



A közlekedési felületek és a légköri csapadék

Gáspár László¹

¹ KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

KIVONAT

A cikk áttekinti a légköri csapadéknak, tágabban értelmezve, a víznek a közutakra gyakorolt komplex hatását. A hatékony víztelenítés jelentőségét hangsúlyozva, a burkolatlan és a burkolt utak esetében, főleg a következő károsító hatásokkal foglalkozik: a talaj teherbírás-csökkenése, a pálya-szerkezeti rétegek repedezése, a pálya csúszásellenállásának csökkenése. Az éghajlatváltozás ezeket a kockázatokat növeli.

Dr. habil Gáspár László

okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök, az MTA doktora. A Közlekedéstudományi Intézet kutató professzora, a Széchenyi István Egyetem emeritusz professzora. 400 publikációjának és 520 szakmai előadásának zöme útépítési, -fenntartási és -gazdálkodási témákkal foglalkozik. 30+ nemzetközi téma és bizottság tagja vagy vezetője (volt).

1. BEVEZETÉS

Németh Endre professzor szerint „a mérnök legnagyobb barátja és ellensége a víz”. Ez a vitat-hatatlan megállapítás a víz szerepét a mérnöki (ebben az esetben elsősorban az építőmérnöki) létesítmények szempontjából értékeli. Arra utal, hogy a létesítmények egyes elemei csak meghatározott tartományba eső víztartalom mellett képesek elvárt teljesítményüket kifejteni; ugyanakkor pedig a szóban forgó létesítményeket túlzott mennyiségben (ellenőrizhetetlen formában) érő víztömegek nagyon súlyos károkat okoz(hat)nak [Gáspár, 2003]. Rendkívüli mértékben felértékelődik ezen a területen a tervezők és az üzemeltetők szerepe. A következőkben az útügy példáján szemléltetjük a légköri csapadék hasznosítása során jelentkező fő kihívásokat és a felmerült problémák megoldása érdekében hozott erőfeszítéseket.

A hazai utak egy része a 31.936 km-nyi országos közúthálózat (ebből 1884,6 km a gyorsforgalmi utak, a csomóponti ágakkal együtt) [Országos, 2016], másik része a megközelítőleg 174.599 km-es összes hosszúságú önkormányzati (helyi) közúthálózat elemét képezi [http], emellett a mező- és az erdőgazdasági kezelésű, ún. magán utaknak a hosszúsága közel 53.000 km-nyit tesz ki. Az országos közutak gyakorlatilag minden szakasza burkolt (szilárd burkolattal ellátott), ugyan-akkor a helyi hálózat 74%-a [http], míg a magánutaknak több mint 75%-a nem rendelkezik burkolattal [Országos, 2014]. A csapadékkal történő „gazdálkodás” egyes, utakra vonatkozó kérdéseinek összefoglalása után a burkolatlan és a burkolt utak ez irányú jellegzetességeit tekintem át.

2. A LÉGKÖRI CSAPADÉK ÉS AZ UTAK

Az utakat építésének elsődleges célja, hogy személyek és áruk biztonságos, kényelmes és gazdaságos mozgatásához infrastrukturális feltételeket teremtsenek. Ezt a célkitűzést különböző külső körülmények akadályozhatják (hátráltathatják), ezek közé tartozik a túlzott mennyiségű víztömeg is. Ez a kockázatokat magában rejtő vízmennyiség vagy a légköri csapadék valamilyen alakja (víz, hó, jég),

vagy pedig az azokból közvetett módon kialakuló magas talajvízszint, árvíz vagy belvíz formájában fenyeget.

A légköri csapadék – akár víz, akár pedig hó alakjában jelentkezik – az útburkolat felületén összegyűlhet (felhalmozódhat), a burkolat repedésein vagy hézagain (a betonburkolat esetében) keresztül a pályaszerkezet belsejébe, sőt az alatta levő földmű talajába is beszivároghatnak, ott különböző tartóssági károkat okozva. A földművet a kapilláris úton feljutó talajvíz is elnedvesít-heti [Mallick et al., 2009]. Az említett jelenségekből az út pályaszerkezetére, valamint a földmű anyagára gyakorolt, kedvezőtlen fizikai, ritkán kémiai hatás ellen a pálya hatékony vízelvezetésével és az út egyes részeinek állékonyságát biztosító berendezésekkel, eljárásokkal lehet védekezni. A víz elvezetésére – a tulajdonosi és a gazdálkodási szempontok messzemenő figyelembevételével – már a vonalvezetés kijelölésekor gondolni kell. Az út olyan nyomvonalának kijelölésére kell törekedni, amely a vízjárás szempontjából kedvező. Több nyomvonal-változat közül optimális választást a talajmechanikai szakvélemény adatai megkönnyítik. A jó víztelenítés az útpálya (burkolatfelület) és az árokrendszer kedvező magassági vonalvezetésével is megvalósítható.

Új út létesítése, nyilvánvalóan, környezetére is jelentős hatást gyakorol. Így a lefolyási viszonyokat megváltoztatja. A burkolt út felülete a víz számára nehezen vagy egyáltalán nem átjárható. De még a tömörödött földutak felülete is kevesebb vizet enged beszivárogni, mint a természetes talajfelszín. Ezért a felszínre érkező víz egy része lefolyik. Az úthoz kapcsolódóan szakszerűen megépített víztelenítési rendszer (padka, vízelvezető árok, áttereszek, surrantók, stb.) képes a környezeti károk érdemleges csökkentésére. A bevágások a felszín alatti vizek áramlását megzavarhatják [Kisfaludy, 2014].

3. BURKOLT UTAK

A nagyobb gépjármű-forgalom – elsősorban közlekedésbiztonsági és utazáskényelmi okok miatt – az utak szilárd (jellemzően aszfalt vagy beton anyagú) burkolattal való ellátását indokoltá teszi, sőt ilyenkor általában több rétegből álló útpályaszerkezetek épülnek. Ezek a szerkezetek pedig – a burkolatlan utak esetéhez képest – a légköri csapadék egyes formáinak kezelésével kapcsolatosan a tervezőket és a kezelőket, a korábbiaknál említettekhez képest, más feladatok elé állítják.

A burkolt utakon az általában vegyes – gyors és lassú gépjárművekből, de gyakran még lassabb és védtelen, nem motorizált járművekből álló – forgalom résztvevői különböző biztonsági kockázatoknak vannak kitéve, amelyeket a víznek az útpályán való nem kívánatos formában és/vagy mennyiségben való jelenléte csak súlyosbít [Gáspár et al., 2011]. A szabályozatlan vizek emellett az úton közlekedők számára kényelmi és pénzügyi – többlet gépjármű-üzemeltetési költséggel és idővesztéssel járó – hátrányokat is okoznak. Az útburkolat felületén folyékony vagy szilárd halmazállapotban jelentkező vízzel kapcsolatos manipulációk igénye, nyilvánvalóan, az útkezelői feladatokat és költségeket is megnöveli.

A szilárd, valamilyen kötőanyag (jellemzően bitumen vagy cement) alkalmazásával készült burkolatnak, de rendszerint az alatta levő út-pályaszerkezeti rétegeknek is egyik fő feladatát a szerkezet alatti földmű talajának csapadékvíz általi, káros mértékű elnedvesedésének megakadályozása képezi. (A szóba jövő talajfajták legtöbbször megemelkedett – az optimális értéket jelentősen meghaladó – nedvességtartalom mellett eredeti szilárdságának jelentős részét elveszti, és így a rajta készített pályaszerkezet alátámasztására többé már nem alkalmas, a burkolat forgalmi terhelés alatti gyors tönkremeneteléhez vezetve). Az út tudatos és gondos tervezése, építése, majd fenntartása és üzemeltetése ezért, egyebek mellett, a szerkezet egészének teherbírásvesztését és ezzel élettartamának lerövidülését törekszik elkerülni. A következőkben felsoroljuk az ezzel a tárgykörrel összefüggő legfontosabb teendőket:

- az új út tervezője a nyomvonalba eső talajfajták geotechnikai jellemzőinek (szemeloszlás, természetes nedvességtartalom, optimális víztartalom, állapotváltozások, szerves anyag tartalom stb.) részletes megismerése tekintetében, és abban a vonatkozásban is kiemelt felelősséggel bír, hogy az útpályaszerkezet felépítését ezeket a jellemzőket is messzemenően figyelembe véve tervezze meg (mértezze);

- az út geometriai jellemzőinek (ívviszonyainak, hosszirányú esésének és a pálya oldalesésének) előrelátó tervezése jelentős mértékben hozzájárulhat ahhoz, hogy a csapadékvíznek hosszabb időn keresztül az útburkolaton való pangása – és ezzel a víznek a pályaszerkezetbe történő behatolása – elkerülhető legyen;

- az úttervezői munkának a tárgykör szempontjából legfontosabb eleme a hatékony víztelenítő rendszer (megfelelő oldalesésű útpadka, megfelelő keresztaszvénnyű és hosszszesű víz-elvezető oldalárok, a szükséges szelvényekben a pályaszerkezet alatt létesített, megfelelő keresztmetszetű csőátereszek, a rézsűk védelmére övárkok és talpárkok, stb.) egészen a befogadóig való gondos megtervezése;

- az út nem megfelelő minőségi színvonalon történő megépítése szintén komoly veszélyt rejt magában a burkolatnak – akár a csapadékvíz romboló hatására bekövetkező – gyors tönkre-menetele formájában, hiszen akár az egyes útelemelek tervezettől való geometriai eltérései, akár pedig a sokirányú, minőségi követelmények nem megfelelő szinten történő teljesítése a burkolat állapotának váratlan romlásához vezet(het);

- a forgalomnak átadott út üzemeltetési időszaka alatt a kezelő kiemelt felelőssége, hogy a keletkező burkolathibákat (pl. lokális pályasüllyedés, különböző irányú és sűrűségű burkolatrepedések, mély keréknyomvályúk, hámlás, kátyú, felületi kötőanyag-feldúsulás, a burkolatszél letöredezése, a padka „felhízása” vagy keréknyomossá válása, oldalárok feliszapolódása, csőáteresz eltömődése) még korai stádiumukban, megfelelő technológia alkalmazásával, kijavítsa, megakadályozva ezzel az útburkolat gyors tönkrementelét;

- az út tulajdonosának a felelőssége pedig az arról történő gondoskodás, hogy az útburkolat (illetve az útpályaszerkezet) állapotának alakulásáról – célszerűen megtervezett monitoring tevékenység eredményeként – naprakész információkkal rendelkezzenek; ennek hiányában ugyanis csak elkésett és/vagy gazdaságtalan állapotjavító tevékenységre kerülhet sor.

Az út és a víz kapcsolatának vizsgálatakor, esettanulmányként említhető az a projekt, amely-nek során a megfelelő szinten végzett útépítési munkának a pályaszerkezet teljesítményére gyakorolt hatását hazai szakemberekből álló bizottság vette vizsgálat alá [Ambrus et al., 2009]. A munka előzménye az az általános megfigyelés volt, hogy az 1998 óta forgalomba helyezett autópályák egyes szakaszain már a garanciális időszak lejárta előtt jelentős mértékű burkolat-hibát tapasztaltak. A munkacsoport feladata volt a hibák rendszerezése, okainak felderítése, a hozott javító intézkedések helyességének megítélése és a probléma megoldására (enyhítésére) javaslatok készítése. A vizsgált 10 helyen, a jellegzetes hibatípus keresztrepedés, hosszrepedés és/vagy mozaikos repedezés volt. Emellett előfordult kezdődő nyomvályú, illetve pálya-süllyedés is. Egy esetben vízfeltörés is regisztrálható volt. Kiterjedt helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok eredményei a következő megállapításokat tették lehetővé:

- a mozaikrepedések és a nyitott pálya esetében a kopó- és a kötőréteg közötti tapadás gyengének minősült, a georadarral végzett vizsgálat a rétegek között víz jelenlétét mutatta ki,

- a haladósávon jelentkező – gyakran elágazó – hosszrepedések fő okozóját az elnedve-sedett földmű gyenge teherbírásában találták meg,

- az M7-es autópálya vízfelszivárgásos felületű szakasza áltöltésben fekszik; ennek kiváltója, minden valószínűség szerint, a nem hatékony vízvezető rendszer, amely a csapadékvíznek és a talajból kapilláris úton feljutó vizeknek a pályaszerkezettől távol tartására nem volt képes,

- több vizsgált esetben a keresztrepedések okaként az aszfaltrétegek magas víztartalmát jelölték meg,

- másutt olyan kiváltó okokat azonosítottak, amelyek a vízzel nem voltak összefüggésben.

Az említett tapasztalatok hasznosításával, a munkabizottság olyan útmutatót készített, amely a hazai autópálya-építés hatékony minőségbiztosítási rendszeréhez a következő területeken tartalmaz ajánlásokat: geometriai tervezés, víztelenítés, pályaszerkezet-típus kiválasztása, alapanyagok, pályaszerkezet-tervezés, keveréktervezés, építés, minőség-ellenőrzés, rendszeres állapot-megfigyelés, fenntartás, felújítás és üzemeltetés.

Az utak kezelőinek és használóinak a csapadékvízzel kapcsolatos feladatait, illetve esetenkénti kihívásait a burkolat felületi jellemzői szintén jelentős mértékben befolyásolják.

Az útpálya (burkolatfelület) biztonságának elemzésekor elsősorban azok csúszósságát vizsgálják, ez utóbbinak elterjedt jellemzője a csúszásellenállás. (A pálya csúszásellenállására a felület mikro és makro érdessége döntő hatást gyakorol). Ez a burkolatállapot-jellemző paraméter nem csupán az idő és az áthaladt forgalom függvényében változik, de az időjárási körülmények arra gyakorolt befolyása is jelentős. Nyilvánvaló ugyanis, hogy esőzés hatására a nedves útpálya csúszásellenállása a korábbiaknál kedvezőtlenebb (tehát a közúti forgalom számára veszélyesebb) lesz. Ezzel magyarázható, hogy a nemzetközi gyakorlatban elterjedt csúszásellenállás-mérési berendezések (SCRIM, SRT-inga, blokkolt kerekes utánfutó, Mumeter stb.) kivétel nélkül nedvesített – így a csúszás szempontjából kritikus állapotú – burkolatfelületen mérnek. Fontos annak hangsúlyozása, hogy az útpályára kerülő víz különösen abban az esetben teremt balesetveszélyes helyzetet, ha a burkolat felülete kopott és/vagy kötőanyagban feldúsult és/vagy polírozódott adalékanyag-szemcsékkel rendelkezik és/vagy gumival, olajjal stb. szennyezett [Haas et al., 1994].

A nagy nehézforgalmi terheléssel igénybe vett utak burkolatfelületének jellegzetes romlási formája a keréknyomvályúk kialakulása, amelyet elsősorban a pályaszerkezet aszfaltrétegeinek – főleg magasabb léghőmérsékleten keletkező – maradó alakváltozása vált ki, de kialakulásában a burkolat kopása, a pályaszerkezeti rétegek forgalmi hatásra bekövetkező utótömörödése, illetve az elnedvesedett, kötött talajú földmű konszolidációja is érdemleges szerepet játszhat [Gáspár, 1981]. A kialakult mély keréknyomvályú súlyos közlekedésbiztonsági kockázata a vízen csúszás (aquaplaning, hydroplaning) jelensége, amely a vízzel telített keréknyomvályúban nagy sebességgel haladó jármű „megemelkedését” és – a gumiabroncs és a vízfelület közötti 0 súrlódási tényezőtől származó – kormányozhatatlanságát, illetve fékezhetetlenségét jelenti. A balesetveszély kialakulása főleg a következő tényezőktől függ: a lehullott csapadék intenzitása, a burkolatfelület állapota (a keréknyomvályú mélysége, lokális burkolatsüllyedés, hosszirányú felületi egyenetlenség stb.), az útpálya mikro és makro érdessége, az út hossz- és oldalesése, a gépjármű sebessége, a gumiabroncs profilmélysége, a benne levő légnymás. A vízen csúszás jelenségének kialakulási esélyét jelentős mértékben csökkenti, ha hatékony vízvezetési rendszer biztosításával elkerülhetővé teszik, hogy a pályára az úton kívülről, oldalról is folyjon csapadékvíz [Mallick et al., 2009].

Az útpálya felületi érdességével összefüggésben levő további állapotjellemző a vízködképződés (vízfüggönyképződés); ezt a kellemetlen, sőt balesetveszélyes jelenséget az érdes felületű kopórétegen viszonylag nagy sebességgel haladó tehergépjárművek mögött a személygépkocsik vezetői „szenvedik el”, amikor járművük szélvédője a tehergépkocsi gumiabroncsa által felcsapott víztől időlegesen átláthatatlanná válik. A káros jelenséget – a közúti paraméterek közül – elsősorban a burkolat oldalesése, a pálya makro érdessége és a kopóréteg hézagtartalma befolyásolja. Maláj kutatók különböző útburkolat-típusokon keletkező vízködot annak alapján vizsgálták, és hasonlították össze, hogy az a gépkocsivezetők látását milyen mértékben korlátozzák [Rungruangvirojn et al., 2009]. Az ún. Világosságcsökkenési Módszer és a Színváltozási Eljárás alkalmazásával azt találták, hogy a vizsgált szempontból a kihagyásos szemeloszlású aszfaltburkolatok (a zúzalékos masztixaszfalt és a drénaszfalt) jelentősen kedvezőbbnek bizonyultak, mint a hagyományos, folytonos szemeloszlású aszfaltbeton. Az ebben a vonatkozásban optimális burkolatfelület meghatározásához modellt fejlesztettek ki.

A korábban említett drénaszfalt (vízáteresztő aszfalt) a légköri csapadék útügyi kezelése szempontjából különlegesnek tekinthető technológia. Intenzív esőben, illetve közvetlenül utána az útpályát borító víztömeg különböző forgalombiztonsági és utazáskényelmi hátrányainak elkerülésére olyan aszfalttechnológiát fejlesztettek ki, amelynek feladata attól a hagyományos célkitűzéstől alapvetően eltér, miszerint minden pályaszerkezeti réteg tervezésekor azok lehetőség szerinti vízzáróságára kell törekedni; ehelyett 20-30 mm-es vastagságban igen nagy (hengerral történő tömörítés után is 16-22 tf%-os) szabad hézagtartalmú, főleg érdesítési célú aszfalt kopóréteget terveznek. A különösen nagy makro érdességgel rendelkező burkolat különlegességét az képezi, hogy – egymással kommunikáló hézagrendszerének köszönhetően – még a nagy mennyiségben lezúduló csapadékot is, magán a rétegen belül, oldalra ki tudja vezetni. (Ezért még esőben is szinte teljesen „száraz”, tehát nem

csúszásveszélyes az útpálya). Ez a különleges aszfalt-kopóréteg típus funkcióját hosszabb ideig (7-10 évig) akkor tudja megfelelő szinten teljesíteni, ha a következő feltételek biztosíthatók [Farkas et al., 1977]:

- az egymással kommunikáló hézagok rendszerét sem a levegőből szálló por, sem pedig a gép-kocsik kerekeitől származó sár nem tömíti el; ez ellen a réteg nagy nyomású vízzel történő, rendszeres átmosásával (is) lehet védekezni,
- a drénaszfalt réteg melletti két padkát úgy készítették el, hogy azok felülete a réteg al-só szintjéhez csatlakozzék, nem akadályozva a rétegen belül kivezetett vízmennyiség-nek, a padka felületén keresztül az oldalárkokba történő beömlését; elengedhetetlen tehát a padka rendszeres fenntartása, hogy annak „felhízását” és keréknyomódását megelőzhessék,
- a csapadékvíz drénaszfalt rétegen keresztül történő, folyamatosan szabad átfolyásának biztosítása a téli időszakban különösen fontos annak érdekében, hogy a rétegnek az abba belekerülő és kifolyni képtelen víz térfogatának megfagyáskor tapasztalható, 10%-os növekedéséből származó „szétfagyása” ne következhesse be,
- a vízáteresztő kopóréteggel készült útpályaszerkezet egészének megfelelő hosszúságú élet-tartama kizárólag csak akkor érhető el, ha a közvetlenül alatta levő réteg tartósan vízzáró (semmiképpen nem engedhető ugyanis meg, hogy a vízáteresztő kopórétegben áramló víz a pályaszerkezet alsóbb rétegeit elnedvesítse).

Röviden említést kell még tenni, a világszerte legelterjedtebb aszfaltburkolatok mellett, a betonburkolatról is, amely kis hézagtartalmánál fogva, megfelelő minőségben készítve anyagában vízzáró, így a csapadékot az alatta levő ágyazatra, valamint földműre nem engedi át, illetve nem engedné át, ha a betonburkolat „hagyományos” építéstechnológiája hossz- és keresztirányú hézagok kialakítását nem tenné szükségessé. (A mesterséges hézagok a beton kötése során fellépő fizikai és kémiai jelenségek miatt fenyegető burkolati „vadrepedések” elkerülé-sére készülnek). Bár ezeket a hézagokat, vágásuk után közvetlenül, nagy rugalmasságú, hézag-kiöntő anyagokkal tömítik, tapasztalat szerint, gyakori eset, hogy a kiöntőanyag néhány év után, különböző okok miatt, részben vagy egészben a betonburkolat hézagából kipereg, és így utat nyit ahhoz, hogy az esővíz vagy a hólé az út-pályaszerkezet belsejébe beszivároghasson, ott károkat okozva. Emiatt több országban az ún. folytonosan vasalt betonburkolatok építése terjedt el, amely nem keresztirányú hézagok kialakítását igényli [Keleti et al., 2013].

4. A TÉLI ÚTÜZEMELTETÉS

A közúti közlekedésről szóló törvény szerint „a közúti közlekedéssel összefüggő állami és önkormányzati feladat a közúti közlekedés szervezeti és működési feltételeinek meghatározása; a közúthálózat fejlesztése, fenntartása, üzemeltetése...” [Az 1988. évi, I.]. Az útkezelők számára leginkább kritikus évszakban, a téli útüzemeltetés fő feladata a burkolat felületére lehullott, nagy mennyiségű hó onnan történő eltávolítása, illetve a pálya síkosság mentesítése.

A lehullott hó mennyiségétől függően, a csapadékot a pályáról általában hótolók (a padkára) vagy hómarók (a szomszédos mezőgazdasági területre) távolítják el. Az útkategóriától és a forgalomnagyságtól függően előírják [6/1998] a hórétegnek azt a vastagságát, amelynél az el-takarítást el kell kezdeni, valamint azt a leghosszabb időtartamot, ameddig – a 15-20 cm-nyi réteget eredményező hóesés megszűnte után – az eltakarítást be kell fejezni. A közúti forgalmat különösen súlyosan a keletkező hóakadály zavarja (vagy teszi lehetetlenné); kialakulásá-nak feltételei: nagy mennyiségű, meghatározott állapotú hó, kellő energiájú szél, valamint a szélirányt keresztelő akadály. Ellene leghatékonyabb védelemnek az út mentén telepített hóvédő erdősáv, illetve a veszélyeztetett útszakaszokkal párhuzamosan hóvédművek (hófo-góhálók, hófogórácsok) ideiglenes kihelyezése bizonyul.

A pálya síkossága elleni védekezéskor – az útkategória és a forgalomnagyság függvényében – őrájáratos, rajonos és fehér (kisforgalmú mellék-) utakat különböztetnek meg. Síkosság men-tesítésre

vegyszereket (pl. kősót), illetve salak vagy zúzalék anyagú érdesítő anyagokat használnak. A nedvesített só szórásának (azaz a megfelelő koncentrációjú oldat formájában törté-nő permetezésnek) előnye, hogy – a hagyományos változathoz képest – anyagtakarékos, még szélben is egyenletes szórás-eloszlást tesz lehetővé, emellett a környezetre is kisebb a károsító hatása. A veszélyhelyzet észlelésétől kezdve, az út kezelőjének az út típusától függően előírt időszakon belül, el kell a pálya síkosságá mentesítését kezdenie [6/1998].

5. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS KÖZÜTI KIHÍVÁSAI

Az éghajlatváltozás olyan időjárási elemeknek a sűrűbb előfordulását jelent(het)i, amelyek az utak gyorsabb leromlásának irányába hatnak, illetve az útkezelőket jelentős mértékű fenntartási üzemeltetési költségráfordításokra kényszerítik [Gáspár, 2006]. A következőkben ezeket a klímaváltozási elemeket felsorolom, kitérve azoknak az utakra gyakorolt hatására, illetve az arra adható célszerű válaszokra:

- túl sok eső (csúszós útpálya; árvíz vagy belvíz miatt az út lezárása, illetve a földmű elnedvesedése) ellen mikro és makro érdes burkolatfelület; magas, teherbíró töltés-test; burkolt – közel vízzáró – rézsű; hatékony vízelvezetési rendszer,

- túl kevés csapadék (a földmű, illetve rézsű összerepedezése) ellen burkolt vagy speciális füvesítésű rézsű,

- heves esőzés (rézsűkimosódás, padkabomlás, víz felhalmozódása az útpályán, vízbehatolás a pályaszerkezetbe, árkok és/vagy csőátereszek eltömődése) ellen rézsűvédelem; burkolt pada; megfelelő hossz- és oldalesésű utak; alakváltozásnak ellenálló aszfaltrétegek; tömör aszfaltok, esetleg drénaszfalt kopóréteg alatt; nagy teljesítményű, karbantartott vízelvezető rendszer,

- zord téli időjárás (jeges-csúszós pálya, sok hó az útpályán) ellen előzetes olvasztósó-szórás; a kopóréteg elektromos melegítése; makro érdes útpálya; nagy teljesítményű hóeltakarító járművek; hóvédő erdősávok telepítése; napelemek az aszfalt kopórétegben,

- gyakori fagyás-felengedési ciklusok (az útpályaszerkezet alatti földmű lokális elnedvedéséből származóan a burkolat és az alaprétegek összerepedezése, illetve a pályán kátyúképződés) ellen szemcsés talajból készült, tömör földmű; vastag útpályaszerkezet, nagy húzószilárdságú rétegekből.

A szélsőséges csapadékmennyiség utakat romboló hatására az 1. fénykép példát szemléltet. 2010. május 19-én az M1-es autópálya bal pályájának burkolata Győr előtt, mintegy 10 m²-es felületen beszakadt. A jelenség okát abban találták meg, hogy a napokon keresztül tartó eső az autópálya alatti híd háttöltését kimosta, annak úszólemeze leszakadt, így a pályaszerkezet alá-támasztását veszítette. Következésképpen, az ideiglenes javítás idejére, 50 órára az autópálya forgalmát teljesen lezárták, majd – a végleges helyreállítás időigényének megfelelően – a burkolat beszakadásának környezetében, 120 napon keresztül minden járműtípusra 60 km/ó-s sebességkorlátozást rendeltek el. Ennek a burkolatromlásnak a káros következményeként, utólagos számítások 1,5 milliárd Ft körüli, nemzetgazdasági szintű veszteséget mutattak ki [Timár, 2011].



1. ábra: Autópálya burkolatának beszakadása özönvízszerű esőzés hatására [forrás: internet]

A másik példa egy frissen átadott autópályára vonatkozik, ahol a leállósáv mintegy 2 m²-nyi része beszakadt, a rézsú anyagának egy részét is magával rántva (2. ábra). Az okokat feltáró vizsgálat – a heves esőzésen kívül – a gyenge építési minőség szerepére is rámutatott.



2. ábra: Beszakadt burkolt padka [forrás: internet]

6. NÉHÁNY ÖSSZEFOGLALÓ MEGÁLLAPÍTÁS

A légköri csapadék és az utak kapcsolatának vizsgálatából összefoglalóan a következők állapíthatók meg:

- a csapadék minden formája az utak állagára és/vagy teljesítő képességére – rendszerint negatív – hatást gyakorol,

- az útkezelők számára megoldandó feladatként általában az útnak a víz káros hatásaitól történő mentesítése jelentkezik, de előfordul az is, hogy a lehullott csapadékot mező-gazdasági célra hasznosított területekre irányítják át,
- burkolatlan utak esetében különösen közvetlen a víz hatása, ellene korlátozott mérté-kű védelmet a megfelelően megválasztott geometriai jellemzők és a kapcsolódó vízel-vezető rend-szer jelenthet,
- a nagyobb forgalmat levezető, burkolattal ellátott utak „vízérzékenysé-gét”, a burkolat-lan utaknál említettekén túlmenően, az egyes pályaszerkezeti rétegek – elsősorban a gépjárművek gumiabroncsával közvetlenül érintkező kopóréteg – mennyiségi és minő-ségi paraméterei befolyásolják,
- a hó formájában lehulló csapadék, a közutak teljesítő képességének folyamatos bizto-sítása érdekében, különleges kezelői intézkedéseket igényel,
- az éghajlatváltozás következményeként tapasztalt gyakoribb szélsőséges időjárás-i események közül a légköri csapadékkal kapcsolatosak az utak kezelőit is különleges ki-hívások elé állítják.

7. IRODALOM

- 6/1998. (III. 11.) KHVM rendelet az országos közutak kezelésének szabályozásáról. 39 p.
- Ambrus K. – Galuska J. – Gáspár L. – Keleti I. – Pallós I. – Török K. (2009): Aszfaltburkolatú au-tópályák minőségbiztosítási rendszeréhez történő hozzájárulás. Közlekedésépítési Szemle 7. szám, pp. 1-10.
- Az 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről. 44 p.
- Biotechnikai rézsüstabilizáció és védelem (2011). Budapesti Műszaki Egyetem Geotechnikai Tanszék oktatási célú pdf-diái, 34 p.
- Gáspár L., id. (1953): Az útügy meteorológiai vonatkozásairól. Mélyépítéstudományi Szemle 10. szám, pp. 13-31.
- Gáspár L. (1981): A közúti forgalom keresztshelvény-torzító hatása. Közlekedéstudományi Szemle 1. szám, pp. 7-16.
- Gáspár L. (2003): Útgazdálkodás. Akadémiai Könyvkiadó, 361 p.
- Gáspár L. (2006): A klímaváltozás útburkolatokra gyakorolt hatása. „Agro-21” Füzetek Klímavál-tozás – Hatások – Válaszok 47. szám, pp. 31-39.
- Gáspár L. – Horvát F. – Lublós L. (2011): Közlekedési létesítmények élettartama. UNIVERSITAS-Győr Nonprofit Kft, 324 p.
- Haas, R. C. G. – Hudson, W. R. – Zaniwski, J. (1994): Modern Pavement Management. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 583 p.
- Kosztka M. (2001): Erdészeti utak fenntartási rendszere. Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdő-mérnöki Kar Geomatika és Mérnöki Létesítmények Intézete Erdőfeltárási és Vízgazdálkodási Intézet. Lővér Print Kft., Sopron, 130 p.
- Mallick, R. B. – El-Korchi, T. (2009): Pavement Engineering. Principles and practice. Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, 511 p.
- Országos Közúthálózat Információs Eredménytáblái (2014): 2013. december 31-i állapot. Ma-gyar Köz-út Nonprofit Zrt, 64 p.
- Rungruangvirojn, P. – Kanitpong, K. (2009): Measurement of Visibility Loss due to Splash and Spray: the Comparison between Porous Asphalt, SMA, and Conventional Asphalt Pavements. Transportation Research Board 88th Annual Meeting, Washington D.C., Paper No. 09-1913, 20 p.
- Solt H. (1956): Erdei gyűjtőutak tervezése és építése. Az Erdő 91. évfolyam, 8. füzet, pp. 347-350.
- Timár A. (2011): Módszer az úthálózat egyes szakaszai, műtárgyai klímaváltozási kockázatainak érte-kelésére (2. rész). Közlekedéstudományi Szemle LXI. évfolyam, 3. szám, pp. 14-27.