



Az éghajlatváltozás és az útburkolatok

Gáspár László

Széchenyi István Egyetem, Építőmérnöki Kar, Közlekedésépítési és
Vízgazdálkodási Tanszék és a KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft.

E-mail: gaspar.laszlo@kti.hu

DOI: [10.36246/UL.2025.1.02](https://doi.org/10.36246/UL.2025.1.02)

KIVONAT

A nagyrészt emberi tényezők által is kiváltott globális éghajlatváltozás, egyebek mellett, a köz-úti közlekedést és annak infrastruktúráját befolyásolja. A szerző a klímaváltozás útburkolatokra hatást gyakorló legfontosabb elemeit áttekinti, kitérve a lehetséges válaszokra is. A hazai tapasztalatokat és esettanulmányokat külföldi eredményekkel együtt ismerteti.

Kulcsszavak: éghajlatváltozás, aszfaltburkolatok, betonburkolat, útburkolat leromlása, útépitési technológiák

ABSTRACT

Global climate change, which induced largely by human factors, affects road transport and its infrastructure among other things. The author reviews the most important elements of climate change affecting road surfaces, including possible responses. He presents domestic experiences and case studies together with some foreign results.

Keywords: climate change, asphalt pavements, concrete pavement, pavement deterioration, road construction technologies

dr. habil. Gáspár László

Okl. mérnök, okl. gazdasági mérnök, az MTA doktora, a KTI Nonprofit Kft. kutató professzora, a Széchenyi István Egyetem emeritusz professzora. 489 publikációjára 1111 ismert, független hivatkozása van.

1. BEVEZETÉS

Az elmúlt időszakot a Föld éghajlatának a korábban tapasztaltaknál szélsőségesebb változékonysága jellemezte. Emellett az éghajlatnak azt a – sok jelből ítélve – tartós tendenciájú változását is regisztrálták, amelyet általában a „globális felmelegedés” elnevezéssel illetnek [1]. Újabban azonban világossá vált, hogy a tapasztalt jelenség ennél szélesebb körű, hiszen eb-ben az esetben a szélsőséges időjárási tényezőknek (hőség, zord hideg, özvízszerű esőzés, tartós havazás, aszály, orkánszerű szél stb.) a korábbiaknál jóval sűrűbben előforduló következményeivel kell megküzdeni.

Hazánkban 2003-ban indult a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia közös égisze alatt a hároméves időtartamú VAHAVA (Klímaváltozás–Hatások–Válaszok) komplex kutatási program [2]. Ennek a programnak részeként, a nemzet-gazdaság

fő közlekedési infrastruktúráját, a közúthálózatot, azon belül is az útburkolatot (út-pályaszerkezetet) is vizsgálták a klímaváltozás szempontjából [3]. Világossá vált, hogy az a társadalmi elvárás (gazdasági érdek plusz életminőség), hogy a mobilitási igényeket szélsőséges időjárási körülmények között is ki kell elégíteni – lehetőleg az egyre nagyobb hangsúlyhoz jutó, fenntarthatósági követelmények érvényre juttatásával egyidőben.

2025. március 27-én ebben a tárgykörben szervezték a BME-ben a Reziliens Útpályaszerkezetek Konferenciát, ahol jelen cikk szerzője, „A klíma hatása az útburkolatok élettartamára” címmel előadást tartott; ez a cikk az előadáson elhangzottakat foglalja össze.

2. AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁSRÓL

Az elmúlt évtizedekben a tudomány és a politika egyre nagyobb figyelmet fordít a természet és a társadalom közötti kapcsolatokra. Több új irányzat jelent meg, mint, például, a környezetvédelem, a fenntartható fejlődés koncepciója, valamint a globális klímaváltozás szempontrendszerei, amelyek a környezet és a társadalmi-gazdasági fejlődés viszonyával kapcsolatban számos új összefüggésre és kölcsönhatásra mutattak rá [4].

Az éghajlat fokozatos – a jövőre vonatkozóan már többé-kevésbé pontosan leírható – változásával az említett kedvezőtlen időjárási hatások csak súlyosbodnak [5]. Világszerte már több évtizede intenzív kutatási munka folyik egyrészt a közlekedéshez kapcsolódóan az éghajlatváltozás folyamatának a lassítására irányuló intézkedések kidolgozására (ún. mitigációs tevékenység), másrészt pedig az elkerülhetetlennek tekintett, a közlekedést érintő kedvezőtlen klímaváltozási hatások kivédésére, vagy legalább is csökkentésére irányuló döntések előkészítésére (ún. adaptációs tevékenység) [6].

A világ tudósainak többsége egyetért abban, hogy megkezdődött a globális felmelegedés időszaka. A Föld átlagos felszíni hőmérséklete a XX. század folyamán $0,6 \pm 0,2$ °C értékkel emelkedett. Ezen belül 1998 volt a legmelegebb év. Az éghajlatváltozással foglalkozó tudósok abban is megegyeznek, hogy a Földnek a tengerszint magasságában mérhető átlagos hőmérséklete az 1750-es értékről legfeljebb 2,0 °C értékkel növekedhet katasztrofális következmények nélkül. A felmelegedés további folyamatát ezért nemzetközileg koordinált intézkedésekkel feltétlenül le kell lassítani. A tárgyban végzett előre becsléseket nehezíti, hogy a károsanyag-kibocsátás és a klímaváltozás időpontja között hosszú idő telik el, valamint, hogy a légkörbe kerülő széndioxid csupán korlátozott ideig (50-200 évig) fejti ki hatását [7].

Műholdfelvételek igazolják, hogy az 1960-as évek vége óta a Föld hóval borított része közel 10 %-nyival visszaszorult, ugyanakkor az északi féltekén a tavakat és a vízfolyásokat két héttel rövidebb ideig borítja jégta- karó. A tengerek átlagos szintje az elmúlt század folyamán 0,1-0,2 m-rel emelkedett. Az északi féltekén a XX. század második felében a nagyon intenzív – esetenként özvízszerű – esőzések gyakorisága 2-4 %-kal megnövekedett. Az 1970-es évek óta az „El Nino”-jelenség jelentős mértékben gyakoribbá vált a Csendes-óceán trópusi és szubtrópusi körzeteiben. (Említést érdemel néhány olyan terület is, amely – a mérések eredményei szerint – az elmúlt száz évben érdemleges változást nem szenvedett: a déli félteke óceáni és antarktiszi része nem melegedett, ugyanitt a tengerek jégta- karójának vastagsága változatlan marad, illetve a tornádók és a viharos napok gyakorisága sem változott). Egyértelműen bebizonyosodott, hogy az üvegházhatású gázok légkörben tapasztalt koncentrációjának növekedése a földfelszín felmelegedését váltja ki, ugyanakkor az aeroszol típusú szennyezés ellentétes hatása.

A légkör széndioxid-koncentrációja 1750 óta 31 %-kal növekedett. Az emberi tevékenységhez kapcsolódó CO₂-kibocsátásnak mintegy 3/4-ed része a fosszilis üzemanyagok elégetéséből származik. A többiért főleg az erdőirtás felelős. Az elmúlt két évtizedben a légkör CO₂-koncentrációja évenként, átlagosan, 0,4 %-kal nőtt.

A globális éghajlatváltozást már viszonylag komplex számítógépes modellekkel szimulálni tudják, azonban folynak a kutatások a modellek továbbfejlesztésére, megbízhatóbbá tételére.

Az előre becslések szerint az említett „káros” emberi hatás a XXI. század folyamán sem fog csökkenni. Az egyes szcenáriók csupán ennek mértékében térnek el egymástól. Így számítani lehet arra,

hogy a jövőben a globális klímaváltozásból származó – egyes vonatkozásokban az embereket közvetlen érintő – negatív következmények súlyosbodnak.

A szélsőséges hőmérsékleti viszonyok az előrejelzések – a regionális klímamodellek – aszerint Közép- és Kelet-Európában jelentősen éreztetik majd hatásukat. A csökkenő nyári csapadékmennyiséggel együtt növekedhet az aszályok kockázata, nyáron pedig az energiaszükséglet. A téli nagyobb csapadékmennyiség várhatóan növeli a télen és tavasszal (különböző régiókban) bekövetkező folyami árvizek intenzitását és gyakoriságát. Az éghajlatváltozás miatt a terméshozam ingadozásának növekedésére és az erdőtüzek gyakoribbá válására lehet számítani.

Ezek a tények és előrejelzések világszerte koordinált adaptációs stratégiák kialakítását teszik szükségessé. Ilyen céllal került sor 2003-tól hazánkban a művelésére, „A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok” című VAHAVA-projekt művelésére, amelynek elsődleges célja a globális klímaváltozás – negatív és esetenként pozitív – hatásaira történő felkészülés, a különféle károk megelőzése, mérséklése és a helyreállítás előmozdítása érdekében; emellett célul tűzték ki a hazai klímapolitika megalapozását is. Ez utóbbi a csökkentésre (mitigáció) és az alkalmazkodásra (adaptáció), mint két alappillérré támaszkodik. A számos szakterület képviselői között a cikk szerzője is részt vett ebben a munkában, a közúti közlekedésre és az útpályaszerkezetekre gyakorolt éghajlatváltozási hatásokkal és az azokra adható lehetséges válaszokkal foglalkozott [3, 6, 8, 9].

3. VAHAVA-PROJEKT

Korábban öt olyan jelentős környezetpolitikai eseményre került sor, amely a hazai VAHAVA-projekt előzményének tekinthető [10]:

- ENSZ Konferencia az Emberi Környezetről (Stockholm, 1972).
- Környezet és Fejlődés Világbizottsága (Brundtland Bizottság, 1984-1987).
- Éghajlatváltozási Kormányközi Testület, IPCC (1988 óta).
- ENSZ Konferencia a Környezetről és a Fejlődésről (Rio de Janeiro, 1992).
- A Kiotói Jegyzőkönyv (1997).

Ez a Jegyzőkönyv a károsanyag-kibocsátások szabályozását érintő kötelezettségeket rögzített, de ezek kizárólag a fejlett országokra, illetve a piacgazdaságra áttérő, ún. „átmeneti gazdaságú” közép- és kelet-európai országokra vonatkoztak. Az említett országok – jogilag kötelező érvénnyel – vállalták, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátását a 2008 és 2012 közötti időszak alatt, az 1990-es szinthez képest, átlagosan 5,2 %-kal csökkentik. (Magyarország esetében a viszonyítási időszak 1985 és 1987 közé esik).

2003-ban a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, valamint a Magyar Tudományos Akadémia közös kezdeményezésére indult a VAHAVA-projekt, amelynek vezetésére Láng István akadémikus kapott megbízást. A hároméves időtartamú VAHAVA (Klimaváltozás–Hatások–Válaszok) elősegítette a felkészülést olyan változás hatásainak megfelelő kezelésére, amelynek bekövetkezése nagy valószínűséggel várható, valamint a klímaváltozással összefüggő vitákat koordinálják. Olyan stratégiai jellegű javaslatok kidolgozására törekszenek, amelyek különböző időjárási variánsok esetében egyaránt eredményesek lehetnek. A projekt nem csupán a hosszú távú változásra való felkészülést tekinti célkitűzésének, hanem munkájában a rövid távon bizonyosan jelentkező időjárási események megelőzése és az okozott károk felszámolása is komoly hangsúlyt kap. Mindezek alapján a VAHAVA projekt két stratégiai célja a következő:

- a magyar társadalom felkészítése a valószínűsíthetően melegebb és szárazabb időszakra,
- olyan gyorsan reagáló technikai, pénzügyi és szervezési feltételek létrehozása, amelyek a váratlanul jelentkező kezelésre alkalmasaknak, szélsőséges időjárási események káros hatásainak megelőzésére, illetve bizonyulhatnak.

A projekt által vizsgált nemzetgazdasági területek közül a legfontosabbak a következők voltak: meteorológia, mezőgazdaság, talajtan, vadgazdálkodás, egészségügy, vízgazdálkodás, turizmus, katasztrófavédelem, építéset, közlekedés.

A következőkben – mint a VAHAVA-projekt egyik résztvevője – a klímaváltozás közlekedési, azon belül is az útügyi hatásaival foglalkozom.

4. AZ ÉGHAJLAT(VÁLTOZÁS) ÚTBURKOLATOKRA GYAKOROLT HATÁSA

4.1. KORAI KUTATÁSI EREDMÉNYEK

Európa-szerte is élenjáróan hazánkban az Útügyi Kutató Intézet vezető kutatója már az 1950-es évek első felében elkezdett az útügy és a közúti munkák meteorológiai vonatkozásait kutatni [11-13]. Ez a kutatási munka először Magyarország éghajlatával, az éghajlati elemek százalékos arányával, valamint tájegységük alapján történő éghajlati felosztásával foglalkozott. Majd a külföldi szakirodalom hazai viszonylatban történő alkalmazási lehetőségeinek elbírálása céljából az egyes világrészek éghajlati elemeit (januári és júliusi középhőmérsékletet, valamint csapadékviszonyait) vette vizsgálat alá. Ezután az akkori jellegzetes burkolattípus – a vízzel kötött makadámburkolat – tartósságával összefüggő kérdéseket boncolgatta. Ezenkívül a hőmérséklet és a csapadék egyes hazai szélső és valószínű értékeit tárgyalta, és felhívta a figyelmet egyes adatok közúti vonatkozású alkalmazási lehetőségeire. Ezenkívül az év egyes napjain, illetve hónapjaiban, a léghőmérséklet közép- és abszolút szélső értékeire vonatkozólag 50-75 éves megfigyelési adatsorokat vizsgált. A közúti munkavégzés számára káros fülledtség valószínű időtartamáról szintén sokéves idősorok feldolgozásával nyújtott tájékoztatást. Ezt követően a csapadéknak az útfenntartás egyes tevékenységeire gyakorolt hatását vizsgálta, kitérve az év egyes napjain a csapadék valószínűségére, a tavaszi és az őszi hónapokban a csapadékos napok számára, továbbá a felső talajréteg víztartalom-változásának bemutatására. A kutatási munka befejező része – figyelemmel az ország egyes vidékei között észlelhető, érdemleges időjárási eltérésekre – a rendelkezésre álló talajhőmérsékleti és téli hőmérsékleti adatok alapján útépitési fagyhatárzónák bevezetésének a célszerűségét is felveti. Ezzel kapcsolatban a fagyveszély elleni védekezésül beépített talajjavító réteg vastagságának megállapítására javaslatot tesz. Az ország nagy számú meteorológiai állomásán végzett sok évtizedes talajhőmérséklet-mérés eredményei alapján megállapította, hogy a 80 cm-es fagyhatárt csak a leghidegebb vidékekre kell az útpályaszerkezetek tervezésekor alapul venni, máshol a 60-70 cm-es érték is elegendő biztonságot nyújt. Ezt a leghidegebb zónát, ahol 80 cm-es a fagyhatár, az Észak-Hegyvidék és Szabolcs-Szatmár-Bereg megye képezi, míg a legmelegebbnek a Dél-Alföld, a Dél-Dunántúl és a Kis-Alföld bizonyult.

4.2. A KLÍMAVÁLTOZÁS ÚTBURKOLATRA HATÓ ELEMEI

A globális klímaváltozás számos eleme közül a következőknek van olyan érdemleges hatása az útburkolatokra, amelyekre hazánkban is indokolt – (il)lett volna már eddig is – felkészülni:

- globális felmelegedés,
- túl sok csapadék,
- túl kevés csapadék
- szélsőséges időjárás: heves esőzések,
- szélsőséges időjárás: zord téli időjárás,
- több fagyás-felengedés ciklus.

Ahogy az 1. táblázat is összefoglalja, az egyes klímaváltozási elemeknek különböző befolyása van (vagy lehet a közeljövőben), amelyekre a hazai mérnököknek megfelelő válaszokat kell keresni, és lehetőleg, találni is.

1. táblázat: Az éghajlatváltozás útburkolatra való hatása és a lehetséges reakciók.

Klimaváltozás elemei	Hatás	Válasz
Globális felmelegedés	Nyáron felmelegedett burkolat (deformációveszély)	Betonburkolat
		Nagymodulusú aszfalt

	Napsugárzás hatására fény-visszaverődés a pályán (balesetveszély)	Betonburkolat
		Makroérdes felületű burkolatok
		Világos adalékanyagú aszfaltburkolat
Túl sok eső	Csúszós útpálya (balesetveszély)	Mikroérdes kőanyag a kopórétegben
		Makroérdes útpálya
	Árvíz (út lezárása, a földmű elnedvedése)	Magas töltések építése
		Teherbíró töltéstest
		Burkolt (közel vízzáró) rézsű
		Hatékony vízelvezetési rendszer
	Belvíz (az út lezárása, a földmű elnedvedése)	Magas töltések építése
		Teherbíró töltéstest
		Burkolt (közel vízzáró) rézsű
		Hatékony vízelvezetési rendszer
Túl kevés csapadék	Földmű/rézsű összerepedezése	Burkolt rézsű
		Speciális füvesítésű rézsű
Szélsőséges időjárás (heves esőzés)	Rézsűkimosódás	Rézsűvédelem
	Padkabomlás (balesetveszély)	Burkolt padka
	Víz felhalmozódása az útpályán (balesetveszély)	Megfelelő hosszesés tervezése
		Megfelelő oldalesés tervezése
		Alakváltozásnak ellenálló aszfaltrétegek
	Vízbehatolás a pályaszerkezetbe	Kis hézagtartalmú (tömör) rétegek
		Drénaszfaltok
	Árkok és/vagy csőátereszek eltömődése	Nagy teljesítményű vízelvezető rendszer
Szélsőséges időjárás (zord téli időjárás)	Jeges, csúszós pálya (balesetveszély)	Előzetes olvasztósózás
		Kopóréteg elektromos melegítése
		Makroérdes útpálya
	Nagy mennyiségű hó az útpályán (a forgalom lelassulása vagy akár megbénulása)	Nagy teljesítményű hóeltakarító járművek
		Hófogó erdősávok telepítése
		Hóvédművek a hótörleszkek ellen
		Napelemek az aszfalt kopórétegben
		Szemcsés talajból készülő, tömör földmű
Gyakori fagyás-felengedési ciklusok	Földmű elnedvedése (teherbírásvésztes)	
	Pályaszerkezet összerepedezése, kátyúsodása	Vastag pályaszerkezet
		Nagy húzószilárdságú pályaszerkezeti anyagok építése

Az 1. táblázatból kitűnik, hogy a klímaváltozás egyik megnyilvánulási formája, a globális felmelegedés, a burkolat alakváltozásához vezethet, illetve az útpálya intenzív fényvisszaverése gyakran fokozott balesetveszélyt okoz. Az első probléma ellensúlyozására merev burkolatok tervezése (építése), illetve az aszfaltburkolatok nagy modulusú változatának elterjesztése lehet a válasz.

Amennyiben a korábbiaknál jóval több csapadékra kell számítani, akkor gyakrabban lesz nedves, így balesetveszélyesebb az útburkolat felülete (az útpálya), szélső esetben pedig az utat árvíz és belvíz is fenyegetheti. Célszerű válaszként szóba jöhet az érdes útpálya kialakítása, illetve magas (teherbíró) töltések építése, burkolt rézsűvel, és főleg hatékony vízelvezető rendszer kialakítása, majd annak folyamatos, hatékony fenntartása.

A túl kevés csapadék (az aszályos időszak) a földmű, valamint a rézsű összerepedezéséhez vezethet, amelynek ellensúlyozására burkolt, esetleg speciális füvesítésű rézsű készülhet.

A heves esőzések hátrányos következményei közül a rézsű kimosódása, a padkabomlás, a burkolatfelületen víz felhalmozódása, a pályaszerkezetbe víz behatolása, illetve a vízelvezető rendszer hatékonyságának csökkenése (megszűnése) emelhető ki. Válaszként vízzáró padka és rézsű, gondos

geometriai tervezés, korszerű aszfalttechnológia és nagy teljesítő képességű, karbantartott vízelvezető rendszer létesítése ajánlható.

A nagyon zord időjárás a jeges, csúszós pálya és a forgalmat akadályozó kötőanyag miatt lehet a közúti közlekedést akadályozó körülmény. A hátrányokat enyhítheti a korszerű aszfalttechnológia alkalmazása és a hatékony téli útüzemeltetés.

Ha a fagyás-felengedési ciklusok gyakorisága megnő, akkor a földmű teherbírásának csökkenésére és a télvégi-tavaszi burkolatkároknak a súlyosbodására lehet számítani. A problémára szemcsés talajból készült, tömör földmű, illetve nagy húzószilárdságú anyagokból épült vastag pályaszerkezet jelenthet megoldást.

A következőkben az 1. táblázatban szereplő tárgykörök közül egyesekkel foglalkozom röviden.

5. PÁLYASZERKEZET-TÍPUS VÁLASZTÁSA ÉS AZ ÉGHAJLAT

Az 1900-as évek eleje óta világszerte két útburkolattípus terjed: az aszfalt- és a betonburkolat. Bár mindkettőnek ugyanaz a szerepe – az áruk és a személyek gazdaságos, kényelmes és biztonságos szállításához történő hozzájárulás –, azonban számos jellemzőjük mégis meglehetősen eltérő.

A hazai gyakorlatban is az úttervezők döntés elé kerülnek, hogy adott kiindulási feltételek mellett az aszfalt- vagy a betonburkolatot – illetve a hajlékony, a merev vagy a félig merev pályaszerkezetet – részesítsék-e előnyben. Ennek során nyilvánvalóan nagyon sok szempontot kell figyelembe venniük, de azok közül a környezeti tényezők, benne az éghajlati szempontok egyáltalán nem elhanyagolhatók.

Magyarországon 1976-ban szakminisztériumi döntés született arról, hogy autópályáink aszfaltburkolattal készülnek. (Az addig épített M7-es autópálya betonburkolattal épült). Ennek következtében a kisebb forgalmú utak betonburkolattal történő készítése is abbamaradt, mindenhol valamilyen típusú aszfaltburkolat készítésére került sor [14].

2000 körül aztán nyilvánvalóvá vált, hogy a különösen nagy tengelyterhelésű gépjármű-forgalom tartós elviselésére a leginkább deformációnak ellenálló aszfaltburkolat-típusok sem alkalmasak. Az M0-s autópálynak az M1-es autópálya és az M5-ös autópálya közötti szakaszán a kopóréteget sűrűn fel kellett újítani, mert azon ismételt balesetveszélyes mélységű keréknyomvályúk keletkeztek. (A nyári melegben a viszonylag lassan haladó, gyakori fékezésre kényszerített nehéz tehergépkocsik és kamionok intenzív forgalmát az aszfaltburkolat nem volt képes deformáció nélkül levezetni). Mivel nemcsak a felújítás tetemes költsége, hanem az állapotjavító beavatkozással együtt járó kényeszerű forgalomzavarás is komoly sajtó-visszhangot kapott, a szakminisztérium döntött abban a tekintetben, hogy a legnagyobb forgalmú újabb autópálya-szakaszokon – így az M0-s körgyűrű autópályaként történő tovább építéskor is – betonburkolat mellett teszi le a voksát. Több kísérleti szakasz után, 2005-ben az M0-s autópályának az M5-ös autópálya és a 4. út közötti szakasza már hézagolt betonburkolattal készült, valamint az M3-as autópálya irányában épülő újabb szakasznak is merev a pályaszerkezete [15]. Ebben a döntésben a hazai klimatikus viszonyoknak egyértelmű szerepük van. Azóta már számos, új építésű, gyorsforgalmi útszakasz tervezési pályázatán, az aszfaltburkolatú, hajlékony pályaszerkezetek mellett újra megjelent a merev pályaszerkezet, mint alternatíva – meglehetősen ritkán sikerrel.

Az Egyesült Államokban az óránként meghatározott burkolat-hőmérsékletek 30 éves idősorának feldolgozásával komplex Integrált Éghajlati Modellt fejlesztettek ki [16]. Az eredmények alapján levont néhány következtetés:

- egyes körzetekben növekszik az aszfaltburkolatban a keréknyom kialakulásának veszélye,
- számos körzetben megnőtt a fáradási repedések megjelenésének valószínűsége,
- egyes területeken a pozitív hőmérsékleti gradiens a betonburkolatok keresztirányú fáradási repedéseit okozhatja, míg a másutt tapasztalt negatív hőmérsékleti gradiens sarok- és hosszirányú repedésekhez vezethet,
- három éghajlati zónában a téli és a nyári burkolathőmérséklet közötti nagyobb eltérés a betonburkolatok teherátadási hatékonyságát csökkenti,
- félig merev pályaszerkezetekben, a téli és a nyári szélsőségek közötti nagyobb hőmérséklet-különbség következtében, a reflexiós repedések megjelenésének esélye megnövekszik.

6. A VÍZ ÚTELEMEKRE GYAKOROLT HATÁSA

Amennyiben az aszfalt kopóréteg jó állapotban van, akkor általában a víz arra érdemleges hatást nem gyakorol. Ha a kopóréteg túlzottan nagy hézagtartalommal rendelkezik, akkor az útpályára kerülő csapadékvíz beszivárog a réteg(ek)be, ahol rövidebb-hosszabb időn belül bomlást okozhat [17]. Egyenetlen pálya esetében, az oda kerülő víz hosszabb ideig panghat, a burkolatfelületen zúzalék-kipergést hozva létre. Repedések vagy kátyúk a csapadéknak a pályaszerkezet belsejébe való káros beszivárgását teszik lehetővé. Ezeknek a burkolat gyorsított leromlásával veszélyeztető hibáknak a hatását felgyorsítja az út vízelvezető rendszerének (a pálya oldalesése, padka, árok, csőáteresz, befogadó, a bevágás víztelenítése) tervezési és/vagy fenntartási hiányosságai.

A pályaszerkezet alsó rétegeinek esetében sem kell a víz hátrányos hatásaival számolni, ha azok zárt rendszer elemeit képezik. Hidraulikus vagy termoplasztikus kötőanyag, alsó rétegekben az odajutó csapadékvíz, talajvíz, belvíz vagy árvíz lassú bomlást indíthat meg, a réteg hézagtartalmának és/vagy vízérzékenységeinek a függvényében. A kötőanyag nélküli pályaszerkezeti rétegbe jutó víz azok teherbírását rontja, finomrészük függvényében.

A közúti töltések vagy bevágások vízzel szembeni érzékenysége talajfajtájuknak függvénye. Akár az oda bejutó csapadékvíz, akár talajvíz, belvíz vagy árvíz a szemcsés anyagú földműre csak rövid idejű hatást gyakorol, szinte érzéketlen vele szemben. Kötött talaj, illetve még inkább

az átmeneti talajok (iszap, homokliszt, lösz stb.) esetében vízhatásra érdemleges teherbírásvesztés és a rajta levő pályaszerkezet romlása következhet be.

A szélsőséges csapadékmennyiség utakat romboló hatására példákat szemléltet az 1. és a 2. ábra. 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, és ezzel a pályaszerkezet alátámasztását veszítette (1. ábra). Következésképpen, az ideiglenes javítás idejére, mintegy 50 órányi időtartamra az autópálya forgalmát teljesen lezárták, majd – a végleges helyreállítás időigényének megfelelően – a burkolat beszakadásának környezetében, 120 napon keresztül minden áthaladó járműtípusra 60 km/h-s sebességkorlátozást rendeltek el. Ennek a burkolatromlásnak a káros következményeként, az utólagos számítások 1,5 milliárd Ft körüli, nemzet-gazdasági szintű veszteséget mutattak ki [18]. A másik példa egy frissen átadott autópályára vonatkozik, ahol a leállósáv mintegy 2 m²-nyi része beszakadt, a rézsű anyagának egy részét is magával rántva (2. ábra). Az okokat feltáró vizsgálat – a heves esőzésen kívül – a gyenge építési minőség szerepére is rámutatott.



1. ábra: Burkolatbeszakadás az M1-es autópályán.



2. ábra: A leállósáv leszakadása az M6-os autópályán.

7. 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 teljesítményére – 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 mezőgazdasági célra hasznosított területekre irányítják át,
- burkolatlan utak esetében különösen közvetlenül jelentkezik a víz hatása, ellene korlátozott mértékű védelmet a megfelelően megválasztott geometriai jellemzők és a kapcsolódó vízelvezető rendszer jelenthet,
- a nagyobb forgalmat levezető, burkolattal ellátott utak „vízérzékenységét”, a burkolatlan utaknál említetteken túlmenően, az egyes pályaszerkezeti rétegek – elsősorban a gépjárművek gumibroncsával közvetlenül érintkező kopóréteg – mennyiségi és minőségi paraméterei befolyásolják,
- a hó formájában lehulló csapadék, a közutak teljesítőképességének folyamatos biztosítása érdekében, különleges kezelői intézkedéseket igényel,
- az éghajlatváltozás következményeként tapasztalt, gyakoribb szélsőséges időjárási események közül a légköri csapadékkal kapcsolatosak az utak kezelőit is különleges kihívások elé állítják.

8. IRODALOM

- [1]: Papp, Z. 2005. A klímaváltozás mérnöki aspektusai (I). Mérnök Újság 10 (10), pp. 12-14.
- [2]: Láng, I. 2005. Éghajlat és időjárás: változás-hatás-válaszadás. „AGRO-21” Füzetek Klíma-változás – Hatások – Válaszok. 43. szám, pp. 3-10.
- [3]: Gáspár, L. 2006. A klímaváltozás útburkolatokra gyakorolt hatása. „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 47. szám, pp. 31-39.
- [4]: A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok (2006). KvVM-MTA „VAHAVA” projekt összefoglalása. A magyarországi klímapolitika alapjai. Budapest. 66 p.
- [5]: Bodor, P.A. & Gáspár, L. 2009. Intézkedési terv a hazai közlekedés éghajlatváltozásra való felkészítéséhez. A KTI Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. 252-041-1-9 számú témájának zárójelentése. Budapest, 31 p.
- [6]: Gáspár, L. 2007. A klímaváltozás és az útburkolatok. Közúti és Mélyépítési Szemle 3, pp. 1-6.

- [7]: Scientific Facts on Climate Change and Global Warming (2006). http://www.greenfacts.org/studiesclimate_change
- [8]: Gáspár, L. 2006. Az útburkolatok és a klímaváltozás. (Panel-beszélgetés a VAHAVA-projekt zárókonferenciáján). „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások - Változások. 28. szám. pp. 49-52
- [9]: Gáspár, L. 2006. Az éghajlatváltozás utakra gyakorolt hatása (feladatok, tapasztalatok) „Agro-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok. 47. szám, pp. 31-39.
- [10]: Láng, I. 2006. A klímaváltozásra való felkészülés hazai feladatai. „AGRO-21” Füzetek Klímaváltozás – Hatások – Válaszok 48. szám pp. 7-9.
- [11]: Gáspár, L. id. 1953. Az útügy meteorológiai vonatkozásairól. Mélyépítési Szemle 2 (10), pp. 502-511.
- [12]: Gáspár L. id. 1953. Az útügy meteorológiai vonatkozásai. Mélyépítéstudományi Szemle 2 (11-12), pp. 565-569.
- [13]: Gáspár L. id. 1955. A közúti munkák egyes meteorológiai vonatkozásai. Mérnöki Továbbképző Intézet 3276. számú előadássorozata, Budapest, 82 p.
- [14]: Liptay, A. & Karsainé, L. K. 2000. A betonburkolatú pályaszerkezetek alkalmazási lehetőségei Magyarországon. Közúti és Mélyépítési Szemle 50(9), pp. 301-308.
- [15]: Gáspár, L. & Karsai, K. 2005. Cement concrete pavements in the Hungarian road policy. 8th International Conference of Cement Concrete Pavements. Colorado Springs, Col. (USA), Proceedings Vol. 1. pp. 39-60.
- [16]: Ongel, A. & Harvey, J. 2004. Analysis of 30 Years of Pavement Temperatures using the Enhanced Integrated Climate Model (EICM). Report prepared for the California Department of Transportation. Pavement Research Center, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley.
- [17]: Gáspár, L. 2017. A közlekedési felületek és a légköri csapadék. Útügyi Lapok 5. évf., 10. szám, december, pp. 80-87.
- [18]: Tímár, A. 2010. Impacts of climate change on the Hungarian road infrastructure. Pollack Periodica 5(1), pp. 37-52.