

I. A KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK

A közúti hidak erőtani tervezésének alapelveit az *1. szakasz* foglalja össze. A tervezés során figyelembe veendő terhelő erőket és hatásokat a *2. szakasz* tartalmazza.

A közúti hidak tervezése során a hidak erőtani megfelelőségét a *2. szakaszban* szereplő erőtani követelmények igazolásával kell bizonyítani.

1. A KÖZÚTI HIDAK TERVEZÉSÉNEK ALAPJAI

A közúti hidak tervezésének alapvető követelményeit és azok erőtani tervezés keretében történő igazolásának elveit a jelen *1. szakasz* tartalmazza.

1.1. Alapvető követelmények

A tarószerkezeteket (így a közúti hidakat is) az előírányzott tervezési élettartam idejére a funkcionális követelmények biztosításán túl a következő alapvető követelményekre, azaz

- teherbírásra
- használhatóságra
- tűzhatásra
- egyéb rendkívüli hatásokra.

adott megbízhatósággal a határállapot-konceptió alapján, a parciális tényezők módszerének (az osztott biztonsági tényező eljárás) alkalmazásával kell megtervezni.

A szükséges megbízhatósági szintet elsősorban

- az alapvető követelmények nem teljesülésének oka és módja
- az alapvető követelmények nem teljesüléséből származó (anyag, erkölcsi, sérülésekből adódó) kár mértéke,
- az alapvető követelmények nem teljesüléséhez tartozó kockázat csökkentéséhez szükséges ráfordítások mértéke,
- a nyilvánosságnak az alapvető követelmények nem teljesülésével szembeni ellenőrzése

figyelembevételével kell meghatározni. Ha a tervezés a jelen előírás szerint készül, továbbá ha a tartószerkezet megvalósítása megfelelő szintű kivitelezéssel és minőségbiztosítási rendszer alkalmazásával történik, akkor feltételezhető, hogy a szükséges megbízhatósági szint teljesül.

A jelen előírás a teherbírásra, használhatóságra és a közúti hidak esetén előforduló rendkívüli hatásokra való tervezéssel foglalkozik.

1.2. Tervezési élettartam

A végleges jellegű hidak előírányzott tervezési élettartama 100 év. Ideiglenes jellegű hidakat általában 5-10 év tervezési élettartamra lehet tervezni.

1.3. Határállapotok

A határállapot-konceptió szerinti tervezés során meg kell különböztetni

- teherbírasi és
- használhatósági határállapotokat

A tartószerkezetek teherbírasi határállapotai

- az emberek biztonságával és
- a tartószerkezet összeomlásának bekövetkezési valószínűségével

kapcsolatosak, melyek létrejöhetnek a tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti rész

- helyzeti állákonyságának (egyensúlyának) elvesztése
- szilárdságának kimerülése
- fáradási tömkremenetele

következtében.

A tartószerkezetek használhatósági határállapotai

- a tartószerkezet szokásos (üzemszerű) körülmények közötti funkcionális működésével,
- az emberek komfortérzetével
- a tartószerkezet tartósságával
- a tartószerkezet külső megjelenésével

kapcsolatosak, melyek általában

- a tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti rész túlzott mértékű alakváltozása,
- a tartószerkezet vagy egy tartószerkezeti rész túlzott mértékű rezgései
- a tartószerkezet egészének teherbírását nem érintő lokális károsodások

következtében jönnek létre.

Az erőtani tervezés során azt kell biztosítani, hogy a fenti határállapotok bekövetkezésének valószínűségei az előírt szintek alatt legyenek. Ezt a 3. szakaszban lévő erőtani követelmények teljesülésének az osztott biztonsági tényezős eljárással történő igazolásával kell megtenni.

1.4. Tervezési állapotok

A közúti hidak tervezése során négy *tervezési állapotot* kell megkülönböztetni. Ezek a következők:

- tartós tervezési állapot (üzemszerű működési körülmények)
- ideiglenes tervezési állapot (átmeneti, rövid ideig tartó, nem üzemszerű működési körülmények, pl. építés, átépítés, felújítás, megerősítés, stb.)
- rendkívüli tervezési állapot (kivételes esetekben előforduló működési és használati körülmények, pl. ütközések)
- szeizmikus tervezési állapot (földrengés esetén).

A szeizmikus tervezési állapotokkal az MSZ EN 1998 foglalkozik.

A teherbírasi határállapotokra vonatkozó erőtani követelmények teljesülését mindegyik tervezési állapotban igazolni kell. A használhatósági határállapotokat csak bizonyos tervezési állapotokban kell igazolni.

1.5. A hatások reprezentatív értékei

A 3. szakasz szerinti erőtani követelmények igénybevétel-oldali mennyiségeinek meghatározása a hatások reprezentatív értékeinek felhasználásával történik. Egy hatásnak több reprezentatív értéke van, a hozzá tartozó előfordulási valószínűség mértékétől függően (ld. a 2.2. szakaszt).

Egy hatás fő reprezentatív értéke a karakterisztikus érték, melyet a hatás jelölésében általában egy „ k ” alsó index jelöl. A karakterisztikus érték lehet

- várható érték
- adott előfordulási valószínűséghez tartozó alsó vagy felső érték (kvantilis).

Az egyes hatások definíciója általában az adott hatás karakterisztikus értékét adja meg (kivéve a rendkívüli hatás, melynek csak tervezési értéke van (ld. az 1.6. és a 2.3. szakaszokat)).

A hatások további reprezentatív értékei (F_{rep}) a karakterisztikus értékből származtathatók, a következőképpen:

$$F_{rep} = \Psi F_k$$

ahol:

- F_k - a hatás karakterisztikus értéke
- Ψ - egy adott reprezentatív érték képzésére szolgáló tényező (Ψ tényező; a karakterisztikus érték képzése esetén értéke 1,0)

1.6. Tervezési értékek

A parciális tényezők módszere (osztott biztonsági tényezős eljárás) szerint az erőtani követelmények általában a hatás-oldali igénybevételek tervezési értékeinek és az ellenállás-oldali igénybevételek tervezési értékeinek az összehasonlítását jelentik.

Az igénybevételek tervezési értékét (E_d) a hatások tervezési értékéből (F_d) és a geometriai méretek tervezési értékéből (a_d) kell meghatározni általánosan elfogadott statikai módszerek alkalmazásával.

Az ellenállás tervezési értékét (R_d) az anyagjellemzők tervezési értékéből (X_d) és a geometriai méretek tervezési értékéből (a_d) kell meghatározni általánosan elfogadott szilárdságtani módszerek alkalmazásával.

A hatások tervezési értéke (F_d) a következő általános összefüggésből határozható meg:

$$F_d = \gamma_f F_{rep}$$

ahol:

- γ_f - a hatás parciális tényezője, mely a hatás reprezentatív értéktől való kedvezőtlen irányú eltéréseit veszi figyelembe
- F_{rep} - a hatás reprezentatív értéke az 1.5. szakasz szerint.

A rendkívüli hatásnak csak tervezési értéke van (ld. a 2.3. szakaszt).

A geometriai méret tervezési értéke (a_d) – attól függően, hogy az adott geometriai méret a tartószerkezet megbízhatóságát milyen mértékben befolyásolja - a következő összefüggések egyikével határozható meg:

$$a_d = a_{nom} \quad \text{vagy} \quad a_d = a_{nom} \pm \Delta a$$

ahol:

- a_{nom} - a geometriai méret névleges (tervezett) értéke
- Δa - geometriai méreteltérés (imperfekció), mely a geometriai méretnek a névleges értéktől való kedvezőtlen irányú eltérését veszi figyelembe

Az anyagjellemzők tervezési értéke (X_d) a következő általános összefüggésből határozható meg:

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_m}$$

ahol:

- X_k - az anyagjellemző karakterisztikus értéke
- γ_m - az anyagjellemző parciális tényezője, mely az anyagjellemző karakterisztikus értéktől való kedvezőtlen irányú eltéréseit veszi figyelembe.

2. TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK

A tartószerkezeteket érő hatások lehetnek állandó, esetleges, rendkívüli és szeizmikus hatások.

2.1. Állandó jellegű terhelő erők és hatások

Állandó jellegű terhelő erőn és hatáson olyan hatást kell érteni, mely a tartószerkezet tervezési élettartama során nagy valószínűséggel (~85%) mindvégig működik és nagyságának időbeni változása elhanyagolható, vagy ez a változás – egy bizonyos határtérték eléréséig – mindvégig monoton.

Ha az állandó hatás változékonysága (pl. önsúly) elhanyagolható, akkor annak karakterisztikus értékét a várható értékkel (vagy a névleges méretekből meghatározott értékkel) kell azonosnak tekinteni (G_k).

Ha az állandó hatás változékonysága nem hanyagolható el (pl. földnyomás), akkor egy alsó ($G_{k,inf}$) és egy felső ($G_{k,sup}$) karakterisztikus értéket kell meghatározni a hatás változékonyságának mértékétől függően. Általában megfelelő, ha az alsó karakterisztikus értéket az 5%-os, a felső karakterisztikus értéket a 95%-os kvantilisben határozzák meg. Erre vonatkozó adatok hiányában általában a

$$G_{k,inf} = 0,95 G_k \quad \text{és} \quad G_{k,sup} = 1,05 G_k$$

összefüggések alkalmazhatók.

Közúti hidak esetén - ha ilyen fellép, akkor - állandó hatásként általában

- a tartószerkezeti és nem tartószerkezeti elemek önsúlyát
- a földnyomást
- a víznyomást

- a támaszmozgásokat
- az időben lejátszódó lassú alakváltozások (a beton zsugorodása és kúszása, az acélok relaxációja) következményeit
- a feszítést
- a saruellenállást

kell figyelembe venni.

2.1.1. Önsúly

A tartószerkezeti és nem tartószerkezeti elemek önsúlyának G_k karakterisztikus értékét az anyagok térfogatsúlyai és a névleges geometriai méretek alapján kell meghatározni.

A hidakra felhordott burkolatok önsúlyát a következő térfogatsúlyok alkalmazásával lehet meghatározni:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| • betonburkolat | 25 kN/m ³ |
| • hengereltaszfalt burkolat | 23-24 kN/m ³ |
| • öntöttaszfalt burkolat | 24-25 kN/m ³ |

Ha az önsúly egyes összetevői (pl. a nem tartószerkezeti elemek önsúlya) esetén a térfogatsúlyok vagy a geometriai méretek bizonytalansága számottevő, akkor célszerű lehet az önsúly alsó ($G_{k,inf}$) és felső ($G_{k,sup}$) karakterisztikus értékeinek az alkalmazása.

2.1.2. Földnyomás

A földnyomások felvételét általában az MSZ EN 1997 szerint kell végezni.

A földnyomások meghatározásakor a talajjellemzők változékonyságára tekintettel kell lenni. Emiatt sok esetben indokolt lehet a földnyomás alsó ($G_{k,inf}$) és felső ($G_{k,sup}$) karakterisztikus értékeinek az alkalmazása.

A vízszintes földnyomások mértékének meghatározásakor a terhelt szerkezet elmozdulási lehetőségeire kiemelt figyelmet kell fordítani.

2.1.3. Víznyomás

A tartószerkezeteket terhelő talajvíznyomás értékeit a fizikailag lehetséges talajvízszintviszonyok figyelembevételével kell meghatározni az EN 1997 szerint.

A tartószerkezetet tartósan körülvevő áramló víz esetén a víz áramlásából származó víznyomásokat megfelelő modell alapján kell meghatározni.

2.1.4. Támaszmozgások

Az erőtani számítás során a hidak támaszainak várható süllyedéseire és ez alapján az egyes támaszok között fizikailag lehetséges süllyedés-különbségekre tekintettel kell lenni. Az egyes támaszok közötti relatív süllyedéskülönbségeket minden esetben a vizsgált hatás szempontjából legkedvezőtlenebb kombinációnak megfelelően kell feltételezni.

A támaszok várható süllyedéseinek mértékét a talajmechanikai szakvélemény figyelembevételével célszerű felvenni, amelyben megadott értéket karakterisztikus értéknek ($G_{set,k}$) lehet tekinteni.

Ha a süllyedések kialakulása során a tartószerkezet statikai váza változik, akkor a támaszsüllyedésnek csak azt a részét kell figyelembe venni, mely a tartószerkezetben igénybevételt okoz.

2.1.5. Lassú alakváltozások

A beton zsugorodásából és kúszásából származó lassú alakváltozásokat és azoknak a tartószerkezet erőjátékára gyakorolt hatásait a *II. fejezet 1.3.4., 1.3.5. és 1.3.6. szakaszai* szerint kell figyelembe venni.

A feszítőacélok relaxációjának hatását általában csak a feszítőerő aktuális értékének meghatározásakor kell figyelembe venni a *II. fejezet 1.2.1. és 2.2.1.6. szakaszai* alapján.

2.1.6. Feszítés

A tartószerkezetek feszítéséből származó hatásokat állandó hatásnak kell tekinteni.

A teherbírási határállapotok vizsgálata során a feszítés esetében általában elegendő egyetlen, az effektív (hatásos) feszítőerő várható értékén alapuló karakterisztikus értéket alkalmazni ($P_k = P_{k,i}(x) = P_{m,i}(x)$, ld. a *II. fejezet 2.2. szakaszát*), melynek tervezési értékét az adott határállapot jellegétől függő mértékű parciális tényezővel együtt kell alkalmazni (ld. a *3.1. szakaszt*).

A használhatósági határállapotok vizsgálata során a feszítés esetében általában célszerű a feszítőerő alsó ($P_{k,inf}$) és felső ($P_{k,sup}$) karakterisztikus értékét alkalmazni a *II. fejezet 2.2.2.2. szakasza* szerint.

Külső kábeles feszítés esetén a feszítésnek a tartószerkezet alakváltozása miatt megváltozott külpontosságára tekintettel kell lenni.

2.1.7. Saruellenállás

A mozgó és a fix saruk ellenállásából származó (vízszintes) erőket az alépítmények tervezése során mindig, a felszerkezet tervezés során akkor, ha az abból származó hatás jelentős, figyelembe kell venni.

A saruellenállást akkor kell állandó jellegű hatásnak tekinteni, ha az más, állandó jellegűnek tekintett hatás (pl. zsugorodás) következtében jön létre.

A saruellenállásból származó vízszintes támaszerők tehermentesítő hatását csak abban az esetben lehet figyelembe venni, ha biztosítható, hogy a figyelembe vett hatás a számításba vett körülmények között mindenképpen ki is alakul (pl. mechanikai kapcsolatok alkalmazásával).

A mozgó saruk súrlódási tényezőjét nem gyári termékek esetén – erre vonatkozó pontosabb adatok hiányában - a következőképpen lehet felvenni:

- csúszósúrlódás – acél acélon 0,5

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

- csúszósúrlódás – beton (kő) beton 0,75
 - gördülősúrlódás – acél acélon $6/d \geq 0,02$, ahol d a saruhenger átmérője [mm]-ben.
- Gyári termékek esetén a súrlódási tényezőt a gyártó által megadott adatok alapján kell figyelembe venni.

Műgumi saruk esetén a saruellenállásból származó vízszintes támaszerőket a várható mozgások, a saru geometriai méretei, a függőleges teher és a műgumi anyagának gyártó által megadott jellemzői alapján kell meghatározni.

Erre vonatkozó pontosabb adatok hiányában 60 ± 5 Shore-fok keménységű műgumi esetén a nyírási rugalmassági modulus *2.1. táblázatban* szereplő értékeit lehet figyelembe venni:

2.1. táblázat: 60±5 Shore-fok keménységű műgumi nyírási rugalmassági modulusai

Teherfajta	Nyírási rugalmassági modulus [N/mm ²]		
	± 0°C felett	-20°C esetén	-45°C esetén
Állandó, ill. tartós jellegű terhelések esetén	1,0	1,2	2,5
Rövid ideig tartó terhelések (fékezőerő, szél) esetén	2,0	2,4	5,0

2.2. Esetleges hatások

A 3. szakasz szerinti hatáskombinációkban az esetleges jellegű terhelő erők és hatások különböző reprezentatív értékekkel (ld. az 1.5. szakaszt) szerepelnek. Egy esetleges hatásnak (Q) összesen négy reprezentatív értéke van, melyek az előfordulási valószínűség nagysága alapján különböznek egymástól. Ezek (jelöléssel együtt) a következők:

- karakterisztikus érték Q_k
- kombinációs érték $\psi_0 Q_k$
- gyakori érték $\psi_1 Q_k$
- kvázi-állandó érték $\psi_2 Q_k$

ahol a ψ_0 , ψ_1 és ψ_2 az ún. Ψ -tényezők a 3.2. táblázat szerint.

A kombinációs értéket más esetleges hatásokkal való egyidejűség figyelembevétele esetén kell alkalmazni, a gyakori érték az adott hatás üzemszerű működési körülmények között fellépő mértékét modellezi, míg a kvázi-állandó érték a hatás tartós részének figyelembevételére szolgál.

Közúti hidak méretezése során esetleges hatásként általában a

- hidak (közúti forgalomból származó) (2.2.1. szakasz) és a hídfők mögötti töltések (2.2.2. szakasz) forgalmi terheit
- szélhatást (2.2.3. szakasz)
- hőmérsékleti hatásokat (2.2.4. szakasz)
- saruellenállást (2.2.5. szakasz)
- jég, az áramló víz és a hullámverés által okozott hatásokat (2.2.6. szakasz)
- építési terheket (2.2.7. szakasz)

kell figyelembe venni.

2.2.1. Forgalmi terhek

Az $L \leq 200$ m terhelt hosszal rendelkező közúti hidak tervezésénél forgalmi (hasznos) teherként az

- útpályán (kocsipályán) a közúti forgalom hatását leíró függőleges (2.2.1.3. szakasz) és vízszintes (2.2.1.4. szakasz) tehermodelleket,
- a közúti hidak gyalogjárdáin pedig a 2.2.1.5. szakasz szerinti terheket kell alkalmazni.

A fáradásvizsgálathoz külön fáradási tehermodelleket kell figyelembe venni.

Mindegyik tehermodell tartalmazza a forgalomból származó dinamikus hatást, azaz külön dinamikus tényező alkalmazására (egyedi, az illetékes hatóság által külön előírt esetektől eltekintve) nincs szükség.

A forgalmi terhekből származó hatás több-összetevőjű hatás, vagyis a 3.1. és 3.2. szakaszokban megadott hatáskombinációkban a forgalmi terhek függőleges és vízszintes modelljei nem önmagukban, hanem ún. forgalmi tehercsoportokba (gr1...gr5) rendezve szerepelnek. A forgalmi tehercsoportok összeállításának szabályait a 2.2.1.6. szakasz tartalmazza.

Az e forgalmi tehercsoportok eredményeként adódó forgalmi hatást a továbbiakban, mint egyetlen esetleges hatást kell a 3.3. szakaszban megadott, egyidejűsége vonatkozó kombinációs szabályok szerint a többi esetleges hatással kombinálni a 3.1. és a 3.2. szakaszokban szereplő hatáskombinációkban.

2.2.1.1. Terhelési osztályok

A hídon várható forgalom összetételétől, sűrűségétől és az áthaladó járművek sajátosságaitól függően a közúti hidak terhelési osztályba sorolását az α és β terhelési osztályba sorolási tényezőkkel kell elvégezni, Magyarország területén a következők szerint:

- I. terhelési osztály (autópályák, autópálya-csomóponti ágak, országos főutak hídjai, továbbá Budapest főváros hídjai a gyűjtő- és lakóutak kivételével):

$$\begin{aligned}\alpha_{Qi} &= 1,0 & (i = 1,2,3) \\ \alpha_{qi} &= \alpha_{qr} = 1,0\end{aligned}$$

- II. terhelési osztály (az alsóbbrendű országos utak, a Budapesten kívüli városok főforgalmi és forgalmi útjain lévő hidak, továbbá a budapesti gyűjtő- és lakóutak hídjai):

$$\begin{aligned}\alpha_{Q1} &= 0,8; & \alpha_{Q2} = \alpha_{Q3} = 1,0 \\ \alpha_{q1} &= 0,8; & \alpha_{qi, (i \geq 2)} = \alpha_{qr} = 1,0\end{aligned}$$

- III. terhelési osztály (községek forgalmi útjain és egyéb önkormányzati gyűjtő- és lakóutakon, továbbá közforgalom számára megnyitott magánutakon lévő hidak):

$$\begin{aligned}\alpha_{Qi} &= 0,6; & (i = 1,2,3) \\ \alpha_{q1} &= 0,6; & \alpha_{qi, (i \geq 2)} = \alpha_{qr} = 1,0\end{aligned}$$

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

ahol i a 2.2.1.2. szakasza alapján a forgalmi sáv sorszámát jelöli, továbbá

$$\beta_Q = \alpha_{QI}.$$

A fenti α tényezőket a 2.2.1.3.1. szakaszban szereplő 1. tehermodell, a β tényezőt pedig a 2.2.1.3.2. szakaszban szereplő 2. tehermodell (azonos indexű) karakterisztikus értékeinek szorzótényezőiként kell alkalmazni.

2.2.1.2. Forgalmi sávok

A tehermodellek alkalmazásához az útpályát forgalmi sávokra kell osztani a következő 2.2. táblázat szerint.

2.2. táblázat: Az útpálya felosztása forgalmi sávokra

Az útpálya szélessége (w)	A forgalmi sávok (egész) száma (n_l)	Egy forgalmi sáv szélessége	A fennmaradó terület szélessége
$w < 5,4$ m	$n_l = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4 \text{ m} \leq w < 6$ m	$n_l = 2$	$w/2$	0
$6 \text{ m} \leq w$	$n_l = \text{int}(w/3)^*$	3 m	$w - 3 n_l$

Ha a hídon az útpálya szélessége változik, a forgalmi sávok száma a következő:

- 1, ahol $w < 5,4$ m;
- 2, ahol $5,4 \text{ m} \leq w < 9$ m;
- 3, ahol $9 \text{ m} \leq w < 12$ m.

Ha egy útpályát egy középső, rögzített elválasztó szerkezet fizikailag két részre oszt, a fenti sávfelosztást mindegyik útpályarészre külön el kell végezni. Ha az elválasztó szerkezet eltávolítható, akkor a teljes útpályaszélességet alapul véve kell a sávfelosztást végrehajtani.

A sávokat a vizsgált hatás szempontjából, a rajtuk elhelyezett tehermodellek kedvezőtlen hatásának mértéke alapján számozni kell. A legkedvezőtlenebb hatást eredményező sáv száma 1, a második legkedvezőtlenebb hatást eredményező 2, és így tovább. A fennmaradó terület több részletben is kiosztható.

Ha egy felszerkezeten fizikailag két különálló részre osztott útpálya található, – a fentiek szerint külön-külön elvégzett sávfelosztás után – egyetlen sávszámozást kell alkalmazni. Ha a két különálló útpálya külön felszerkezeten helyezkedik el, a felszerkezet tervezése során mindkét útpálya sávjait külön kell számozni.

Ha két különálló felszerkezetet egyetlen alépítmény (pl. hídfő) támaszt alá, akkor az alépítmény tervezése esetén a két útpályára egyetlen sávszámozást kell alkalmazni.

2.2.1.3. Függőleges tehermodellek

Az alábbi tehermodellekben a függőleges terhek karakterisztikus értékekkel szerepelnek.

Az egyes tehermodellek megkülönböztetése az alapján történik, hogy mely tervezési állapotban és milyen jellegű vizsgálatra (általános vagy helyi) alkalmazhatók.

* Az $\text{int}()$ jelölés a zárójelben szereplő érték „egész részét” jelöli. Pl. egy 11 m széles hídpálya esetén, $n_l = \text{int}(w/3) = 3$ és a maradó terület szélessége $11 - 3 \times 3 = 2$ m.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

- 1. tehermodell (LM1): A közúti személy és teherforgalom hatásait írja le. Tartós és ideiglenes tervezési állapotban veendő figyelembe, általános és helyi vizsgálatra egyaránt.
- 2. tehermodell (LM2): Az igen rövid tartószerkezeti elemen fellépő dinamikus hatást modellezi. Tartós és ideiglenes tervezési állapotban, csak helyi vizsgálatra kell figyelembe venni.
- 3. tehermodell (LM3): Különleges járművek modellje. Csak ideiglenes tervezési állapotban, általános és helyi vizsgálatra alkalmazható.
- 4. tehermodell (LM4): Embertömeg-modell. Csak ideiglenes tervezési állapotban, kizárólag általános vizsgálatra alkalmazható.

2.2.1.3.1. Az 1. tehermodell (LM1)

A tehermodell két azonos tengelyű, sávonként különböző összsúlyú koncentrált járműterhekből (ikertengelyek, TS) és sávonként (ill. maradó területenként) különböző intenzitású, egyenletesen megoszló terhekből (UDL) áll.

Az ikertengelyek tengelysúlyai: $\alpha_{Qi}Q_{ik}$, (az egy tengelyeken lévő keréksúlyok azonosak); az egyenletesen megoszló terhek intenzitása: $\alpha_{qi}q_{ik}$ ill. $\alpha_{qr}q_{rk}$, ahol i a 2.2.1.2. szakaszban megadott sávszámot jelenti. A koncentrált és megoszló terhek karakterisztikus értékei a 2.3. táblázatban találhatóak. Az α_{Qi} , α_{qi} és α_{qr} terhelési osztályba sorlási tényezők értékeit a 2.2.1.1. szakasz tartalmazza.

2.3. táblázat: Az 1. tehermodell karakterisztikus értékei

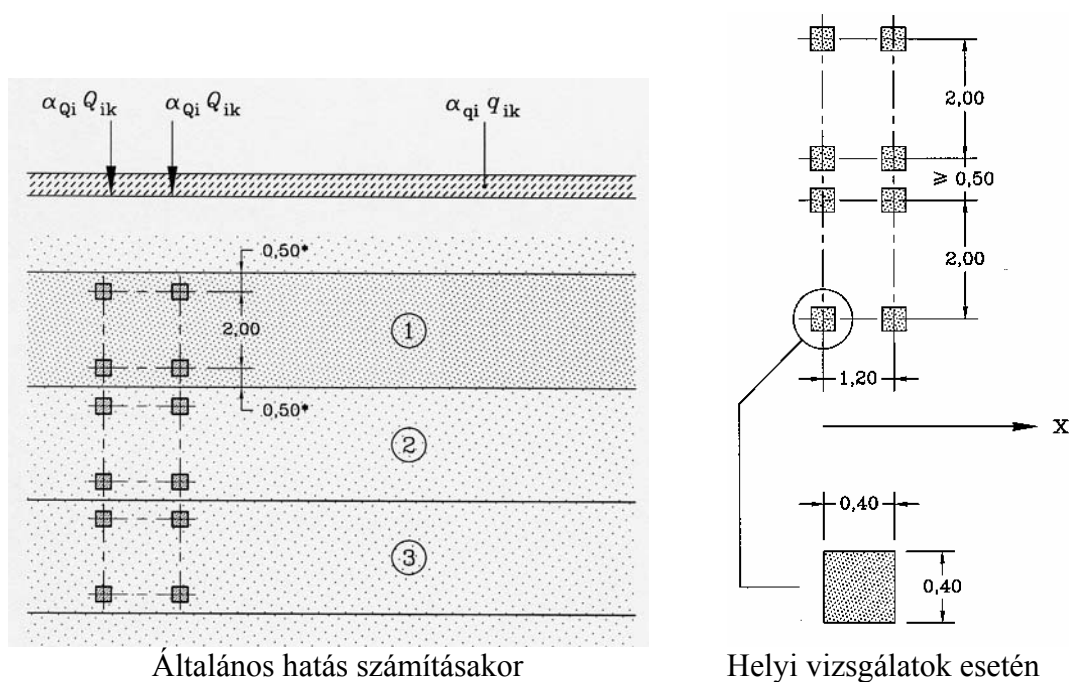
Hely	Ikertengely	Megoszló teher
	Q_{ik} [kN]	q_{ik} (vagy q_{rk}) [kN/m ²]
1. sáv	300	9,0
2. sáv	200	2,5
3. sáv	100	2,5
Többi sáv	0	2,5
Maradó terület (q_{rk})	0	2,5

A koncentrált kerékterhelés a 2.1. ábra szerinti érintkezési felületen egyenletesen megoszlónak tekinthető, és a pályaszerkezeten keresztüli szétterjedése - a szerkezeti lemez középvonaláig terjedően - 45⁰-osnak tételezhető fel.

Az általános hatás számítása során a terhek mértékadó elhelyezésekor az ikertengelyeket a sávok hossz tengelyei mentén mozgónak kell feltételezni, a megoszló terhet pedig csak a sáv kedvezőtlen hatást eredményező részén kell működtetni.

Helyi vizsgálatok esetén az ikertengelyeket nem kell a sávok tengelyvonalában elhelyezni, azok kerekeinek tengelyei keresztirányban legfeljebb 0,5 m-re megközelíthetik egymást.

Az általános hatás számítására és helyi vizsgálatok esetére egy gyakori elhelyezési példát, az ikertengely geometriai méreteit és a kerekek felfekvési felületének méreteit a 2.1. ábra mutatja $w_1 = 3,0$ m sáv szélesség esetén.



2.1. ábra: Az 1. tehermodell alkalmazása

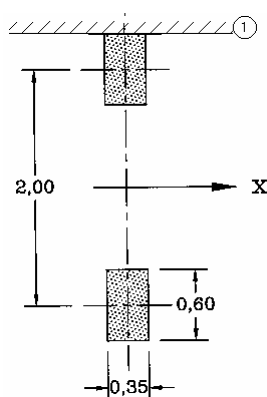
Alternatív egyszerűsítési lehetőségek az általános hatás számítása során:

- A 2. és 3. sz. sávban lévő ikertengely helyettesíthető egyetlen, a 2. sz. sávban elhelyezendő ikertengellyel, melynek tengelysúlya: $(\alpha_{Q2}200 + \alpha_{Q3}100)$ kN.
- 10 m-nél nagyobb támaszköz esetén az ikertengelyek mindegyik sávban velük azonos súlyú, egytengelyű járművel helyettesíthetők. Ekkor az egyes sávokon működő tengelysúlyok:
 - $\alpha_{Q1}600$ kN az 1. sávon;
 - $\alpha_{Q2}400$ kN a 2. sávon;
 - $\alpha_{Q3}200$ kN a 3. sávon.

2.2.1.3.2. A 2. tehermodell (LM2)

E tehermodell egyetlen $\beta_Q Q_{ak} = \beta_Q 400$ kN tengelysúlyból, vagy ha az mértékadó, akkor egyetlen $\beta_Q 200$ kN nagyságú koncentrált erőből áll a 2.1. ábra szerinti geometriai méretekkel. A tengelyteher keréksúlyai azonosak. E modell az útpályán bárhol elhelyezkedhet.

A koncentrált kerékterhelés az ábra szerinti érintkezési felületen egyenletesen megoszlónak tekinthető, és a pályaszerkezeten keresztüli szétterjedése - a szerkezeti lemez középvezetési vonaláig terjedően - 45° -osnak tételezhető fel.



2.2. ábra: A 2. tehermodell

2.2.1.3.3. A 3. tehermodell (LM3)

E tehermodellhez tartozó járműmodellek olyan különleges járművek hatásait írják le, melyek a közúti forgalomban csak engedéllyel közlekedhetnek.

E tehermodellek leírása az *F1. függelék*ekben található.

2.2.1.3.4. A 4. tehermodell (LM4)

E tehermodell egy $q_{tk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ intenzitású, egyenletesen megoszló teherből áll. E terhet az útpálya vizsgált hatás szempontjából kedvezőtlen részén kell működtetni.

2.2.1.4. Vízszintes tehermodellek

Forgalmi hatásként fékező- és gyorsítási erőket és centrifugális erőket kell figyelembe venni. A vízszintes tehermodellekben szereplő alábbi mennyiségek karakterisztikus értékeket jelentenek.

2.2.1.4.1. Fékező- és gyorsítási erők

Az útpálya szintjében, a híd hossz tengelyének irányában működő Q_{tk} -val jelölt fékező- vagy gyorsítási erő nagysága:

$$\alpha_{Q1} 180 \text{ kN} \leq Q_{tk} = 0,6 (2 \alpha_{Q1} Q_{1k}) + 0,10 \alpha_{q1} q_{1k} w_l L \leq 900 \text{ kN}$$

ahol L a függőleges teherrel terhelt hossz, w_l pedig az 1. sz. sáv szélessége.

E teher bármelyik sáv tengelyében működhet, kis külpontosság esetén azonban az útpálya tengelyében működőnek is feltételezhető. A függőleges teherrel terhelt hossz vonal mentén egyenletesen megoszlóként veendő figyelembe.

2.2.1.4.2. Centrifugális erők

Az útpálya szintjében, az ívben fekvő híd hosszának tetszőleges pontjában, a híd tengelyre merőleges irányban működő, Q_{tk} -val jelölt koncentrált centrifugális erő nagyságát a híd tengely vízszintes r sugarának függvényében a 2.4. táblázat adja meg.

2.4. táblázat: A centrifugális erők nagysága

$Q_{tk} = 0,2 Q_v$ [kN]	ha $r < 200$ m
$Q_{tk} = 40 Q_v/r$ [kN]	ha $200 \leq r \leq 1500$ m
$Q_{tk} = 0$	ha $r > 1500$ m

ahol Q_v az 1. tehermodell összes ikertengelyeinek súlya, azaz: $Q_v = \sum_{i=1}^{\max 3} \alpha_{Q_i} (2 Q_{ik})$.

A híd hossz tengelyével nem párhuzamos irányú fékezés hatását a következő, Q_{lk} -val egyidejűleg működő, Q_{trk} keresztirányú fékezőerővel lehet figyelembe venni. A Q_{trk} keresztirányú fékezőerő legkisebb értékét a következőképpen kell felvenni:

$$Q_{trk} = \begin{cases} 0,25 Q_{lk} & \text{ha } r < 200 \text{ m} \\ 0,25 Q_{lk} \frac{1500 - r \text{ [m]}}{1300} & \text{ha } 200 \text{ m} \leq r < 1500 \text{ m} \\ 0 & \text{ha } r > 1500 \text{ m} \end{cases}$$

2.2.1.5. Közúti gyalogjárdák, kiemelt szegélyszávok és kerékpárutak terhe

A közúti hídon lévő gyalogjárdákat és kerékpárutakat egy $q_{fk} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ karakterisztikus értékű, egyenletesen megoszló teherrel (UDL), vagy – ha ez kedvezőtlenebb – egy 0,1 m oldalhosszúságú négyzetfelületen megoszló, $Q_{fvk} = 10 \text{ kN}$ nagyságú, koncentrált erővel kell terhelni.

A kiemelt szegélyszávot e teherrel nem kell terhelni, ha a kocsipálya felőli szélén vezetőkorlát van, vagy ha a hídon járda van, és azt a kiemelt szegélyszávtól főtartó vagy korlát választja el.

A megoszló teher a 2.2.1.6. szakasz 2.5. táblázata szerinti gr1a tehercsoportban (az 1. tehermodellel egyidejűen) figyelembe vett kombinációs értéke:

$$q_{fk}^* = 1,0 \text{ kN/m}^2.$$

A koncentrált teher pályaszerkezeten keresztüli szétterjedése - a szerkezeti lemez középvonaláig terjedően - 45° -osnak tételezhető fel.

2.2.1.6. Forgalmi tehercsoportok

A forgalmi tehercsoportokat külön kell definiálni a tartós és az ideiglenes tervezési állapotokban.

2.2.1.6.1. Tartós tervezési állapot

A 2.2.1.3.-2.2.1.5. szakaszokban ismertetett forgalmi terhek függőleges és vízszintes tehermodelljeit, valamint a gyalogjárdák és kerékpárutak terheit a gr1a, gr1b, gr2, ..., gr5-tel jelölt forgalmi tehercsoportokba kell sorolni a 2.5. táblázat szerint. (A 2.5. táblázatban az egyes tehercsoportok domináns összetevőit dupla vonal jelöli.)

A 2. tehermodellt (gr1b) semmilyen más forgalmi teherrel nem szabad egyidejűnek feltételezni.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

2.5. táblázat: A forgalmi tehercsoportok összeállítása

		ÚTPÁLYA					GYALOGJÁRDÁK ÉS KERÉKPÁRUTAK	
A teher típusa		Függőleges erők			Vízszintes erők		Csak függőleges erők	
Teherrendszer		LM1 (TS és UDL rendszerek)	LM2 (egyetlen tengely)	LM3 (különleges járművek)	LM4 (embertömeg teher)	Fékező és gyorsítási erők	Centrifugális és egyéb keresztirányú erők	Egyenletesen megoszló teher
Tehercsoportok	gr1a	Karakterisztikus értékek						Kombinációs érték
	gr1b		Karakterisztikus érték					
	gr2	Gyakori érték				Karakterisztikus érték	Karakterisztikus érték	
	gr3 ^d							Karakterisztikus érték ^c
	gr4				Karakterisztikus érték			Karakterisztikus érték
	gr5	Gyakori érték		Karakterisztikus érték				

2.2.1.6.2. Ideiglenes tervezési állapot

Ideiglenes tervezési állapot esetén ugyanazokat a forgalmi tehercsoportokat, változatlan összetételben kell alkalmazni, mint a tartós tervezési állapot esetére a 2.2.1.6.1. szakaszban bemutatott tehercsoportokat, egyetlen kivétellel. A fenti 2.5. táblázatban tartós tervezési állapokra megadott gr1 tehercsoportban az 1. tehermodell ikertengelyeinek karakterisztikus értékei helyett azok 0,8-szorosát kell figyelembe venni. Minden egyéb reprezentatív érték változatlan.

2.2.1.6.3. A tehermodellek reprezentatív értékei

Az egyes tehermodellek reprezentatív értékei a 3.1. szakaszban szereplő Ψ kombinációs tényezők alkalmazásával állíthatók elő. Pl. a gr2 tehercsoportban szereplő 1. tehermodell gyakori értéke az 1. tehermodell összetevőinek (a TS és az UDL tehernek) a 3.1. szakasz 3.2. táblázata alapján rájuk vonatkozó Ψ_1 kombinációs tényezőkkel való szorzása révén állítható elő (az ikertengelyre és a megoszló teherre más-más kombinációs tényező vonatkozik).

2.2.1.6.4. A forgalmi tehercsoportok reprezentatív értékei

A fenti 2.5. táblázat alapján előállított – egymást kölcsönösen kizáró - forgalmi tehercsoportokat a 3.1. és 3.2. szakaszokban szereplő hatáskombinációkban - a megfelelő reprezentatív értékekkel - egyetlen esetleges teherként kell figyelembe venni. A forgalmi tehercsoportok reprezentatív értékei a következők:

- A forgalmi tehercsoportok karakterisztikus értékei:
Azonosak a fenti 2.5. táblázatban megadott gr1 tehercsoportokkal.
- A forgalmi tehercsoportok gyakori értéke:
Azonos az 1. tehermodell gyakori értéke, vagy a 2. tehermodell gyakori értéke, vagy a közúti gyalogjárdák, kerékpárutak gyakori értéke közül a legkedvezőtlenebbikkel.
- A forgalmi tehercsoportok kvázi-állandó értéke:
Általános esetben értéke zérus.

2.2.2. ***A hídfők mögötti töltésekre ható terhek***

A hídfők és a hídfőkhöz csatlakozó szárnyfalak, támfalak és egyéb, talajjal érintkező szerkezetek méretezésekor a hídfő mögötti útpályán a 2.2.2.1. szakasz szerinti függőleges és a 2.2.2.2. szakasz szerinti vízszintes terheket kell figyelembe venni.

2.2.2.1. Függőleges terhek

A hídfők mögötti (a háttöltés feletti) útpályán a 2.2.1.3.1. szakasz szerinti 1. tehermodellt kell figyelembe venni, melynek során az ikertengelyek súlyát egy 3,0 m széles és 2,2 m hosszú téglalap alakú felületen egyenletesen megoszló teherként (q_{eq}) szabad működtetni.

A függőleges erők háttöltésben való szétterjedésének függőlegessel bezárt szögét – erre vonatkozó egyéb előírás hiányában – 30^0 -nak lehet feltételezni.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

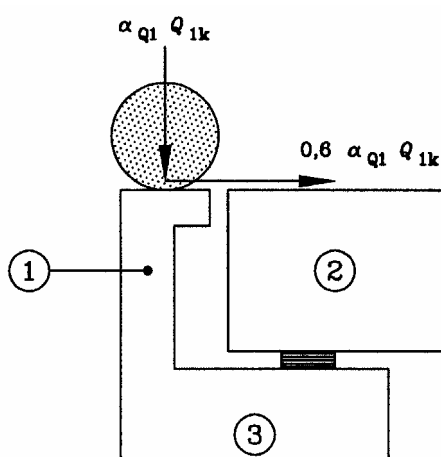
E helyettesítő teher számításba vétele során a híd vagy terheletlen, vagy azon csak az 1. tehermodell szerinti megoszló terhet (UDL) szabad alkalmazni, ha ez utóbbi megoszló teher a vizsgált igénybevételek szempontjából kedvezőtlenebb, mint a terheletlen híd esete.

2.2.2.2. *Vízszintes terhek*

A hídfők mögötti (a háttöltés feletti) útpályán vízszintes terhet nem kell figyelembe venni.

A térdfalak méretezése során egy $0,6\alpha_{Q1}Q_{1k}$ karakterisztikus értékű, az 1. tehermodell $\alpha_{Q1}Q_{1k}$ súlyú, függőleges tengelyterhével egyidejűleg működő, hosszirányú vízszintes (fékező)erőt is figyelembe kell venni a 2.3. ábra szerint.

Ez esetben a hídfő mögötti (háttöltés feletti) útpályán függőleges irányú forgalmi terhet nem kell figyelembe venni.



2.3. ábra: A térdfalra működő erők

2.2.3. *Szélteher*

A közúti hidak méretezése során figyelembe veendő szélterheket az MSZ EN 1991-1-4 szerint kell felvenni.

Olyan hidak esetén, ahol a szél hatása a forgalmi terhekhez képest jelentős és ahol a 3.1. szakasz szerinti hatáskombinációkban a szél jelenti a domináns esetleges hatást, ott a hídra működő szélhatást egyedi vizsgálatok alapján meghatározott szélmodellek alapján lehet felvenni.

2.2.4. *Hőmérsékleti hatások*

A közúti hidak méretezése során figyelembe veendő hőmérsékleti hatásokat az MSZ EN 1991-1-5 szerint kell felvenni.

2.2.5. *Saruellenállás*

A mozgó és a fix saruk ellenállásából származó (vízszintes) erőket akkor kell esetleges jellegetű hatásnak tekinteni, ha az más, esetleges jellegűnek tekintett hatás (pl. zsugorodás) következtében jön létre.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

Ez esetben a saruellenállásból származó vízszintes erőket a 2.1.7. szakasz értelemszerű alkalmazásával kell meghatározni.

2.2.6. A jég, az áramló víz és a hullámverés által okozott hatások

A jég, az áramló víz és a hullámverés okozta hatásokat megfelelő modell alapján kell felvenni.

2.2.7. Építési terhek

A közúti hidak méretezésekor a megvalósítás során fellépő esetleges hatásokat az MSZ EN 1991-1-6 szerint kell felvenni.

2.3. Rendkívüli hatások

A közúti hidak tervezése során figyelembe veendő rendkívüli hatások származhatnak

- a híd alatt áthataldó járműveknek a híd valamelyik tartószerkezeti elemével való ütközéséből
- a hídon áthaladó járműveknek a kiemelt szegélyhez, korláthoz, terelőfalhoz vagy a híd tartószerkezetéhez történő ütközéséből
- a hídon áthaladó járművek kerek(ei)nek a gyalogjárdán vagy kerékpárúton való váratlan megjelenéséből.

A rendkívüli hatásokat csak rendkívüli tervezési helyzetben kell figyelembe venni. A rendkívüli hatásoknak csak tervezési értékük van (ld. a 3.1. szakasz szerinti, rendkívüli tervezési állapotban figyelembe veendő hatáskombinációt).

A rendkívüli hatások részletes ismertetését az MSZ EN 1991-1-7 tartalmazza.

2.3.1. A híd alatt áthaladó járművek ütközéséből származó erők

A járművek ütközőerejét figyelembe kell venni, ha az alátámasztások, a keretlábak, továbbá a tartószerkezet végső elemei (pl. portál, végoszlop) helyzetükből kifolyólag vagy a következőkben foglaltak szerint a járművek nekiütközésétől nincsenek védve.

A 3.1. szakasz szerinti hatáskombinációkban a megtámasztó szerkezeti elemekre működő, jelen 2.3.1. szakasz szerinti ütközési erőkkel egyidejűleg szereplő forgalmi tehercsoport 2.2.1.6.4. szakasz szerinti gyakori értékét kell figyelembe venni.

2.3.1.1. Közúti járművel való ütközés

A közúti hidak hídpilléreinek vagy egyéb megtámasztó szerkezeteinek közúti járművel való ütközésekkel szembeni védelmével kapcsolatban a következőket kell figyelembe venni:

- Ha a szerkezeti elemet a forgalmi sávtól legalább 0,4 m mély árok vagy 3,0 m széles forgalommentes sáv vagy biztonsági vezetőkorlát választja el, akkor elegendő a következőkben megadott ütközőerő 0,5-szeresével számolni.
- Ha a szerkezet helyzeténél fogva vagy külön ebből a célból készített, legalább 0,25 m magas és legalább 0,50 m széles, az erre vonatkozó előírásoknak megfelelő kialakítá-

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

sú biztonsági vezetőkorlással ellátott kiemelt szegéllyel a közúti járművek ütközésétől védve van, akkor ütközőerővel számolni nem kell.

A közúti járművekkel való ütközésből származó erőket a 2.6. táblázat szerint kell felvenni, ha az ütköző jármű tervezett haladási iránya és a vizsgált megtámasztó szerkezeti elem tehetetlenségi főtengelye által bezárt szög legfeljebb 10^0 . Ha a bezárt szög nagyobb, mint 10^0 , akkor a ferde hajlításra tekintettel kell lenni. Ez utóbbi esetben a vizsgálat közelítően úgy is elvégezhető, hogy az ütközési erőket a vizsgált megtámasztó szerkezeti elem tehetetlenségi főirányban működtetik, de ekkor mindkét főirányban végzett vizsgálat során a jármű tervezett haladási irányában megadott (nagyobbik) ütközési erőt ($F_{d,x}$) kell működtetni.

2.6. táblázat: A híd alatt áthaladó közúti járművek ütközéséből származó erők

A forgalom jellege	Az ütköző jármű típusa	$F_{d,x}$ [kN]	$F_{d,y}$ [kN]
Autópálya	Tehergépjármű	1000	500
Országút	Tehergépjármű	750	375
Városi terület	Tehergépjármű	500	250
Udvarok, parkolóházak (< 20 km/h)	Személygépjármű	50	25
	Tehergépjármű	150	75

^{a)} Az $F_{d,x}$ erőt a jármű tervezett haladási irányában, az $F_{d,y}$ erőt arra merőlegesen kell működtetni.

Az egymásra merőleges irányban működő $F_{d,x}$ és $F_{d,y}$ ütközési erőket nem kell egyidejűnek feltételezni.

Az ütközési erőket tehergépjárművel való ütközés esetén a terepszint felett 1,25 m magasságban, személygépjárművel való ütközés esetén a terepszint felett 0,5 m magasságban kell működtetni.

2.3.1.2. Vasúti járművel való ütközés

A közúti hidak hídpilléreinek vagy egyéb megtámasztó szerkezeteinek vasúti járművel való ütközésekkel szembeni védelmével kapcsolatban az MSZ EN 1997-1-7 4.5. szakasza szerint kell eljárni.

2.3.1.3. Ütközés a híd felszerkezetével

A vizsgált híd alatt áthaladó közúti járműveknek a vizsgált híd felszerkezetéhez való ütközéséből származó erőket az MSZ EN 1991-1-7 4.3. szakasza szerint kell felvenni.

2.3.2. **A hídon áthaladó járművek ütközéséből származó erők**

A hídon áthaladó járművek ütközéséből ütközőerők léphetnek fel

- a jármű-visszatartó rendszer elemein (korlátok, terelőfalek)
- a tartószerkezet elemein
- a kiemelt szegélyen

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

2.3.2.1. Ütközőerő a jármű-visszatartó rendszer elemein

Az e bekezdésben szereplő ütközési erőkkel egyidejűleg a felszerkezeten más esetleges terhet nem kell figyelembe venni és az ütközési erőket az alátámasztó tartószerkezet szempontjából rendkívüli tehernek kell tekinteni.

Általános esetben az építető engedélyével előírt, kísérletekkel igazolt, megfelelő visszatartási fokozatú korlátokat (terelőfalat) kell alkalmazni, melyeket lehetőség szerint meg kell feleltetni a következő 2.7. táblázatban szereplő korlát-osztályoknak.

2.7. táblázat: Ütközési erők a jármű-visszatartó rendszer elemein

Korlát-osztály	Vízszintes erő [kN]
A	100
B	200
C	400
D	600

A 2.7. táblázat szerinti ütközőerőket keresztirányban 0,5 m hosszú vonal mentén működő vízszintes erőt az adott korlát felső síkja alatt 100 mm-re vagy az útpálya, illetve a gyalogjárda szintje felett 1,0 m-re lévő szintek közül az alacsonyabb szintben kell működtetni.

A vízszintes irányú ütközési erővel csak akkor kell egyidejűleg függőleges erőt is működtetni, ha ez a vizsgált tartószerkezet szempontjából kedvezőtlenebb hatást eredményez. Ez esetben a függőleges erő mértékét $0,75\alpha_{QI}Q_{Ik}$ értékre kell felvenni.

A korlátot (terelőfalat) megtámasztó tartószerkezetet a bekötés teherbírása 1,25-szörösének megfelelő rendkívüli teherre kell méretezni.

2.3.2.2. Ütközőerő a tartószerkezet elemein

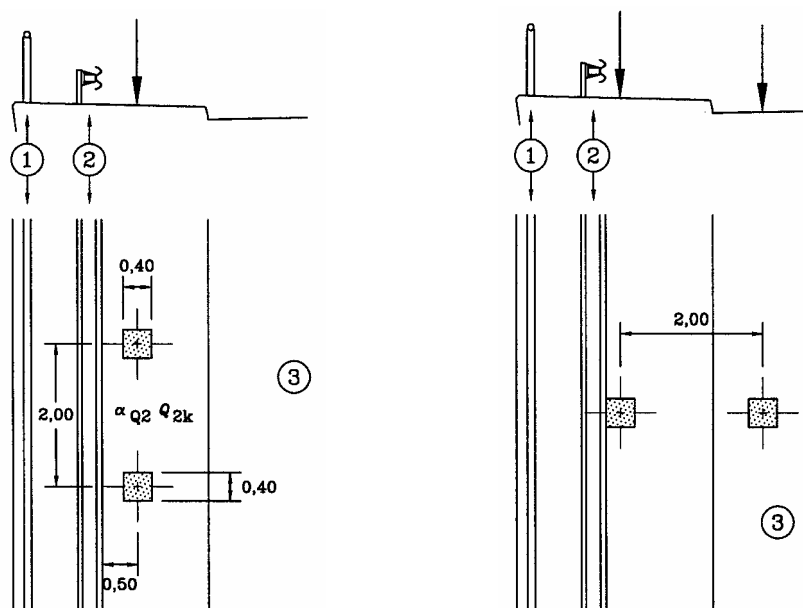
Az e bekezdésben szereplő ütközési erőkkel egyidejűleg más esetleges terhet nem kell figyelembe venni.

Az útpálya szintje felett elhelyezkedő tartószerkezeti elemek hídon áthaladó közúti járművekkel való ütközésével szembeni védelmével kapcsolatban a 2.3.1.1. szakasz szerint kell eljárni.

A fenti védelem hiányában az ütközési erők nagyságát és támadáspontját szintén a 2.3.1.1. szakasz szerint kell felvenni.

2.3.2.3. Ütközőerő a kiemelt szegélyen

A kiemelt szegélynek ütköző jármű hatását egy, a 2.4. ábra szerinti 100 kN nagyságú erővel kell figyelembe venni.



2.5. ábra: Közúti hidak gyalogjárdáin vagy a kerékpárútjain figyelembe veendő rendkívüli járműterhek

E teherrel egyidejűleg a hídon más esetleges terhet feltételezni nem kell.

2.4. Szeizmikus hatások

A földrengés hatásait függőhidak, ferdekábeles hidak, valamint 50 m-nél nagyobb nyílású hidak esetében az MSZ EN 1998-1 alapján, a szakma elismert szabályinak figyelembevételével kell felvenni.

3. ERŐTANI KÖVETELMÉNYEK

Közúti hidak tervezése során az 1.3. szakasz szerinti teherbírási határállapotok erőtani követelményeinek teljesülését az 1.4. szakasz szerinti összes tervezési állapotban, a használhatósági határállapotok erőtani követelményeinek teljesülését csak tartós és ideiglenes tervezési állapotokban kell igazolni a következők szerint.

A hatáskombinációk képzése során

- tartós és ideiglenes tervezési állapotban a 2.1. szakasz szerinti állandó, illetve tartós jellegű terhelő erőket és hatásokat, továbbá a 2.2. szakaszában ismertetett esetleges jellegű terhelőerőket és hatásokat kell figyelembe venni
- rendkívüli tervezési állapotban a 2.1. szakasz szerinti állandó, a 2.2. szakasz szerinti esetleges és a 2.3. szakasz szerinti rendkívüli hatásokat is figyelembe kell venni.
- szeizmikus tervezési állapotban a 2.1. szakasz szerinti állandó, a 2.2. szakasz szerinti esetleges és a 2.4. szakasz szerinti szeizmikus hatásokat kell figyelembe venni

a valóságban lehetséges legkedvezőtlenebb összeállításban, a forgalmi terhek esetében tekintettel a 3.3. szakaszban megadott egyidejűségi szabályokra is.

3.1. A teherbírás igazolása

E vizsgálat során igazolni kell, hogy a figyelembe veendő terhekből és terhelő hatásokból az alábbi módon összeállított igénybevétel tervezési értéke (E_d) nem nagyobb, mint a teherbírás tervezési értéke (R_d), azaz:

$$E_d \leq R_d$$

Az igénybevétel E_d tervezési értékét a 3.1. szakasz alapján, a teherbírás R_d tervezési értékét közúti betonhidak esetén a II. fejezet alapján kell meghatározni.

Ha a teherbírás megállapítására ismert és helyesnek elfogadott számítási módszer nem alkalmazható, vagy a teherbírás megállapítására sorozatban gyártott elemek esetében van szükség; akkor a teherbírás kísérletek eredményeiből is megállapítható. A teherbírás kísérleti megállapításához az építető jóváhagyására van szükség.

A fáradás részletes vizsgálatához külön tehermodellek állnak rendelkezésre. A fáradással kapcsolatos erőtan követelményeket beton anyagú közúti hidak esetén a II. fejezet 3.1.6. szakasza tartalmazza.

A szeizmikus tervezési állapot szerinti követelményeket az MSZ EN 1998-2 tartalmazza.

A teherbírési határállapotok (a fáradási határállapot kivételével) erőtan követelményeinek igazolásakor az igénybevétel tervezési értékének (E_d) meghatározásához az alábbi hatáskombinációkat kell alkalmazni:

a) Tartós és ideiglenes tervezési állapotban:

- közelítő számítás esetén (alapkombináció)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

- részletes erőtan számítás esetén:

$$\max \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{01} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \\ \sum_{j \geq 1} (0,85 \gamma_{Gj, \text{sup}} G_{kj} + \gamma_{Gj, \text{inf}} G_{kj}) + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \end{array} \right.$$

b) Rendkívüli tervezési állapotban:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + A_d + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

c) Szeizmikus tervezési állapotban:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

ahol:

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

- G_{kj} - a j -edik állandó hatás karakterisztikus értéke
 P_k - a feszítési hatás karakterisztikus értéke
 Q_{kl} - a kiemelt esetleges hatás karakterisztikus értéke
 Q_{ki} - a nem kiemelt, i -edik esetleges hatás karakterisztikus értéke
 A_d - a rendkívüli hatás értéke
 A_{Ed} - a szeizmikus hatás értéke
 γ_G - az állandó hatás parciális tényezője tartós és ideiglenes tervezési állapotban
 γ_P - a feszítés parciális tényezője tartós és ideiglenes tervezési állapotban
 γ_Q - az esetleges hatás parciális tényezője tartós és ideiglenes tervezési állapotban
 Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 - kombinációs tényezők a 3.2. táblázat szerint.

A parciális tényezők közúti hidakra vonatkozó értékeit a 3.1. táblázat tartalmazza.

3.1. táblázat: Parciális tényezők a közúti hidak tervezéséhez

Hatás	Jelölés	Tervezési állapot	
		Tartós és Ideiglenes	Rendkívüli
Állandó hatások: tartószerkezeti elemek és nem tartószerkezeti elemek önsúlya, földnyomás, talajvíznyomás és felszíni víznyomás ^(*)			
kedvezőtlen	γ_{Gsup}	1,35	1,00
kedvező	γ_{Ginf}	1,00	1,00
Feszítőerő	γ_P	1,00 ^(**)	1,00
Süllyedés	γ_{Gset}	1,00	
Forgalmi hatások	γ_Q		
kedvezőtlen		1,35	1,00
kedvező		0	0
Egyéb esetleges hatások	γ_Q		
kedvezőtlen		1,50	1,00
kedvező		0	0
Rendkívüli hatások	γ_A		1,00

(*) A zsugorodás, mint állandó jellegű terhelő hatás biztonsági tényezője: $\gamma_{sh}=1,0$.

(**) A legtöbb teherbírasi határállapotban a feszítőbetéttel bevitt feszítés kedvező hatású, ezért $\gamma_{P,fav}=1,0$. Stabilitási vizsgálatoknál, ahol a feszítőerő növekedése kedvezőtlen hatású (pl. külső kábeles feszítés) $\gamma_{P,unfav}=1,3$. Lokális vizsgálatoknál $\gamma_{P,unfav}=1,2$ értéket kell alkalmazni.

A Ψ tényezők közúti hidakra vonatkozó értékeit a következő 3.2. táblázat tartalmazza.

3.2. táblázat: Kombinációs tényezők a közúti hidak tervezéséhez

Hatás	Jelölés	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Forgalmi terhek	gr1 (LM1) Ikertengely (TS) Megosztó és járateher (UDL)	0,75 0,40	0,75 0,40	0 0
	gr1b Egytengelyű modell (LM2)	0	0,75	0
	gr2 (vízszintes erők)	0	0	0
	gr3 (gyalogosforgalomból szár- mazó terhek)	0	0	0
	gr4 (LM4) (embertömeg)	0	0,75	0
	gr5 (különleges járművek)	0	0	0
Szélhatás	F_{wk}	0,6	0,2	0
	F_{w*}	1,0	-	-
Hőmérsékleti hatás	T_k	0,6	0,6	0,5
Építési teher	Q_c	1,0		1,0

3.2. A használhatóság igazolása

A használhatósági határállapotok erőtani követelményeit csak tartós és ideiglenes tervezési állapotban kell igazolni, e vizsgálatokhoz közúti hidak esetén a következő hatáskombinációkat kell alkalmazni:

a) Karakterisztikus kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

b) Gyakori kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \Psi_{11} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

c) Kvázi-állandó kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

A Ψ tényezők értékei a fenti 3.2. táblázatban találhatók.

3.3. A forgalmi terhek más hatásokkal való egyidejűsége

A 2.2.1.6. szakaszban összeállított forgalmi tehercsoportok más hatásokkal (a többi esetleges hatással és az állandó hatásokkal) való egyidejűségét előíró szabályok a fenti 3.1. és 3.2. táblázatokban megadott parciális és kombinációs tényezők számszerű értékeinek behelyettesítésével a következők:

3.3.1. Teherbírási határállapot

Teherbírási határállapotban (a fáradási határállapot kivételével), tartós és ideiglenes tervezési állapotban:

$$\sum_{j \geq 1} (1,00 \text{ vagy } 1,35) G_{kj} + P_k + \begin{cases} 1,35 gr_1 + 1,5 (0,7 F_{wk}) \\ 1,35 gr_{i=2,3,4,5} \\ 1,35 LM2 \\ 1,5 T_k + 1,35 (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}^*) \\ 1,5 F_{w*} \end{cases} \quad (\text{alapkombináció})$$

vagy részletes erőtani vizsgálat esetén:

$$\max \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} (1,00 \text{ vagy } 1,35) G_{kj} + P_k + \begin{cases} 1,35 (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}^*) + 1,5 (0,7 F_{wk}) \\ 1,5 F_{w*} \end{cases} \\ \sum_{j \geq 1} (1,00 \text{ vagy } 0,85 \times 1,35) G_{kj} + P_k + \begin{cases} 1,35 gr_1 + 1,5 (0,7 F_{wk}) \\ 1,35 gr_{i=2,3,4,5} \\ 1,35 LM2 \\ 1,5 T_k + 1,35 (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}^*) \\ 1,5 F_{w*} \end{cases} \end{array} \right.$$

ahol a TS ill. az UDL jelölés az 1. tehermodell (LM1) ikertengelyeinek ill. a megoszló terheinek karakterisztikus értékeit jelöli. Ezen túlmenően T_k a hőmérsékleti hatás, F_{wk} a szélnyomás, F_{wI} pedig a szélhőkés karakterisztikus értékeit jelölik.

3.3.1. Használhatósági határállapot

a1) Karakterisztikus kombináció

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \begin{cases} gr_1 + 0,7 F_{wk} \\ gr_{i=2,3,4,5} \\ LM2 \\ T_k + (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}^*) \\ F_{w*} \end{cases}$$

b) Gyakori kombináció:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k + \begin{cases} (0,75 TS + 0,4 UDL) \\ 0,75 LM2 \\ 0,6 T_k \\ 0,5 F_{wk} \end{cases}$$

c) Kvázi-állandó kombináció:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P_k$$

4. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

4.1. A felszerkezet alakváltozása miatti túlemelés

A közúti hidak felszerkezeteinek az alakváltozás miatt olyan túlemelést kell adni, hogy azok a kvázi-állandó terhek hatására jussanak terv szerinti helyzetükbe: Az időben változó értékű terhelőerőket a $t=\infty$ időpontbeli értékükkel kell számításba venni:

A 10 m és ennél kisebb támaszközű hidak esetében a számítás elhagyható. Ekkor a túlemelés mértékét a támaszköz 2,0%-ében szabad felvenni.

Az alakváltozás miatti túlemelés mértékét a szerkezet tervein - túlemelési vázlat formájában - fel kell tüntetni.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

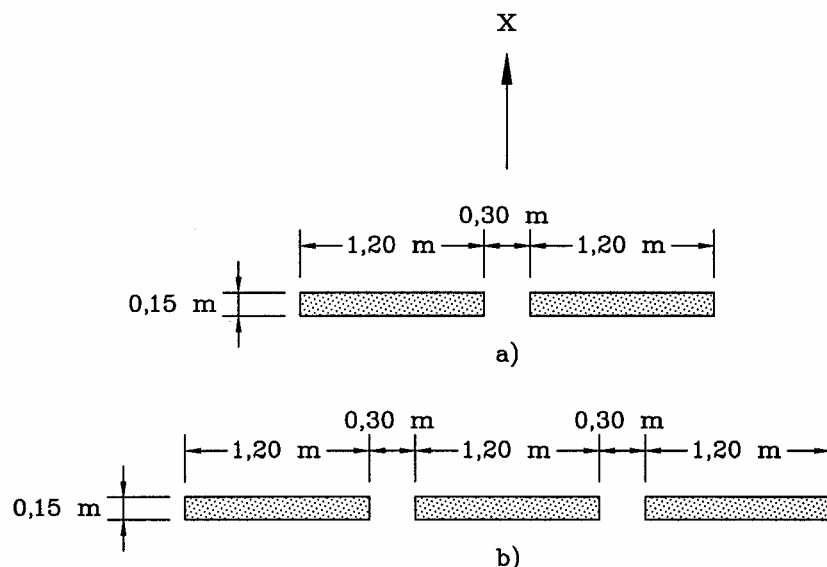
F1. A 3. TEHERMODELL (LM3)

E modellek 150, 200 vagy 240 kN tengelysúlyú, a *F1.1. táblázatban* és az *F1.1. ábrán* látható tengelyelrendezésű és geometriai méretű járművekből állnak, ahol n a tengelyek számát, e pedig a tengelytávolságot jelenti. Az egyes modellek jelölései a *F1.1. táblázatban* dőlt betűvel szerepelnek.

F1.1. táblázat: A különleges járművek modelljei

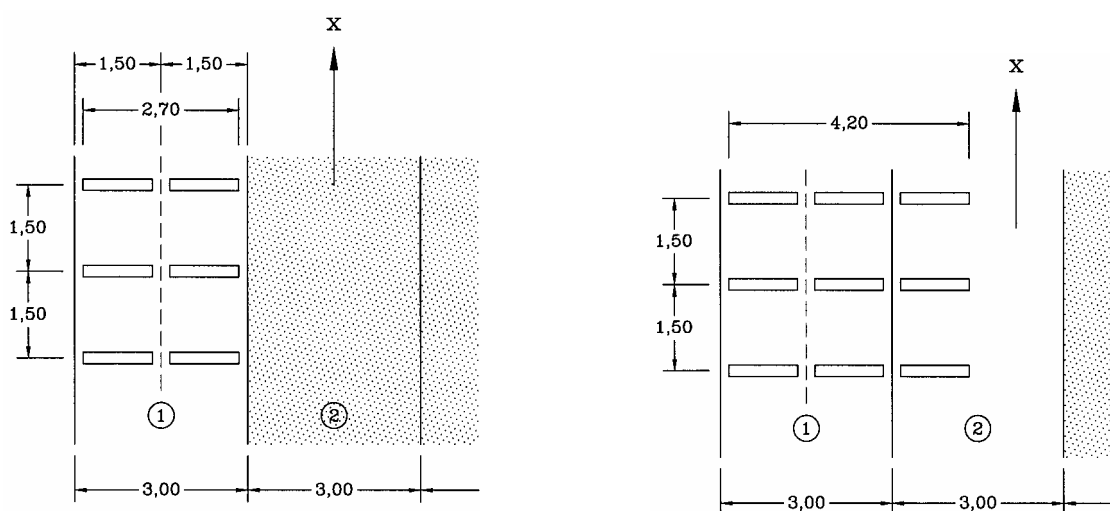
Összsúly	150 kN súlyú tengelyek	200 kN súlyú tengelyek	240 kN súlyú tengelyek
600 kN	<i>600/150</i> $n = 4 \times 150$ $e = 1,50$ m		
900 kN	<i>900/150</i> $n = 6 \times 150$ $e = 1,50$ m		
1200 kN	<i>1200/150</i> $n = 8 \times 150$ $e = 1,50$ m	<i>1200/200</i> $n = 6 \times 200$ $e = 1,50$ m	
1500 kN	<i>1500/150</i> $n = 10 \times 150$ $e = 1,50$ m	<i>1500/200</i> $n = 1 \times 100 + 7 \times 200$ $e = 1,50$ m	
1800 kN	<i>1800/150</i> $n = 12 \times 150$ $e = 1,50$ m	<i>1800/200</i> $n = 9 \times 200$ $e = 1,50$ m	
2400 kN		<i>2400/200</i> $n = 12 \times 200$ $e = 1,50$ m <i>2400/200/200</i> $n = 6 \times 200 + 6 \times 200$ $e = 5 \times 1,5 + 12 + 5 \times 1,5$ m	<i>2400/240</i> $n = 10 \times 240$ $e = 1,50$ m
3000 kN		<i>3000/200</i> $n = 15 \times 200$ $e = 1,50$ m <i>3000/200/200</i> $n = 8 \times 200 + 7 \times 200$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$ m	<i>3000/240</i> $n = 1 \times 120 + 12 \times 240$ $e = 1,50$ m
3600 kN		<i>3600/200</i> $n = 18 \times 200$ $e = 1,50$ m	<i>3600/240</i> $n = 15 \times 240$ $e = 1,50$ m <i>3600/240/240</i> $n = 8 \times 240 + 7 \times 240$ $e = 7 \times 1,5 + 12 + 6 \times 1,5$ m

A koncentrált kerékterhelés az *F1.1. ábra* szerinti érintkezési felületen egyenletesen megoszlónak tekinthető, és a pályaszerkezeten keresztüli szétterjedése - a szerkezeti lemez középvo-naláig terjedően - 45° -osnak tételezhető fel.



F1.1. ábra: A tengelyterhek elrendezése

Az útpályán a 150 és 200 kN tengelysúlyú modelleket az 1. sz. sávon, a 240 kN tengelysúlyú modelleket az 1. és a 2. sávon a legkedvezőtlenebb helyzetbe kell elhelyezni az F1.2. ábra szerint.



F1.2. ábra: A különleges járművek elhelyezése az útpályán

Az alkalmazott F1.1. táblázat szerinti különleges járműmodellől függően a tervezés során azt lehet feltételezni, hogy ezek a járművek vagy kis sebességgel (≤ 5 km/h), vagy szokásos (70 km/h) sebességgel közlekednek. Szokásos sebességgel közlekedőnek feltételezett különleges járművek esetén a különleges járműre a következő dinamikus tényezőt kell figyelembe venni.

$$\varphi = 1,4 - \frac{L}{500} \geq 1,0$$

ahol L a kedvezőtlen hatást eredményező terhelt hossz [m]-ben.

I. KÖZÚTI HIDAKAT TERHELŐ ERŐK ÉS HATÁSOK AZ EUROCODE ALAPJÁN

Ha a tervezés során azt feltételezik, hogy a különleges járművek kis sebességgel közlekednek, akkor *2.2.1.6. szakaszban* megadott gr5 forgalmi tehercsoportban az e tehermodellel egyidejű 1. tehermodell gyakori értékét a hídon feltételezett egyetlen különleges jármű által elfoglalt sávokban a különleges jármű külső tengelyeitől számított 25 m távolságon belül nem kell működtetni.

Ha a tervezés során azt feltételezik, hogy a különleges járművek szokásos sebességgel közlekednek, akkor a hídon egyidejűleg két különleges járművet kell feltételezni, a velük egyidejű 1. tehermodell gyakori értékét a fentivel azonos módon kell figyelembe venni.