



Észrevételek és javaslatok a készülő új e-UT 07.01.12 közúti hidak erőtani számítása – Útügyi Műszaki Előíráshoz

Bartus Róbert, Kővári Ákos, Németh Gábor

UNITEF'83 Zrt.

E-mail: bartusr@unitef.hu, kovaria@unitef.hu, nemethg@unitef.hu

DOI: [10.36246/UL.2023.2.01](https://doi.org/10.36246/UL.2023.2.01)

KIVONAT

Magyarországon az Útügyi Műszaki Előírások (e-ÚT) műszaki előírás alapján történik a hídszerkezetek tervezése, amely legfrissebb – jelenleg is hatályos – kiadása 2011-ben jelent meg. Várhatóan 2024-ben jelenik meg az új műszaki előírás, amely már Eurocode alapú lesz. Az erőtani számítás alapjaival (alapelvek, terhek és követelmények) foglalkozó, a hídszerkezetek tervezését alapjaiban meghatározó kötet tervezete a hidak forgalmi teherszintjét nagymértékben megemelné. A szakmai véleményezés során az UNITEF'83 Zrt. Híd-, Műtárgy- és Szerkezettervező Irodája elemezte a tervezett teherszint növelés hatásait, összevetette a környező országok gyakorlatát a hazai előírásokkal, valamint a valós forgalmi viszonyok felmérésére alkalmas eljárást javasolt a valós, hazai viszonyokat legjobban jellemző teherszintek meghatározása céljából.

Kulcsszavak: szabvány, hídtervezés, forgalmi teher, tengelysúlymérés

ABSTRACT

In Hungary, bridge structures are designed on the basis of the Road Technical Regulations (e-ÚT), the latest edition of which was published in 2011. The new technical regulation is expected to be published in 2024, which will already be based on Eurocode. The draft of the volume regulating the basics of static calculation (principles, loads and requirements) and defining the design of bridge structures would greatly increase the traffic load level of bridges. During the professional evaluation, the structural engineers of UNITEF'83 Zrt. analyzed the effects of the planned load level increase, compared the practice of the neighbouring countries with the domestic regulations, and proposed a procedure suitable for assessing the real traffic conditions in order to determine the actual requirements.

Keywords: standard, bridge design, traffic load, axle weight measurement

Bartus Róbert

Okleveles építőmérnök, az UNITEF'83 Zrt. Híd-, Műtárgy- és Szerkezettervező Irodájának irodaigazgatója. Tartószerkezet- és hídtervező mérnök és szakértő.

Kővári Ákos Róbert

Okleveles építőmérnök, hídépítési irányító tervező, hídszakértő. A MAÚT 'Acélhidak tervezése' szabványbizottságának tagja.

Németh Gábor

Okleveles építőmérnök, szerkezettervező és fejlesztő mérnök. Elsődleges kutatási területe öszvér hídszerkezetek nyírt kapcsolóelemei.

1. ELŐZMÉNYEK

Magyarországon a közúti létesítmények tervezésére Útügyi Műszaki Előírások vannak érvényben, melyeket az Útügyi Műszaki Szabályozási Bizottság ad ki a Magyar Közút NZrt., mint koordináló szerv közreműködésével.

Az Útügyi Műszaki Előírások a technológiai és jogszabályi változások miatt időről-időre felülvizsgálatra, szükség esetén átdolgozásra kerülnek. A közúti (és gyalogos) hidak tervezési előírásaira is Útügyi Műszaki Előírások születtek. Az e-ÚT 07.01.11 a hidak általános létesítési szabályait részletezi, az e-ÚT 07.01.12. a hidak terheléseit, a teherkombinációkat, valamint az erőtaní számítás részleteit írja le. Az e-ÚT 07.01.13 – e-ÚT 07.01.17 műszaki előírások a különböző anyagú hidakra vonatkozó előírásokat tartalmazzák.

Az Útügyi Műszaki Előírások (továbbiakban ÚME-k) struktúrájából adódóan az e-ÚT 07.01.12. műszaki előírás minden anyagú hídra tartalmaz előírásokat, így fontossága a hidak méretezésében elsőrendű, a hazai hídtervezés alapelőírásának tekinthető.

2020. évben az Útügyi Műszaki Szabályozási Bizottság megbízására a Magyar Út- és Vasútügyi Társaság megkezdte a hidak létesítésére vonatkozó ÚME-k átdolgozását. A különböző kötetek megszövegezésére Bizottságok alakultak, amelyek a szabályozási folyamatot megkezdték.

A tervezeten is visszaköszönt, hogy a szabályozási bizottság igen nagy és komoly munkát végzett el annak érdekében, hogy az EUROCODE (MSZ EN 1990-1998) szabványsorozattal összhangba hozza a korábban teljesen más megközelítéseket tartalmazó ÚME-ket.

Rövid tanulmányunk célja, hogy teherszintekre vonatkozó előírás-javaslatot értékeljük, valamint, hogy az egyeztetési dokumentumhoz további javaslatokat fogalmazzunk meg.

2. TEHERSZINTEK KÉRDÉSE

Az előírástervezet legfontosabb kérdése a teherszint meghatározása. Az Eurocode harmonizáció kapcsán az LM1-LM4 tehermodell alkalmazása válik szükségessé Magyarországon. Azonban a tehermodell paraméterezése nemzeti hatáskör, így a pontos terhelés meghatározását minden ország maga végezheti el. Szakmai fórumokon ennek a nagyságrendjéről alakult ki vita a szabványalkalmazók körében, melyhez ezzel az összefoglalóval szeretnénk további szempontokat adni.

2.1. JOGSZABÁLYI HÁTTÉR, KÖZÚTHÁLÓZAT TENGYELTERHELÉSI ELŐÍRÁSAI

A magyarországi közúti hídállomány az országos és helyi úthálózatok része. A hidak forgalmi terhelését a teljes hálózat terhelése vonatkozásában (a hidat, mint az úthálózat részét tekintve) kell vizsgálni. Ennek megfelelően vizsgálni szükséges, hogy a hálózaton milyen tengelyterhelésű járművek közlekedhetnek (törvény erejénél fogva).

Magyarországon a közúti közlekedést (kiemelten a hálózat terhelésére) az alábbi jogszabályok határozzák meg.

- 1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről
- 1/1975 (II.5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedési szabályairól
- 36/2017 (IX.18) NFM rendelet a meghatározott össztozmeget, tengelyterhelést, tengelycsoport-terhelést és méretet meghaladó járművek közlekedéséről

1988. évi I. törvény a közúti közlekedésről

A törvény a közúti közlekedésre, valamint az abban részt vevő járművekre vonatkozó szabályokat írja elő. A jármű tulajdonosának felelősségébe utalja a jármű megfelelő tengelyterhelésének és műszaki állapotának fenntartását. Mindemellett a 21/K. § előírásai alapján Magyarországon Nemzeti

Tengelysúlymérő Rendszer (TSM) fenntartását írja elő, amelyet a közlekedési hatóság működtet. A paragrafus (3.) pontja alapján a rendszer rögzíti a jármű honosságát, rendszámát, össztömegét, tengelyterhelését, tengelyeinek számát és tengelyek közötti távolságot, úthasználat idejét és helyét, sebességet. Ugyanezen paragrafus (3.) pontja alapján a hatóság ellenőrzésre jogosult, valamint a (6.) pontja szabályszegés gyanúja esetében közúti ellenőrzésre átadhatja az adatokat.

Fentiekből következően a magyar közúthálózaton kiterjedt tengelysúly mérési, ellenőrzési rendszer működik, amelyik törvény erejénél szankció kiszabására is alkalmas. Ezen törvényi garanciák mellett biztosítottnak tekinthető, hogy a hálózaton a törvényi előírásoknak megfelelő tengelyterhelésű járművek közlekednek.

1/1975 (II.5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedési szabályairól (KRESZ)

A közutak terhelése tekintetében az 51. § fogalmaz meg előírásokat. Útvonalengedély (közútkezelő engedélye) kérése szükséges amennyiben a közlekedésben olyan járművel vennének részt:

- amelynek megengedett legnagyobb össztömege vagy tengelyterhelése meghaladja a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló miniszteri rendeletben meghatározott mértéket (túlsúlyos jármű vagy tengelytúlsúlyos jármű);
- olyan járművel, amelynek magassága, szélessége vagy hosszúsága meghaladja a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló miniszteri rendeletben, vagy – rakománnyal együtt – a 47. §-ban meghatározott mértéket (túlméretes jármű);
- lánc talpas járművel.

A KRESZ előírásai alapján tehát a közúthálózatot csak engedéllyel használhatják olyan járművek, amelyek a szokványos terhelésnél jobban terhelik a hálózatot és ezzel együtt a hidakat.

36/2017 (IX.18) NFM rendelet a meghatározott össztömeget, tengelyterhelést, tengelycsoport-terhelést és méretet meghaladó járművek közlekedéséről

A rendelet 2. §-a határozza meg, hogy a közúthálózaton milyen járművek minősülnek túlsúlyos járműnek. Azaz, azok a járművek, amik ennél a felsorolásnál kisebb terheléssel rendelkeznek a hálózatot szabadon használhatják.

A rendelet alkalmazásában túlsúlyos járműnek minősül az a jármű vagy járműszerelvény, amely

- össztömeg vonatkozásában
 - kéttengelyes jármű esetén a 20 tonnát,
 - háromtengelyes jármű vagy csuklós jármű esetén a 26 tonnát,
 - négy- vagy ennél több tengelyes jármű vagy csuklós jármű esetén a 32 tonnát,
 - háromtengelyes járműszerelvény esetén a 28 tonnát,
 - négytengelyes járműszerelvény esetén a 38 tonnát,
 - öt- vagy ennél több tengelyes járműszerelvény esetén a **40 tonnát**,
- tengelyterhelés vonatkozásában
 - a jármű bármely tengelye, valamint
 - két tengelyből álló tengelycsoport esetén, ha a szomszédos tengelyek egymástól mért távolsága kisebb, mint 1,00 méter,

a 11,5 tonnát,

- tengelycsoport-terhelés vonatkozásában
 - két tengelyből álló tengelycsoport esetén, ha a szomszédos tengelyek egymástól mért távolsága legalább 1,00 méter, de 1,30 méternél kisebb, a 16,0 tonnát,

- két tengelyből álló tengelycsoport esetén, ha a szomszédos tengelyek egymástól mért távolsága legalább 1,30 méter, de 1,80 méternél kisebb, a 19,0 tonnát,
- három tengelyből álló tengelycsoport esetén, ha a szomszédos tengelyek egymástól mért távolsága 1,30 méternél kisebb, a 22,0 tonnát,
- három tengelyből álló tengelycsoport esetén, ha a szomszédos tengelyek egymástól mért távolsága legalább 1,30 méter, de 1,80 méternél kisebb, a 24,0 tonnát, valamint
- háromnál több, páratlan számú tengelyből álló tengelycsoportban elhelyezkedő, a (4) bekezdés b) pontja szerint képzett, három tengelyből álló tengelycsoport esetén 28,5 tonnát

meghaladja.

A törvényi helyzet összefoglalásaként tehát elmondható, hogy a közúthálózatot 11,5 tonnánál nagyobb tengelyterhelésű 40 tonnánál nagyobb össztömegű jármű csak különleges esetben használhatja. Ez azt is jelenti, hogy a hidak általános terhelésénél ezt az értéket kell kiindulásként tekinteni (LM1). Az ennél nagyobb terhelésű, különleges járművek közlekedtetése engedélyhez kötött, ami azt is jelenti, hogy a magyar hálózaton előforduló engedélyköteles járművekhez szükséges az alkalmazandó LM3 tehermodelleket rendelni.

2.2. TENGELYSÚLYMÉRÉS MAGYARORSZÁGON

Az előbbieken részletezett törvényi előírások miatt Magyarországon Mérlegállomások (kezelője a Magyar Közút) és Nemzeti Tengelysúlymérő Rendszer (TSM) (kezelője az Építési és Közlekedési Minisztérium) működik.

Magyarországon a határátkelőkön áthaladó tehergépjármű forgalom hiteles mérésének igen nagy múltja van. Az első hivatalos ellenőrzést 1974-ben (!) végezték a gyulai határátkelőn. Évtizedek során a rendszer folyamatosan bővült és a határállomásokra telepített mérlegállomások az egyik leghatásosabb úthálózatvédelmi eszköznek bizonyultak. Az 1990-es években tapasztalt ugrásszerű forgalomnövekedés ellenőrzésére előbb az összes belépő forgalmi irányban, majd 2002-re kilépő irányokban is teljessé vált a határállomásokon a mérlegelés, azaz tranzitforgalom vonatkozásában zárt rendszer alakult ki, hatékonyan kiszűrve a szabálytalan járműveket.

A Schengeni-övezethez való csatlakozás jegyében 2007-től a belső határokon a mérlegállomások megszűntek, de helyettük mélységi mérőállomások épültek, de a Schengeni külső határokon mind a belépő, mind a kilépő teherforgalom mérlegelése folyamatos és minden teherforgalomra megnyitott határátkelőhelyre kiterjed. A határállomások mérlegállomásainak hitelesített mérési adatsorai évtizedekre visszamenően tartalmazzák az áthaladt járművek tengelysúly, tengelytáv és egyéb járulékos adatait, sokmillió mérésszámban (kb. 4 millió mérés évente). A telepített mérlegállomások előnye, hogy nemcsak pontszerű mintavételt adnak, hanem hálózatot alkotnak. A mérlegállomások adatai rendszeresen hitelesített mérlegekkel végzett szabatos mérésekből származnak.

A Schengeni övezet miatt az ellenőrző mérések szempontjából részben nyitottá vált országos közúthálózat belső ellenőrzésére 2016-tól kiépült a TSM rendszer, ami alkalmas a tranzit forgalom mellett az országon belüli teherforgalom hatékony ellenőrzésére is.

A TSM rendszer egy olyan összetett mérési hálózat, amely képes a járművek össztömegét és tengelyterhelését azok megállítása nélkül, menet közben lemérni és meghatározni a mért értékek jogszabályoknak való megfelelőségét. A TSM rendszer ez alapján képes a jogszabályellenesen túlterhelt tehergépjárművek észleléséről a közúti ellenőrök számára riasztást küldeni a jármű megállítása céljából, illetve az objektív felelősség elve alapján bírsághatározatot hozni.

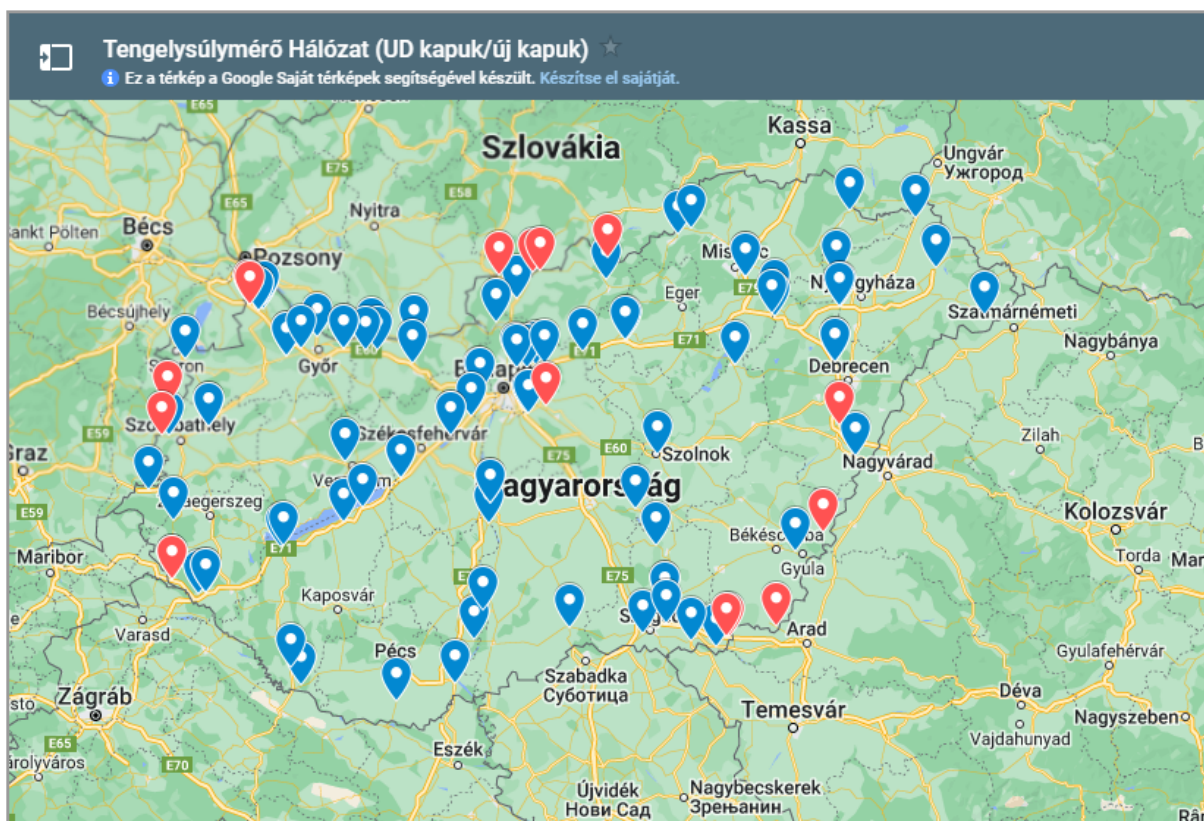
A TSM rendszer 89 mérőhely 107 mérőállomásán telepített, útburkolatba süllyesztett érzékelők segítségével, forgalom lassítás nélkül határozza meg a mérőállomáson áthaladó járművek tengelyterhelését és össztömegét.

A TSM rendszer az útdíjellenőrzési rendszer (UD rendszer) meglévő elemeire épül. Az UD rendszer ellenőrző eszközei mellett a mérőállomásokon az útburkolatba olyan érzékelők (WIM szenzorok –

Weigh In Motion) telepítése történt meg, amelyek képesek a járművek össztömegét és tengelyterhelését mozgás közben meghatározni.

Ezen felül működik egy központi hatósági ellenőrző rendszer, mely az UD rendszerből megkapja a mérőpontokon felvett adatokat. Ez a központi informatikai rendszer az áthaladást követően a rendszám és a mérési eredmények, valamint a különböző szakrendszerekből származó adatok (mennyi a tehergépkocsi megengedett össztömege, mentességi körbe tartozik-e, van-e közútkezelői hozzájárulása) összevetése alapján megállapítja, hogy az adott jármű össztömege és tengelyterhelése megfelelt-e a jogszabályoknak. A központi hatósági ellenőrző rendszert a helyszíni ellenőrzést végző munkatársak informatikai eszközök segítségével érik el.

Magyarországi TSM adatgyűjtő pontok elhelyezkedése:



1. ábra: Magyarországi TSM adatgyűjtő pontok elhelyezkedése.

Az MK mérlegállomás és TSM rendszer lévén Magyarországon több évre visszamenő, részletes adatsorok állnak rendelkezésre. Az adatok tartalmazzák a tengelyterheléseket, tengelyelrendezéseket, időbeli, térbeli eloszlásukat. Mindemellett a felségjelzés tekintetében adataink vannak a tranzitforgalomra vonatkozóan is.

Tehát a hidak forgalmi terhelésének intenzitásának megállapításával lehetőségünk van adatvezérelt előírások megalkotására. Az MSZ EN 1991-2 4.3.2 (3) lehetőséget is biztosít arra, hogy a valós forgalmi terhek intenzitását terhelési osztályba sorolási tényezőkkel – vagyis a helyi, nemzeti sajátosságok – figyelembevételével tegyünk meg. Ezen 'α' meghatározásának tekintetében tehát célszerűnek látszik az MK mérlegállomás és TSM mérési adatok felhasználása.

2.3. HÍDVIZSGÁLATOK TAPASZTALATAI

A magyarországi közúthálózaton található 20 m-nél nagyobb támaszközű hidakat és a 40 m-nél nagyobb összszerkezeti hosszúságú, valamint a vasút feletti hidakat az e-ÚT 08.01.25:2019 Útügyi Műszaki Előírás (5) pontja alapján 10 évente fővizsgálatnak kell alávetni.

Az UNITEF'83 Zrt. is évente több alkalommal végez szakértő partnereivel híd fő- és célvizsgálatokat. Mind a közúthálózaton, mind az autópálya-hálózaton végeztünk ilyen időszakos hídvizsgálatokat, így rálátásunk van a magyar hídállomány nagy részének állapotára.

A vizsgált hídjaink nagy többsége a korábbi ÚME-k szerinti „A” (80 tonna) és „B” (40 tonna) teherbírású hidak voltak. A praxisunkban nem talákoztunk olyan – a jelenlegi ÚME szerinti „A” terhelési osztályra méretezett – híddal, amely túlterhelés miatti károsodás jeleit mutatta volna. Számos probléma előfordul a hídállományon (korrózió, avulás, fenntartási hiányok, mechanikai sérülések) azonban olyannal még nem talákoztunk, hogy egy korlátozásmentes hídszerkezet túlterhelés miatt károsodást, vagy tönkremenetelt szenvedett volna.

Természetesen ez nem reprezentatív minta, azonban a hídállomány vizsgálati jegyzőkönyvei a közúti és autópálya kezelőknél rendelkezésre állnak. Tehát statisztikai alapon évekre visszamenően a túlterhelési károsodások is megállapíthatók.

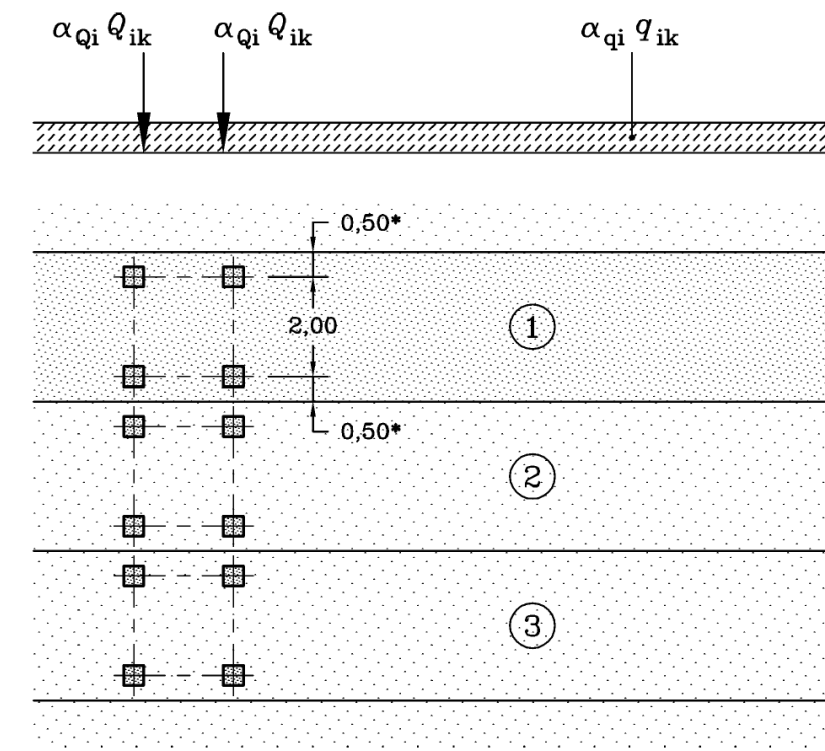
2.4. HIDAK FORGALMI TERHELÉSÉNEK EURÓPAI SZABVÁNYI GYAKORLATA

Az e-ÚT 07.01.12 Útügyi Műszaki Előírás jelenleg folyó felülvizsgálatának célja, hogy olyan előírást hozzon létre, amely az európai egységes EN 1990-1998 szabványsorozattal összhangban van. Közúti hidak forgalmi terhelése tekintetében a honosított, jelenleg is hatályos MSZ EN 1991-2 magyar szabvány határoz meg előírásokat.

Tekintve, hogy hazánk az Európai Unió tagja, valamint a legfőbb kereskedelmi, ipari partnereink az Európai Unió tagállamai ezért célszerűnek tartottuk összevetni az uniós tagállamok saját szabályozását.

Európai standardként minden uniós államnak be kellett vezetni az EN 1990-1998 szabványsorozatot. Ezáltal az uniós területén a *LM1-LM2-LM3-LM4* tehermodellek megegyeznek, azonban a paraméterezés államonként eltérő lehet. Az eltérő paramétereket minden állam a honosított szabvány nemzeti mellékletében adhatja meg.

Jelentős eltérés az LM1 tehermodell (ld. alábbi ábra) terhelési osztályba sorolási ($\alpha_{q1..i}$, $\alpha_{Q1..i}$) tényezőinek felvételében lehetséges. A következőkben táblázatokban az Európai Unió országaiban alkalmazott terhelési osztályba sorolási tényezőket tüntettük fel.



Az 1. tehermodell (LM1) alkalmazása (MSZ EN 1991-2)

Jelmagyarázat:

(1) 1. sáv: $Q_{1k} = 300$ kN; $q_{1k} = 9,0$ kN/m²

(2) 2. sáv: $Q_{2k} = 200$ kN; $q_{2k} = 2,5$ kN/m²

(3) 3. sáv: $Q_{3k} = 100$ kN; $q_{3k} = 2,5$ kN/m²

* $w_l = 3,00$ m esetén

2. ábra: Az LM1 tehermodell EN1991-2:2003 alapján.

Európai Unió - EN ajánlott legkisebb értékek

1. táblázat: EN1991-2:2003 által ajánlott legkisebb α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
EN 1991-2:2003 (4.3.2 (3) NOTE 1)						
1. sáv	300	9,0	0,8	1,0	240	9,0
2. sáv	200	2,5	0,8	1,0	160	2,5
3. sáv	100	2,5	0,8	1,0	80	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	0,0	-	0,0

Magyarország MSZ EN 1991-2:2010 NA (jelenleg hatályos magyar EC szabályozás)

2. táblázat: MSZ EN 1991-2:2010 α értékek – „Indokolt esetben, illetékes hatóság egyetértésével” alkalmazható maximális értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
MSZ EN 1991-2:2010 NA (Jelenlegi magyar, indokolt esetben max.)						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,0	200	2,5

3. sáv	100	2,5	1,0	1,0	100	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

3. táblázat: MSZ EN 1991-2:2010 α értékek – I. terhelési osztály.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
MSZ EN 1991-2:2010 NA (I. terhelési osztály)						
1. sáv	300	9,0	1,0	0,8	300	7,2
2. sáv	200	2,5	0,8	1,0	160	2,5
3. sáv	100	2,5	0,0	1,0	0	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

4. táblázat: MSZ EN 1991-2:2010 α értékek – II. terhelési osztály.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
MSZ EN 1991-2:2010 NA (II. terhelési osztály)						
1. sáv	300	9,0	0,8	0,6	240	5,4
2. sáv	200	2,5	0,8	1,0	160	2,5
3. sáv	100	2,5	0,0	1,0	0	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

Franciaország ANFOR EN 1991-2:2008 NA

5. táblázat: ANFOR EN 1991-2:2008 α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
ANFOR EN 1991-2:2008 NA (Francia)						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,2	200	3,0
3. sáv	100	2,5	1,0	1,2	100	3,0
További sávok	0	2,5	-	1,2	-	3,0
Maradó terület	0	2,5	-	1,2	-	3,0

Nagy-Britannia BS EN 1991-2:2008 NA (– nem tagja az EU-nak)

6. táblázat: BS EN 1991-2:2008 α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
BS EN 1991-2:2008 NA (Brit)						
1. sáv	300	9,0	1,0	0,61	300	5,5
2. sáv	200	2,5	1,0	2,2	200	5,5
3. sáv	100	2,5	1,0	2,2	100	5,5
További sávok	0	2,5	-	2,2	-	5,5
Maradó terület	0	2,5	-	2,2	-	5,5

Németország/Ausztria DIN/ÖNORM EN 1991-2:2012 NA

7. táblázat: DIN/ÖNORM EN 1991-2:2012 α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
DIN/ÖNORM EN 1991-2:2012 NA (Német & Osztrák)						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,33	300	12,0
2. sáv	200	2,5	1,0	2,4	200	6,0
3. sáv	100	2,5	1,0	1,2	100	3,0
További sávok	0	2,5	-	1,2	-	3,0
Maradó terület	0	2,5	-	1,2	-	3,0

Dánia DS EN 1991-2:2009 NA

8. táblázat: DS EN 1991-2:2009 α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
DS EN 1991-2:2009 NA (Dán)						
1. sáv	300	9,0	1,0	0,67	300	6,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,0	200	2,5
3. sáv	100	2,5	1,0	1,0	100	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

Szlovákia STN EN 1991-2:2006 NA

9. táblázat: STN EN 1991-2:2006 α értékek – kiemelt úthálózat.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²

STN EN 1991-2:2006 NA (Szlovák, kiemelt útvonalak)						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,0	200	2,5
3. sáv	100	2,5	1,0	1,0	100	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

10. táblázat: STN EN 1991-2:2006 α értékek – I., II., III. terhelési osztály.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
STN EN 1991-2:2006 NA (Szlovák, I-II-III. terhelési osztály)						
1. sáv	300	9,0	0,9	0,9	270	8,1
2. sáv	200	2,5	0,9	1,0	180	2,5
3. sáv	100	2,5	0,9	1,0	90	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

11. táblázat: STN EN 1991-2:2006 α értékek – alsórendű úthálózat.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
STN EN 1991-2:2006 NA (Szlovák, alsórendű utak)						
1. sáv	300	9,0	0,9	0,6	270	5,4
2. sáv	200	2,5	0,6	1,0	120	2,5
3. sáv	100	2,5	0,6	1,0	60	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

Szerbia SRPS EN 1991-2:2012 NA (– nem tagja az EU-nak)

12. táblázat: SRPS EN 1991-2:2012 α értékek – I. terhelési osztály.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
SRPS EN 1991-2:2012 NA (Szerb, I. terhelési osztály)						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,0	200	2,5
3. sáv	100	2,5	1,0	1,0	100	2,5

További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

13. táblázat: SRPS EN 1991-2:2012 α értékek – II. terhelési osztály.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
SRPS EN 1991-2:2012 NA (Szerb, II. terhelési osztály)						
1. sáv	300	9,0	0,8	0,8	240	7,2
2. sáv	200	2,5	0,8	1,0	160	2,5
3. sáv	100	2,5	0,8	1,0	80	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

Többi EU-s tagállam:

14. táblázat: Európai Unió többi tagállamában alkalmazott α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{Qi}	α_{qi}	$\alpha_{Qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
EU többi tagállama EN 1991-2 NA						
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,0	1,0	200	2,5
3. sáv	100	2,5	1,0	1,0	100	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

A fenti értékekből látható, hogy az Európai Unió tagállamai más-más módon kezelik a forgalmi terhek felvételét, azonban a nagy többség az alapértelmezett $\alpha_{Qi}=\alpha_{qi}=1.0$ értékeket alkalmazza a hidak tervezése során.

Érdekes kivétel ezek közül a német és osztrák gyakorlat, ahol jelentősen növelt értékeket vesznek figyelembe a megoszló teher felvétele esetében. (1. sáv 9 kN/m² helyett 12 kN/m², míg a 2. sávnál 2,5 kN/m² helyett 6 kN/m²). Ezeket az értékeket jól dokumentált és publikált mérések, számítások és megfontolások alapján, a jövőbeni állapotokra készülve vezették be.

Megvizsgálva az ország nyugati szomszédjában ezen emelt terhelési esetek állnak fenn, míg a többi szomszédos ország esetében az alapértelmezett EN előírások, vagy ahhoz nagyon hasonló értékek felvétele történt meg.

Magyarországi szabványi környezet és törvényi háttér összhangja:

A magyarországi helyzetet elemezve érdemes összehasonlítani a törvényi előírásokat az MSZ EN 1991-2 NA által előírt értékekkel.

A 36/2017 (IX.18) NFM rendelet által különböző jármű tengelyszámok által reprezentált megoszló terheléseket az alábbi táblázat tartalmazza.

15. táblázat: Különböző típusú tehergépjárművek tengelyszámok által reprezentált megoszló terhelései.

	Két-tengelyes jármű	Három-tengelyes jármű	Négy-tengelyes jármű	Négy-tengelyes jármű-szerelvény	Öttengelyes jármű-szerelvény	Öttengelyes jármű-szerelvény
Max. tömeg [t]	18	26	32	36	40	40
Jármű teljes hossz [m]	12	12	12	18,75	16,5	18,75
Megoszló terhelés UDL q [kN/m ²]	5,00	7,22	8,89	6,40	8,08	7,11
Maximális tengely(csoport)terhelés [t]	11,5	19	19	11,5	24	19
Maximális tengely(csoport)terhelés TS Q [kN]	115	190	190	115	240	190
	< 2x300kN	< 2x300kN	< 2x300kN	< 2x300kN	< 2x300kN	< 2x300kN

Ebből látható, hogy minden járműtípus esetében a q megoszló terhelés (UDL) az EN 1991-2 szabvány által meghatározott **9.0 kN/m²** alatt marad, míg a Q koncentrált terhelés (TS) szintén a tengelyekre előírt **300 kN** alatt marad.

Összességében kijelenthető, hogy az MSZ EN 1991-2 NA által reprezentált I. terhelési osztály koncentrált terhe esetén a 36/2017 (IX.18) NFM rendelet által meghatározott tengelyterhelési értékek összhangban vannak. Tehát célszerűnek mutatkozik az e-ÚT 07.01.12 műszaki előírásban az MSZ EN 1991-2 NA által előírt α_q és α_Q értékek alkalmazása.

Különleges járművek közlekedtetése:

Az MSZ EN 1991-2 A melléklete megadja, hogy LM3 különleges járművek milyen teherelrendezéssel veendő figyelembe. Az útvonalengedéllyel közlekedő járművek ilyen LM3 járműnek tekinthetők. Az LM3 tehermodellben 600-3600 kN össztömegű járművek is figyelembe veendő. Érdekességként megemlítendő, hogy ezek a járművek maximális tengelyterhelése 240 kN, ami elmarad az LM1 300 kN-os terhelésétől.

Javasoljuk, hogy az Építési és Közlekedési Minisztérium stratégiai céljai, az MK mérlegállomás és TSM rendszer statisztikai feldolgozása, valamint a kiadott útvonalengedélyek alapján kerüljenek meghatározásra azok a Magyarországi útszakaszok, melyeken LM3 teher (kategória megjelölésével) figyelembevétele javasolható.

2.5. SZAKIRODALMI HIVATKOZÁSOK ELEMZÉSE

Az e-ÚT 07.01.12 Útügyi Műszaki Előírást kidolgozó bizottság által az előzetes véleményeinkre adott válaszban 3 külföldi publikációra hivatkozott. Ezúton köszönjük, hogy a bizottsági munkát megalapozó külföldi publikációk megjelölésre kerültek, így lehetőségünk nyílt ezek tanulmányozására. Ezeket egészítettük ki a saját kutatásaink alapján a témába vágó publikációval:

- I. Janusz Rymsza: *Proposal to change the design load in the Eurocode 1 based on loads from vehicles with a mass of 60 tonnes Transportation Research Procedia 14 (2016) 4020 – 4029*

Európa szerte a hidak tervezésének alapja 2003 óta az Eurocode, a közúti terhek felvétele pedig az EN 1991-2:2003 szabványkötet alapján történik. A közúti járműforgalomra az LM1 és LM3

tehermodellek használatosak, amelyek valós forgalommérési eredményeken alapulnak. A tehermodellek alapjául szolgáló mérések 1977-től kezdődtek meg, a szabványon pedig 1987-ben indultak meg a munkálatok. A mérések óta több, mint 50 év telt el, amely alatt nyilvánvalóan nagymértékben változott a forgalom – mind az intenzitás, mind a volumen. Ennek megfelelően nemzetközi szinten is előtérbe került a szabvány aktualizálásáról szóló diskurzus, illetve egyes országokban az intenzív forgalommérésnek az igénye.

Autópályák tervezése Európában általában az LM1 közúti tehermodell alapján történik, amely intenzitása az α terhelési osztályba sorolási tényezővel állítható országonként a Nemzeti Mellékletekben, ld. fentebb. Az MSZ EN1991-2 4.3.2 (1b) alapján „az LM1 az olyan folyamatos, forgalmi akadályok vagy torlódások közepette haladó forgalmat írja le, amelyben nagy százalékban nehéz tehergépjárművek vesznek részt”.

Az európai országokban – köztük az EU-tagállamokban – a szabvány különböző értékű α_{Qi} és α_{qi} tényezőket fogadtak el, így gyakorlatilag lehetetlen egy Európa-szerte ágazó transzeurópai közlekedési hálózat kiépítése azonos biztonsági szinten. Pl. egy – ugyanúgy Eurocode alapján – Szlovákiában tervezett híd teherbírása kisebb lesz egy Franciaországban tervezett híd teherbírásánál, amely kisebb lesz egy Németországban tervezett híd teherbírásánál, holott a kihasználtság lehet azonos az egyes Nemzeti Mellékletekből számítva.

A 2.4 fejezetben látható táblázatok alapján kitűnik a német Nemzeti Melléklet (DIN). Németországban először, 2003-ban az Eurocode ajánlását fogadták el az α tényezőkre ($\alpha_{Qi}=0,8$, $\alpha_{qi}=1,0$), majd 2009-ben emelték az értékeket a jelenleg hatályosra. Az emelés szükségességét Freundt et al. (2011) munkája foglalja össze: a cikk az 1984 és 2005 közötti Bajorországi (DE) nehézforgalmat vizsgáló mérések alapján készült. Az egyik leglátványosabb megállapítás, hogy a vizsgált időszakban az öttengelyes járműszerelvényszáma 2,5-szörösére nőtt. Ez jól mutatja a nagyobb terhelésű járművekkel való szállításra megnövekedett igényeket. Ebből kiindulva az új α tényezők meghatározása azzal a feltételezéssel történt, hogy a jövőben 40 tonna helyett 52 tonnás járművek fognak közlekedni ugyanazzal a teherszállító jármű mérettel, amellyel a 40 tonnás járművek rendelkeznek. Ennek céljából fejlesztettek egy tehermodellt, amely kalibrációja 40 tonnás teherszállító járművekre történt úgy, hogy azonos igénybevételeket adjon az Eurocode LM1 tehermodellével. Ezután növelték a tömeget 40-ről 52 tonnára, majd számították vissza az új α tényezőket. Maurer et al. (2011) munkájából kiderül, hogy a megnövelt tényezők az igénybevételeket ~40%-kal növelték.

Először Finnországban és Svédországban, majd Hollandiában és Németországban is forgalomba helyeztek 60 tonna össztömegű járműveket a közutakon. Európában jelenleg is vitatják a 96/53/EK (1996) tanácsi irányelv módosítását, amely előírja a legfeljebb 60 tonnás járművek közlekedtetését bizonyos európai közlekedési folyosókon. Ennek az irányelvnek a 4. cikke értelmében már most is lehetséges az ilyen járművek közutakon való közlekedése minden EU-tagállamban, különös tekintettel a határokon átmenő szállításra. Ebből kifolyólag számítani lehet az ilyen típusú járművek fentiekén kívül más európai országokban való forgalomba kerülésére is (amennyiben azt az adott ország szabályozása megengedi).

A megnövekedett teherintenzitásra tehát megalapozottan lehet számítani, azonban fontos megjegyezni, hogy a tömeg növekedésével a tengelyszám és a teherszállító járművek hossza is megnövekedett. A 60 tonnás kamionok 8 tengellyel és 25,25 méter hosszal rendelkeznek. Ebből az egyenletesen megoszló teherintenzitás $7,92 \text{ kN/m}^2$ ($<9,0 \text{ kN/m}^2$), az összteher pedig megegyezik az Eurocode $2 \times 300 \text{ kN} = 600 \text{ kN}$ koncentrált terhével.



3. ábra: Nyolctengelyes, 60 tonnás kamion.

Janusz (2016) cikkében a 60 tonnás járművek forgalomba helyezésének teherintenzitásra való hatását vizsgálja Eurocode szabványkörnyezetben. A cikk legfontosabb következtetései:

- Az LM1 szabványos közúti terhei a következőknek felelnek meg a valóságban:
 - 1. sáv - 600 kN-os járművek egymástól 15 m-es távolságban mozognak,
 - 2. sáv - 400 kN-os járművek egymástól 40 m-es távolságban mozognak,
 - 3. sáv - 200 kN-os járművek egymástól 20 m-es távolságban mozognak,
 - > 3. sáv - 75 kN-os járművek egymástól 6 m-es távolságban mozognak.

Ebből következik, hogy az LM1 nem számol azzal a lehetőséggel, hogy 60 tonnás járművek egyszerre közlekednek a hídon.

- Annak érdekében, hogy a 600 kN-os járművek mozgását minden sávon lehetővé tegyék, a terhelést növelni kell az alap terhelési modellben a koncentrált erők tandemterhére, amelyek 2x300 kN-t képviselnek minden forgalmi sávon, miközben változatlanul hagyjuk az egyenletesen megoszló terheket. A javasolt terhelési modell olyan igénybevételeket okoz, amelyek hasonlóak a szabványos, egymástól 60 m-re mozgó 600 kN-os járművek terheléséhez. Ez a javaslat az EN1991-2:2003 szabvány eredeti 4.3.2(1b) definíciójával összhangban van. A javasolt α tényező értékek:

16. táblázat: Janusz R. (2016) által javasolt α értékek.

LM1	Q_{ik}	q_{ik}	α_{qi}	α_{qi}	$\alpha_{qi}Q_{ik}$	$\alpha_{qi}q_{ik}$
	kN	kN/m ²	-	-	kN	kN/m ²
1. sáv	300	9,0	1,0	1,0	300	9,0
2. sáv	200	2,5	1,5	1,0	300	2,5
3. sáv	100	2,5	3,0	1,0	300	2,5
További sávok	0	2,5	-	1,0	-	2,5
Maradó terület	0	2,5	-	1,0	-	2,5

- A transzeurópai hálózat (utak és hidak) építése a hidakon alkalmazott szabványos terhelés egységesítésével kellene, hogy kezdődjön az EU tagállamokban. Ezért egységes európai álláspontot kellene megfogalmazni a hidak terheléséről, azonos értékű terhelési osztályba sorolási tényezőket kellene alkalmazni.

II. Bridge WIM Overview Report, Year 2013-2017., Research Report of the Finnish Transport Agency, 29/2018., Finnish Transport Agency, Helsinki, 2018., ISBN 978-952-317-549-5.

Tárgyi publikáció 2018-ban jelent meg. A közúti hálózat terhelésének elemzésére egy kiválasztott útszakaszon mérték a valós forgalmat. A mérési helyszín egy véletlenszerűen kiválasztott útszakasz volt, tehát az országra és a TEN-T hálózatra nem tekinthető reprezentatívnak.

Mindenképpen előremutató, hogy Finnországban is felismerték, hogy helyszíni mérések alapján célszerű kalibrálni a méretezési terheket. A mért adatok nagyban megegyeznek a magyarországi MK mérlegállomás és TSM rendszer által gyűjtött adatokkal. A mérési eredmények alapján mérésre kerültek a járművek hosszai, tengelyinek száma, elrendezése, terhelése és a járművek összömege.

A mérést 2013-2017. között mérték egy 2007-es bázis méréssel kalibrálva.

A cikk fő megállapítása, hogy a járművek összömege folyamatosan nő, mindemellett egyre több tengelyű járművel végzik el a szállításokat. Tehát a nagyobb összömegek nem eredményeznek nagyobb tengelyterhelést (nyilván az úthálózat nem bírja el), hanem többtengelyes járművek használják az utakat.

A mérés eredményeképpen új járműkategóriákat javasol definiálni a megváltozott közlekedési összetétel miatt. Saját olvasatunkban az LM3 különleges járműveket célszerű definiálni a frekvenciát hálózati elemeken.

Az időbeliség tekintetében fontos kiemelni, hogy ez a mérés-sorozat még az EU-s FIT FOR 55 Környezetvédelmi elvek (vasútra/vízi útra terelés), előtt készült, tehát ezeknek az erőfeszítéseknek az eredményeit még nem tartalmazhatja.

Ez a tanulmány arról szól, hogy a méréseket Finnország szerte ki kell terjeszteni, hogy így lehessen biztosítani az úthálózat fenntartását, valamint be lehessen avatkozni, ha valamely útszakasz túlterhelődne. Szerencsére Magyarországon az MK mérlegállomás és TSM rendszer üzemeltetésével már előrébb tartunk, így az abból felhasználható adatokkal meg lehet valósítani a Finnországban javasolt rendszert.

III. *Anpassung von DIN-Facberichten „Brücken” an Eurocodes, Teil 1: DIN-FB 101 „Einwirkungen auf Brücken”, Ursula Freundt, Sebastian Böning und al., Berichte 8/2 der Bundesanstalt für Strassenwesen, Brücken und Ingenieurbau Heft B 77, Bergisch Gladbach, Februar, 2011.*

Ez a dokumentum 2011-ben készült, és nagyrészt a németországi DIN-EUROCODE átállásról szól. Alapfeltevéseként 2011-ben arra számítottak, hogy a nehézgépjármű forgalom Németországban jelentősen nőni fog, mert a 2011-et megelőző években nőtt és folyamatos növekedést prognosztizáltak. Tekintve, hogy a keltezése már 12 évre nyúlik vissza, így a megállapításai csak korlátozottan tekinthetők relevánsnak a 2023. évi forgalmak leírására.

A 2011-es forgalmi terhelési modell DIN (2003.) előírása a 80-as évekbeli méréseken alapultak, azóta a forgalom megduplázódott. A 2011-es DIN jól leképezte az akkori forgalmat, de a jövőbeni forgalom modellezésében már kérdések vetődtek fel. Ugyanerre hívta fel a figyelmet Janusz Rymasz (2016) is.

A publikáció legnagyobb értéke, hogy különböző hidakra mintaszámításokat végez. 2010. végén Németországban az EU jogharmonizáció keretében a betonhidak méretezésére szolgáló DIN-eket (is) EUROCODE-ok váltották fel. Ebben már egy szigorított, módosított terhelési modell szerepelt a régi DIN-hez képest. 9 db (2 db lágyvasas és 7 db feszített) – DIN szerint tervezett és épített – vasbeton hidat (tervek, statikai számítások és megvalósulási dokumentációk alapján) vizsgáltak meg.

IV. *Design of Steel Bridges – Overview of key content of EN 1993-Eurocode 3 – Illustration of basic element design, G. Hanswille, W Hensen, M. Feldmann, G. Sedlacek, Dissemination of information for training, Vienna, 4-6. October 2010. Pp. 12-24.*

Tárgyi publikáció fellelhető anyaga egy 2010-ben készült előadás diasora. Hasonló következtetésekre jut, mint a III. pontban hivatkozott dokumentum. Azonban itt is igaz, hogy 2010-es előadás megállapításai korlátozottan alkalmazhatók csak 2023-ban.

A nehézgépjárművek forgalma 1980-tól meredeken emelkedik Németországban. Éves szinten Észak-Bajorországban eléri a 50.000 db/évet, míg Észak-Rajna-Westfália tartományban a 70.000-t is meghaladja.

Összességében elmondható, hogy az Eurocode-ok bevezetése óta számos esetben vizsgálták a hidak forgalmi terhermodelljeinek és a hidak valódi terhelésének kapcsolatát. Az itt elemzett publikációk egyhangzóan a mérésen alapuló méretezési terhermodell-meghatározást preferálják. Azonban a mérési eredményekből más és más következtetéseket vonnak le.

A német megközelítés – amely a jövőbeni állapotokra tervez – jelentős tehernövelést hajtott végre, melyet szabványosítottak is. Janusz Ryma cikke a koncentrált terhek 2. és 3. sávjában történő emelését javasolja a 60 tonnás járművek közlekedtetése okozta kihívások kezelésére.

Ebből következően az előkészített, a forgalmi terheket meghatározó jövőbeni magyar szabályozást – a hazai sajátosságokat és a nemzetgazdasági szempontokat is szem előtt tartó – nagy körültekintéssel javasoljuk véglegesíteni.

2.6. NEMZETGAZDASÁGI SZEMPONTOK

A 2.3. és 2.4. pontokban részletesen bemutatásra kerültek a Magyarországgal határos országok szabványalkalmazási gyakorlatai. Szomszédaink nagy része az EUROCODE ajánlott előírásait alkalmazza (Nem ír elő az NA-ban külön forgalmi terhelési osztályokat). A hidak terhelési értékeinek növelése mellett növekvő igénybevételekre kell számítani, (ahogy az Ütügyi Műszaki Előírás tervezetéhez írt kommentárból és az alátámasztó számításokban is olvasható). A növekvő igénybevételi szintek, növekvő anyagmennyiségeket eredményeznek. A növekvő anyagmennyiségek a beruházásoknál többlet anyagi ráfordítást igényelnek.

Mindemellett figyelemmel kell lenni az országos közúthálózat többi elemének (útburkolat, földművek, támfalak) terhelhetőségi állapotára is. A hálózaton nem kifizetődő pontszerűen (a hidaknál) a csatlakozó hálózati elemeknél nagyobb terhelésű pontokat beépíteni. Egyszerűbben megfogalmazva: Hiába épülnek a nagyobb költségárfordítással megépített, nagyobb teherbírású főhálózati hidak, ha a csatlakozó úthálózat kisebb teherbírása (11.5 tonnás kiépítettség) miatt nagyobb terhelésű járművek ezeket a hidakat nem tudják megközelíteni.

Az egyeztetésre megküldött UME tervezett a hasznos terhelések jelentős növelésére tesz javaslatot. A háttéranyagokban a teljes igénybevételre és ezáltal a felhasznált anyagokra is 2-33% növekményt kalkulál. Tekintve, hogy nagyszámú híd érintett a témában, így a sok kisebb növelés összeadódik és jelentős költségnövekményt eredményezhet, ami nemzetgazdasági szempontból a bekerülési költség növekedését jelenti.

Magyarországon a közúthálózat 85-90%-ban már kialakult az elmúlt évek nagyarányú gyorsforgalmi út fejlesztései eredményeképpen. Ebből kifolyólag az elkövetkezendő években előtérbe kerülnek a hálózat felújításából adódó feladatok. Kérdésként merül fel, hogy a felújítandó hidak esetében a megnövelt teherszintre való megerősítés célszerű és indokolt-e. Amennyiben a megnövelt teherszintre való megfeleltetés a várható nagyszámú felújítási projektnél követelményként fogalmazódik meg, várhatóan sok (jó állapotú) híd elbontása és/vagy megerősítése is felmerülhet, amelyet a forgalom folyamatos fenntartása mellett kellene megvalósítani.

Az Európai Bizottság 2020. december 09-én ismertette a hatályos közlekedési stratégiáját, melynek címe: *Fenntartható és intelligens mobilitási stratégia – az európai közlekedés időtálló pályára állítása*, száma: [SWD(2020) 331 final]. A közlekedési stratégiához 82 cselekvési terv is kapcsolódik. Ezek a dokumentumok szolgálnak iránymutatásként a 2021. és 2024. közötti tevékenységhez. Fontos kiemelni, hogy a stratégia a jellegénél fogva szakpolitikai irányokat határoz meg, és nem a különböző feladatok, megoldások részletes gyűjteménye.

A dokumentum fő prioritásként jelöli meg az üveghatású gázok (ÜHG) kibocsátásának célját, melyről a következő fejezetben részletesen is írunk. Nemzetgazdasági szempontból fontos irány, hogy a teherforgalom környezetbarátabbá tétele érdekében a jelenleg 75%-ban a közutakon lebonyolított szárazföldi áruszállítás jelentős részét vasútra és belvízi utakra terelik át. Ebből következően várhatóan ezekben az években tetőzik a közúti áruforgalom volumene, 2021-2024-es időszakot követően a vasúti/vízi térnyerés miatt a közutak terhelése csökkenni fog.

Összességében elmondható, hogy az EU-s és ezzel összhangban a hazai mobilitási stratégiákban sem várható a teherforgalom jelentős növekedése az ÜHG gázok csökkentési koncepciója miatt. Ennek megfelelően a hídjaink esetében olyan terhelési osztályokat kell megadnunk, ami a lehető legkisebb anyagfelhasználást teszi lehetővé (költségoptimalizáció miatt) a mobilitási igények teljeskörű kiszolgálása mellett. Erre ad megfelelő megoldást az MK mérlegállomás és TSM rendszerből nyert adatok feldolgozása és a tengelyterhelések valós hatásokhoz való minél pontosabb igazítása.

2.7. KÖRNYEZETI SZEMPONTOK

Az előző pontban már említésre került, hogy az Európai Unió és Magyarország ÜHG kibocsátásának csökkentése kiemelt prioritás. A közlekedési szektor kibocsátása a teljes EU-s kibocsátás negyedét teszi ki. Ezért születtek cselekvési tervek a kibocsátás csökkentésére (lásd 2.6. fejezet).

Az Európai Unió a tagországok számára jogi keretekbe foglalta a klímacélok elérését. A „FIT FOR 55” keretrendszer előírja a tagállamok számára, hogy az üvegház-hatású gáz-kibocsátásukat az 1990-es referenciaértékhez képest 2030-ig 55 százalékkal csökkentsék és 2050-re ériék el a klímasemlegességet. Ez a jogszabály azt is előírja a tagállamok számára, hogy 2030-ig a tagállami jogszabályokat ennek megfelelően módosítsák.

Az EU-s átállási terv érinti a gazdaság minden szegmensét, így a közlekedési szektort, valamint az infrastruktúra-építésekben keresztül az építőipart is, mely a két nagy CO₂ (széndioxid) kibocsátású részterülete – az acél és cementipar – révén érintett leginkább.

A hídépítési terület mind az acélipar, mind a cementipar oldaláról érintett. A technológiai megújítási lehetőségek most nem részei ennek a dolgozatnak. Jelen dokumentumban kizárólag a tervezési eljárások CO₂ kibocsátás fókuszú aspektusaira világítunk rá.

A szakirodalomban fellelhető élet-ciklus elemzések alapján elmondható, hogy a kitűzött célok úgy valósíthatók meg, ha az anyagfelhasználást okos tervezési megoldásokkal minimálisra szorítjuk le. Ennek része, hogy a hídszerkezetet a valós maximális terhelést leginkább megközelítő hasznos teherre méretezzük.

Tehát összességében elmondható, hogy a „FIT FOR 55” (EU New Green Deal) elveknek való megfelelés is azt támogatja, hogy a Magyarországon széleskörűen kiterjedt MK mérlegállomás és TSM rendszer adatait felhasználva készüljön javaslat a hídszerkezeteink terhelési modelljeire vonatkozóan.

2.8. FÁRADÁS

A számos mérés és publikáció által alátámasztott forgalomművekedés felveti a fáradásvizsgálat felülvizsgálatának kérdését. Az Eurocode lehetővé teszi a fáradási vizsgálat országokénti szabályozását számos Nemzeti Mellékletben szabályozható tényezővel.

Croce (2020) részletesen megvizsgálta az Eurocode fáradási tehermodelljeit és ellenőrzési folyamatát, összevetve a forgalmi feltételezéseket 2003-2007-ben Spanyolországban és Hollandiában mért adatokkal. Ami az EN 1991-2-ben definiált fáradási tehermodelleket illeti, arra a következtetésre jutott, hogy a tehermodellek még ma is kellő biztonsággal lekövetik a valós forgalmi terheket.

Azonban az anyagspecifikus szabványokban definiált – és Nemzeti Mellékletekben országoként szabályozható –, fáradási ellenőrzéshez használt káregyidejűségi tényezők hatására az eljárás a fáradási élettartam téves, akár nem-biztonságos becsléséhez is vezethet. Ennek megfelelően amennyiben elfogadjuk a közutak terhelésének nagymértékű megnövekedését, az anyagspecifikus ÜME előírásokban definiált – leginkább a járműforgalom hatását figyelembe vevő λ_2 – káregyenértékűségi tényezők felülvizsgálatát javasoljuk megtenni.

3. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

Az EN 1991-2 Nemzeti Mellékletben előírható α tényezőknek alapvető ráhatása van a szerkezetben felhasznált anyagok mennyiségére, így nemzetgazdasági és környezeti szempontból is kiemelt

jelentőségűek. Ebből kifolyólag az Európában legszigorúbb, egy feltételezéseken alapuló, jövőben kialakuló helyzetre fejlesztett előírás (Németország) átvétele előtt érdemes részletes vizsgálatokat végezni. Ezekre alapozott javaslatunk:

1. Magyarországon Európa szinten is kiemelkedően sok adat áll rendelkezésünkre tengelyterhelés mérésben. Így lehetőségünk van a tényleges átmenő nehéz teherforgalom alapján kalibrálni az országos α tényezőket a rendelkezésre álló MK mérlegállomás és TSM adatok elemzésére építve.
2. A mért adatok fényében megfontolandó, hogy az egyértelműen megnövekedett nehéz teherforgalom jellemzően az eddig figyelembe vett terhelésnél nehezebb, vagy az eddig figyelembe vett volumennél sűrűbb, a nehéz járművek gyakrabban jelennek meg. Ennek ismeretében megfontolandó a fáradási tehermodellek-tényezők módosítása a teherintenzitás növelése helyett/mellett.
3. Amennyiben a mért- vagy jövőben feltételezett viszonyok alapján elképzelhető a transzeurópai közlekedés teherintenzitásának növekedése, a gyenge láncszem elve alapján mindegyik tagországban növelni szükséges a teherszinteket. Az egységességre való törekvés érdekében érdemes lehet megvizsgálni a már egyes fórumokon elérhető prEN1991-2:2023 előszabványt, hogy várhatóan miként változik majd a jövőben az LM1, illetve az ehhez javasolt α tényezők.
4. A részletes vizsgálatok és következtetések természetesen időigényesek és akár el is húzódnak. Ebben az átmeneti időszakban a teherintenzitás nagymértékű változtatásából adódó problémák (meglévő hídjaink statikailag elégtelennek válása, új hidakba több anyag betervezése, hidak és utak teherbírásának egymáshoz igazítása stb.) elkerülése érdekében javasoljuk, hogy a – európai országok nagyrésztében alkalmazott – jelenleg hatályos EN1991-2:2010 ($\alpha_i=1.0$) kerüljön meghatározásra az e-ÚT 07.01.12 műszaki előírásban.
5. Javasoljuk, hogy az ÉKM indítson el egy adatelemzési projektet az MK mérlegállomás és TSM rendszerből kinyerhető terhelési adatok feldolgozására, az egyes forgalmi sávok tehereloszlását mérő berendezések telepítésével kiegészítve. A projekt eredményeképpen megbízható adatokkal az LM1 tehermodell α tényezői a valós úthasználathoz mérten kalibrálhatóak lesznek. Ezt követően az e-ÚT 07.01.12 műszaki előírás frissítése lehetőségessé válik.

4. IRODALOMJEGYZÉK

- [1]: Bartus, R., Kővári, Á. & Németh, G. 2023: Észrevételek és javaslatok a készülő új e-UT 07.01.12 Közúti hidak erőtanai számítása – Útügyi Műszaki előíráshoz, UNITEF'83 Zrt. Előadva: 2023.09.25, Makadám Klub, Budapest
- [2]: BAST, 2011: Anpassung von DIN-Fachberichten "Brücken" an Eurocodes. Brücken- und Ingenieurbau, Heft B 77, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, Germany.
- [3]: Cameron, A-J. & Daniel, G. 2021. Carbon targets for bridges: a proposed SCORS-style rating scheme. October 2021 www.thestructuralengineering.org
- [4]: Carbon Calculation Guide for Bridges Draft 2022 Net Zero Bridges Group www.netzerobridges.org
- [5]: Croce, P. 2020: Impact of Road Traffic Tendency in Europe on Fatigue Assessment of Bridges. *Applied Sciences* 10, 1389, <https://doi.org/10.3390/app10041389>
- [6]: Du, G. & Karoumi, R. 2013: Environmental life cycle assessment comparison between two bridge types: reinforced concrete bridge and steel composite bridge. Proceedings of Third International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies.
- [7]: EN 1991-2:2003: Eurocode 1 - Traffic loads on bridges. (+ a szabvány honosításai és Nemzeti Mellékletei (NA) európai országokban)

- [8]: Európai Tanács - Irány az 55%! Európai klímarendelet részletei <https://www.consilium.europa.eu/hu/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> (hozzáférés: 2023.09.19)
- [9]: Finnish Transport Agency, 2018: Bridge WIM Overview Report, Year 2013-2017., Research Report of the Finnish Transport Agency, 29/2018, Helsinki, ISBN 978-952-317-549-5.
- [10]: Freundt, U., Böning, S. & Kaschner R. 2011: Road bridges between actual and future heavy load traffic – Road traffic loads according to DIN EN 1991-2/NA, Beton- und Stahlbetonbau, 11, pp. 736–746.
- [11]: G.I., 2021: Az Európai Unió hatályos közlekedéspolitikai stratégiája <https://kozlekedesbiztonsag.kti.hu/az-europai-unio-hatalyos-kozlekedespolitikai-strategiaja/> (hozzáférés: 2023.09.19)
- [12]: Hanswille, G., Hensen, W., Feldmann, M. & Sedlacek G. 2010: Design of Steel Bridges – Overview of key content of EN 1993-Eurocode 3 – Illustration of basic element design, Dissemination of information for training, Vienna, 4-6. October 2010. Pp. 12-24.
- [13]: Janusz, R. 2016: Proposal to change the design load in the Eurocode 1 based on loads from vehicles with a mass of 60 tonnes, Transportation Research Procedia 14, 4020–4029.
- [14]: Kővári, Á., Katula, L., Bartus, R. & Homola, Z., 2023: Légtörő-korrózióálló acélok hídépítési alkalmazása és 3R alapelvek szerinti hídszerkezetek a Veker-ér, Kórógy-ér és Kenyere-ér feletti kerékpárhidakon. UNITEF'83 Zrt.
- [15]: Maurer, R., Arnold A. & Müller, M., 2011. Effects from the new load-model according to DIN EN 1991-2/NA on the design of concrete bridges, Beton- und Stahlbetonbau, 11, pp. 747–759.
- [16]: Steel for a Sustainable Bridge Infrastructure with a Low CO2 Footprint - Now and in the Future, IABSE WEBINAR, 2023.05.05. https://www.youtube.com/watch?v=vMloBKZtz28&t=1528s&ab_channel=IABSEHQ (hozzáférés: 2023.09.19)