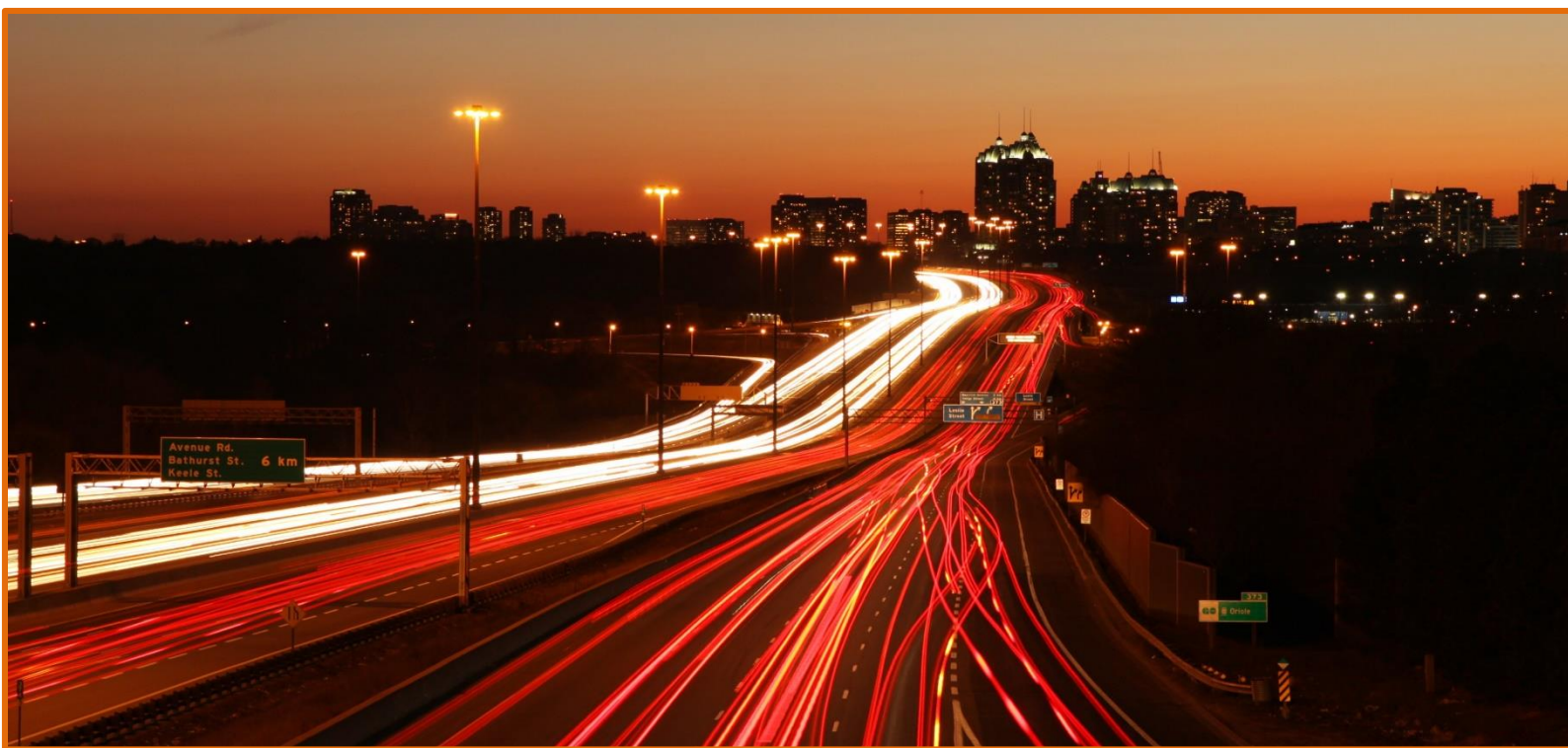


GYORSFORGALMI UTAK KÖZÉPSŐ ELVÁLASZTÓ ELEMINEK FORGALOMBIZTONSÁGRA GYAKOROLT HATÁSA

(Effects of middle separating solutions at dual carriageways on traffic safety)

Szakdolgozat

Galambosi Máté



Konzulens: Dr. Macsinka Klára PhD

Külső konzulens: Dr. Mocsári Tibor

2015

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
2. Középső elválasztó rendszerek	4
2.1. Áttekintés	4
2.2. Középső elválasztás történeti áttekintése	5
2.3. Rugalmas elválasztó rendszerek	6
2.4. Félmerev elválasztó rendszerek	7
2.4.1. Hagyományos acél szalagkorlát	7
2.4.2. Eltérő geometriai kialakítású acélkorlát	8
2.5. Merev elválasztó rendszerek	10
2.6. Egyéb fizikai elválasztó rendszerek	12
3. Magyar előírások, biztonsági audit és beruházások	13
3.1. Útügyi Műszaki Előírás	13
3.1.1. KTSZ módosítási tervezet	14
3.2. M2 közúti biztonsági felülvizsgálatáról (KBF).....	16
3.3. Biztonságot javító beruházások 2015-ben az M3, M5, M7 autópályán	18
4. Európai kitekintés.....	21
5. Baleseti adatok elemzése.....	24
5.1. Áttekintés, források, módszerek	24
5.2. Vizsgált utak összegzett baleseti adatai	25
5.3. M2 autótűt 21+850 és 25+800 km szelvény között	28
5.4. M70 3+650 és 9+320 km, valamint 11+760 és 16+670 km között	31
5.5. M1-M7 közös szakasza 5+600 és 11+800 km között	34
5.6. M0 0+000 és 3+000 km között.....	36
5.7. M51 autótűt (régén M0 23+200 és 28+800)	38
5.8. M3 bevezető szakasz.....	39
5.9. További acélkorlát visszatartó rendszerekkel üzemelő utak	42
6. Üzemeltetési tapasztalatok.....	44
7. Következtetések.....	52
8. Összefoglalás.....	53
9. Köszönetnyilvánítás.....	56
Irodalomjegyzék.....	57

1. Bevezetés

Szakedolgozatomban a gyorsforgalmi utakon alkalmazott középső, forgalmi irányokat elválasztó megoldásokat mutatom be, röviden ismertetve annak fejlődéstörténetét is. Megvizsgálom a különböző elemek biztonságra gyakorolt hatását. Felsorolás szintjén kitérek az egyes változatok előnyeire és hátrányaira. Ehhez forgalmi adatokat, baleseti statisztikákat, átépítési, üzemeltetési tapasztalatokat gyűjtöttem össze, és kerestem az e tényezők közötti összefüggéseket.

Témám aktualitását a közlekedésbiztonság adja, mely az egyik kulcs szempont új utak tervezésekor, vagy meglévő szakaszok felülvizsgálatakor, felújításakor. A közlekedés biztonsága kiemelkedően fontos, hiszen Magyarországon évente több százan halnak meg közúti balesetben. Ezek közé tartoznak az ellenkező menetirányba áttérésből adódó esetek, melyek megakadályozása a középső elválasztó rendszerek feladata, hiszen a nagy sebességű forgalom ellentétes irányából érkező járművek számára a találkozás általában tragikus kimenetelű. Az Európai Unió 2001-es közlekedéspolitikai Fehér Könyve alapján a cél a halálos áldozatok számának 50%-kal történő csökkentése volt 2010-es céldátummal. Ezt Magyarország nem teljes mértékben tudta teljesíteni, azonban jelentős csökkenést, 40%-ot, sikerült elérni a 2001-2010-es időszakban. Az Európai Bizottság 2011 márciusában kiadta az újabb közlekedéspolitikai Fehér Könyvet, mely célként 2020-ra, 2011-hez képest, a halálos kimenetelű balesetek felére csökkentését várja el, míg távlati tervként a közúti balesetben elhunytak számát 2050-re szinte nullára kell redukálni. (EB, 2011)

Célom volt keresni a megvizsgált tényezők összefüggéseként levonható következtetéseket, melyek lehetőséget adhatnak a későbbiekben egy-egy résztéma részletesebb feltárásához is. Feltételezésem szerint a betonelemek alkalmazása képes csökkenteni azon halálos áldozatok számát, amely az ellenkező forgalmi irányba történő áttérés miatt következik be. Ezért célként tűztem ki, hogy ennek igazolását vagy cáfolatát az elemzés során feltárjam. Magyarországon túlnyomó többségében acél szalagkorlátot alkalmaznak visszatartó rendszerként, erről áll rendelkezésre az üzemeltetés alapján összegyűlt legtöbb tapasztalat. Ezért a hangsúlyt e rendszer alternatívájaként alkalmazott beton elválasztásra helyeztem, keresve, hogy a vizsgált útszakaszon milyen hatékonysággal akadályozza meg az említett sávátérési baleseteket.

Az adatok elemzésének egy fejezete a dupla záróvonal közötti vörös elválasztó festés biztonságra gyakorolt hatásával foglalkozik. Vizsgálatát fontosnak érzem, mert bár nem fizikai visszatartó rendszer, Magyarországon azonban széles körben még nem terjedt el. Azonban feltételezésem szerint megoldást nyújthat azon utakon, ahol gyors beavatkozásra van szükség, vagy nem áll rendelkezésre forrás fizikai visszatartó rendszer kiépítésére.

Szakdolgozatomban sokszor említésre kerül a **tehergépjármű** kifejezés, melynél nem részletezem minden esetben, mely járműkategóriákat takarja. Ezért fontos, hogy a későbbiekben minden esetben a 3,5 t-nál nehezebb járművekre értem a fenti kifejezést, a forgalomszámlálási adatbank megnevezései szerint ide tartoznak közepes nehéz, a nehéz, a pótkocsis, nyerges és a speciális tehergépjárművek.

Fogalom meghatározások

„Közúti visszatartó rendszer: utak jármű- és gyalogos-visszatartó rendszereinek általános elnevezése. A járművisszatartó rendszerek rendeltetése az útról letérő jármű feltartóztatása és visszatérítése.

Ütközési kísérlet: a biztonsági korláton vagy terelőfalon az MSZ EN 1317 szabványsorozatban meghatározott módon végrehajtott vizsgálati eljárás.

Feltartóztatási fokozat: a biztonsági korlát, terelőfal – ütközésvizsgálattal meghatározott – jármű visszatartási képessége (az MSZ EN 1317 szerint)” (ÚME, 2010:5)

„Önmagukat magyarázó utak: egy olyan módon megtervezett út, amely az elvárt magatartásra ösztönzi a járművezetőket. Egy ilyen úton nincs szükség a sebességhatárok feltüntetésére vagy a veszélyre való figyelmeztetésre, a jármű vezetők ezek nélkül is az elvárt (és nagyjából homogén) sebességgel közlekednek, és nem találkoznak a kialakítás váratlan változásaival.

Halálos áldozat: aki a közúti baleset következtében a helyszínen, vagy a balesetet követően 30 napon belül elhunyt.

Súlyosan sérült személy: akinek sérülése a balesetet követő 8 napon túl gyógyul (törések, zúzódások, rázkódások, belső sérülések, súlyos vágások és roncsolások, orvosi kezelést igénylő sokk, illetve bármely olyan sérülés, amely kórházi ápolást tesz szükségessé).

Könnyen sérült személy: aki horzsolásokat, ficamokat szenvedett a baleset során, és 8 napon belül gyógyul.” (BME-UVT, 2014)

Közúti biztonsági felülvizsgálat: a közút közlekedésbiztonsági szempontból meghatározó paramétereinek rendszeres időközönként történő felülvizsgálata a beavatkozást igénylő jellemzők és hiányosságok feltárása érdekében. (176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet)

2. Középső elválasztó rendszerek

2.1. Áttekintés

A forgalmi irányok középső elválasztásának célja, hogy a gépjárműveket megakadályozza az ellenkező forgalmi irányba történő áttéréstől. Napjainkban acél szalagkorlátok, beton terelőelemek, középső vörös elválasztó festés, fényvisszaverő jelzőfülek, valamint a forgalmi irányok nyomvonalának néhány méteres elhúzása egymástól a legelterjedtebb alkalmazási típusok. Ezen változatok a közlekedésbiztonságot szolgálják, hiszen a sebesség a gyorsforgalmi útkategóriákban a legnagyobb, így egy esetleges súlyos baleset esélye itt a legvalószínűbb sávelhagyás esetén. A felsorolt módszerek közül a vörös középső elválasztó festés és a prizmás jelzőfül főképp pszichológiai hatású, mintsem fizikai visszatartó erővel bíró, azonban napjainkban több helyen is megjelentek ezen olcsóbb megoldások, melyek, az autópálya kivételével, elérhető alternatívák. Ezért e típus is érdemes megvizsgálni, hiszen Magyarországon is számos autótűt és főút egypályás kialakítású, amelyen nagy forgalom bonyolódik le, több ezek közül tranzitűtvonal is, mely ok miatt a tehergépjárművek aránya ezen útjainkon magasabb, mint a többi autótűton. Ezen autótűtak 2x2 sávossá bővítése azonban több éves előkészítési és építési folyamatot igényel, mely bizonyos esetekben nem megengedhető határidő a magas baleseti számok miatt. Ezzel a szakdolgozat az M70 és M2-es példájával foglalkozik majd a későbbi fejezetekben.

A fejezet célja rövid áttekintést nyűjtani a mai elterjedt fizikai elválasztó rendszerekről, és nem azok gyártónkénti részletes termékbemutatása. A szakdolgozatomban feltűntetett gyártók név szerinti említésének oka, hogy az általuk készített elemek elterjedtek a magyar utakon, vagy olyan terméket alkottak, melyek egy-egy rendszertípust definiálnak.

Közűti visszatartó rendszerek alkalmazási feltétele:

„A közűti jármű visszatartó rendszerek alkalmazása során a visszatartó rendszernek meg kell felelnie a 3/2003. (I. 25.) BM-GKM-KvVM egyűttes rendelet 3. és 4. §-ában megfogalmazott követelményeknek:

- ütközésvizsgálattal az MSZ EN 1317 szerint (CE-jellel ellátott) vagy
- ETA vagy ÉME engedéllyel vagy
- egyéb jóváhagyott műszaki specifikáció szerint készűlt egyedi tervdokumentációval (számítással igazolt megfeleléség) kell, rendelkezzen.” (ÚME, 2010:6)

2.2. Középső elválasztás történeti áttekintése

Gyorsforgalmi utakat már az 1900-as évek eleje óta építenek, azonban igazi lendületet a 20. század közepétől, a motorizáltság növekedésével kapott Európában és az Egyesült Államokban egyaránt. A kezdeti években először nem választották el egymástól fizikailag a forgalmi irányokat. A II. világháború előtt New Yorkban, az 1907 és 1934 között épült Belt Parkway bizonyos szakaszain alkalmaztak beton elemeket. Azonban általánosságban elmondható, hogy az '50-es évekig a fizikai elválasztást a forgalmi irányok nyomvonalának távoltartásával oldották meg, néhány méteres zöldsávval, erre példa a világháború előtti német Autobahn építésének kezdeti évtizedei. (Dual carraiageway, www.wikipedia.org)

Jelenlegi álláspont szerint először Kaliforniában próbálkoztak visszatartó elemekkel az 1940-es évek közepétől, a hegyvidéki szakaszokon. Fő céljuk a nehézgépjárművek középső elválasztáson való átjutásának megakadályozása, és a fenntartási költségek minimalizálása volt, mely 70 év elteltével ma is pontosan ugyanaz. A belső osztósávban elhelyezett betonelemet a Stevens Institute of Technology nevű kutatóegyetemen alkották meg az Egyesült Államok New Jersey államának Hoboken városában 1955-ben. Azonban ez a változat csupán 46 cm magas volt, és nem hasonlított a jelenleg ismert formára. Felismerve a geometriából következő hiányosságokat, 1959-ben 61 és 81 cm magasságú elemeket kezdtek el telepíteni New Jersey állam autópályáin. Ez az, amely kiinduló alapja a ma látható változatoknak is, alulról 5 cm-es függőleges szakasz után 55 fokos szögben történő 25 cm-es emelkedő rész végül egy, a vízszintessel 84 fokot bezáró, meredek vonalvezetéssel folytatódik az elem tetejéig, és általában vasbetonból, esetenként műanyagból készül (7. ábra). Érdekesség, hogy a fejlesztés során nem alkalmaztak töréskereszteket, csupán a megtörtént baleseteket elemezve döntöttek a forma megváltoztatásáról. Később Kaliforniában is a *Jersey* ragadvány nevű elemeket kezdték el alkalmazni a '40-es évek beli próbálkozások helyett, majd 1988 után az USA szinte minden államában ez a változat terjedt el. (www.roadtothefuture.com)

Jelenleg hatféle elterjedtebb beton elválasztó elem létezik, azonban messze a legszélesebb körben alkalmazott, az imént említett Jersey-elem, melynek további altípusai is vannak. Az egyik említésre méltó alternatívája a Kanadában használt Ontario Tall Wall (8. ábra), mely 107 cm magasságával tér el a Jersey-elemtől, és amelyet Kanada 400-as számozású autópályáin napjainkban is telepítenek. (wikipedia.org)

2.3. Rugalmas elválasztó rendszerek

Az **acélkábel korlát** (*cable barrier*) Magyarországon még nem terjedt el. Szerkezete acél oszlopokból, és a rajtuk rögzített többsoros acélkábelekből áll, melynek jelenleg ismert formáját, a 3 vagy 4 sornyi acélkábelt tartó acéloszlopok rendszerét, a '60-as évek óta alkalmazzák az USA több államában. Ez a megoldás „megbocsátóbb” visszatartó rendszert tesz lehetővé, mint az acél vezetőkorlát és a Jersey-elem. Személyautók esetén általában kisebb az anyagi kár mértéke, mivel az érkező gépjármű lendületét a rendszer rugalmas módon képes elnyelni. Leggyakrabban középső elválasztásként alkalmazzák, ahol széles osztósáv áll rendelkezésre. Ugyanakkor Svédországban, mint az 1. ábrán is látható, keskeny osztósávban is telepítették ezt a megoldást, és a rézsűkre is telepítik.



1. ábra Acélkábel korlát Svédországban (forrás: baloldal: gibraltartx.com, jobb oldal: baltris.eu)

Mivel Magyarországon nem találtam az acélkábel korlátra vonatkozó anyagokat, az amerikai Washington State Department of Transportation (továbbiakban WSDOT) összefoglaló tájékoztatójára támaszkodtam. A kábel korlát az ütközés közben képes 3,66 méternyire megnyúlni, és így elnyelni a jármű lendületét. A legoptimálisabb ott alkalmazni, ahol széles osztósáv áll rendelkezésre, hogy ennek a megnyúlásnak elég helyet biztosítson, így a járművek nem érik el a másik forgalmi irány sávját, illetve nem egyből térnek vissza a saját menetirányba sem. Ezzel szemben arra ad lehetőséget, hogy az elválasztó sávban biztonságosabban megállhasson a gépjármű. A kábel korlát további előnyös tulajdonsága, hogy a szél és hó akadály nélkül átjuthat rajta, így nem alakul ki hótorlasz az úttesten, mely a többi fizikai elválasztásnál komoly gondokat okozhat a téli üzemeltetés során. A WSDOT tapasztalata szerint, ahol ezt a fizikai elválasztást alkalmazták, és még nem volt semmilyen fizikai visszatartó rendszer telepítve, az

ütközések száma ugyan megduplázódott, ugyanakkor a súlyos és végzetes esetek száma jelentős mértékben csökkent.

A WSDOT szerint a kábel korlátok használata továbbá ott célszerű, ahol:

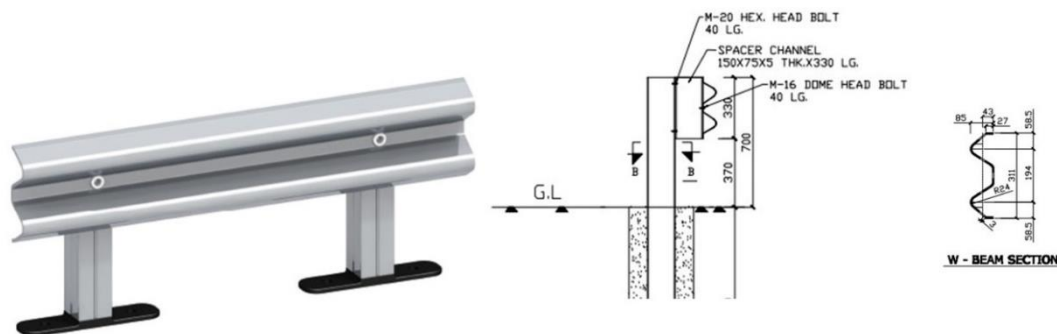
- mérsékelt a forgalom,
- 12 méternél szélesebb osztósáv,
- 110 km/h-nál nem nagyobb sebességhorlát,
- kevesebb pénz áll rendelkezésre az üzemeltetőnek, mivel számításuk szerint a **kábel korlát** építése minden kapcsolódó mérnöki és szakipari munkával 58e – 124e dollár/kilométer, míg az **acél szalagkorlát** 104e – 147e \$/km, míg a **beton terelőelem** 140e – 235e \$/km költségvonzattal jár, 2005-ös amerikai dollár értékén számolva. (WSDOT, 2004)

2.4. Félmerev elválasztó rendszerek

2.4.1. Hagyományos acél szalagkorlát

Az **acél szalagkorlát** (*guardrail*) a legelterjedtebb közúti visszatartó elem a világon. Tömegüknél és rögzítésüknél fogva önállóan nem jelentős visszatartó tárgyak. Azonban rendszerként működve, a korlát tartóoszlopaival együtt dolgozva, és a korlát teljes hosszával összekapcsolva már alkalmasak, hogy a járművek ütközése során sebességet és lendületet csillapítsanak. Széles körben alkalmazzák az utak középső, és oldalsó vezetőkorlátjaként, valamint műtárgyak védelme érdekében is. A jelenleg Magyarországon beépített elemek többsége nincs visszatartó fokozatra minősítve, mert telepítésükkor még nem volt érvényben ilyen besorolás. Ezért a meglévő korlátok hátránya, hogy a nehéz tehergépjárműveket az ütközés során sok esetben nem képesek visszatartani a sáv elhagyásától.

A legelterjedtebb korlát típus a W keresztmetszeti alakú szalagkorlát (W-beam), melyeket acél I-tartó oszlopokra rögzítenek (2. ábra). Készülhet egy, vagy több soros kivitelben is, az elvárt visszatartó fokozat függvényében. Amerikában egyéb kombinációkkal is találkozni lehet, úgymint a két W alakú gerenda egyesített formába átültetése (Thrie-beam), illetve ennek, a 3. ábrán látható, továbbfejlesztett változata (Modified Thrie-beam), mely az ütközéses tesztek során sikeresen állította meg az autóbusz kategóriájú járműveket is, szemben a hagyományos W alakúval. (www.safedirection.com.au)



2. ábra W alakú acél szalagkorlát (forrás: cold-rollformingmachine.com)

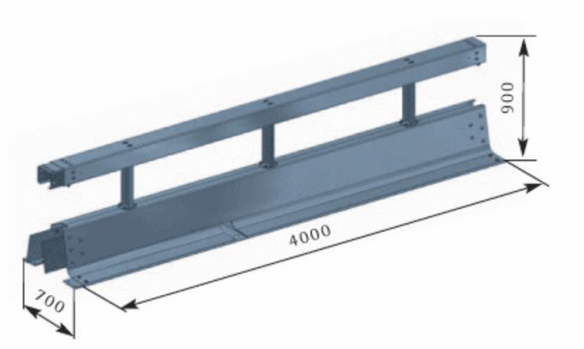


3. ábra W alakú korlát és a módosított Thrie-beam átkötése (projectlink.com.au)

2.4.2. Eltérő geometriai kialakítású acélkorlát

Ebben az alfejezetben a német Heintzmann Holding gyártotta, VARIO-GUARD elnevezésű korlátrendszer említhető (4. ábra) példaként, melynek bár alkotóeleme az acél, geometriai kialakítása mégis markánsan eltér a klasszikus szalagkorláttól. Említése azért érdemes, mivel sok éven keresztül az M0-ás autópályán középű fizikai elválasztásként alkalmazták (5. ábra). Különlegessége, hogy egy vízszintes talprész található az alján, ugyanakkor az út pályaszerkezetéhez nincs rögzítve. A jármű a korlátnak ütközés előtt ráhajtott erre a vízszintes acéllemez részre, így a saját súlyával „rögzíti” a korlátrendszert, mely egész láncként működik együtt az ütközéskor, és nyeli el az ütközés energiáját. A korlátrendszer megfelel az EN 1317-2 szabvány által támasztott követelményeknek,

visszatartási képessége pedig H2-s fokozatig ütközési tesztekkel hitelesített. További előnye, hogy keskeny keresztmetszeti kialakítású, így mind ideiglenes (például munkavégzés), mind állandó jellegű fizikai elválasztásként is alkalmazható. A 4 méter hosszúságú, 90 cm magas elemek gyorsan telepíthetők, egymáshoz pedig egyponthoz kapcsolattal rögzíthetők. Természetesen léteznek átmeneti elemek, melyek beton vagy acél elválasztó rendszerekhez történő csatlakozást tesznek lehetővé. Alkalmazásához burkolt elválasztósáv szükséges.



4. ábra VARIO-GUARD acél korlátelem (forrás: www.heintzmann.eu)

A Szigetszentmiklósi Autópálya Mérnökségnél pozitív üzemeltetési tapasztalatokkal rendelkeznek az M0 autót 3 km-es útszakaszán, ahol 2015. nyárig alkalmazták, mivel halálos baleset egyáltalán nem, és súlyos is csak nagyon ritkán történt (Azonban annak oka sem az elválasztó rendszer volt). (Juhács Cs., 2015)



5. ábra VARIO-GUARD acél korlárendszer az M0-án 2014-ben (forrás: maps.google.com)

2.5. Merev elválasztó rendszerek

A **beton elválasztó elemek** (*Jersey barrier*) fő előnye, hogy kialakításuknak köszönhetően képesek a nehéz tehergépjárművek megfékezésére is. A fő funkció nem az ütközés csillapítása, hanem az eredeti haladási irányba való visszatérítés, így megakadályozva, hogy frontális ütközés történjen. Továbbá az anyagi kár is csökkenhet, ha a jármű a haladási iránytól csak kissé eltérve hajt az elemnek, mivel így a járművet a betonelem „visszadobja” a menetirányba. Anyagát tekintve általában vasbetonból készül, legelterjedtebb típusa pedig a Jersey-elem (6. ábra). Azonban léteznek hasonló, de bizonyos paraméterekben eltérő betonelemek is, továbbá a geometriát megtartva, de műanyagból (8. ábra) is gyártják, eltérő használati funkcióra. Az elemeket gyakran különböző kiegészítőkkel is ellátják (7. ábra), úgymint fényvisszaverő prizmák, távolsági fényszóró ellen vakításgátló rácsok. Nemcsak végleges, hanem ideiglenes forgalomelterelés eszközeként is szolgálhatnak egy-egy építkezés, útépitési munka során. A beton elválasztó elemek kialakulásának történetével e tanulmány 2.2.-es fejezete részletesebben is foglalkozik.

Manapság a constant-slope-barrier és f-shape-barrier típusokat tartják a leghatékonyabbaknak. Az alábbi előny-hátrány felsoroláson túl, a 6. fejezetben további szempontok találhatók a betonelemekre vonatkozóan.



6. ábra Beton elválasztó elemek dupla sorban, M1-M7 közös szakasz (forrás: maps.google.com)

Betonelemek előnyei

A betonból készült visszatartó elemek alacsony fenntartási költségűek, időtállóak, kisebb szögű ütközések esetén a gépjárművet az eredeti menetirányba tudják visszatéríteni. Tömegüknel és geometriájuknál fogva képesek a nehézgépjárművet megfékezni.

Helyigényük kisebb, mint az acél vezetőkorláté, így szűkebb keresztmetszetű útpálya is elegendő, ezáltal olcsóbb útépités valósítható meg, vagy a meglévő útpálya bővítésére is lehetőség ad középén, a földmű szélesítése nélkül. Bár a beruházási költsége drágább az acél vezetőkorlátnál, a szükséges fenntartási ráfordítás összege már jelentősen alacsonyabb. További előnyöket lásd „6. Üzemeltetési Tapasztalatok” fejezetben.

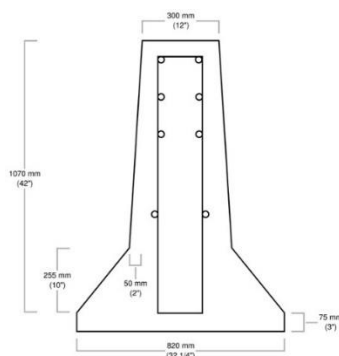
Betonelemek hátrányai

Számos adalékanyag típus tud kémiai reakcióba lépni a betonnal, mely az elemek kiterjedt károsodásához vezet. Különösen a reaktív szilícium-dioxidot tartalmazó adalékanyagok érintettek, melyek így reakcióba lépnek a betonban a nagy alkáli tartalmú cementtel. (US FHA, 2013)

Beruházási költségük magasabb, mint az acélkábel vagy szalagkorláté, azonban ez a plusz ráfordítás megtérülhet, hiszen az üzemeltetési költsége minimális, élettartama pedig hosszabb, mint a konkurens megoldásoké. Vízelvezetési szempontból gondot okozhat, ha a például egyoldali esésű útpályán helyezik el. Télen pedig az elemnél felgyűlő hó és latyak jelenthet veszélyt a közlekedőkre nézve. További tapasztalatok a 6. fejezetben találhatók.



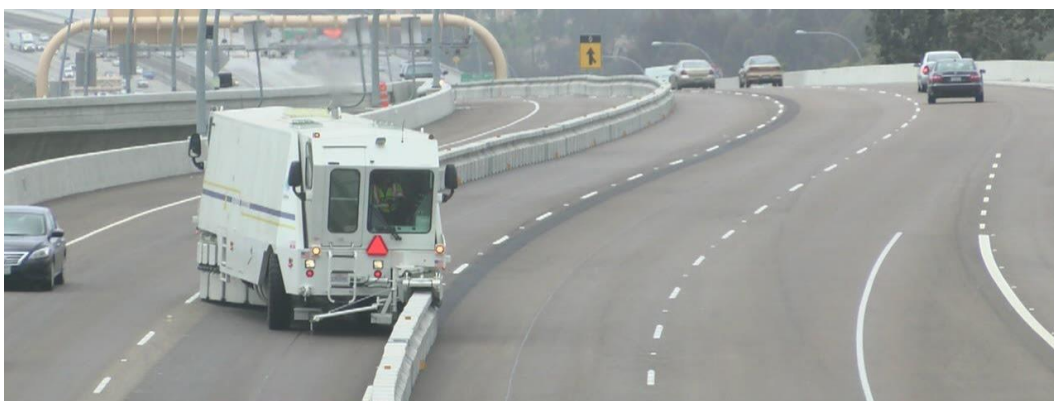
7. ábra Jersey elem fényvisszaverő prizmákkal (forrás: turbosquid.com)



8. ábra Bal: Ontario Tall Wall metszetrajz; Jobb: műanyag Jersey-elem: (wikipedia.org; corymorgan.com)

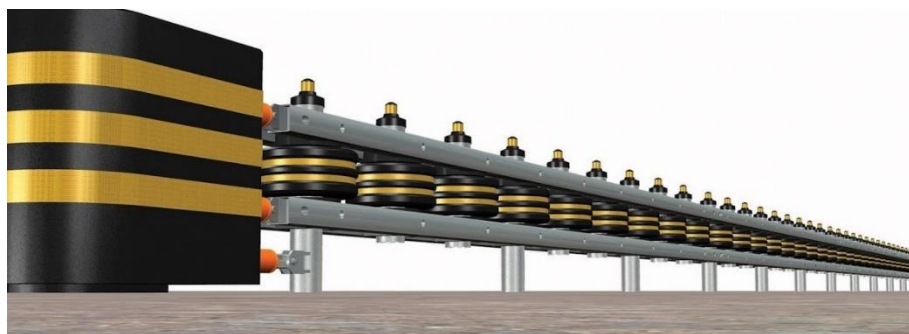
2.6. Egyéb fizikai elválasztó rendszerek

Különböző szervezetek és cégek a világ számos pontján dolgoznak újabb és újabb technológiai megoldásokon, melyek túlmutatnak a hagyományos, fix fizikai elválasztó rendszereken. Terelőelem készülhet a klasszikus építőanyagokon kívül, a fentebb említett műanyagból is, melyet főleg ideiglenes lezárásnál alkalmaznak (8. ábra). Emellett léteznek olyan speciális beton terelőelemek, melyeket erre tervezett gép segítségével lehet gyorsan mozgatni (9. ábra), így például egy többsávos úton a reggeli csúcs időszakban a forgalmasabb iránynak több sávot adni a közlekedésre. Délben pedig a gép végigmegy, és áthelyezi a mozgatható betonelemeket, több sávot biztosítva az ellenkező irányba érkező nagyobb forgalomnak, mely a délutáni csúcsidőszakban érkezik meg. Ilyenre megoldásra Észak-Amerikában láthatunk példát.



9. ábra Mozgatható betonelem elválasztás (forrás: www.youtube.com/watch?v=dl0Q2bDnBUc)

A brit NTI Holdings által kifejlesztett Roll Defender (10. ábra) különleges keveréke a hagyományos acélkorlátnak, kiegészítve azt elfordulni képes hengerekkel, melyek automatikus fékező tulajdonsága segítségével elnyelik az ütközés energiáját, eközben a járművet az úton tartják. A megoldás alkalmazható autópályák középső elválasztásaként, vagy oldalsó visszatartó korlátként is, meredek rézsűk esetén is. (M. Woof, 2014))



10. ábra NTI Roll Defender védőkorlát (forrás: www.ntiholdings.com)

3. Magyar előírások, beruházások és KBF

3.1. Útügyi Műszaki Előírás

A gyorsforgalmi utakon magasabb feltartóztatási képességet ír elő az Útügyi Műszaki Előírás (továbbiakban ÚME). A különböző fokozatok és a hozzájuk tartozó vizsgálat kódja a 11. ábrán látható.

Az ütközési vizsgálat paraméterei a következők: vizsgálati jármű jele, ütközési sebesség, ütközési szög, jármű össztömege és a jármű fajtája. A gyorsforgalmi utak feltartóztatási fokozatának igazolására vonatkozó ütközési vizsgálatok adatai a 12. ábrán láthatóak.

Feltartóztatási fokozat		Elfogadási vizsgálat
Magasabb feltartóztatási képesség	H1	TB 42 és TB 11
	H2	TB 51 és TB 11
	H3	TB 61 és TB 11

11. ábra Feltartóztatási fokozatok (forrás: MaÚT: ÚME e-UT 04.04.12:2010 pp 19. F2. táblázat részlete)

Vizsgálati jármű jele	Ütközési sebesség [km/h]	Ütközési szög [fok]	A vizsgálati jármű össztömege [kg]	Járműfajta
TB 42	70	15	10 000	Tehergépkocsi
TB 51	70	20	13 000	Autóbusz
TB 61	80	20	16 000	Tehergépkocsi

12. ábra Járműütközési vizsgálatok ismérvei (forrás: MaÚT: ÚME e-UT 04.04.12:2010 pp 18. F1 táblázat)

A magyar Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.161 (e-UT 04.04.12:2010) gyorsforgalmi utak esetén az osztó/elválasztó sávban minimum H2 feltartóztatási fokozatot ír elő. Ezen fokozat bizonyítása két vizsgálatot igényel:

- „az egyedi rendszereknek a legmagasabb visszatartási fokozatnak megfelelő vizsgálatát (tehergépkocsival, autóbuszal, nyerges vontatóval) és

- a könnyű (900 kg-os) személygépkocsival végzett vizsgálatok annak ellenőrzésére, hogy e fokozat elérése könnyű jármű számára is biztonságosan összeegyeztethető.” (MaÚT, 2010:18)

Az előírások nem rendelkeznek az elválasztó rendszer típusának megválasztásáról, csupán a feltartóztatási fokozathoz kötik azt. Azonban a különböző elemekre néhány szabály betartandó:

Biztonsági korlát

„A biztonsági korlát a járművet a rendszer hosszanti elemeinek teljes törése nélkül tartóztassa fel és vezesse vissza. A biztonsági korlát semmilyen fő alkatrésze ne veszélyeztesse túlságosan a közlekedés más résztvevőit, a gyalogosokat vagy a munkaterületen tartózkodó személyeket.

Beton terelőfal

Az osztósávban egyoldalas beton terelőfalat két sorban vagy kétoldalas terelőfalat egy sorban lehet alkalmazni, az útkategória meghatározott oldalakadály-távolság és a látótávolságok biztosításához szükséges látószélességek figyelembevételével.

Betonelemek korrózióvédelmét bevonatolás nélkül, az alapanyag megválasztásával kell biztosítani.” (MaÚT, 2010)

3.1.1. KTSZ módosítási tervezet

A Magyar Út- és Vasúti Társaság gondozásában készül az új KTSZ, melyben továbbra sem szerepel kikötés, milyen középső elválasztási megoldást kell alkalmazni. Természetesen a visszatartó rendszernek az elvárt visszatartási fokozatot a jövőben is teljesítenie kell. Az autópályáinkon jelenleg az acélkorlátok nagy része nincs minősítve ilyen téren, ezért e tulajdonságuk ismeretlen. A KTSZ-ben nem engedi meg, hogy az elválasztó elemek hatástartománya belelógjon a forgalmi sávokba.

| *Általános előírások (forrás: Maút: KTSZ tervezet, 2015)*

Forgalmi irányok elválasztása

22. § (1) A forgalmi irányonként több – gépjármű forgalom számára létesített – forgalmi sávval rendelkező utak tervezése során az ellentétes irányú forgalmi irányokat minden esetben el kell választani egymástól.

(2) A (3) és (4) bekezdés szerinti eltéréssel a forgalmi irányonként több forgalmi sávval rendelkező utakon az ellentétes forgalmi irányok elválasztása történhet középső

elválasztósávval, illetve elválasztó berendezés alkalmazásával vagy más hasonló megoldással (a továbbiakban együttesen: fizikai elválasztás), vagy kettős záróvonallal, azzal, hogy belterületen 50 km/h-t meg nem haladó tervezési sebesség esetén egy záróvonal is alkalmazható az elválasztás céljából.

(3) A forgalmi irányonként több forgalmi sávval rendelkező 90 km/h vagy annál nagyobb tervezési sebességű külterületi közutak csak fizikai elválasztással tervezhetők. 90 km/h-t meg nem haladó tervezési sebesség esetén nem szükséges fizikai elválasztást alkalmazni többlet forgalmi sávok esetén, ha az egyik irányban egy forgalmi sáv létesül és az ellentétes forgalmi irányokat kettős záróvonal választja el egymástól.

(4) 90 km/h-t meg nem haladó tervezési sebesség esetén nem szükséges fizikai elválasztást vagy kettős záróvonalat alkalmazni a közutak szintbeni csomópontjainak területén, ha a többlet forgalmi sáv a csomóponti mozgások megkönnyítése érdekében létesült.

Gyorsforgalmi utak előírásai (forrás: Maút: KTSZ tervezet, 2015)

Forgalmi irányok elválasztása

A középső elválasztósáv szélessége autópálya esetén legalább 3,60 m, autóút esetén legalább 2,50 m legyen, a szélességi méretet az alkalmazott biztonsági berendezés meghatározott teljesítményszintjei figyelembe vételével kell megállapítani.

66. § (1) Gyorsforgalmi út esetén a tervezett középső elválasztósáv magában foglalja a belső biztonsági sávot is, melynek szélességét a középső elválasztósáv keresztmetszeti szélességébe kell beszámítani.

(3) Burkolt középső elválasztósávot kell tervezni,

a) ha a töltés vagy bevágás anyaga vízérzékeny vagy az esésviszonyok szükségessé teszik, vagy

b) ha a fizikai elválasztás műszaki kialakítása ezt egyébként szükségessé teszi.

(4) A (3) bekezdésben nem említett esetekben burkolatlan középső elválasztósáv alakítható ki, oly módon, hogy arról víz a forgalmi sávokra (útpályára) ne kerülhessen.

A burkolatlan középső elválasztósávot homorúan ívelt felülettel kell kialakítani, közepe felé irányuló oldaleséssel, figyelembe véve, hogy a belső burkolatszél vonalában a törés legfeljebb 8,5% lehet.

3.2. Az M2 autópályát közúti biztonsági felülvizsgálatáról (KBF)

„6. § (1) A közút kezelője a biztonsági jellemzők megállapítása és a baleset-megelőzés érdekében köteles elvégezni a közutakra vonatkozó biztonsági felülvizsgálatokat a közúti közlekedésről szóló törvény szerinti forgalmi rend-felülvizsgálattal egyidejűleg.

(2) A közúti biztonsági felülvizsgálat magában foglalja az adott helyszínen a vizsgálat időpontjában meglévő építési és forgalomtechnikai beavatkozásoknak a forgalom biztonságára gyakorolt tényleges hatásának felmérését.” (176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet)

Az M2-es autópályát közúti biztonsági felülvizsgálatát Hamza Zsolt, Hóz Erzsébet és Dr. Török Árpád készítették el 2015-ben. A biztonsági felülvizsgálatot előíró 176/2011 (VIII.31) Kormányrendelet 6. § alapján cél volt a meglévő infrastruktúra valós tapasztalatokon és tényeken alapuló vizsgálata, a biztonság növelése céljából. Az út jelenlegi kapacitását elérve üzemel évek óta, a geometriai paramétereivel nem egyező sebességkorlátozással. Ezért az útfejlesztés előkészítése jelenleg is zajlik, a következő években Budapest-Vác között megépítik a bal pályát is, így 2x2 sávon folyhat majd a forgalom. A beruházást 2020-ig tervezik lezárni. A vizsgálati anyag a baleseti adatokat összegzett formában közli, és a 2010-2012 közti időszakot öleli fel. Az adatokat áttekintve elmondható, hogy az azonos irányba haladó, és a szembe haladó járművek, valamint a magános járműbalesetek az összes eset több mint 90%-át teszik ki. Ez az adat a teljes magyar közúthálózaton átlagosan 39,5%, tehát az M2-es messze ezen átlag felett van. A vizsgálat góc szakasz keresésének eredményeképp a 21+987 és 22+821, a 27+010 és 27+700, valamint a 46+027 és 46+918 km közti útszakaszok azok, ahol 6 halálos baleset is történt (13. ábra). Az okok több tényezőre is visszavezethetők. A már korábban említett autópályához illő hosszú egyenesek és elnyújtott ívek nem ösztönzik a járművezetőket a 90 km/h-s sebességhatár betartására, így a gyorsajtásból adódó megcsúszásos, ráfutásos, előzési szabályt megszegő esetek különösen veszélyesek lehetnek, hiszen mindössze 2x1 sávon halad a forgalom.

Sorszám	Kezdőszelvény [km+m]	Végsszelvény [km+m]	Szakasz [m]	Baleset [db]	Halálos [db]	Súlyos [db]	Könnyű [db]
1	021+987	022+821	834	3	2	0	1
2	027+010	027+700	690	2	2	0	0
3	046+027	046+918	891	3	2	1	0

13. ábra az M2-es autópályán azonosított balesetsűrűsödési helyszínek, szembe haladó járművek részvételével történt balesetek (forrás: Hamza-Hóz-Török, 2015)

A teljes M2-esen 17 baleset történt szembe érkező járművek ütközése miatt, melyek fizikai elválasztás meglétével, jó eséllyel elkerülhetők lettek volna (14. ábra). A KBF rávilágít, hogy a vizsgált 3 éves időszak alatt 54 baleset történt, melyből kissé meglepő módon, 36 esetben nappali, természetes fényviszonyok voltak, illetve időjárást tekintve 54 esetből 31-nél derült időben következett be.

Baleset típusok	2010	2011	2012	Összesen
1-es irány				
Azonos irányba haladó járművek összeütközése [100]	1	2	3	6
Szembe egyenesen haladó járművek összeütközése [200]	4	4	4	12
Azonos irányba haladó, kanyarodó járművek összeütközése [300]	1			1
Szembe haladó, kanyarodó járművek összeütközése [400]			1	1
Álló járműnek ütközések [700]			1	1
Magános járműbalesetek [990]	5	1	1	7
Egyéb balesetek [999]	1			1
Gyalogos elütése [1000]	1			1
Össz balesetek az 1-es irányban	13	7	10	30
2-es irány				
Azonos irányba haladó járművek összeütközése [100]	3	2	3	8
Szembe egyenesen haladó járművek összeütközése [200]	2	1	2	5
Magános járműbalesetek [990]	4	1	5	10
Gyalogos elütése [1000]		1		1
Össz balesetek az 2-irányban	9	5	10	24
Összes	22	12	20	54

14. ábra Baleset okai az M2-es autópályán (forrás: Hamza-Hóz-Török, 2015)

A közlekedők egy része az útgeometria miatt gyorsabban hajtana, azonban a sűrű forgalom miatt veszélyessé válik az előzés. Így akik betartják a sebességhatárt, „feltartják” a gyorsabban igyekvőket, amely türelmetlenséget és meggondolatlan döntéseket okozhat néhány személynél, így baleseti lehetőséget teremtve az úton. Az előzési lehetőségek száma a forgalom mértékéhez képest nem kielégítő, ezért egy-egy lassabb jármű komolyabb feltorlódott járműsort tud okozni. A baleseti források mérséklésére néhány éve dupla záróvonal közti vörös elválasztó festést is megtalálható a kritikus, hosszú íveken, és bár az előzési tilalom csökkentheti a kockázatot, az említett, szabályokat nem követő vezetők esetén nem minden esetben hatásos. Azonban az osztott pályás és 2+1 sávos szakaszokon az előzési lehetőségekkel nincs probléma, azonban e szakaszok végpontjainál túl nagy terület áll rendelkezésre a járműveknek, melyek csak a

forgalom elől elzárt útfelületet jelző burkolatfestéssel vannak kiemelve, így néhány járművezető, még a keresztmetszet szűkülése előtt előzési manőverbe kezd, mely baleseti veszélyt hordoz magában. A vizsgálat szerzői javasolják, hogy e pontoknál az elzárt részeket valamilyen fizikai elválasztással is különböztessék meg, például flexibilis, fényvisszaverő jelzőfülekkel. Valamint felvetik, hogy a vörös elválasztó festéssel megerősített, dupla záróvonalas szakaszokon szintén ilyen flexibilis elemeket helyezzenek ki, a szabálytalan előzések megakadályozására. (Hamza-Hóz-Török, 2015)

A biztonsági felülvizsgálat megállapítja továbbá, hogy balesetsűrűsödési helyeken legtöbb esetben tilos az előzés, ennek ellenére is történnek frontális ütközések, ezért véleményem szerint a fizikai elválasztás kiemelten indokolt, hiszen az út vízszintes és magassági vonalvezetésén változtatni nem lehetséges, a forgalom mérséklődése sem várható a jövőben, ezért egyetértek a Vácig tartó szakasz 2x2 sávossá fejlesztésével.

Az M2 további problémáival foglalkozik a szakdolgozat 5. fejezete.

3.3. Elválasztás biztonságát javító beruházások 2015-ben

Érintett szakaszok:

- M3 autópálya: 10+120 – 35+200 km,
- M5 autópálya: 13+000 – 17+400 km,
- M7 autópálya: 11+700 – 17+700 km között.

2012. december és 2013. február között az Állami Autópályakezelő Zrt. (ma a Magyar Közút Nonprofit Zrt. része) megbízásából a VIA Futura Mérnöki Tanácsadó és Szolgáltató Kft. készített megvalósíthatósági tanulmányt az Építési engedélyezési eljárás nélkül megvalósítható forgalombiztonsági beruházásokról az akkori ÁAK Zrt. kezelésében lévő gyorsforgalmi utakon. A tanulmányban nem csak a megvalósult, pályaelhagyásos balesetek megelőzését szolgáló, nem minősített acélkorlátok cseréje, hanem további intézkedések vizsgálata is megtalálható. Úgy mint, utoléréses, ráfutásos, megcsúszásos, vadelütéses, illetve elsőbbségadás elmulasztása miatt bekövetkező balesetek. A tanulmány a pályaelhagyásos balesetek felelősenek szinte minden esetben a járművezetőt állapítja meg, például figyelmetlenség, gyorskimerültség, ittas vezetés, előzési szabályok áthágása. Megállapítja, hogy bár emberi tényező okozza a baleseteket, a forgalomtechnika eszközeivel megelőzhető, de minimum csökkenthető az ilyen jellegű esetek száma. (VIA Futura, 2013)

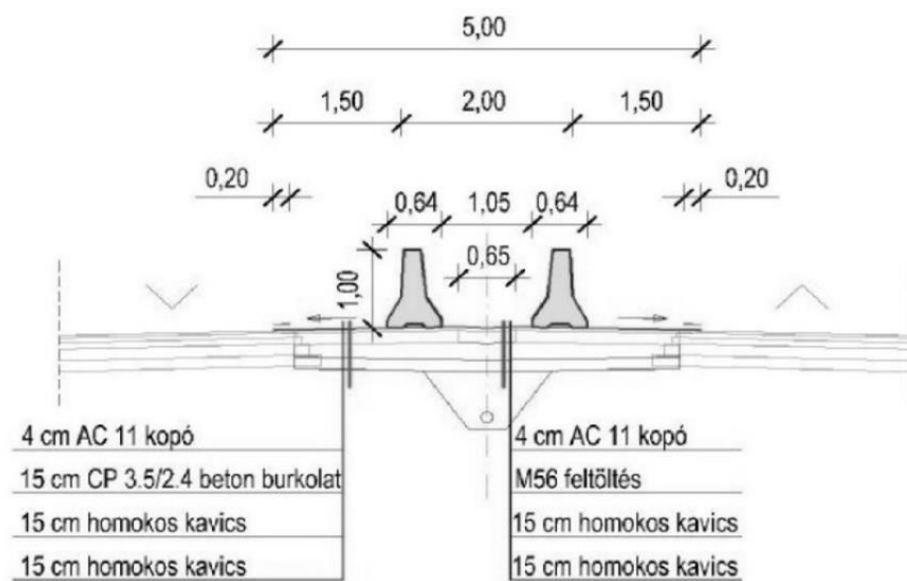
A halálos áldozatonként számított közúti baleseti veszteség, mely az ország gazdaságát terheli 266 900 000 Ft, az NFÜ 2009-es útmutatója alapján. (NFÜ, 2009)

Súlyos sérülés esetén 35 800 000 Ft/fő, könnyű sérülésnél 2 600 000 Ft/fő, míg csak anyagi káros balesetnél a VIA Futura Kft. által 2013-ban kalkulált 876 901 Ft/eset közvetett költséggel számolhatunk. Így elmondható, hogy egy ilyen beruházás pozitív várható eredménye nem csak emberéletek megmentése, hanem egy ország gazdaságának a költségeit is csökkenti. Kiemelik, hogy a minősítés nélküli acélkorlátok nagy valószínűséggel nem felelnek meg a mai járművisszatartási követelményeknek, ezért cseréjük mindenképpen indokolt. (VIA Futura, 2013)

2015 márciusában a Magyar Közút nyílt közbeszerzéses pályázatot írt ki, közel 64 km összhossznyi terelőfal építésére a középső elválasztó sávban, dupla sorban, a meglévő acélkorlát helyett. (ted.europa.eu, 2015)

A projekt költsége megközelítőleg 8 milliárd Ft, melyet az Európai Unió által támogatott KÖZOP keretein belül hajtottak végre 2015. június és november közti időszakban. A beruházás az elválasztósávban meglévő beton terelőfal, és az elválasztó sáv vízelvezetésének megépítését foglalta magában. Alapvető probléma volt, hogy a három autópályát Budapest közelében jelentős forgalom terheli, nagyarányú tehergépjármű forgalommal. Ezért az esetleges pályaelhagyásos balesetek esetén, melyben a jármű a szemközti irányba haladó forgalommal találkozhat a fizikai elválasztás átszakítása miatt, a halálos kimenetelű ütközés veszélye jelentősen nő. Az érintett szakaszokon további gondot jelent, hogy a meglévő elválasztó acélkorlátok dupla sorban nincsenek töréskereszttek által minősítve, így a visszatartási fokozatuk ismeretlen. Építésük idején még nem volt érvényben ilyen jellegű besorolás és követelmény a magyar szabványban, mely csak 2001 óta tér ki erre a szempontra.

A 2015-ben kihelyezett betonelemeket, az M3 és M5 említett szakaszaira a Ferrobeton Zrt. gyártotta, főként KT1-es elemek, míg az M7-esre az SW Umwelttechnik Magyarország Kft. által forgalmazott termékek. Keresztmetszeti elhelyezésük duplasoros megoldás (15. ábra), míg az üzemi átjárókban, egy sorban, azonban magasabb elemek kerülnek. Ilyen magasabb terelőelemeket telepítettek a védendő portálok és műtárgylábak mentén is. Vízelvezetési szempontból fontos, hogy az elválasztó sávot, a korábbi növényzetének eltávolítása után, leburkolták, a csapadékvíz elvezetését pedig az elválasztó sáv alatt létesített hosszirányú csapadékcatorna oldja meg.



15. ábra M3 mintakeresztelvény részlet, fizikai elválasztás H2 terelőelemmel (forrás: Magyar Közút – Építési engedélyezés nélkül megvalósítható forgalombiztonsági intézkedések tanulmány)

4. Európai kitekintés

A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló, EU 2008/96/EK irányelv célkitűzése az európai úthálózat egységesen magas közlekedésbiztonsági szintre emelése. (Az Irányelv rendelkezéseit a hazánkban a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló 176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet helyezte hatályba.). Az Irányelv a

- közúti biztonsági hatásvizsgálatokra,
- a közúti biztonsági auditokra,
- a közúthálózat közlekedésbiztonságának kezelésére,
- közúti biztonsági felülvizsgálatokra vonatkozó eljárások, tagállamok általi létrehozását és végrehajtását írja elő. (Európai Parlament és a Tanács 2008/96/EK irányelve)

Az Európai Bizottság 2011 márciusában kiadott Fehér Könyve szerint 2020-ra, a 2011-es állapotokhoz képest, a felére kell csökkenteni a közúti halálos áldozatok számát. Hosszabb távom pedig, 2050-re szinte nullához kell közelíteni ebben a mutatóban. E célkitűzések eléréséhez pedig, többek közt a közúti infrastruktúra fejlesztése, egységes besorolások és stratégiák meghatározása útján kell eljutni. (COM(2011) 144)

Egyesült Királyság

2005 januárja óta az Egyesült Királyság Autópálya Ügynöksége (UK Highways Agency) által meghatározott irányelv szerint minden újonnan épülő autópályán beton elválasztó elemeket kell alkalmazni középső elválasztásként. A már használatban lévő hálózaton pedig az adott elem életciklusának lejártakor kell betonelemekre cserélni a meglévőket. A kormányzati irányelv szerint a jövőben minden közúti visszatartó elem betonból kell, hogy készüljön, hacsak a helyzet speciális körülményei máshogy nem kívánják. Fontos részlet, hogy a beton elválasztó elemek kizárólag a középső elválasztásnál kötelezőek a gyorsforgalmi utakon, míg a szélső visszatartó elemek továbbra is készülhetnek acélból. (UK DfT, 2005)

Írország

A beton elválasztó elemek mára széles körben elterjedtek az országban. Az újonnan épülő autópályákon már beton elválasztást alkalmaznak, míg a meglévőkön folyamatosan erre cserélik az acél vezetőkorlátokat. Az M6 és M8 autópályákon már beton terelőelemek találhatók. (Concrete Step Barrier, wikipedia.org)

Svédország

1997 óta a svéd Parlament által jóváhagyott Vision Zero közlekedésbiztonsági projekt van érvényben, melynek célja a halálos és súlyos balesetek teljes mértékű megelőzése, olyan áron is, hogy „az élet és egészség sosem cserélhető fel más haszonra a társadalomban”, ellentétben a klasszikus költség-haszon elemzésekkel. (Ezra Hauer, 2010)

A Vision Zero négy alapvetése, az *Etika*: az emberi élet és egészség minden mobilitási és közlekedésszervezési szempont felett áll. *Felelősség*: A felelősséget meg kell osztani az úthasználók és a szolgáltatást nyújtó, fenntartó közt. *Biztonság*: Az infrastruktúrának az emberi sérülés minimalizálására kell törekednie, a baleset lehetőségének megelőzésében, valamint súlyosságának mértékében is. A *változás mechanizmusa*: A szabályalkotók, szolgáltatást nyújtók elsődlegesen felelősek a közlekedésbiztonságért, azonban az útfelhasználókkal együtt, közösen kell törekedni és változni a biztonság elérése érdekében. Érdemes még kiemelni, hogy a Vision Zero kiemelten foglalkozik a sebességhatárítás kérdésével, hogy melyek az optimális értékek az elérendő biztonság érdekében. (Vision Zero, wikipedia.org)

Szlovákia

A D1 autópálya 2010-ben átadott Sverepec – Vrtilžer közötti szakaszán magas profilú New Jersey elemek kerültek elhelyezésre, a vízelvezetés pedig a betonelemek talprészén keresztül az elválasztó sávban található csatornába történik. A D3 autópálya rövid megnyitott szakaszán, 2007 óta Jersey elválasztó elemek találhatóak, valamint az R1 autópályán is.

Franciaország

Franciaországban az újjépítésű szakaszokra beton elválasztást terveznek, a meglévő acélkorlátok minősítési tesztjére programot határoztak meg. (Reformút Kft., 2011)

Erre példa a 2011-ben elkészült A19-es autópálya, melyen New Jersey típusú beton elválasztó elemeket alkalmaznak, vízelvezetése pedig a rézsű alján található talpárokkal megoldott.

Németország

Németországban alapvetően a középső elválasztósávot nem kezelik kivételesen, mint a közlekedésbiztonság többi alkotóelemét. A 2009-es német előírás alapján, ahol egy-egy objektum védelme fontos az útpálya környezetében, beton terelőelemet kell alkalmazni. (Reformút Kft., 2011)

A német előírásban, a magyarral ellentétben, nem feltétlenül acélkorlátot ábrázolnak középső elválasztásnak, hanem egy sematikus téglalap alakzat van feltüntetve, hogy ne sugalljanak előnyben részesítendő visszatartó rendszert. Az új magyar KTSZ tervezetében már szintén így fog megjelenni adott keresztmetszeti ábrákon.

5. Baleseti adatok elemzése

5.1. Áttekintés, források, módszerek

Vizsgálatom során a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ (továbbiakban KKK) és a Magyar Közút Nonprofit Zrt. (továbbiakban Magyar Közút vagy MK) által kapott baleseti statisztikák és adatok alapján dolgoztam. A forgalomszámlálási adatokat a MK honlapjáról (www.kozut.hu) töltöttem le évekre lebontva. A forgalmi adatok esetén útkapacitás és kihasználtság értékét 2007-től, míg a Mértékadó ÓraForgalmat (MOF) 2008-tól tüntetik fel a táblázatban. Mivel Magyarországon kevés helyen történt szalagkorlát vagy elválasztó festés betonelemre való cseréje, vagy fordítva, ezért a pontos összehasonlításért csak arra a néhány szakaszra támaszkodhattam, ahol ilyen beavatkozás történt, és azóta eltelt néhány év, hogy visszajelzést is kapjunk róla. Ilyen található például az M0-áson, valamint az M1-M7-es közös szakaszán (20. ábra). Ezeken kívül néhány további helyszínt is megvizsgáltam, és a balesetek jellegéből adódó levonható következtetéseket kerestem. Adatforrásként felhasználtam továbbá az interneten fellelhető híradásokat, hogy a halálos balesetek körülményeiről információhoz juthassak, melyek a statisztikákból nem kiolvashatók.

Előjáróban érdemes megjegyezni, hogy a KSH baleseti adatainak utólagos elemzését nehezíti, hogy esetenként pontatlan az útszelvény meghatározása, illetve a baleset jellegét mindenképpen egy adott kategóriába sorolják, holott elképzelhető több kategória együttes megtörténte is. Ezekre a nehézségekre hívta fel a figyelmet a GRSP Magyarország Egyesület által szervezett nemzetközi konferencia is 2015 júniusában. A rendezvényen előadóval képviseltette magát, többek közt, a KKK, WHO, ORFK és a NKH. (Simon V. A., 2015, p36-39)

Az M0-ás autópályát, M1 és M7 közti, 3 km-es szakaszán több éven át VARIO-GUARD acél terelőelem volt használatban, mely nem tartozik szorosan a klasszikus szalagkorláthoz a kialakítása miatt, azonban vizsgálatát fontosnak éreztem, így ezen elemmel kapcsolatos baleseti adatokat megvizsgáltam az 5.5.-ös fejezetben.

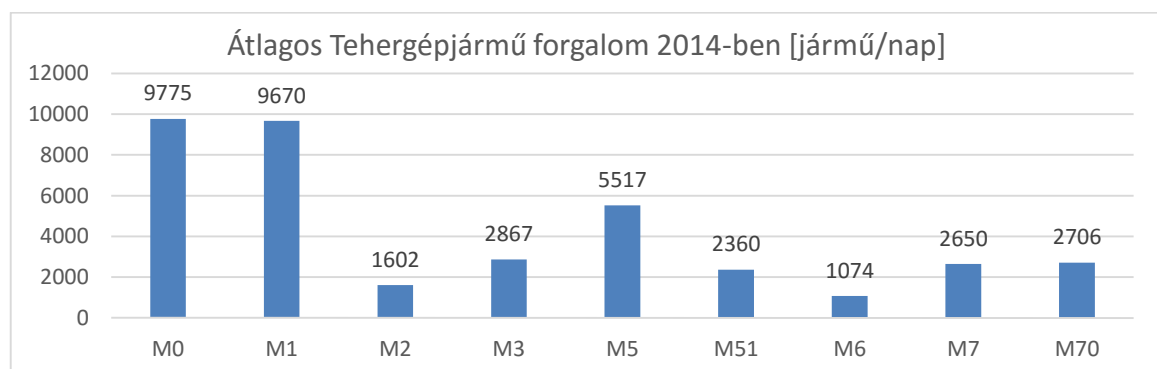
Továbbá igyekeztem figyelembe venni, hogy a balesetekhez mekkora forgalmi terhelés társul az adott szakaszon, és ez milyen mértékű az út kapacitásához képest, hiszen egy zsúfolt, erősen terhelt részen nagyobb valószínűséggel történnek balesetek, mint egy kis forgalmú úton. Mivel a részletesebben vizsgált szakaszok több esetben néhány km

hosszúak, a baleseti számok a sávelhagyás utáni frontális ütközéssel kapcsolatban, mely szakdolgozatom témája, olyan alacsonyok, hogy nem feltétlenül vezet célra, ha MOF vagy ÁNF értékhez viszonyítjuk őket. Ezért grafikonon nem érdemes ábrázolni őket, hanem az elemzés szövegében tesztek említést róluk. (Ehhez nagyobb mintára lenne szükség.) A frontális ütközéseket okozó lehetséges tényezőkre az elemzés során igyekeztem rávilágítani.

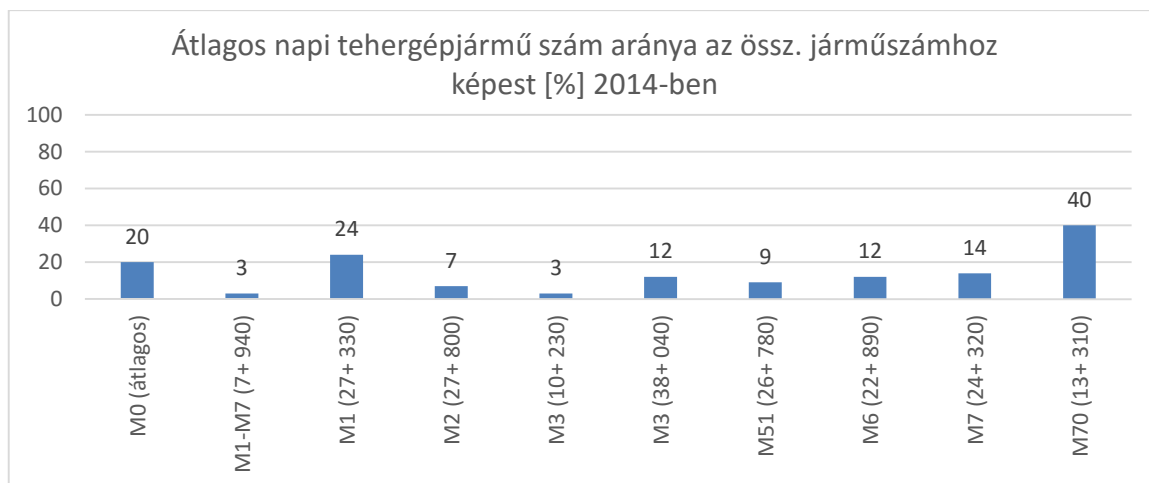
A Magyar Közút forgalomszámlálási adatsorában, a kapacitás oszlopban, az *eltűrhető* érték van feltüntetve, ennél a *megfelelő* érték alacsonyabb.

5.2. Vizsgált utak összegzett baleseti adatai

A középső biztonsági korlát átszakítása elsősorban a nehéz tehergépjárművek által következhet be, személyautó, tömegénél fogva jóval kevésbé képes erre. Ezért, először a vizsgált útszakaszok teljes pályájának vettem az átlagos napi forgalmát (16. ábra), mennyi tehergépjármű használja az utat napi átlagban. Ezekből jól látszik, az M0, M1 és M5 utakon a legjelentősebb a tehergépjárművek jelenléte, mely oka, hogy ezen autópályák a IV. Helsinki folyosó részei, jelentős nemzetközi áruforgalmat bonyolítanak le, és európai léptékben is jelentős útvonalak. Ezután ezeket a számokat összevetettem a teljes járműszámmal (17. ábra), mely az utat terheli, hogy a tehergépjármű forgalom aránya is megjelenjen, a megszámlálható járműszámon kívül. Itt észrevehető, hogy az M70-es autóúton, az imént említett utak mellett, szintén jelentős a tehergépjármű forgalom, sőt a teljes szám 40%-át ez a kategória teszi ki. Az M70-es autóúttal e fejezet a továbbiakban részletesebben is foglalkozik, ahol kifejtem, miért jelent gondot a fenti tény.



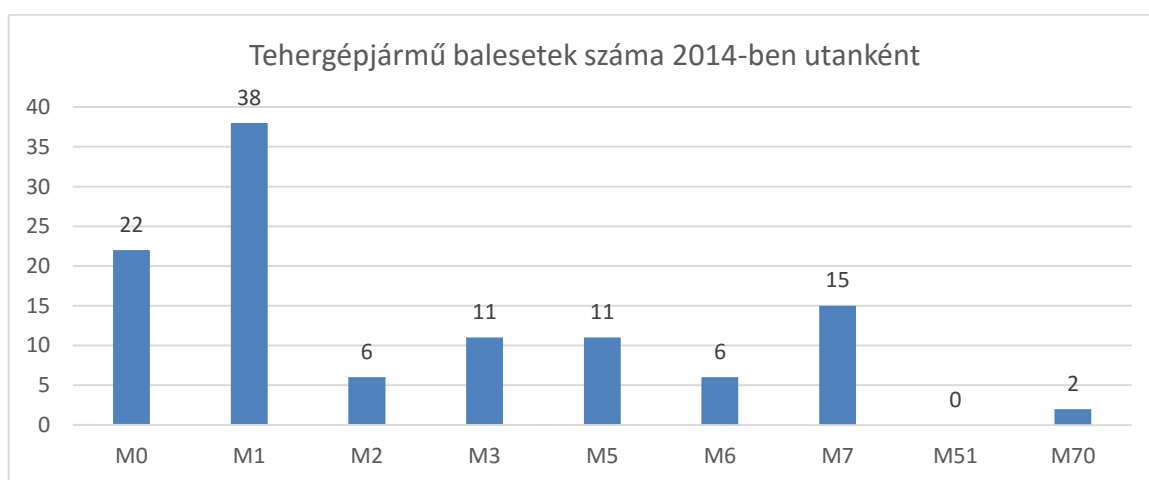
16. ábra Átlagos tehergépjármű forgalom (2014) (forrás: Magyar Közút Zrt.)



17. ábra Átlagos napi tgj. szám aránya %-osan (2014) (forrás: Magyar Közút Zrt.)

Természetesen az utanként számolt átlagos napi forgalomtól jelentősen eltérhetnek az egyes útszakaszok értékei. Jellemző Magyarországon, hogy Budapest 30-40 km-es körzetében a forgalom jelentősen megnő az autópályáinkon, köszönhetően annak, hogy hiányoznak az országot szelvényben átszelő gyorsforgalmi utak. Jól látható az is, hogy az M0 léte miatt, az átmenő tehergépjármű forgalom legnagyobb része elkerüli Budapestet belterületét.

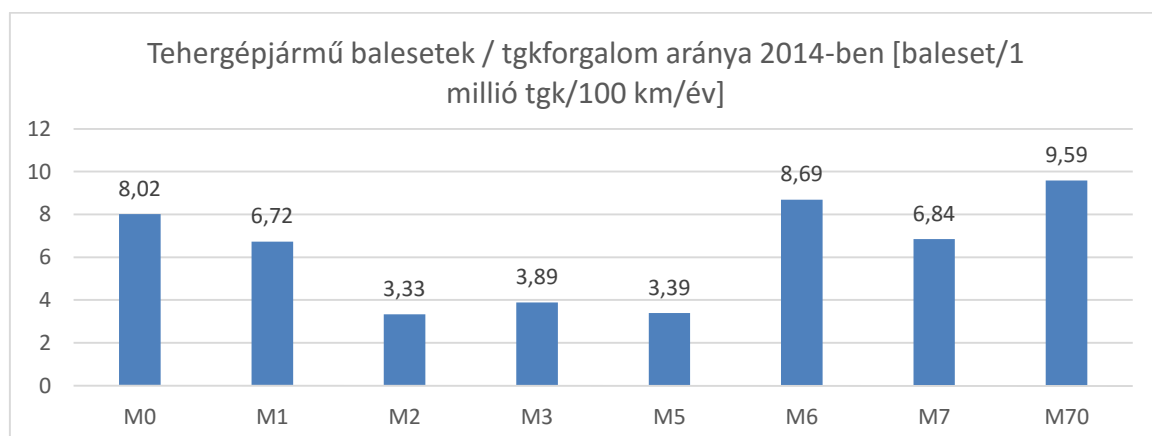
2014-ben a vizsgált utak közül az M1 autópályán, és az M0-áson történt a legtöbb tehergépjármű baleset (18. ábra). Nem meglepő, hiszen jelentős nemzetközi tranzitútvonal, a IV. Helsinki folyosó részei.



18. ábra Tehergépjármű balesetek 2014-ben utanként (forrás: KKK)

Hogy pontosabb képet kaphassunk, egy-egy út baleseti szempontból vizsgált veszélyességéről, tehergépjárművek esetén, figyelembe vettem az útszakaszok hosszát, és a forgalom nagyságát is (19. ábra), és ezzel kiigazítottam az adatsort, hogy

összehasonlíthatók legyenek az utak. Így már tisztábban látható, hogy az M2 autót kiemelkedően magas baleseti rátával rendelkezik, melynek okaira a szakdolgozat M2-es KBF-ről szóló része is rámutat, és e fejezetben később is külön tárgyalom a kritikus szakaszokat. A fenti 19. ábra is alátámasztja, a jelenlegi 2x1 sávos, fizikai elválasztás nélküli, autópályához illő vonalvezetésű kiépítettség sürgős beavatkozást igényel. Hiszen az M70 is hasonló infrastruktúrával, bár plusz elemként prizmás flexibilis jelzőfülekkel is ellátott vörös elválasztó festéssel, jobb mutatókkal rendelkezik az M2-esnél. Igaz, az autópályáinkhoz képest még ez is rosszabb érték. A különbség a két említett autót között, hogy az M2-es kapacitás kihasználtsága a MOF 100%-át meghaladja, addig az M70-en ez csak 50%-os értéket mutat, így egyértelmű, hogy a forgalom nagysága olyan mértékű, hogy csak útfejlesztéssel, kapacitásbővítéssel és fizikai elválasztással lehet a baleseti mutatókon javítani. Örömteli, hogy ez a fejlesztési projekt folyamatban van. A többi vizsgált útpályán nem tapasztalható kiugróan rossz baleseti mutató az átlaghoz képest. Továbbá elgondolkodtató, hogy Svédországban csak olyan utakon engedélyezik a 70 km/h feletti sebességet, ahol fizikai elválasztás van a forgalmi irányok közt, ez markánsan eltér a magyar gyakorlattól. Mivel a sebességhatár biztonságra gyakorolt hatásai olyan méretű téma, hogy egy teljes önálló tanulmány is összeállítható belőle, jelen szakdolgozatomban erre nem térek ki részletekbe menően, azonban említésre érdemes, hiszen a sebességkorlátozás megválasztásánál a fizikai elválasztás megléte sokkal szigorúbb Svédországban. (Holló P., 2015, p77)



19. ábra úthosszal és forgalom mértékével figyelembe vett baleseti ráta (forrás: KKK, Magyar Közút)

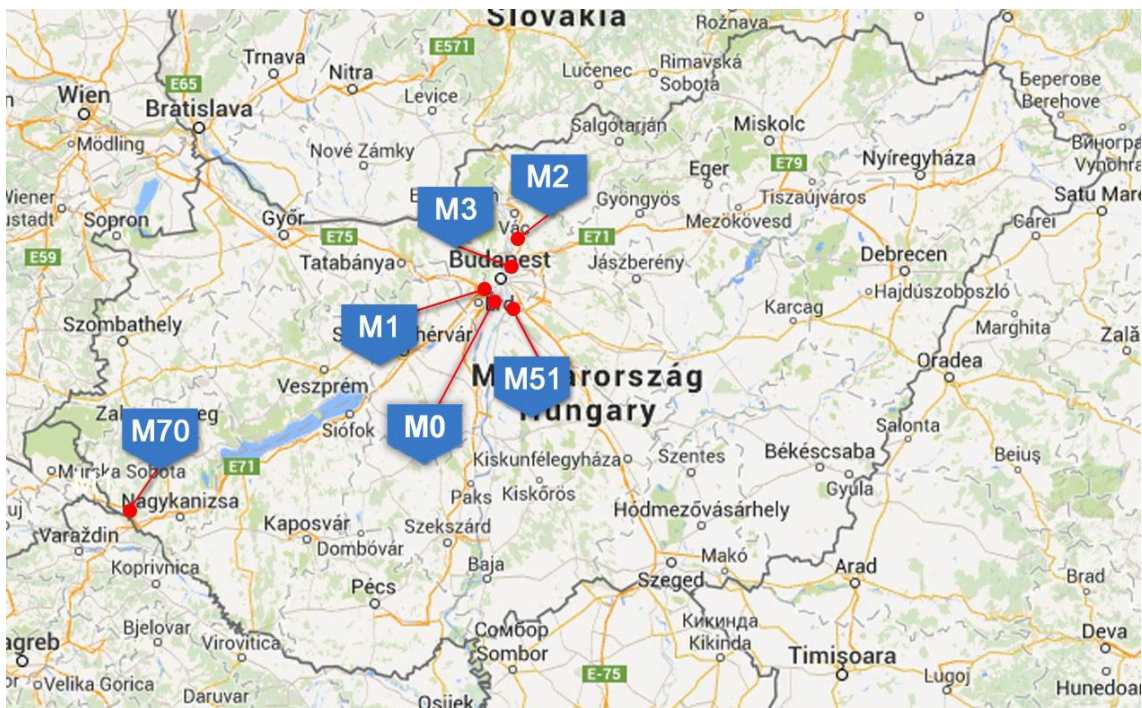
Fajlagos baleseti érték

Mivel egy balesetnek járulékos költségei is vannak az ország költségvetésére nézve, ezért e szempont figyelembe veendő a beruházás előkészítésekor, a költség-haszon elemzésben

és döntéshozatalban is. Előfordulhat, hogy a kezdeti befektetés, hosszú távra vetítve, az üzemeltetési költségek különbsége miatt, megtakarítást jelent a jövőben. Az NFÜ 2009-es útmutatója alapján a halálos áldozatonkénti költség 226 900 000 Ft, mely a központi költségvetést terheli. (NFÜ, 2009)

„A közúti baleseti költségeket három fő csoportba lehet sorolni (Yannis et al., 2005):

- anyagi káros balesetek
- általános költségek: adminisztratív költségek (rendőrség és tűzoltóság költségei, elsősegélynyújtás és szállítási költségek, biztosító társaságok költségei, bírósági költségek, kórházi kezelés és rehabilitációs költségek), kiesett gazdasági termelés kiesés,
- humán költségek: az élet statisztikai értelemben vett értéke, életminőség romlása.”
(Borsos A., 2010)

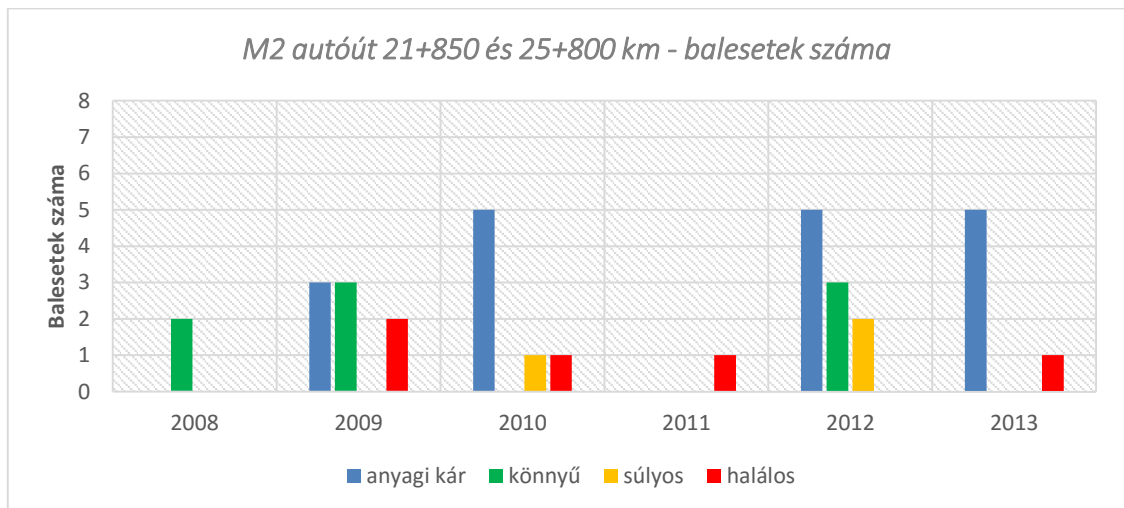


20. ábra Részletezve vizsgált útszakaszok átnézeti térképe (térkép: google.com)

5.3. M2 autótűt 21+850 és 25+800 km szelvény között

Az M2-es autótűt eredetileg autópályának tervezték, azonban csak a jobb pálya készült el belőle, amelyen jelenleg is zajlik a forgalom. E célból következően a nyomvonal kijelölésekor nagyobb tervezési sebességgel számoltak, így ebből adódnak a hosszabb egyenesek és nagyobb sugarú ívek, mint ami a 90 km/h-s sebességkorlátozáshoz illene. Ezért az autótűt jelen formájában nem felel meg teljesen az *önmagukat magyarázó utak*

elvének. Az M2-esen súlyos és tragikus kimenetelű balesetek legtöbb esetben a sávelhagyásra vagy ellenkező irányú forgalmi sávba történő áttérésre vezethetők vissza. Ezen okok miatt az útkezelő egy ideiglenes, ám Nyugat-Európában pozitív tapasztalatokkal bíró megoldás mellett döntött. Így készült el, Magyarországon először, 2009 őszén a dupla záróvonal közötti vörös elválasztó festés, 30 cm szélességgel, az M2 autópályán 21+850 és 25+800 km közötti szakaszán. Ez a beavatkozás átmeneti jellegű, mivel az M2 magyar-szlovák határig való meghosszabbítása és Vácig 2x2 sávossá fejlesztése előkészítő fázisban jár, kivitelezésre pedig az elkövetkezendő években kerülhet sor. A kiviteli tervek elkészítésére kiírták a közbeszerzési pályázatot, ahol meghatározták, hogy beton elválasztást kell majd alkalmazni az osztósávban, a Budapesthez közeli szakaszon.



21. ábra Balesetek száma az M2 autópályán 22+000 és 26+000 km szelvény között (forrás: Magyar Közút)



22. ábra Szembejövő járművel ütközéses balesetek száma a 22+000 és 26+000 kmsz. közti szakaszokon (forrás: KKK)

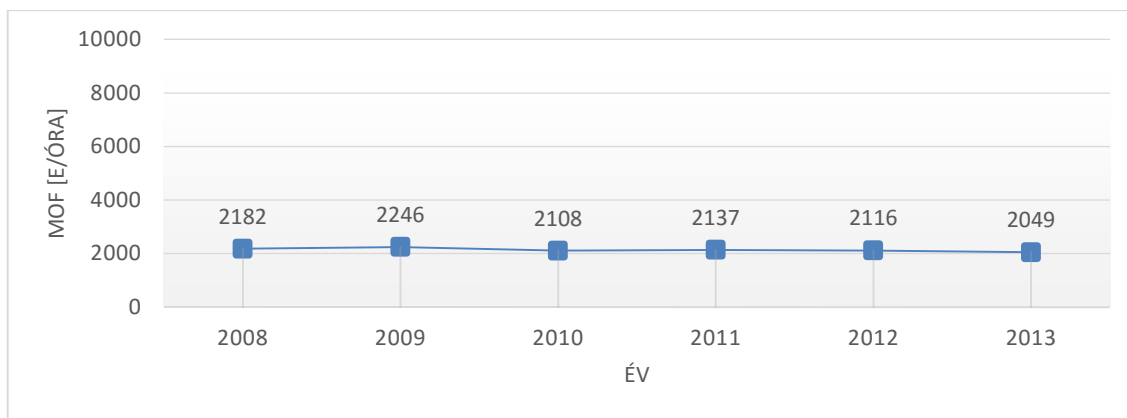
Önmagában a balesetek számát tekintve (21. ábra) nem jelenthető ki egyértelműen, hogy az útszakaszon ebben a mutatóban javulást lehetne megfigyelni az útkezelői beavatkozást követően. Azonban, miután megvizsgáltam a baleset okait, kiderült, hogy az áttéréses

balesetek száma csökkenő tendenciát mutat (22. ábra), de nem szűnt meg teljes mértékben, összességében az elmúlt években (2007-2015) 6 ilyen baleset történt a 22+000 és 26+000 km szelvények közti szakaszon.

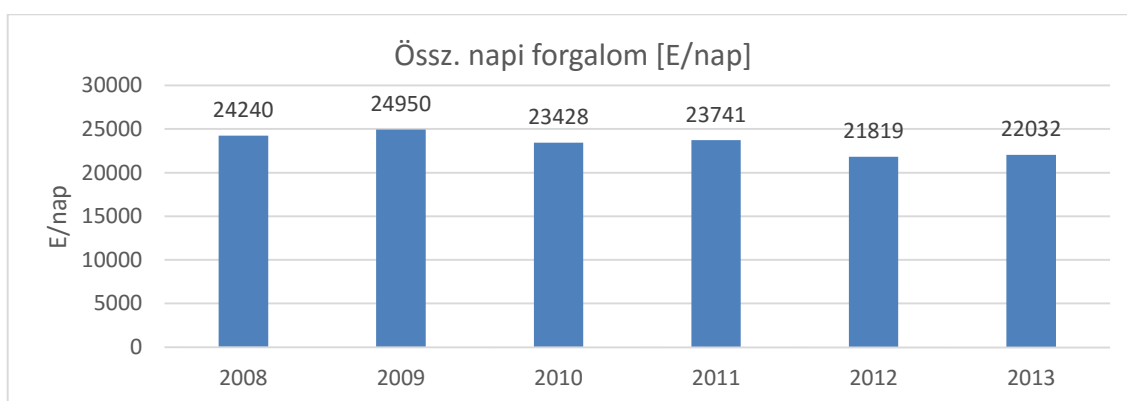
Ha a teljes autópályát vesszük figyelembe, akkor 2010-2012-ben 17 személyi sérüléssel járó, frontális balesetet jegyeztek fel (14. ábra). Az általam vizsgált 22+000 és 26+000 kmsz közti szakaszon 2011-ben 1 halálos baleset történt, melynél frontális ütközés miatt következett be, a vörös elválasztó festés ellenére. Ezen eset óta eltelt időszak alatt azonban a 22+000 és 26+000 km szelvények között nem történt halálos kimenetelű, szembe érkező járművel történő ütközés. Az út többi része továbbra is vonzza a veszélyhelyzeteket, idén, 2015-ben 2 halálos esetet jegyeztek fel, mindkettő a 2x1 sávós, elválasztó vörös festés nélküli szakaszokon, ahol hosszú egyenesek találhatók. Itt az előzés megengedett, a sebességkorlát pedig 90 km/h, azaz a korábban vázolt kockázatok jelennek meg.

Az út nyomvonal kialakítása a járművezetőket nem ösztönözi a sebességük útkategóriához illeszkedő megválasztására, így gyakoriak az azonos menetirányba haladó járműütközések, melyek csúszós út-, és rossz látási viszonyok között fordulnak elő, feltorlódott forgalom esetén. További fontos tényező az M2 e szakaszára, hogy kapacitása 2000 E/óra értékben van meghatározva, mely az eltűrhető forgalom nagyság, ezzel szemben a MOF értéke ezt évek óta meghaladja (23. ábra).

Tehát önmagában az elválasztó festés bár segíthet visszatartani a járművezetőket, ekkora forgalom (24. ábra) esetén már nem csupán a veszélyes előzési kísérletek jelentik önmagukban a gondot, hiszen a vonalvezetés adottságai miatt a sebesség, előzési kísérlet nélkül is, 90 km/h fölött lehet. Kiemelt baleseti típus továbbá a sávelhagyás, szilárd tárgynak ütközés nélkül, mely szintén több okra vezethető vissza, úgymint rosszullét, sebességkorlát túllépése, éberség csökkenése, rossz időjárás- és útviszonyok, alkoholos befolyásoltság alatti vezetés.



23. ábra MOF az M2-es autóúton 20+520 és a 33+860 km szelvény között (forrás: Magyar Közút)



24. ábra Össz. napi forgalom az M2-es autóúton a 20+520 és a 33+860 km szelvény között (forrás: Magyar Közút)

5.4. M70 3+650 és 9+320 km, valamint 11+760 és 16+670 km között

„Az M70 autót az M7-es autópályának a szlovén A5-ös autópálya irányába tartó szakaszának leágazása. Az M70-es révén a szlovén határig lehet eljutni anélkül, hogy belépni Horvátország területére.” (M70 autót, www.wikipedia.org)

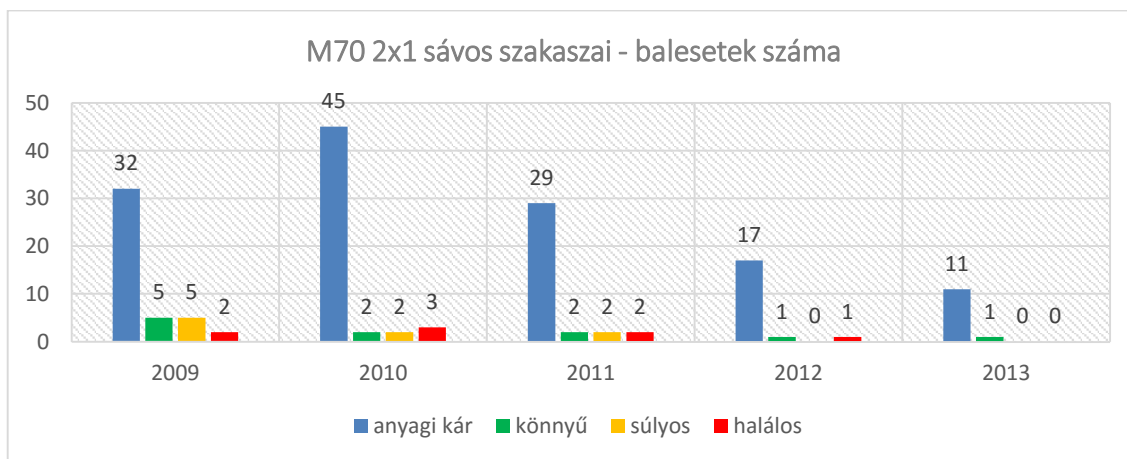
Az M70-es autót szintén autópályának tervezték, azonban csak 2x1 sávossal kiépítéssel készült el (25. ábra), a csomópontok kivételével, ahol 2x2 sávossá bővül a pálya. 2005-ben adták át, a rajta közlekedők nagy százaléka pedig külföldi állampolgár. Az útszakaszon több tragikus kimenetelű baleset is történt a használatbavétel óta, melyek közül a legsúlyosabb a 2011 őszi hat halálos áldozattal járó eset. A balesetek, főként a 2x1 sávossal kiépítettségnek is köszönhetően, éjjel és hajnalban következtek be (28. ábra), szinte mindig sávelhagyás után, az ellenkező irányba történő áttérés, majd az ebből következő frontális ütközés miatt. A történetek okán a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium 2011-es döntése alapján az M70-es autót 2x2 sávossá kell teljes hosszában kiépíteni. Azonban, mivel ez a projekt éveket vesz igénybe, azonnali beavatkozásként 2011 végére

a 2x1 sávós szakaszokon dupla záróvonalat és közte vörös elválasztó festést, továbbá akusztikus sávelválasztó jelzőfüleket helyezett el az ÁAK Zrt. (ma a Magyar Közút része). Ezek optikai hatásukkal tartják vissza a járművezetőket, hogy áttérjenek a másik sávba, illetve akusztikai hangkeltés révén a volánnál elalvót is figyelmeztetni tudják. Az autópályán történt balesetek és súlyosságuk miatt 2011. július 5-én a NFM eseti munkacsoportot hozott létre a 2x1 sávós autópályák felülvizsgálatára. A munkacsoport véleménye szerint a jövőben 2x1 sávós autópályát nem szabad építeni fizikai elválasztó rendszer nélkül. (Strbik L., 2011, p34-36)



25. ábra Elválasztó festés és jelzőfülek az M70-esen (forrás: google.com)

Továbbá a kihelyezett jelzőtáblákat is felülvizsgálták, több helyen idegen nyelven is tájékoztatják a közlekedőket az épp várható forgalmi rendről. Ez különösen fontos, hiszen sok külföldi állampolgár használja az utat. Továbbra is gondot jelent, hogy az M70 elnevezés autópályát sejtet, de legalábbis fizikai elválasztású gyorsforgalmi utat, így főként az autópályát először használók többször nem megfelelő haladási sebességet választottak, és előfordult, hogy nem számítottak szembejövő forgalomra.



26. ábra Balesetek száma az M70-es autópályán a 2x1 sávós szakaszokon (forrás: Magyar Közút)

A baleseti számokat megvizsgálva látható (26. és 28. ábra), hogy az optikai hatással visszatartó vörös festés középső elválasztásként hatékonyan csökkentette a baleseti számokat az M70-esen. A korábbi, több halálos áldozatot követelő balesetek a 2011 végi átadás óta megszűntek (27. ábra). A beavatkozás óta egyetlen halálesemény történt, azonban ennek oka álló járműnek való ütközés és nem pedig szemben érkező jármű. Mivel a vörös elválasztó festés a dupla záróvonallal visszatartja a gépjárművezetőket az előzéstől, és megfontoltabb vezetésre készíti őket, az anyagi káros balesetek gyakorisága is csökkenő tendenciát mutat.

	Könnyű	Súlyos	Halálos
2007-2011	3	4	3
2012-2013	0	2	0

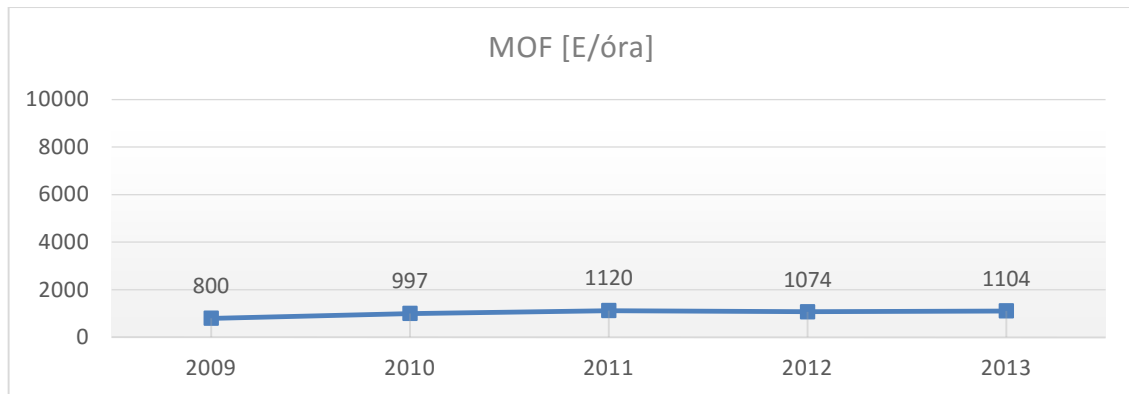
27. ábra Szembejövő járművel ütközéses balesetek száma az M70-esen (forrás: KKK)

Baleset okai	Nappal	Éjjel
Szembe haladó járművek összeütközése	4	12
Álló járműnek ütközés	1	0
Pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	1	1
Egyéb	0	1
Összesen:	6	14

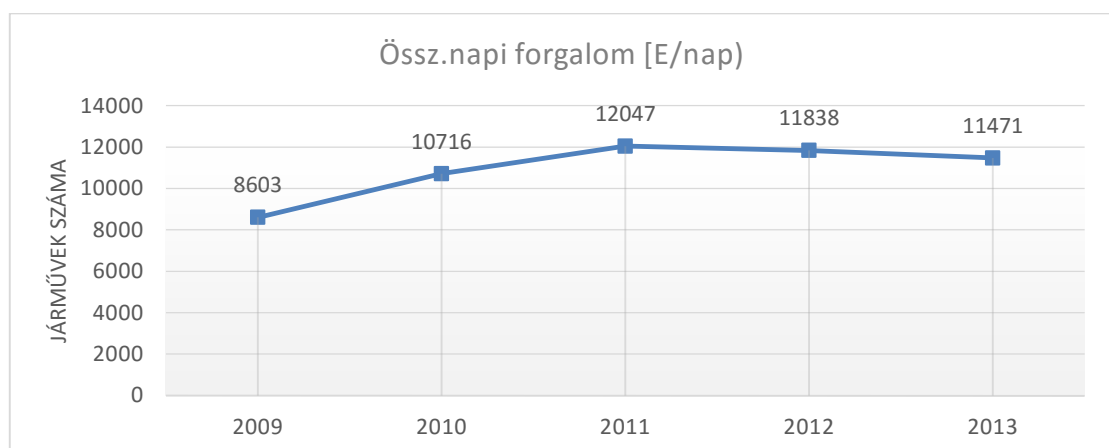
28. ábra Súlyos vagy halálos kimenetelű balesetek 2007-2013 között az M70-esen (forrás: KKK)

Az út kapacitása jelenlegi kiépítettség mellett 2000 E/óra, mely önmagában nem indokolja a 2x2 sávossá bővítést, hiszen a MOF értéke az elmúlt 3 évben 1100 E/óra körül alakult (29. ábra). Ezzel ellentétben áll, hogy teljes mértékben a festés nem előzheti meg a frontális ütközéseket a jövőben, ezért a munkacsoport javaslata szerint a fizikai elválasztás kiépítése elkerülhetetlen. Érdekes lehet párhuzamba állítani az M2-es és M70-es autópályákat, hiszen hasonló kiépítettség és kapacitás jellemzi őket. Elmondható az összehasonlításuk alapján, hogy nem elég pusztán a vörös elválasztó festés és záróvonal az M2-esen, mert egy bizonyos forgalom nagyság felett már kevésbé tudja a halálos áldozatok számát csökkenteni, hiszen ekkor már a forgalom mértéke is jelentős tényezővé válik. Ezért ilyen esetekben, ahol nagy forgalom is terheli az utat, szükségessé válik a fizikai elválasztó rendszer alkalmazása, vagy akár a kapacitásbővítés is. Amint a tervezett 2x2 sávossá átépítés és fizikai elválasztás elkészül, várhatóan jelentősen csökkenni fog a balesetek száma, és súlyossága mindkét autópályán.

Bár az M70-esen a napi forgalom mértéke az út kiépíttségéhez viszonyítva nem magas (30. ábra), azonban a tehergépjárművek aránya, a teljes napi átlagos járműszámhoz képest kiugró értéket mutat (17. ábra). Egyetértve a munkacsoporttal, forgalombiztonsági és életvédelmi szempontból ezért indokolt a gyorsforgalmi út 2x2 sávossá bővítése.



29. ábra MOF az M70-es autótú 2x1 sávós szakaszain (forrás: Magyar Közút)



30. ábra Össz. napi forgalom az M70-es autótú 2x1 sávós szakaszain (forrás: Magyar Közút)

5.5. M1-M7 autópályák közös szakasza 5+600 és 11+800 kmsz. között

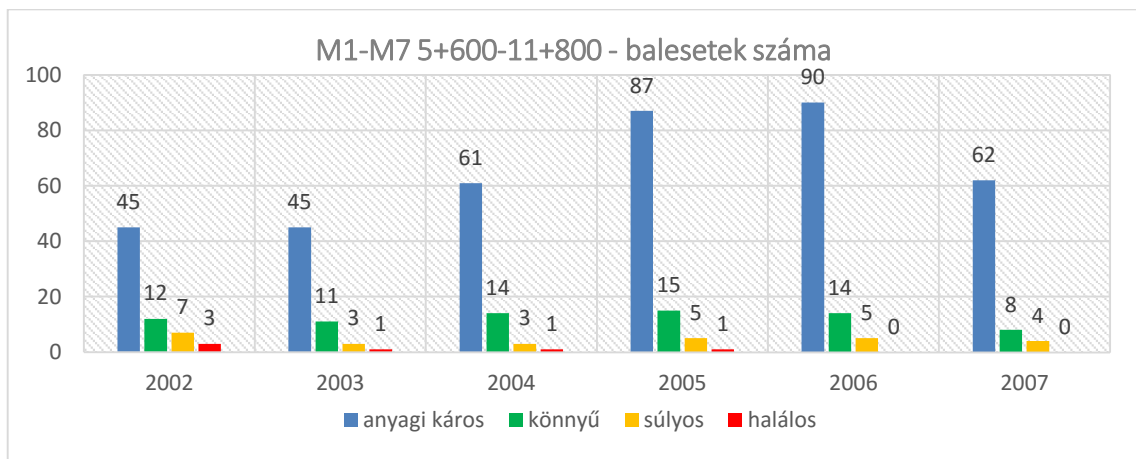
Az M1-M7 közös szakaszát 1964-ben adták át a forgalomnak. Az M1-es Hegyeshalom, míg az M7-es a Balaton irányába folytatódik az elváási pont után. Ez a rész ma Magyarország kulcsfontosságú autópálya szakaszai közé tartozik, mely gyorsforgalmi úton nyújt összekötést Ausztriával és Horvátországgal, és a IV. Helsinki folyosó része is egyben. A két autópálya közös szakasza jelenlegi kapacitását 1978-ban érte el, amikor is 2-2 sávval bővítették ki az akkori útszakaszt, így jelenleg a vizsgált keresztmetszetben 2x3, részben pedig 2x4 sávós az autópálya, melyet dupla sorú, H4 visszatartási fokozatú, beton Jersey-elem oszt ketté az osztósávban (31. ábra). Ezek a betonelemek 2003-2004-ben váltották fel az addig acél szalagkorlát megoldást.



31. ábra M1-M7 közös szakasza dupla Jersey-elem elválasztással (forrás: google.com)

Ez az útszakasz rendkívül terhelt forgalommal, évek óta 100% feletti kapacitással üzemel, 2014-ben az ÁNF értéke 106 942 jármű/nap volt, az út kapacitás kihasználtsága pedig 103%. Az eltűrhető MOF értéke 10 468 E/ó. A 2000-es évek elején is tapasztalható forgalom növekedés az évtized végére megállt, és jelenleg 110 000 E/nap körül alakult az elmúlt években. (forrás: Magyar Közút).

Az emelkedő tendencia megállása az M0 folyamatos bővülésének köszönhető, hiszen az átmenő forgalom egy része immár el tudja kerülni a várost. E tekintetben fontos lenne az M0 teljes befejezése, azonban erre legalább a 2020-as évek végéig még várni kell a jelenlegi állás szerint.



32. ábra Balesetek száma az M1-M7 közös szakaszán 5+600-11+800 km szelv. között (forrás: Magyar Közút)

A baleseti adatok számát mutató diagramot vizsgálva (32. ábra) több dolog is észrevehető. Egyrészt, a beton elválasztásra való áttérés után a balesetek súlyossága csökkent. Másrészt, emelkedett az anyagi káros balesetek száma, amely betudható a forgalom

egyidejű növekedésének is. A 2000-es években a mérési szakaszok és pontok változtak, előfordul év, mikor nincs adat erről a részről, ezért grafikonon nem lehet ábrázolni a forgalomnövekedés értékét. A 2002-es forgalomszámlálási adat szerinti 73e jármű/nap érték 2006-ban 121e jármű/napra nőtt, ennek ellenére, ahogy említettem, a beton a sérüléssel baleseti számok stagnálása és csökkenése remek eredmény, a közel megduplázódott forgalmat figyelembe véve. A halálos balesetek száma csökkent, és volt év, mikor nem is történt tragédia. A balesetek természetének vizsgálatakor feljegyeztem, hogy nincs jelen az ellenkező menetirányba történő áttérés, teljes kapacitás kihasználtság ellenére sem, amely fontos eredménye a dupla beton elválasztó elemsornak.

Anyagi káros baleset sok esetben a nagy forgalom miatt, ráfutásos, előzéses helyzetekből alakulhatnak ki, ilyenkor az azonos irányba haladó járművek összeütközésével végződik a konfliktushelyzet. Ezeket pedig főképp az út kapacitáson felüli kihasználtsága okozza, így e tényező, a tanulmány témájában szereplő, középső elválasztó megoldásoktól független, és más jellegű forgalomtechnikai, illetve építési beavatkozást igényel. E probléma egyik lehetséges feloldása lehet például kapacitásbővítés, vagy az útszakasz tehermentesítése.

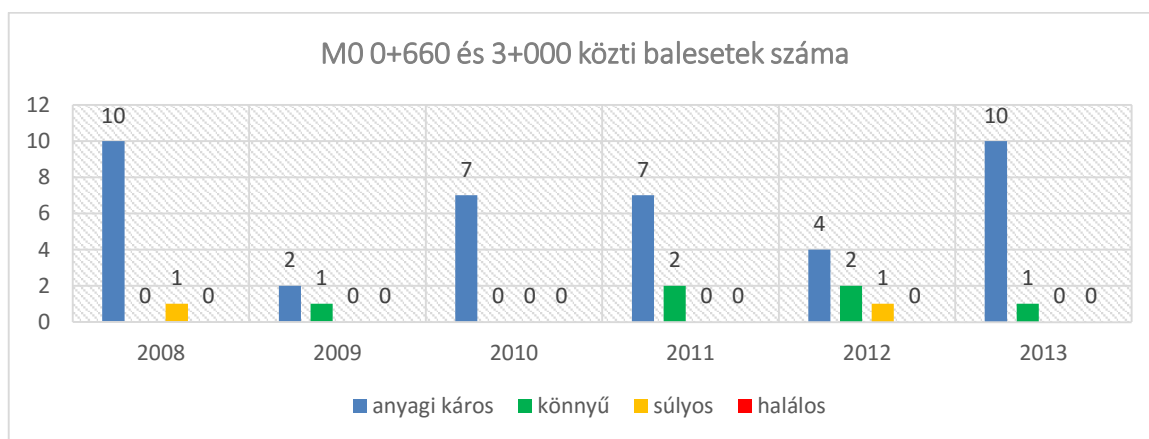
5.6. M0 autópálya a 0+000 és 3+000 kmsz. között

Az M0 e szakaszát 1990-ben adták át a forgalomnak, azonban csak a jobb pálya készült el, így 2x2 sávon, leállósáv nélkül, kezdetben elválasztás nélkül haladt a forgalom. Azonban a sok baleset miatt német gyártmányú VARIO-GUARD (33. ábra) acél terelőkorlát elemsort telepítettek (részletesebb ismertetést lásd 2.4.2. fejezetben). Kiemelendő, hogy ebben az esetben nem állt rendelkezésre 2,5-3,6 méter széles elválasztósáv. Újonnan építendő gyorsforgalmi úton a fizikai visszatartó rendszerek alkalmazásának tervezésekor figyelembe kell venni a rendszer hatástartományát is, mely nem nyúlhat bele a forgalmi sávokba. Újabb változás 2014 nyarán következett, ekkor kezdték meg a bal pálya megépítését is, mely 2015 nyaráig tartott, amikor is a forgalmat a frissen megépült bal pályára áttérve, megkezdték a jobb pálya felújítását. A teljes 2x3 sáv + leállósávós keresztmetszetet 2015 novemberében vehették birtokba az autósok, fizikai elválasztásként pedig Ferrobeton KT1 (lásd Mellékletekben) elemeket alkalmaztak.



33. ábra VARIO-GUARD korlátrendszer az M0-áson 2014-ben (forrás: maps.google.com)

A vizsgált szakasz **Mértékadó ÓraForgalom** értékét nem ábrázoltam grafikonon. Ennek oka, hogy a 2008 és 2014 között az útkezelő által mért forgalomszámlálási adatok a 0+000 (M1 autópálya) km szelvénytől hol a 4+024 km szelvényig (az M7-esen ~ 500 m-rel túl), másik évben pedig egészen a 8+641 km szelvény környékéig érvényesek, és jelentős eltérést mutatnak a különböző mérési tartományok. Ezért a legfrissebb 2014-es adat szerint, e szakaszon a MOF értéke 4803 E/óra volt, mely 75%-os kapacitás kihasználtságot jelent. Az Átlagos Napi Forgalom értéke ~40e jármű/nap, melynek 25%-a tehergépjármű.



34. ábra M0 0+660 és 3+000 km közti balesetek száma (forrás: MK és KKK)

A balesetek számát tekintve (34. ábra) elmondhatjuk, hogy halálos baleset nem történt, és súlyos is csak 1-1 esetben, bizonyos években. A pozitív üzemeltetői tapasztalatokat a szakaszt kezelő Szigetszentmiklósi Mérnökség vezetője is alátámasztja, melyről részletesebben a 2.4.2.-es fejezetben tettem említést. (Juhász Cs., 2015)

Ezen tapasztalatok alapján úgy vélem, érdemes lenne a VARIO-GUARD elemek alkalmazási lehetőségét megvizsgálni más gyorsforgalmi úton is Magyarországon, ahol H2 visszatartási fokozat kielégítő. Különösképp, ha a baleseti adatok okait vizsgáljuk meg (35. ábra), hiszen szembejövő járművel történő ütközés egyáltalán nem történt, a vizsgált 6 éves időszak alatt, annak ellenére sem, hogy átlagosan napi 40 ezer jármű, melyből 10,8 ezer tehergépjármű, használta az utat.

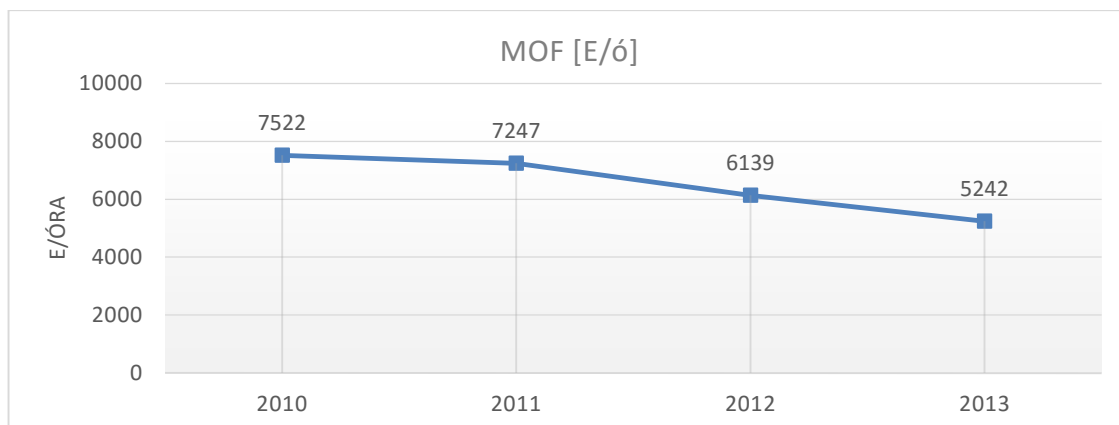
Baleset oka	Könnyű	Súlyos	Halálos
azonos irányba haladó járművek összeütközése	2	0	0
egyenesen haladó és kanyarodó járművek összeütközése	1	0	0
álló járműnek ütközés	1	0	0
pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	2	1	0
egyéb	0	1	0

35. ábra M0 0+660 és 3+000 km között, szembejövő járművel ütközéses balesetek száma 2008-2013 között
(forrás: KKK)

5.7. M51 autóút (régén M0 23+200 és 28+800 kmsz. közti szakasz)

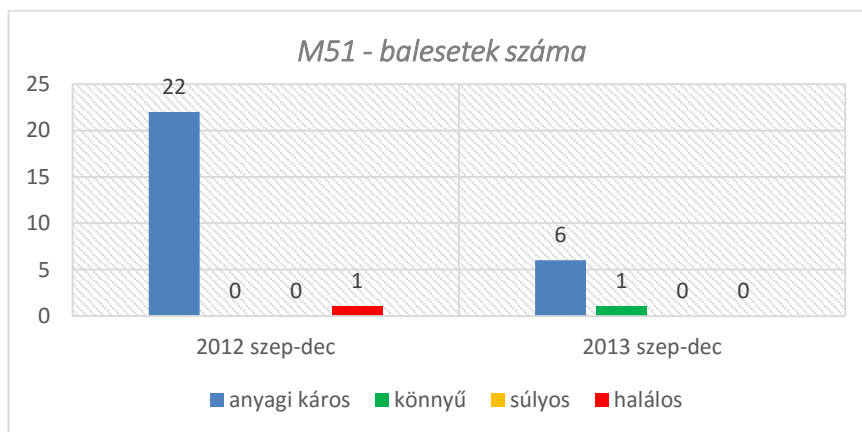
Az M51-es autóút 1988-ban épült, az M5-ös autópálya és az 51-es főút között, 2×2 sávval, leállósáv nélkül, amely korábban az M0-s körgyűrű déli szektorának részét alkotta. Azonban 2013 óta megépült az átkötés az M5 és az 51-es út között, így ma ez a szakasz nem tartozik az M0 autóúthoz. (M51-es autóút, www.wikipedia.org)

Középső elválasztásként betonelemeket telepítettek. Az út kapacitása 6400 E/óra értékben került meghatározásra, amely kihasználtsága 2012-ig 100%-ot meghaladó mértékű volt (36. ábra). Azonban 2013-ban átadták a fentebb említett átkötő M0 szakaszt, így az M51 forgalmi terhelése mérséklődött, 2013-ban a kapacitás 82%-ra), míg a napi összforgalom a korábbi 80 000 E/nap körüli éves értékekről 2013-ban 61 674 E/nap értékre.



36. ábra MOF az M51-es autópályán (forrás: Magyar Közút)

A baleseti statisztikák alapján megállapítható, hogy ezen útszakaszon az elmúlt években nem történt az ellenkező forgalmi irányba áttérésből adódó baleset, amely a nagymértékű forgalom mellett jelentős eredmény, az anyagi káros esetek száma is jelentősen lecsökkent (37. ábra). Az okok tovább vizsgálatakor megállapítottam, hogy a balesetek többsége az azonos irányba haladó járművek ütközése következtében alakul ki, melyek nem képezik a szakdolgozat témakörét. Azonban ezek könnyű sérüléssel, és anyagi káros balesetek túlnyomó többségben. Összegezve, a betonelemek alkalmazása sikeresen védi a közlekedőket, hogy az ellenkező forgalmi irányból járművel ne ütközhessenek.

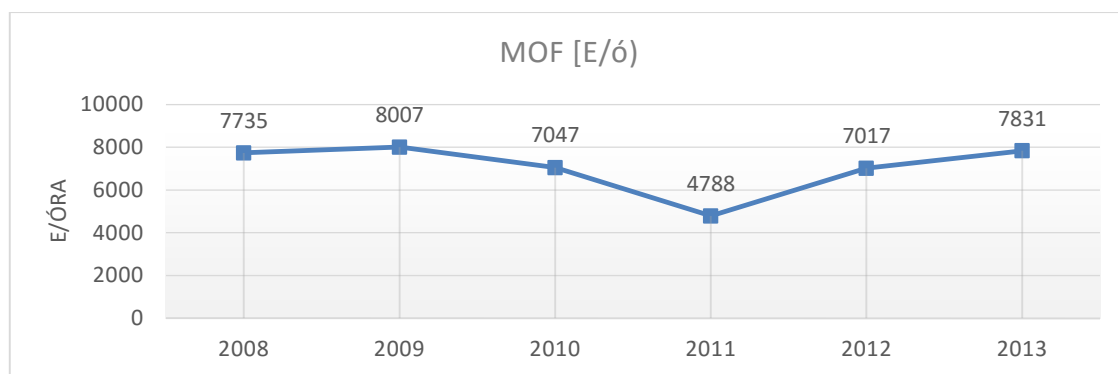


37. ábra Balesetek száma az M51 autópályán (forrás: Magyar Közút)

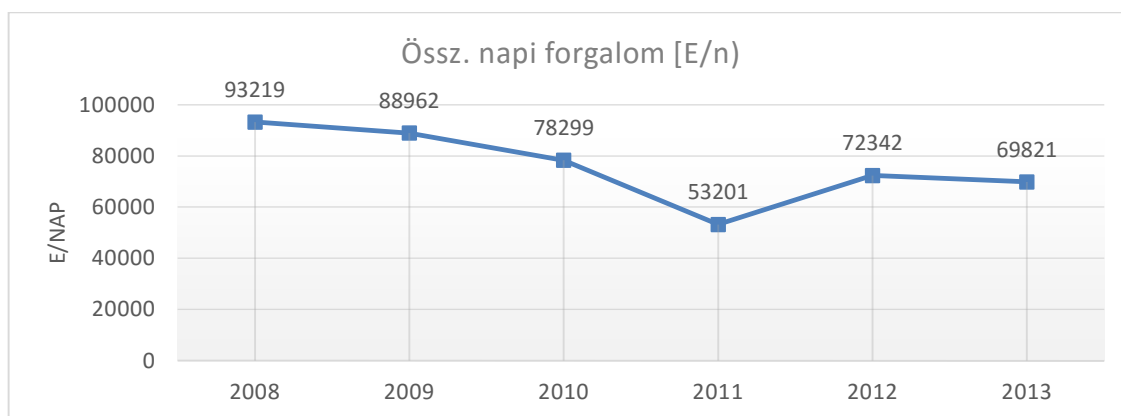
5.8. M3 autópálya bevezető szakasz (0+000 és 13+000 kmsz. között)

Az M3-as autópálya Budapestről indulva kelet felé halad, és jelenleg Vásárosnaményig tart, azonban a következő években várható a határig való meghosszabbítása is. Az első szakaszt, Rákospalota-Gödöllő között, 1978-ban adták át. Az általam vizsgált 0+000 és a 13+000 kmsz. közti szakaszt pedig 1982-ben vehették használatba a járművek. Az út 2x2 forgalmi-, és 1-1 leállósávval van kiépítve. Budapesten a Hungária körúti csomóponttól

kezdődően beton elválasztással van kialakítva, majd a város közigazgatási határától acél szalagkorlát volt megtalálható az osztósávban, azonban 2015.augusztus-novemberben a 35+200 km szelvényig duplasoros betonelválasztásra cserélték a meglévő acélkorlátokat, így már 35 km hosszon van ilyen terelőelem.



38. ábra MOF az M3 bevezetőn 10+120 és 11+476 km szelvény között (forrás: Magyar Közút)

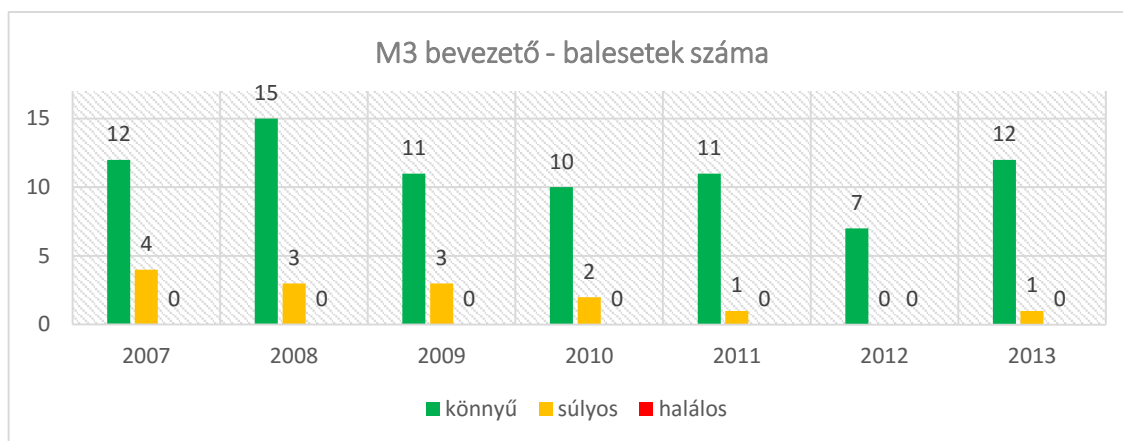


39. ábra Össz. napi forgalom az M3 bevezetőn 10+120 és 11+476 km szelvény között (forrás: Magyar Közút)

A mértékadó óraforgalmat (38. ábra) megvizsgálva látható, a 6400 E/ó kapacitás értékkel összevetve, hogy nagy forgalomterhelésnek van kitéve. Az összes forgalom (39. ábra) évenkénti változása csökkenő tendenciát mutat e szakaszon, mely oka főként az M0 autópályát folyamatos bővülése, illetve az M31-es autópálya megépülte, mivel ezek az utak az átmenő forgalmat elvezetik, és így részben tehermentesítik az M3-as városi részét. A járműkategóriákra bontott forgalomszámlálási adatokból kiolvasható, hogy ennek következtében az elmúlt években a tehergépjármű forgalom a 2000-es évek közepi értékről a harmadára, átlagosan 2000 jármű/nap körüli értékre csökkent, mely az összes jármű 3%-a. Ez fontos szempont a középső elválasztás miatt, hiszen a személygépjárművek tömegüknél fogva sokkal kisebb veszélyt jelentenek az ellenkező irányú forgalomra ott, ahol beton terelőelemek találhatók.

A forgalmi adatokban némiképp meglepő a 2011-es érték, azonban ebben az évben mindössze 2 számlált nap volt a vizsgált szakaszon. Ez alapján került meghatározásra az érték, amely így 14%-os eltérést is jelenthet a valóságtól a Magyar Közút közlése szerint.

A balesetek számát (40. ábra) tekintve következtethetünk, hogy a forgalom csökkenése a könnyű sérüléssel végződő esetek számával nem áll egyenes arányosságban ezen a szakaszon. Azonban a Szerencs utcai veszélyes szintbeli csomópont és a nagy kapacitás kihasználtság ellenére pozitív tény, hogy halálos áldozattal járó baleset nem történt az elmúlt években. Ez részben betudható a 80 km/h-s sebességkorlátozásnak és az említett csomópontba telepített fix traffipax jelenlétének. Szintén jó irány, hogy a súlyos sérüléssel végződő balesetek száma csökkent a vizsgált időszakban.



40. ábra Balesetek száma az M3 bevezetőn, 0+000 és 13+000 km szelvény között (forrás: KKK)

A balesetek okait vizsgálva megállapítottam, hogy túlnyomó részt az azonos irányba haladó járművek összeütközése vezet balesethez. A többi megfigyelt helyszínhez hasonlóan, a forgalom mértéke jelentősen befolyásolja a baleseti kockázatot. A reggeli és délutáni órákban a forgalom feltorlódik, és így a járművek összeütközésének esélye, a ráfutásos, sávváltásos balesetek esélye is megnő. Fontos azonban látni, hogy az érintett 2007-2013-as időszakban nem történt ellenkező forgalmi irányba történő áttérésből adódó eset, így a beton elválasztóelem hatásosan tudta megakadályozni ezt a veszélyforrást. Ez továbbá részben betudható az említett Jersey-elemnek, másrészt a teherforgalom csökkenésének, mely az M0 folytatólagos bővítésének pozitív hatása, Budapest belterületén.

5.9. További acélkorlát visszatartó rendszerekkel üzemelő utak

Az 5.2.-es fejezetben már érintettem az itt következő autópálya szakaszokat. Ezek, ellentétben az előbbi néhány alfejezet szakaszaival képest nagyobb távolságokat takarnak. Ennek oka, hogy e szakaszokon acélkorlát volt az elmúlt években, így nem szorítkoztam az autópályák azon részére, ahol átépítés történt, mint a korábban tárgyalt esetében. Az acélkorlát elválasztás biztonságra gyakorolt hatásához hat autópályát és egy autótutat választottam ki, melyeknél az M0 körgyűrűn belüli részeket nem számítottam bele. Az elmúlt 9 év baleseti statisztikái alapján (41. ábra), azt láthatjuk, hogy az M1 és M5 autópályákon történt a legtöbb halálos vagy súlyos kimenetelű konfliktus. A szakdolgozat témájához kapcsolódó frontális ütközéses esetek száma (42. ábra) azonban nem kiugróan magas, hiszen 9 év alatt a 378 km-nyi vizsgált útszakaszon 5 halálos kimenetelű baleset történt, ebből három az M1-en, és egy-egy alkalommal pedig az M5 és M6 autópályákon. Ha a súlyos sérüléssel járó balesetek számát tekintjük, szintén hat esetben történt ilyen. Pozitív, hogy az M3-as autópályán Budapest ~50 km-es körzetében, a nagy forgalom ellenére sem történt elválasztósávi korlát átszakítás után, frontális ütközéssel és személyi sérüléssel végződő baleset. Ha a skandináv Vision Zero szemléletet vesszük alapul, e baleseti ráták sem megengedhetők a jövőben, ugyanakkor elképzelhető, hogy egy költség-haszon elemzésben nem feltétlenül a biztonság javára dőlne el e kérdés. Véleményem szerint Magyarországon is szükséges lenne a meglévő korlátrendszer módszeres felülvizsgálatára, visszatartási képesség szempontjából, a nagy forgalmú utakon, ahol jelentős a tehergépjármű forgalom aránya. Az ilyen kritikusabb szakaszokon, a költség-haszon elemzés eredményétől függetlenül, fontos lenne előírni magasabb fokozatú korlátrendszert, vagy beton terelőelem alkalmazását, ha törekedni szeretnénk az EU 2011-es Fehér Könyve által megadott távlati iránymutatásra, hogy a halálos balesetek számát a közutakon gyakorlatilag a 0 környékére kell minimalizálni 2050-re.

Balesetek száma 2007-2015 között			
	Könnyű	Súlyos	Halálos
M1 (16+000 – 171+000)	505	291	57
M2 (0+000 – 21+000)	13	9	2
M3 (14+000 – 54+000)	175	82	20
M5 (23+000 – 90+000)	159	117	39
M6 (22+000 – 74+000)	41	22	6
M7 (16+000 – 59+000)	187	80	18

41. ábra Balesetek száma 2007-2015 között néhány autópályaszakaszon (forrás: KKK)

Szembe haladó járművel ütközéses balesetek száma (2007-2015)			
	Könnyű	Súlyos	Halálos
M1 (16+000 – 171+000)	3	1	3
M2 (0+000 – 21+000)	1	0	0
M3 (14+000 – 54+000)	0	0	0
M5 (23+000 – 90+000)	1	1	1
M6 (22+000 – 74+000)	1	2	1
M7 (16+000 – 59+000)	0	2	0

42. ábra Szembejövő járművel ütközéses balesetek 2007-15 között néhány autópályaszakaszon (forrás: KKK)

A Reformút Kft. által a KKK számára készített tanulmány javaslatot tesz a skandináv országok szabályozásának vizsgálatára, ahol a VISION 0 szemléletmóddal javulást értek el, a német szabályozások átvétele helyett. Továbbá, tanulmányuk szerint, a beton terelőelemek a legcélravezetőbbek hosszú távú üzemeltetési, közlekedésbiztonsági szempontok figyelembe vételekor. Javasolják, hogy 5 éven belül a bizonytalan visszatartóképességű acélkorlátokat Budapest 50 km-es körzetében (M1, M3, M5, M7 autópályákon) f-típusú beton terelőelemre kell cserélni. Ennek jelentős része 2015-ben megvalósult, ahogyan korábban említettem, illetve Budapest környékén, az M2 autópályán is betonelválasztást telepítenek majd. Továbbá 10 éves időtávlatban gondolkodva, ezt a főváros hatáskörzetet 100 km-re javasolják emelni. (Reformút Kft., 2011)

6. Üzemeltetési tapasztalatok

A diplomamunkám során fontosnak tartottam, hogy a két legnépszerűbb elválasztási megoldást üzemeltetési szempontból is megvizsgáljam. Ebben a szigetszentmiklósi Autópályamérnökségtől Juhász Csaba mérnökségvezető volt segítségemre, így a fejezetben olvasható tapasztalatok az Ő általa közölt információkon alapulnak.

A Szigetszentmiklósi Autópályamérnökségről

2013-ban az Állami Autópálya Kezelő Zrt. a Magyar Közút Nonprofit Zrt, irányítása alá vonták, így jelenleg az ő felügyeletük alatt végzik a tevékenységüket (a 2015. decemberi állapot szerint, 74 fővel, a téli járműállományuk 15). A Szigetszentmiklósi Mérnökség 476 sávkilométer útszakaszt kezel, amelyek a következők:

- M0: 0 – 42+200 km,
- M4: 19 – 32+200 km,
- M5: 13 – 17+400 km,
- M51: 25 – 28+600 km,
- M6: 14 – 22+350 km között,
- valamint csomópontjaik.

A felsorolt szakaszokon 58 km összhossznyi beton terelőelem (több elemtípussal), míg 176 km hossznyi acél szalagkorlát található. A kezelt szakaszokon 60 Változtatható Jelzőképző Tábla (VJT) áll rendelkezésre, mely az esetleges balesetekre, forgalmi terelésekre, változásokra hívja fel a közlekedők figyelmét.

Az M0-as autópályát meglévő részének kapacitásbővítését 2005-ben kezdték el, és 2015 végén fejezték be. A déli szektor rekonstrukciója is esedékes a közeljövőben, a Csepel-szigeten található szakasz felújítása során a bal pálya elválasztó sávi betonelemeinek cseréje is meg fog történni.

A betonelemek alkalmazása néhány évtizede kezdett elterjedni Nyugat-Európában, különösen a nagyforgalmú útszakaszokon. A fő mozgatórugó a „**gondozásmentes elválasztósáv**” elve, mely előnye, hogy nem kell bemenni a korlátok közé, kaszálni az elválasztósáv növényzetét, valamint a szemetet összegyűjteni belőle. Továbbá a korlátot általában javítani, míg a betonelemeket csak helyreigazítani kell. Ahol nagy a forgalom, ott egy forgalomtereléssel járó munkavégzés jelentősebb gondot okoz a közlekedőknek,

hiszen csökken az útkapacitás, illetve a gyakoribb javítás, gondozás miatt az útkezelő alkalmazottai többször vannak kitéve balesetveszélyes helyzetnek. Sajnos Magyarországon is minden évben előfordul, hogy a karbantartást végző munkást elütik, vagy járművükbe ütköznek, és a nagy sebesség miatt ez szinte mindig halálos kimenetellel jár.

Alkalmazott betonelem típusok

M0 autóúton az M1 és M5 autópályák közti szakasz: 81 cm magas Ferrobeton KT1 (lásd Mellékletekben) terelőelem található duplasorban. Ezt a típust 2012 szeptembere óta alkalmazzák itt. A Csepel-szigeti szakaszon azonban német DeltaBloc betonelemek vannak a bal pálya elválasztó sávjában, ezek cseréje a tervek szerint 2016-ban esedékes, Ferrobeton KT1 elemekre. Az M0 diósi csomópont és M7 autópálya közötti bal pályán, a belső oldalon, helyszínen készült, finiserrel húzott betonfal található, mely itthon egyelőre nem elterjedt megoldás. A beton terelőfalba 5 méterenként utólag irányított repedéseket vágtak bele. Belsejében 2 db betonacél szál fut végig, melyeket gyárból rendelték a munkához, és 25 m hosszú szálakban érkezett meg a helyszínre, majd 1 méteres átlapolással építették be a betonfalba. A legújabb KT1 betonfalaknál lefűrást jellemzően nem alkalmaznak (kivéve műtárgyak védelmének), míg korábban voltak olyan szakaszok (M0 déli szektoron), ahol a DeltaBloc elemek esetén, minden 4.-et lefűrták az úttestbe, mivel itt az elmozdulás nem volt megengedett (lásd jelenlegi M51).

Általános üzemeltetői tapasztalatok

A betonfal esetén jellemzően elmondható, hogy főként kisebb ütközések történnek, legtöbb esetben személyi és a beton falelemek sérülése nélkül. Azonban acélkorlát esetén a korlát szinte minden esetben sérül, és javítása is szükséges, mivel a haladási sebesség magas, 80-110 km/h között mozog. Amennyiben csak kisebb koccanás következik be, és a jármű tovább tudja folytatni az útját, csak utólag derül ki az elemeken látható festék- és guminyomokról. Az acélkorláttal való ütközés során nagyon gyakran szétszakad a futómű, mert ütközik a korlátot tartó oszloppal. Ezzel szemben a személygépjármű, a betonfalnak ütközés során, legtöbb esetben az elem geometriai kialakítása következtében csak felugrat az elemre, majd visszaérkezik és tovább tud haladni a menetirányba, a gépjármű komolyabb sérülése nélkül. Az ütközési szög jellemzően 20-30°, ennek magyarázata, hogy a baleset kiváltó oka gyakran az elalvás, vagy gyorsrajtás miatt bekövetkező esetek, úgymint a gépjármű feletti uralom elvesztése.

A betonelemek alkalmazása gondot jelenthet meglévő burkolt elválasztósáv esetén a vízelvezetés miatt, hiszen nem mindegy, egy vagy dupla sorban alkalmazzák a terelőelemeket, milyen irányú a lejtése az útpályának és az elválasztósávnak. Továbbá a csatorna fedlapok elhelyezkedése is jelenthet problémát, mivel gyorsforgalmi úton semmiképp sem kerülhet forgalmi sávba. A betonelemekre gyakran fényvisszaverő prizmákat helyeznek a láthatóságának javítására, illetve az út vonalvezetésének kihangsúlyozására. E prizmákat évente le kell takarítani, elkoszolódásuk miatt.

A szalagkorlát alkalmazása mellett szól, hogy telepítése olcsóbb, mint a betonelemé, ezért ahol a teherforgalom nem jelentős, sok esetben acélkorlátot választ a tervező / beruházó. Továbbá a 2000-es évek elején kihelyezett elemek körülbelül 10%-ánál a sókorrózió miatt pókhálós repedések jelentek meg a betonon. Elképzelhető, hogy a gyártás nem volt egyenletes minőségű ezen elemeknél.

Üzemeltetői tapasztalat továbbá, hogy ahol az úttest egyoldali eséssel épült, mert például csak a fél pálya készült el a tervezett útból, a **vízelvezetés** gondot okozhat. Példa lehet az M51-es autótút, mely 2x2 sávossal kiépítettségű, középső beton elválasztással, egyoldali eséssel. A betonelemsorban 2 m-enként alul 30 cm-es vízszintes rés található, hogy a víz átfolyhasson a falon. A vízelvezetés ennek ellenére gondot okozhat, ha intenzív esőzés következik be. Télen pedig, bár az hóekézés kifele történik, bizonyos mennyiség a fal mellé is jut, illetve a járművek is oda nyomják a latyakot, ahol aztán felgyűlhet és gondokat okozhat, hiszen a gyorsabb forgalmi sávban, ha egy jármű belehajt, a bal oldali kerekek lassulnak, és beránthatják a járművet a fal irányába, vagy megcsúszást okozhat. Érdekesség, hogy a közlekedőkben gyakran kelt a betonelválasztás nagyobb félelmet, mint az acélkorlát, holott a baleseti adatok alapján elmondható, a személyi sérülés esélye alacsonyabb.

Javítás a gyakorlatban

Az elmúlt évek tapasztalatai alapján elmondható, hogy a betonelválasztás ritkán sérül meg, sok esetben nem igényel javítást. Ha komolyabb baleset történik, és nagy ütés éri a falat, az elemek legtöbb esetben akkor sem mennek tönkre, hanem visszaigazítás után tovább üzemeltethetők. Az elemeket akár kézi erővel is vissza lehet feszegetni, de általában daruskocsi segítségével oldják meg a visszaigazítást. A Ferrobeton KT1 elemek esetén alul és felül is van vasalat, és előfordulhat, hogy ez is sérül az ütközés során, ezeket szét szokták csavarozni és ellenőrizni, majd daruval visszaemelik a helyükre. A Deltabloc

elemeket kézi erővel vissza lehet feszegetni, vagy drótkötéllel átkötni, majd járművel visszahúzni a helyére, vagy egy rakodógép a kanalával visszatolja az elemet.

Általános gyakorlat, hogy a korlátokat rendszeresen javítani kell, naponta körülbelül 4 helyszínen tudnak munkavégzést folytatni. Ezzel szemben a beton elválasztás esetén megvárják, hogy összejöjjen 4-5 elem érülés, és egy napon hajtanak végre 5 helyszínen helyreállítást. Amennyiben viszont a betonfal sérülésének jellege miatt a fal folytonossága megszűnik, mert eltörik, felborul az elem, vagy elszakad a vasalat, akkor ezeket azonnal megpróbálják javítani, habár szabályzatba foglalt határidőt nem rögzítettek az üzemeltető felé. Amennyiben aznap nem, akkor a következőn javítják a sérülést. Ha ez sem lehetséges, akkor ideiglenes jelleggel acélból készült 4 m hosszú elemekből álló falat helyeznek ki, amíg a helyreállítást el nem tudják végezni.

Az Ütügyi Műszaki Előírás miatt a munkavégzéssel járó lezárás és telerés szabályozott formában történik. A telerés, mivel néhány órán keresztül tart, mozgó telerésnek minősül. Amennyiben hosszabb munkákat végeznek, akkor fix teleréssel, acélfalas munkatér határolással oldják meg az ott dolgozók védelmét.

A javítási munkálatok számokban

2014-ben a Szigetszentmiklósi Mérnökség 257 alkalommal végzett javítási munkát szalagkorláttal kapcsolatban, míg betonelemek esetén mindössze 7-szer. Ez utóbbi szám különösen figyelemreméltó, mivel mindössze egy esetben kellett elemek cseréjével javítani, ekkor 4 elem cseréje történt meg. Ez a betonelemes ütközéses balesetek számának 14%-át jelenti. Acélkorlát esetén viszont 225 alkalommal agyagfelhasználással kellett helyreállítani, 32 esetben pedig igazítással is megoldható volt a javítás. Tehát anyagos javítás az acélkorlátos balesetek között 88%-ban vált szükségessé. Ha ezeket a számokat a költségvonzatukkal vetjük össze, akkor a következő táblázatban láthatjuk (43. ábra), az acélkorlátok javítására kiugróan eltérő, 20-szoros mértékű a betonelemekéhez képest.

Helyreállítási költségek 2014-ben		
	Betonelem	Acél szalagkorlát
Anyagköltség:	503e Ft	15 200e Ft
Béreköltség:	316e Ft	2700e Ft
Gépköltség:	173e Ft	2600e Ft
Közvetlen költség összesen:	1 millió Ft	20,5 millió Ft

43. ábra Helyreállítási költségek 2014-ben (forrás: Magyar Közút)

Mivel a forgalomtereléseket külön és több munkatípussal összevontan tartják nyilván, ezért műszaki becslés alapján lehet kalkulálni a forgalomterelési órák mennyiségét, melyből költség számolható. Egy óra terelés átlagos közvetlen költsége 27e Ft.

Korlátjavítás esetén általában négy helyszínt tudnak javítani egy nap alatt, így a 257 helyszínen történt munkavégzést osztva 4-gyel, 64 napot kapunk. Napi 6 óra forgalomtereléssel számolva ez 384 órát jelentett összesen. Azaz, összesen 10,3 millió Ft költségvonzattal járt 2014-ben a fenti számolási mód szerint.

Betonelemek javítására 7 helyszínen volt szükség, melyeket egyedileg javítottak ki, így 7 munkanapon, napi 3 terelési órával számolhatunk. Összesen tehát 21 óra, melynek költsége 567e Ft. Tehát, ha figyelembe vesszük, hogy a kezelt betonelemes szakaszok hossza harmada az acélkorláténak, a terelésre fordított költség csupán 15%-át tenné ki betonelemekre fordított rész, azonos hosszak mellett, ami igen jelentős különbség.

Betonelemmel ütközés példái

Legtöbb esetben nem keletkezik kár a betonelemekben, néha azonban előfordul, hogy egy-egy nehézgépjármű az elem károsodását okozza, vagy tönkre is teszi az elemet. Közepes, még javítható sérülésre látható példa a 44. ábrán.



44. ábra Javítható sérülés a betonelemen (forrás: Magyar Közút)

Az M0 6+900 km szelvényénél 2007 májusában Deltabloc elemek voltak, melyek közül, minden 4. le volt fúrva a pályaszerkezetbe. Ezt szakította át egy nehézgépjármű, és roncsolta szét az elemeket (45. és 46. ábra).



45. ábra Deltabloc elemek baleset után 2007-ben (forrás: Magyar Közút)



46. ábra Tehergépjármű Deltabloc betonfallal ütközés után 2007-ben (forrás: Magyar Közút)

E fejezetben, a korábban említett monolit vasbetonfal esetén, az M0 7+400 km-nél történt ütközés 2013 januárjában, melynél a nehézgépjármű tömege ellenére sem keletkezett kár a falban (47. és 48. ábra). A 4 éves története során pedig nem járt fenntartási költséggel az üzemeltetése a mai napig ennek az elválasztási megoldásnak.



47. ábra Tehergépjármű baleset helyszínén készült betonfallal az M0-áson 2013-ban (forrás: Magyar Közút)

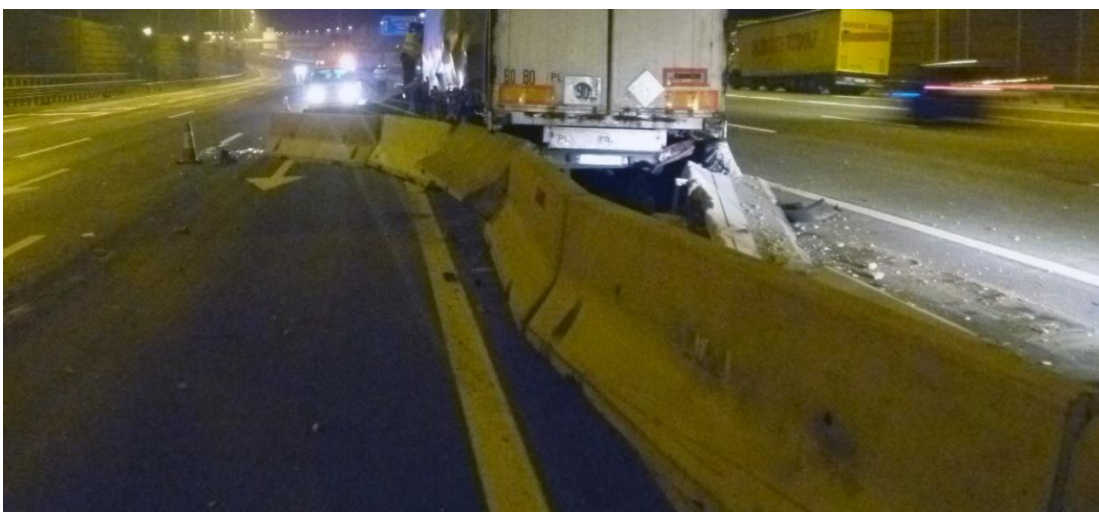


48. ábra Monolit betonfal, tehergépjármű baleset után az M0-áson 2013-ban (forrás: Magyar Közút)

Az M0 12+700 km szelvényénél 2013 októberében nehézgépjármű ütközött neki a duplasoros betonfalnak, ahol először feldöntötte a Ferrobeton KT1 elemeket, majd a túloldali Deltabloc elemeket betolta az ellenkező irányú forgalmi sávba. Szerencsére, mivel éjjel történt az eset, frontális ütközés nem történt (49. és 50. ábra).

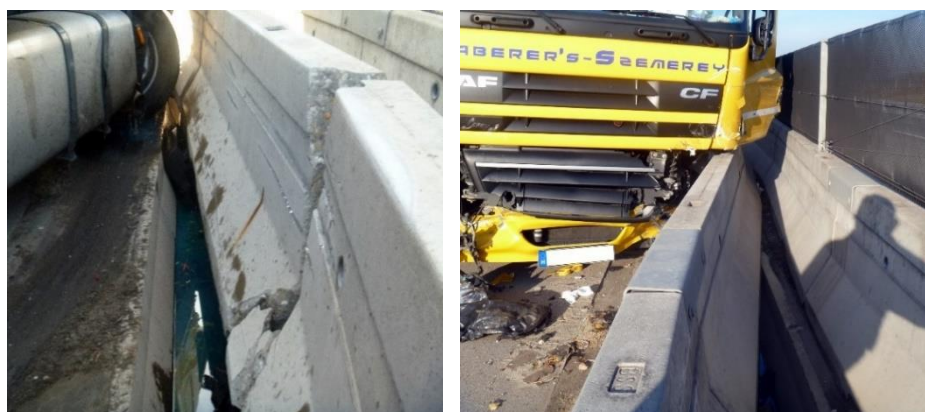


49. ábra Ferrobeton KT1 elemek tehergépjármű baleset után az M0-áson 2013-ban (forrás: Magyar Közút)



50. ábra Tehergépjármű baleset KT1 és Deltabloc elemekkel 2013-ban az M0-áson (forrás: Magyar Közút)

2015 novemberében Ferrobeton elemet tört át egy nehézgépjármű az M0 29+500 km-énél. Ez a baleset és a kettétört elem látható az 51. ábrán.



51. ábra Tehergépjármű baleset Ferrobeton KT1 elemmel az M0-áson 2015-ben. Balra: törött Ferrobeton KT1 elem, jobbra: tehergépjármű az ütközés után (forrás: Magyar Közút)

7. Következtetések

A baleseti statisztikák elemzése hosszú és mély kutatási terület, ahol pusztán a KKK adatbázisból származó baleseti adatok alapján nem kaphatunk teljes képet egy-egy visszatartó rendszerről. Azonban úgy vélem, hasznos és érdemes az összes fellelhető információt felhasználni a tapasztalatok összegyűjtésére, hogy ezek alapján a döntéshozók a legmegfelelőbb választást hozzák meg. A szakdolgozatom keretein belül nem volt lehetőségem nagyszámú útszakasz vizsgálatára, így kerestem a jellegzetes, vagy akár átépítésen átesett szakaszokat. Az ismert magyar szakaszok közül néhányat kiválasztva kerestem az összefüggést a különböző megoldások, forgalmi adatok és a baleseti statisztikák között. Ezek alapján az alábbi következtetéseket teszem:

- A forgalmas magyar autóutakon (pl. M2), ahol az útpálya vonalvezetési paraméterei nincsenek összhangban a sebességkorlátozással, a dupla záróvonal közötti vörös elválasztó festés csökkentheti a tragikus kimenetelű balesetek számát. Azonban azon útjainkon, ahol a kapacitás kihasználtsága megközelíti, vagy túl is lépi a MOF 100%-át, ez a megoldás már nem elegendő, így ezeken a szakaszon elkerülhetetlen, hogy fizikai visszatartó rendszer kerüljön kiépítésre.
- Az acél szalagkorlát a tragikus balesetekkel szemben kellő biztonságot nyújthat, ha a teherforgalom nem jelentős az érintett útszakaszon és ismert a visszatartó képessége. Azonban a nagy tehergépjármű forgalmat lebonyolító, a TEN-T hálózat részét képző autópályákon nem nyújtanak elég védelmet a jelenlegi kiépítettség mellett, hiszen a jelenlegi szalagkorlátjaink, koruknál fogva, nem estek át előzetes minősítési eljáráson, és utólagosan sem. Ezért a magyar autópályák kritikus szakaszain érdemes lenne megvizsgálni a lehetőségét a betonelemek, vagy a nagyobb visszatartó fokozattal bíró Thrie-beam rendszer alkalmazásának. Mivel nincs érvényben ilyen egységes irányelv Magyarországon, ezért e döntés a beruházó és döntéshozó oldalán kell, hogy megszülessen, hiszen a nagyobb biztonság elérése magasabb beruházási költséggel jár. Azonban, mint a fajlagos baleseti értékből is látszik, számolni kell a balesetek költségvonzataival is. A betonelemek mellett szólnak az üzemeltetési tapasztalatok, melyek e megoldás terjedése óta gyűlnek a közútkezelőnél, pozitív visszajelzésről tanúskodnak, ahol az üzemeltetési költségek, és karbantartási munkák alacsony száma miatt ilyen téren megelőzik az acélkorlátokat a rangsorban.

- A betonelemek alkalmazása gyorsforgalmi utakon itthon csupán az M0, M3 bevezető, és a rövid M1-M7 közös szakaszán, valamint az M51-es autópályán volt megtalálható, így üzemeltetési tapasztalatok is csak e szakaszokról voltak. Mind nagy forgalmat, sokszor a kapacitást meghaladót, bonyolítanak le, így a betonelemek használata teljes mértékben indokolt ez esetekben. Ugyanakkor 2015-ben az M3, M5, M7 autópályák Budapesthez közel eső szakaszain az acélkorlátokat beton terelőelemre cserélték le, így az itt a jövőben felgyűlő tapasztalatok hasznosítását fontosnak érzem. A baleseti statisztikákból az látható, hogy sikeresen képesek megakadályozni az ellenkező menetirányba történő áttérést, mely kulcs a halálos balesetek csökkentésére való törekvésben. Bár a Jersey-elemek beruházási költsége magasabb a többi megoldásnál, a legnagyobb visszatartó erővel ez bír. Így alkalmazása a jelentős teherforgalommal bíró utakon indokolt, ahol valós veszélye van az osztósávon áttérési baleseteknek. Pozitív, hogy 2015-ben e téren fejlődött a magyar gyorsforgalmi úthálózat. Mivel az Európai Unió 2011-ben kiadott Fehér Könyvének célja a halálos áldozatok számának 50%-os csökkentése 2020-ra, ezért érdemes megvizsgálni, mely további/jövőbeli gyorsforgalmi utak azok, ahol az ellenkező irányba történő áttérések történtek/történhetnek. E szakaszokon megfontolandó a meglévő acél szalagkorlátok cseréje a költség-haszon elemzés eredményétől függetlenül, az emberélet és egészség megóvása érdekében, ahogyan a Vision 0 projekt megfogalmazza.
- A szakdolgozatban említett tanulmányokon túl, véleményem szerint az újonnan épülő gyorsforgalmi utainkon, például az új, bevezetés álló **gyorsút** útkategória esetén is, ahol az elválasztó sáv szélessége, az autópálya 3,60 m-éhez képest, 2,50 m lesz, indokolt lenne megvizsgálni, hol érdemes betonelválasztást választani. A vizsgálati eredmények, más tanulmányok és üzemeltetési tapasztalatok alapján úgy gondolom, ahol az átlagos napi forgalom eléri a 30 ezer jármű/nap értéket, vagy a tehergépjárműforgalom jelentős mértékben van jelen ($> 20\%$ tgj./össz.jármű szám), a beton terelőfal alkalmazása a magasabb beruházási költség ellenére is indokolt, mind üzemeltetési, mind biztonsági szempontokat figyelembe véve.
- Vision Zero szemléletmód hazai alkalmazhatóságának vizsgálatát javaslom.

8. Összefoglalás

Szakdolgozatomban rövid áttekintést nyújtottam a különböző forgalmi irányokat elválasztó megoldásokról, érintőlegesen kitérve a Magyarországon nem alkalmazott típusokra is. E bevezető rész célja az elérhető elválasztási megoldások áttekintése volt, előnyeik és hátrányaik figyelembevételével.

Felsorolás szintjén kitértem az európai országokban az elmúlt években alkalmazott változatokra, melyből látható, hogy nincs egységes álláspont az Európai Unión belül sem, csupán néhány országban jelöltek ki határozott irányt egy konkrét megoldás mellett. Hazánkban azonban csupán a feltartóztatási fokozatra szerepel kikötés az Útügyi Műszaki Előírásban, meghatározott elválasztórendszer típusra nem: az új KTSZ-ben a jelenlegi acélkorlát elemek helyett, sematikus téglalap alakzatok lesznek a keresztmetszeti ábrákon.

A baleseti adatok elemzését a KKK és a Magyar Közút által kapott statisztikák, és forgalomszámlálási adatok alapján végeztem el. Kerestem azon helyszíneket, ahol egy meglévő elválasztási megoldást egy másikra cseréltek fel, így próbálva összehasonlítási alapot találni ugyanazon úton, de eltérő elválasztó rendszerek biztonságra gyakorolt hatásáról. Mivel Magyarországon kevés ilyen szakasz felel meg e feltételnek, ezért arra támaszkodtam, melyhez adatot tudtam gyűjteni, így az M2, M51 (régén M0 része), M70, M3 bevezető és M0 autóutak/autópályák egy-egy szakaszait vizsgáltam részletesebben. Továbbá a jelentősebb, acélkorlátos autópályákon bemutattam a szembejövő jármű okozta baleseti tendenciákat az elmúlt évekből.

A baleseti adatokból levonható következtetések alapján, a balesetek jellege összefüggést mutat az elválasztó megoldással. Így ahol a forgalom mértéke a kapacitás értékén aluli, a súlyos és halálos áldozattal járó balesetek száma nagy mértékében csökkenthető, vagy megszüntethető. Ott azonban, ahol az út nyomvonalának paraméterei a sebesség korláttal és az út jelölésével nincsenek összhangban, valamint a forgalom az út kapacitásának értékét eléri, már nem elég önmagában egy nagyobb visszatartó fokozattal bíró elválasztó megoldás alkalmazása. Ezért indokolt minden olyan útszakasz felülvizsgálata, ahol jelentős teherforgalom zajlik, és nincs, vagy nem kielégítő a középső elválasztási megoldás. Hiszen a halálos áldozatok számának csökkentése az Európai Unió 2011-es Fehér Könyvében is kiemelt fontosságú, 2020-ra a felére kell csökkenteni a közúti halálos

áldozatok számát, 2050-re pedig közel 0-ra. A gyorsforgalmi utakon a sebesség mértékének növekedésével a balesetek súlyossága is emelkedhet, ezért fontos, hogy a közlekedőket jobban védje az infrastruktúra is, vagy érdemes lenne a sebességkorlátok szabályozását is felülvizsgálni a Vision 0 szemléletmód szerint.

További kutatási lehetőségek

Szakdolgozatomban a baleseti adatok elemzése során igyekeztem a középső elválasztó sávon áttérő járművek okozta baleseteket megkeresni, azonban a baleset természetének kategorikus besorolása nem mindig tükrözi a teljes képet, mivel egy-egy balesetet csak egy kategóriába sorolnak, azonban előfordulhat, hogy többbe is elhelyezhető lenne. Tovább kutatható, melyek érintettek jelentősen az osztósávon történő áttéréses balesetekben, és milyen költségvonzzattal járhat ezeken a szakaszokon egy biztonságosabb megoldás kiépítése. A szakdolgozatomban vázlatosan becsültem a javítási költségeket, azonban ennek mélyebb elemzése is célszerű lenne, hiszen hazánkban is egyre több helyen alkalmaznak beton elválasztást, így az üzemeltetési tapasztalatok is folyamatosan gyűlnek. Ezen bővülő adathalmazok alapján pontosabb képet lehet majd kapni a beruházási, fenntartási költségek és a megtérülés tekintetében.

Vizsgálatra lehet érdemes a külföldön összegyűlt tapasztalat, a Magyarországon még nem elterjedt megoldásokkal kapcsolatban, mint a módosított Thrie-beam korlátrendszer, vagy a Jersey-elem egyéb változatai. Ide sorolható az M0-áson 2015-ig alkalmazott VARIO-GUARD korlátrendszer is, mely a bal pálya megépültével elbontásra került. Szakdolgozatomban azonban rávilágítottam, hogy üzemeltetési tapasztalatai pozitívak voltak, ezért a jövőbeli beruházásoknál, ahol H2 visszatartási fokozat elegendő, érdemes lenne vizsgálni az alkalmazási lehetőségét.

További tanulmányozásra érdemes a skandináv eredetű Vision Zero szemléletmód, annak pozitív tapasztalatai miatt, illetve az EU 2011-es Fehér Könyvének iránymutatásai okán is.

Szakdolgozatomban a középső elválasztást vizsgáltam, azonban fontos lenne az útszéli visszatartó rendszerek alkalmazási lehetőségeit is megvitatni, különösen igaz ez hidakon, illetve magas töltésen haladó utak esetén is. Itt számításba vehető, a Magyarországon csak teszt jelleggel, nem feltétlenül reprezentatív jelleggel jelenlévő acélkábel korlátrendszert, melyeket Svédországban a rézsűkön telepítenek, és pozitív tapasztalatokról számolnak be.

9. Köszönetnyilvánítás

Az alábbiakban szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik nélkül ez a szakdolgozat nem jöhetett volna létre. A forrásgyűjtés, konzultációk során sok embert megismerhettem, sokféle munkahelyről és beosztásból, akik minden alkalommal segítőkészen, időt és energiát áldozva segítettek a munkámat. Miattuk érzem úgy, hogy a szakdolgozat elkészültén túl többet is kaptam, mint adatsorok, és tanulmányok halmaza. És ezért mindig örömmel gondolok majd vissza a diplomám elkészítésének időszakára.

Köszönöm konzulensemnek, Dr. Macsinka Klárának a biztatást és tanácsokat, melyet a szakdolgozatíráshoz kaptam, valamint, hogy nemcsak megismertette velem a közlekedésépítés világát, hanem amit fontosabbnak érzek, meg is szeretettette velem azt.

Köszönöm külső konzulensemnek, Dr. Mocsári Tibornak az idejét, az általa kapott forrásanyagokat, és sok hasznos tanácsát, mellyel segítette munkámat.

Köszönettel tartozom Szabóné Tóth Ildikónak a NIF-től, aki segített, hogy érdeklődésem a közlekedésbiztonság területén egy TDK dolgozaton keresztül szakdolgozatig is eljusson. A NIF-nél továbbá hálás vagyok Jóna Péternek, akinek sok hasznos ismeretet, forrásanyagot köszönhetek.

Üzemeltetési tapasztalatok, baleseti képek megosztásával segítette munkám Juhász Csaba, a Szigetszentmiklósi Autópálya Mérnökség mérnökségvezetője.

Hálás vagyok azoknak, akik a baleseti statisztikákat, tanulmányokat a rendelkezésemre bocsátották, mely nélkül e dolgozat nem készülhetett volna el, így köszönöm a segítséget KKK-nál Orosz Gyulának, a Magyar Közútnál Suta Györgynek, valamint Kiss Ernőnek.

Az Unitef-Szalamandra Kft.-nél Kovács Ákos számos gyakorlati tanáccsal látott el, hogyan és mire érdemes figyelnem a munka során.

Irodalomjegyzék

176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet: a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről

BME – Út- és Vasútépítési Tanszék: Forgalomtechnika 2. előadás [online]
http://www.epito.bme.hu/uvt/oktatas/feltoltesek/BMEEOUVAI07/forgalomtechnika_2.1..pptx.pdf (Letöltés: 2014.10.30)

Borsos Attila: Közúti infrastrukturális beavatkozások biztonsági hatásának modellezése és optimalálása, Győr, 2010, pp 28 [online]:
<http://mmtdi.sze.hu/downloadmanager/download/nohtml/1/id/3617/m/1584>
(Letöltés: 2014.10.19)

COM(2011) 144: Európai Bizottság: Fehér Könyv - Útiterv az egységes európai közlekedési térség megvalósításához – Úton egy versenyképes és erőforrás-hatékony közlekedési rendszer felé, Brüsszel, 2011, [online] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&rid=1> (Letöltés: 2016.01.03)

Európai Parlament és A Tanács: 2008/96/EK irányelv a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről, Strasbourg, 2008.november 19. [online]: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0096&from=EN> (letöltve: 2016.01.06)

Ezra Hauer: Computing what the public wants: Some issues in road safety cost-benefit analysis, Toronto, 2010, [online] <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/computing-what-the-public-wants-some-issues-in-road-safety-cost-H3HkDn4Mr8> (Letöltés: 2016.01.02)

FMT Mérnöki Tervező Zrt.: A gyorsforgalmi utak, valamint az osztott pályás külterületi főutak elválasztó sávjában alkalmazható beton terelőelemek vizsgálata (tanulmány), Budapest, 2007. május

Hamza Zsolt – Hóz Erzsébet – Dr. Török Árpád: M2-es autópályán közúti biztonsági felülvizsgálata (KBF), Közlekedésbiztonság magazin, 2015. 3. szám, p62-68

Prof. Dr. Habil Holló Péter: A közúti közlekedésbiztonsági tevékenység szervezeti háttere, 2015. Közlekedésbiztonság magazin, 2015. 1. szám, p77

Juhász Csaba (Magyar Közút – Szigetszentmiklósi Mérnökség vezetője) szóbeli közlés, 2015. november

Reformút Mérnöki Tanácsadó és Kereskedelmi Kft – Tárczy László (témafelelős): Fizikai elválasztás különböző típusai közötti összehasonlítás vizsgálata (Döntéselőkészítő Tanulmány), Budapest, 2011

Safe Direction: Thrie-Beam with Modified Blocks [online]
<http://www.safedirection.com.au/product-thrie-beam-mod.html> (Letöltés: 2014.11.05)

Simon V. Attila: A közlekedés-biztonsági adatok reformja, 2015, Közlekedésbiztonság magazin, 2015. 4. szám p36-39

Scott M. Kozel: New Jersey Median Barrier History, 1997-2004, [online]
http://www.roadstothefuture.com/Jersey_Barrier.html (Letöltés: 2014.10.22)

Strbik László: Az M70-es autópályává fejlesztését javasolja a szakértői munkacsoport, 2011, Közlekedésbiztonság magazin, 2011. különszám p34-36

UK Department for Transportation: The Introduction of a New Highways Agency Policy for The Performance Requirements for The Central Reserve Safety Barriers On Motorways, 2005 [online] <http://www.dft.gov.uk/ha/standards/ians/pdfs/ian60.pdf> (Letöltés: 2014.08.24)

U.S. DoT Federal Highway Administration: Alkali-Aggregate Reactivity (AAR) Facts Book, 2013 [online] <http://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/asr/pubs/hif13019.pdf> (Letöltés: 2014.10.13)

ted.europa.eu: Építési beruházás - 283514-2015, Magyarország-Budapest: Autópálya és közút építése 2015/S 154-283514, [online]:
<http://ted.europa.eu/udl?uri=TED:NOTICE:283514-2015:TEXT:HU:HTML> (letöltés: 2015.12.28)

VARIO-GUARD: [online]
<http://www.heintzmann.eu/index.php?id=vario-guard&L=1> (Letöltés: 2016.01.02)

Via Futura Mérnöki Tanácsadó és Szolgáltató Kft.: Építési engedélyezési eljárás nélkül megvalósítható forgalombiztonsági beruházások az Állami Autópályakezelő Zrt. üzemeltetésében lévő gyorsforgalmi úthálózaton (megvalósíthatósági tanulmány), Budapest, 2012.dec.-2013.feb.

Washington State Department of Transportation: Improving Highway Safety, 2004 [online]:

<http://www.wsdot.wa.gov/publications/fulltext/design/RoadsideSafety/TrafficMedian.pdf> (Letöltés: 2014.10.08)

Wikipedia.org: Concrete Step Barrier [online]
http://en.wikipedia.org/wiki/Concrete_step_barrier (Letöltés: 2014.10.28)

Wikipedia.org: Dual carriageway [online]
http://en.wikipedia.org/wiki/Dual_carriageway (Letöltés: 2014.11.01)

Wikipedia.org: M51-es autóút [online] [http://hu.wikipedia.org/wiki/M51-es_aut%C3%B3%C3%A1lya_\(Magyarorsz%C3%A1g\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/M51-es_aut%C3%B3%C3%A1lya_(Magyarorsz%C3%A1g)) (Letöltés: 2014.11.03)

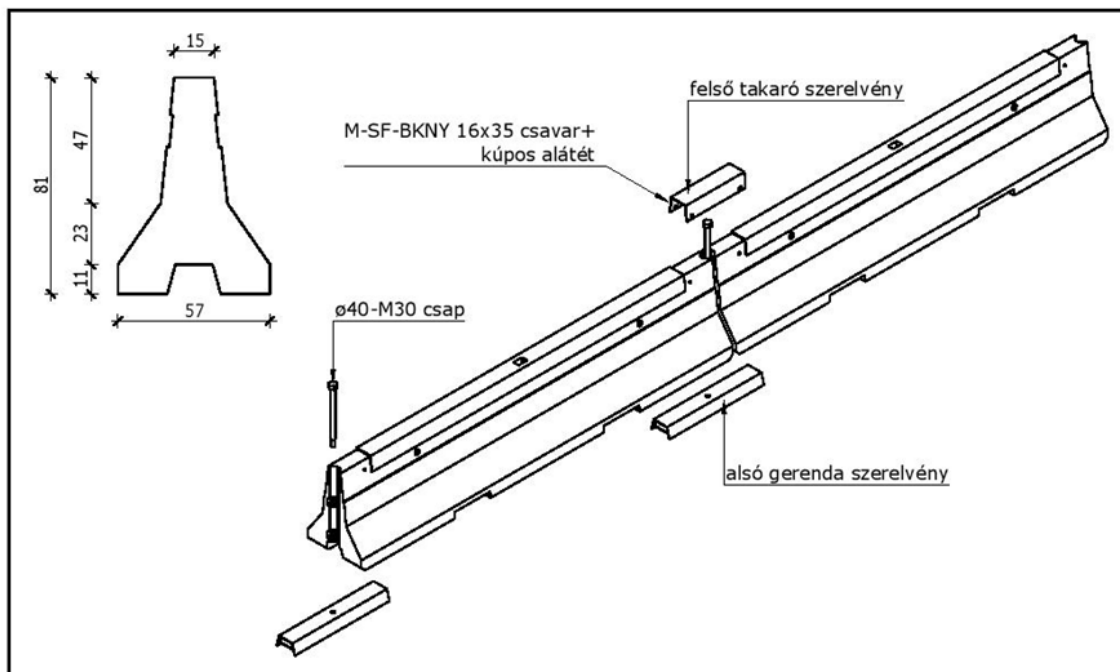
Wikipedia.org: M70-es autóút [online] [http://hu.wikipedia.org/wiki/M70-es_aut%C3%B3%C3%BAt_\(Magyarorsz%C3%A1g\)](http://hu.wikipedia.org/wiki/M70-es_aut%C3%B3%C3%BAt_(Magyarorsz%C3%A1g)) (Letöltés: 2014.11.02)

Wikipedia.org: Vision Zero [online] https://en.wikipedia.org/wiki/Vision_Zero (Letöltés: 2016.01.02)

Borító: Wikipedia.org
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Highway_401_by_401-DVP.jpg

Mellékletek

81 CM MAGAS KÖZÚTI TERELŐELEM



ANYAGMINŐSÉGEK:

Beton: C40/50-XC4-XD3-XF3-16 VZ5-f50
Betonacél: B500A
Acélszerelvények: S235 tűzihorganyzott

GEOMETRIAI ADATOK:

Tengelytáv: 3,97 m
Elemhossz: 3,94 m
Magasság: 81 cm
Talpszélesség: 57 cm

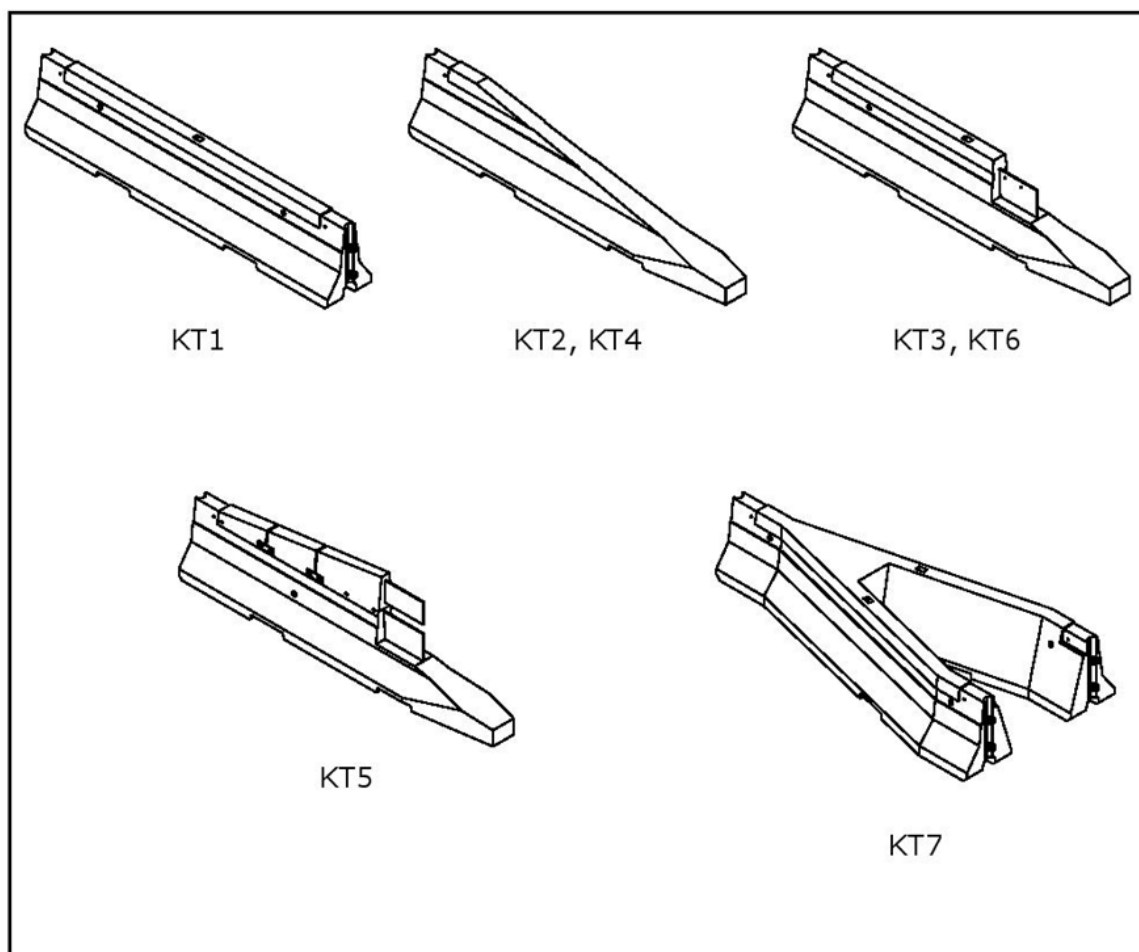
TELJESÍTMÉNY ADATOK:

Elrendezés	Feltartóztatási fokozat	ütközési hevedesség	hatástartomány
egy soros	H2	A	W6
két soros	H2	B	W7
két soros	H3	B	W7
két soros	H4b	B	W8
egy soros rögzített	H2	C	W6

ELEMEK ÖSSZEKAPCSOLÁSA:

A terelőelemekbe bebetonozott szemeken átvezetett ø40 mm átmérőjű csapokkal az elemek összekapcsolódnak, a csap alsó végén kialakított M30 menet az alsó acél gerendaszerelvénybe kerül betekerésre. A szemek az összeépíthetőség miatt kétféle magassági pozícióval készülnek.

ELEMVÁLASZTÉK



Jel	kialakítás	szem magasság	tömeg [t]
KT1	általános elem	-	2,15
KT2	végelem	alacsony	1,65
KT3	egy soros korlát fogadó	magas	1,75
KT4	végelem	magas	1,65
KT5	két soros korlát fogadó	magas	1,78
KT6	egy soros korlát fogadó	alacsony	1,75
KT7A	elágazó ("Y") elem	alacsony	4,38
KT7M	elágazó ("Y") elem	magas	4,38