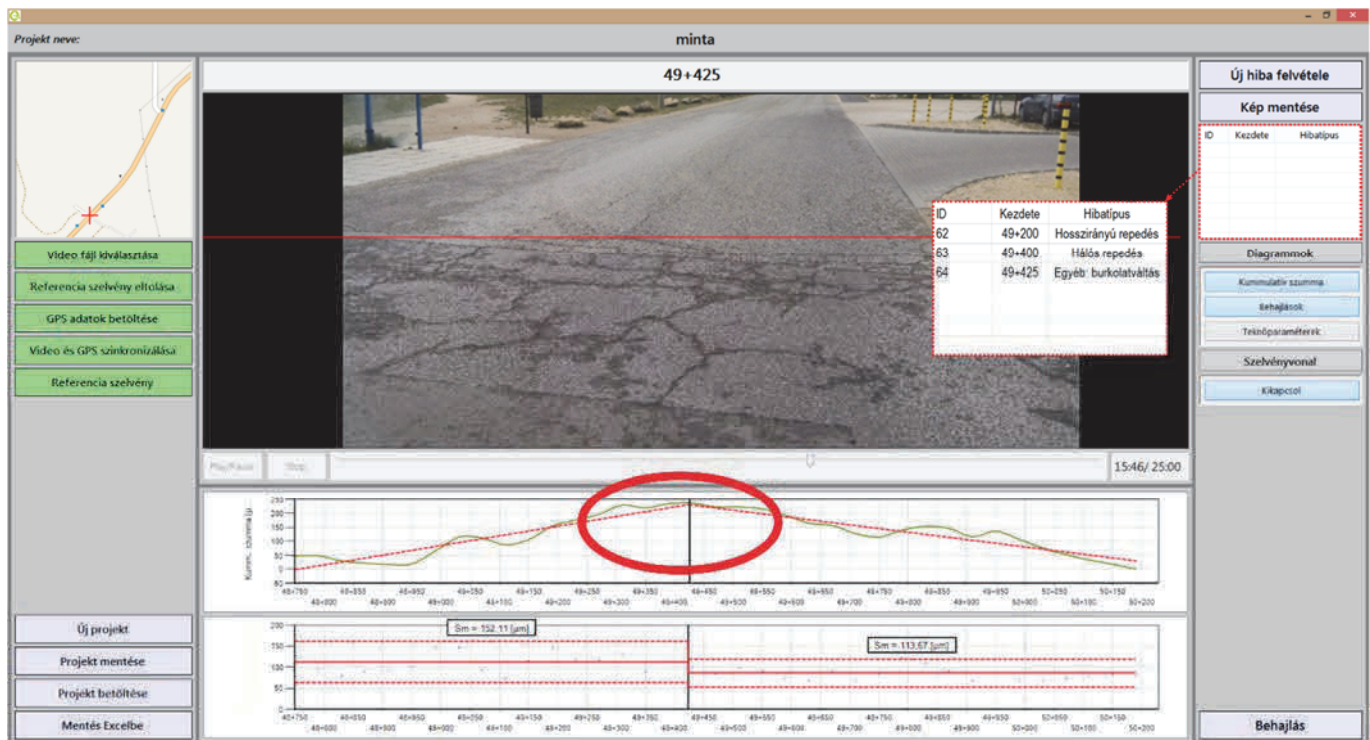
Az országos közúthálózat állapotfelvételének szükségessége 1979-ben fogalmazódott meg. Az akkori döntéshozatal a burkolatfelület állapotának éves felvételét és osztályozását a teljes hálózatra előírta. Az állapotértékelést Roadmaster készülékkel végzik, amelyet erre képzett személyzet hajt végre. A burkolatállapot-osztályzatok 1-től 5-ig terjednek, ahol egyessel a legjobb állapotban lévő burkolatosztályt jelölik. Az útszakaszok rendszeres beutazásával, a kizárólag vizuális módon megállapítható és csak emberi szem által megkülönböztethető burkolathibák – kátyúk, kipergések, izzadások, deformációk, burkolatszélhibák, repedések stb. – tételes, helyazonosított felmérése, utólagos kiértékelése, minősítése történik. A Roadmasterrel kapcsolatban – az üzemeltető szakembereivel történt beszélgetések alapján – megállapítható, hogy amennyiben például egy asz-

faltburkolat tömbhálósan van megrepedve és elég hosszasan, akkor biztos, hogy 5-ös lesz az osztályzat, pedig az út mind utazáskényelmi, mind teherbírási szempontból megfelelő lehet. Sokkal járhatóbb útnak tekinthető, ha az egyes hibatípusok összevonva ronthatják csak le az összegzett osztályzatot. Az üzemeltetők elmondása alapján a helyszíni szemle során végrehajtott szemrevételezésnél eredményesebb technológia nincs.

5.2 Kiemelt hibák és a feltételezhető okaik

A vizuális állapotfelvételkor tapasztalt hibák különböző hibaokokra vezethetők vissza, amelyekre már a korábbi fejezetekben is utaltak. Hálós repedést és süllyedést okozhat nagymértékű altalaj-összenyomódás – akár konszolidáció – vagy duzzadás is, agyagtalajok esetén, továbbá nem megfelelő fagyvédő réteg alkalmazása, mert a képződő jégencsék növekedése megemeli a pályaszerkezetet. Mozaikszerű repedések a talajteherbírás lecsökkenésének tulajdoníthatók, jellegzetesen olvadási károokra utalhatnak.

A mozaikos repedezettség sűrűn összerepedezett burkolatfelületet jelent, amikor a repedések néhány dm²-es és



9. Ábra. Burkolatváltás

legfeljebb 1 m²-es területet határolnak le („aligátorbőr”). Ezen típusú repedések tulajdonképpen a deformáció növekedésével, az ismétlődő terhelés hatására jönnek létre, de a deformáció és a repedezés közötti idő gyakran oly rövid, hogy a kár jellege szempontjából lehet a repedés is jellemzőbb. A 6. ábra mozaikos repedést és deformációt mutat.

Mozaikszerű repedések keletkezhetnek akkor is, ha a burkolat alatti valamelyik szerkezeti réteg hibásan készült vagy nem kellően teherbíró. Ilyenkor a behajlás görbületi sugara kicsi, de a pályaszerkezet teherbírása egyébként megfelelő lehet [19].

Tömbhálós repedezésnek mondjuk a meghibásodást, ha az összerepedezett burkolatfelület, és az egyes repedések 1 m²-nél nagyobb területet határolnak körül.

A már hivatkozott, 2009-ben készült hazai kutatási jelentésben 10 autópálya-szakasz került kijelölésre, amelyen vizuális állapotfelvétel, fúrtminta-vizsgálat (rétegvastagság, tömörség, összetétel-vizsgálat), behajlasmérés, geoszondázás, georadaros mérés, rétegtapadás-vizsgálat, a plasztikus deformációs hajlam vizsgálata, vala-

mint merevségi modulus meghatározása történt. A tapasztalatok szerint a nyitott, hézagos kopóréteg rendszerint együtt jár a mozaikos repedéssel, ahol mozaikos repedések vannak, ott a feltépő vizsgálat eredményei szerint a kopóréteg és az alatta lévő réteg között nincs meg a megfelelő rétegtapadás. A repedezett és rétegtapadási problémával rendelkező szakaszokon a georadar a pályaszerkezet felső 20 cm-es vastagságában elnedvesedést mutatott [8]. A földmű nem megfelelő tömörsége következtében a leromlás kezdeti szakaszában jelentős mértékű süppedés keletkezhet a burkolaton (7. ábra).

Az altalaj teherbírás-csökkenését a nyílt csapadékvíz-elvezető rendszerben tapasztalható gyakori pangó víz is okozhatja (7. ábra). Előfordul, hogy a nem megfelelően tömörített vagy elhanyagolt padkán létrejövő kisebb süllyedésekben a csapadék megáll, megreked, és a pálya külső része alá szivárog, ezáltal a padka és a sáv külső részének teherbírása lecsökken, a leromlási folyamatban még több víz jut be a pályaszerkezet alá, és a burkolatszél repedezik vagy felgyűrődik.

Töredezett és letört burkolatszél felújítása, javítása a felhízott padka és vízvezető rendszer felújítása nélkül

nem jelent megoldást. A vizsgálatok során ellenőrizni kell, hogy az alapréteg alatt javító réteg alkalmazása szükséges-e. A hosszirányú repedések megjelenése a sáv külső felében is utalhat földmű/altalaj problémára a térfogatváltozása miatt, ha a padka irányából a kötött talaj kiszárad, vagy túlzottan nagy a terhelés, és a talaj teherbírása csekély, a burkolat merevsége pedig viszonylag nagy. További oka lehet a külső keréknyom-ban megjelenő hosszirányú repedésnek, ha a pályaszerkezet nem elég vastag, vagy a talaj a padka irányából elnedvesedik. A burkolat széle megsüllyedhet, ha a szélesítés nem szakszerűen készült, vagy nem kellően teherbíró. A keréknyom szélén, lényegében deformációk nélkül kialakuló hosszirányú – ún. top-down, felülről lefelé terjedő – repedések jellemzően termikus eredetűek, amelyek oka lehet az elégtelen hidegviselkedésű kötőanyag alkalmazása.

6. Esettanulmány

Belátható tehát, hogy a meglévő létesítmény állapotának felmérése rendkívül fontos az olyan lokális, akár hosszabb szakaszon jelen lévő meghibásodások lehatárolása érdekében, amelyeket egyrészt külön, egyedi beavatkozások során kell kezelni, másrészt a megerősítés tervezéséhez felhasznált adatokat befolyásolva hibás eredményre vezethetnek.

Ehhez elengedhetetlenül fontos a pálya diagnosztikája, amelynek oroszánrésze egy alapos helyszíni bejárással elvégezhető. Fontos emellett a rendelkezésre álló mérési és vizuális adatok közötti megfelelő kapcsolat, amely alapján a fellelt hibák okai nagyobb eséllyel fedezhetők fel.

A 8. ábra példaként egy látszólag jó burkolatállapotú útszakasz behajlásméréséből számított BCI-értéket mutatja, a behajlásmérés idejében történt videofelvétellel szinkronizálva, egy fejlesztés alatt álló hazai diagnosztikai szoftvert használva. Jól láthatóan a földmű állapotára jellemző BCI-index 130 körül alakul a szakaszon – vö 1. táblázat –, és az átázott földmű az adott szakaszon kisebb teherbírást eredményez. Ez csak a behajlásméréskor tartott bejárás, illetve videofelvétel alapján állapítható meg. A behajlásmérés alapján méretezett

megerősítés ezen a szakaszon tehát nem oldja meg a problémát.

A szerkezet váltása számottevően befolyásolja a mért behajlásokat. Habár a jelenlegi előírás alapján a teherbírás szempontjából a 0,5 alatti variációs koefficienssel jellemezhető szakaszok homogénnek tekinthetők, a gyakorlat számos alkalommal igazolta a homogén szakaszolás fontosságát megfelelő varianciaérték esetén is. A mérési eredmények kiértékelése során a homogén szakaszhatárok meghatározására mutat példát a 9. ábra, kumulatív szumma függvény alkalmazása esetén. A példában a 49+500 km. szelvény környezetében szakaszhatár valószínű, de pontos helye nem határozható meg a kumulatív szumma függvény vizsgálatával sem, a 49+425 km. szelvényenél látható burkolatváltás a videofelvétel vagy alapos terepi bejárás nélkül nem lenne kimutatható, az előtte lévő szakasz egy része könnyen alulméretezett lenne.

A burkolathibák felvételének fontossága tagadhatatlan, ám a jelenlegi előírás nem tartalmaz követelményt annak tartalmi vagy formai elvárásaira. A videofelvétel alapján automatikusan, szelvény szerint felvitt hibahe-lyek kiértékelése lehetővé teszi a lokális hibahelyek lehatárolását, így a homogén szakaszok finomítását, valamint a kivitelezés előkészítését is.

A dinamikus behajlásértékek statikusra való átszámításával jelen cikk részletesen nem tud foglalkozni, mivel azonban ennek problematikája ismertnek feltételezhető, röviden érdemes érinteni a témakört. A dinamikus-sta-tikus értékek közötti átszámítás mellett ugyanis – ma már – az alkalmazott hőmérsékleti és évszaki korrekciók helyessége sem biztos. Emellett itt fontos megemlíteni azt is, hogy mivel a hazai gyakorlatban sajnálatos módon csak a tárcsaközép behajlásértékének használata terjedt el; korábbi – korrekciókat, átszámítást célzó – kutatások is csak erre irányultak, a behajlási teknő többi adatának feldolgozására így ma nincs hazai előírás. Nem egyértelmű emellett az sem, hogy az FWD-adatok a közutakon a hetvenes évek óta gyűjtött behajlásadatokkal mennyire vethetők össze a jelenleg alkalmazott átszámító képlet alkalmazásával, nem beszélve az újabban alkalmazott curviameteres adatokról.

7. Összefoglalás

Jelen cikk, részben területi korlátai miatt, természetesen nem térhet ki az összes lehetséges pályaszerkezeti, illetve burkolati hibára, és azok okaira. A burkolatmegerősítés tervezése szempontjából kulcsfontosságúnak tekinthető az altalaj, illetve a földmű teherbírásának és állapotának, valamint a pályaszerkezeti rétegek esetleges hibás működésének feltárása, továbbá az adott állapotokat előidéző okok feltárása elengedhetetlen. A burkolat állapotának felvétele, helyesebben – kívánatosabban – a pályaszerkezet diagnosztikája azonban a jelenlegi hazai gyakorlatban sokszor elnagyolt és nem kellően szabályozott résznek tűnhet, holott a különböző kiterjedésű hibák vizuális felmérése, a vizuális adatok és a műszeres mérések eredményeinek összevetése alapján a hibák súlyossága és sok esetben azok okai felderíthetők. A meghibásodások így lehatárolhatók, és anélkül megoldhatók, hogy a megerősítendő pálya egészére kiterjesztve azokat a megerősítés méretezése során téves eredményre jussunk.

8. Nyilatkozat

A cikk az InnoStruktúra Kft. támogatásával készült.

9. Felhasznált irodalom

- [1] **I. Fi és I. Szentpéteri** (2014): „Aszfalt pályaszerkezetek megerősítés méretezésének mechanikai-empirikus módja,” Magyar Építőipar 64:(3), pp. 114-119
- [2] **I. Fi és I. Szentpéteri** (2014): „A Mechanistic-Empirical Approach for Asphalt Overlay Design of Asphalt Pavement Structures,” Periodica Polytechnica Civil Engineering 58:(1) DOI: 10.3311/PPci.7408, pp. 55-62
- [3] **K. Adorjányi** (2010): „Kétlépcsős mechanikai modellek alkalmazása útpályák felújítási beavatkozásainak méretezésénél,” Közlekedéscépi Szemle 60:(3), pp. 5-11
- [4] **M. Karoliny** (2015): „Aszfaltburkolatú pályaszerkezetek megerősítésének méretezése – összefoglaló ismertető,” Útügyi Lapok: A közlekedéscépi szakterület mérnöki és tudományos folyóirata (online) 7, paper 5
- [5] **M. Karoliny és L. Gáspár** (2015): „Investigation and design of durable pavement structure rehabilitation,” The International Journal of pavement Engineering & Asphalt Technology 16:(2), pp. 30-54
- [6] **Z. Soós és C. Tóth** (2017): „Simple Overlay Design Method for Thick Asphalt Pavements based on the Method of Equivalent Thicknesses,” Periodica Polytechnica Civil Engineering, DOI:10.3311/PPci.9721
- [7] **G. Berntsen és T. Saarenketo** (2005): „Drainage on Low Traffic Volume Roads,” ROAD EX II. Project report
- [8] **L. Gáspár** (2009): „Aszfaltburkolatú autópályák minőségbiztosítási rendszeréhez történő hozzájárulás,” Kutatási zárójelentés. Témaszám: 245-003-1-8. KTI, p. 165
- [9] **L. Pethő és C. Tóth** (2010): „Beépített aszfalttrétegek vastagságának roncsolásmentes meghatározása,” Közlekedéscépi Szemle 60:(8), pp. 16-20
- [10] **M. Kenneth** (2010): „Ground Penetrating Radar (GPR) for Pavement Condition Evaluation,” Előadás a "Pavement Evaluation" konferencián
- [11] **P. Primusz** (2012): „Pályaszerkezet-gazdálkodás az erdészeti feltáráshálózatokon,” Ph.D. értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, p. 131
- [12] **T. Boromisza, L. Gáspár és R. Károly** (2008): „Útpályaszerkezetek teherbírása. Hazai és külföldi eredmények és problémák,” Közúti és Mélyépítési Szemle 58:(5-6), pp. 1-9, 2008.
- [13] **E. Horak** (1987): „The use of Surface Deflection Basin Measurements in the Mechanistic Analysis of Flexible Pavements,” Proc. 6th International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements 1. Michigan, Michigan, USA.

- [14] **Van Gorp** (1995): „Characterisation of Seasonal Influences on Asphalt Pavements with the use of Falling Weight Deflectometers,” Ph.D. thesis, Delft University of Technology, Delft, the Netherlands
- [15] **S. Jendia** (1995): „Bewertung der Tragfähigkeit von bituminösen Straßenbefestigungen,” Ph.D. disszertáció. Karlsruhe
- [16] **C. Tóth és J. Tóth** (2008): „Útpályaszerkezetek roncsolásmentes diagnosztikai lehetőségei,” Közúti és Mélyépítési Szemle 58:(5-6), pp. 10-15
- [17] **K. Adorjányi** (1999): „Pályaszerkezeti modellek verifikálása és a dinamikus teherbírás állapotparamétereinek kiterjesztése,” Kutatási jelentés (SZIF-UNIVERSITAS Kft.), pp. 1-30
- [18] **P. Primusz és C. Tóth** (2009): „A behajlási teknő geometriája,” Közlekedésepítési Szemle 59:(12), pp. 18-24
- [19] **T. Boromisza és J. Schváb** (1980): „Útkárok okai,” KÖTUKI 48. sz. kiadványa ISBN 9636010404, p. 84
- [20] **J. Schváb** (1982): „Aszfaltburkolatok hibakatalógusa,” KÖTUKI, p. 159
- [21] **M. Karoliny**: „Meglévő pályaszerkezetek igénybevételei és állapotuk jellemzése,” Id. Dr. Gáspár László útügyi technológiai képzés, Meglévő útpályaszerkezetek felújításának tervezése, méretezése és építése.
- [22] **e-UT 06.03.13** [ÚT 2-1.202:2005], „Aszfaltburkolatú útpályaszerkezetek méretezése és megerősítése,” Magyar Útügyi Társaság, p. 34, 2005.

Issues of condition assessment for overlay design of asphalt pavements

Abstract: The condition assessment – diagnostics – of the existing road structure and pavement often seems a neglected and rarely checked task during the overlay design of asphalt pavements according to the current Hungarian standards. Today the role of an expert is still undoubtable during the condition assessment, despite the numerous advanced technologies that support field inspections. Besides some progressive methods, the paper introduces a Hungarian tool, under development, able to synchronise various visual and instrumental input data required for the rehabilitation design of roads, that may provide a way to systematically assess and document the condition of a given road segment, and to contribute to a more sound and throughout diagnosis.

Keywords: overlay design, pavement diagnostics, pavement condition assessment

Soós Zoltán

Okleveles építőmérnök, 2014 óta a BME Út és Vasútéptérségi Tanszék PhD. hallgatója.
e-mail: soos.zoltan@epito.bme.hu

Szakály Ferenc

Okleveles építőmérnök, 2014-ben végzett a BME szerkezetinformatika szakirányán. Főbb kutatási területei az ínak, ínszalagok biomechanikája, falazott szerkezetek numerikus modellezése, emellett 2015 óta végelelemes szoftverfejlesztőként tevékenykedik.
e-mail: ferenc.szakaly@innostuktura.hu

Dr. Igazvölgyi Zsuzsanna, PhD.

Okleveles építőmérnök, a BME Út és Vasútéptérségi Tanszék adjunktusa.
e-mail: igazvolgyi.zsuzsanna@epito.bme.hu