

Dr. Iványi Miklós
egyetemi tanár

HÍDÉPÍTÉSTAN

Acélszerkezetek

Műegyetemi Kiadó
Budapest, 1998

2.9 Hidak méretezése

A hidak méretezésének alapjait szabványok foglalják össze. Jelenleg hazánkban közúti hidak és vasúti hidak méretezésével kapcsolatos ún. „Közlekedési Ágazati Szabvány” intézkedik, amely számos füzetből áll.

Az Európai Unió területén jelentős erőfeszítéseket tesznek az egységes szabványosítás kialakítására, így jelenleg is folynak a munkálatok az EUROCODE család létrehozására.

2.9.1 Közúti hidak méretezése

A Közúti Hídszabályzat hatálya kiterjed minden olyan végleges és ideiglenes jellegű áthidalásra (híd, átereszt, stb.), amely az utakról és a járdákról szóló jogszabályok hatálya alá esik [TASSI, KNÉBEL, 1984].

A Közúti Hídszabályzat acélhidak és öszvérhidak tervezésével kapcsolatban az

MSZ-07-3700-87: Közúti hidak létesítésének általános szabályai;

MSZ-07-3701-86: Közúti hidak erőtani számítása;

MSZ-07-3702-87: Acélhidak tervezése;

MSZ-07-3710-87: Közúti acélhidak;

c. ágazati szabványokat jelenti.

A Közúti Hídszabályzat (KH) a méretezésmélet fejlődésével, az igények növekedésével és a tapasztalatok gyarapodásával változik. Szükséges az általános elvek összefoglalása és annak bemutatása, hogy mire vonatkoznak a szabályzati előírások. Az itt ismertetett elvek és adatok zömben a KH 1986. évi kiadásán és részben az elfogadott fejlesztési irányok figyelembevételén alapulnak.

A közúti hidak méretezése [TASSI, KNÉBEL, 1984] alapján a következő szakaszok szerint hajtható végre.

2.9.1.1 Az erőtani számítás elvi alapjai

A szerkesztési követelmények kielégítése mellett erőtani számítással kell igazolni, hogy a szerkezet (mind az alépítmény, mind a felszerkezet) és annak minden erőt átadó eleme teherbírás, tartósság (fáradás), repedéskorlátozás, állékonyság és merevség (alakváltozás) tekintetében az előírt terhelőerőkre és mozgásokra megfelel a szabályzatban megfogalmazott követelményeknek.

Az igazolást a híd létesítése, használati körülményeinek kedvezőtlen megváltozása, átalakítása és bontása esetén, valamint a híd építés alatti és egyéb ideiglenes állapotára is el kell végezni. Az igazolásnak ki kell terjednie a meglévő szomszédos és kapcsolódó építmények érintett részeire is.

A terhelőerők és mozgások okozta igénybevételek, feszültségek, alakváltozások stb. meghatározásához általában a rugalmas és homogén anyagú tartókra vonatkozó módszereket kell alkalmazni. A tartó alakváltozásából

származó, másodrendű hatások általában elhanyagolhatók, kivéve, ha az alakváltozás a tartó erőtétékát számottevően befolyásolja.

Gépi számítás esetén az eredményeket úgy kell összefoglalni, hogy a számítást hagyományos módszerrel közelítően ellenőrizni lehessen.

2.9.1.2 Az erőtani számítás során figyelembe veendő terhelőerők és mozgások

A KH szerinti követelmények teljesítésének igazolása során a következő terhelőerőket és mozgásokat kell figyelembe venni:

a) *Állandó, ill. tartós jellegű terhelőerők és mozgások*

A saját tömegből adódó és a szerkezeten állandóan vagy tartósan elhelyezett egyéb terheket a műszaki terv szerinti méretük és elhelyezésük alapján kell számításba venni. Az építőanyagok testsűrűségét az MSZ 510, a föld testsűrűségét az MSZ 15002 szerint kell figyelembe venni. A saját tömeg hatását a terv szerinti méretek és a szabvány szerinti testsűrűségek alapján számított értékével kell figyelembe venni.

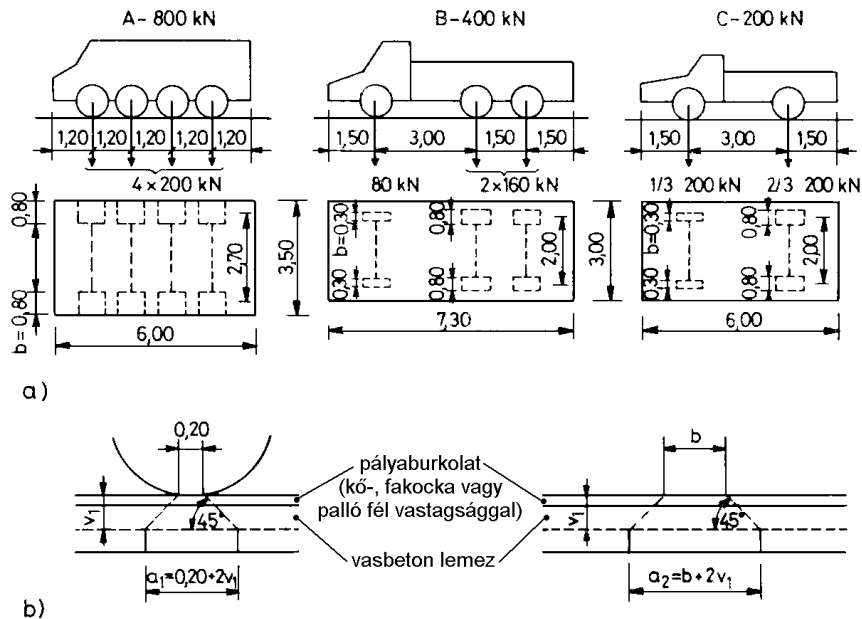
A földterhet és a földnyomást az MSZ 15002 szerint kell számítani. A földnyomás kiszámításához előírások korlátozzák, hogyan vehető figyelembe a földtömeg véges kiterjedése. Csóátereszek, zárt keretek, védőcsövek vizsgálata során a talaj és a földfeltöltés jellemzőit, valamint az építés módját és sorrendjét is figyelembe kell venni.

A víznyomást, ill. a felhajtó erőt az MSZ 15002 szerint a várható legkisebb és legnagyobb vízállásnak megfelelően kell számításba venni.

Az egyenletes hőmérséklet-változás értéke a +10 °C feltételezett építési, ill. gyártási hőmérséklethez viszonyítva, acél- és vasbeton lemezzel együttműködő acélszerkezet esetében ±15 °C, vasbeton, feszített vasbeton, beton- és kőszerkezet esetében +10 °C. Az 1 °C-ra vonatkoztatott hőkiterjedési együtthatók: acél- és vasbeton lemezzel együttműködő acélszerkezetre 0,000012; vasbeton, feszített vasbeton és betonszerkezetre 0,000010; kőfalazatra 0,000008.

A támaszpontok mozgásának hatását az MSZ 15002 alapján számított és a talajmechanikai szakvéleményben közölt értékekkel kell tekintetbe venni.

A lassú alakváltozások közül a beton zsugorodásának hatását a beton méreteinek fajlagos megrövidülése alapján kell számítani. Az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerők és mozgások hatására létrejövő kúszást figyelembe kell venni, kivéve az egyenletes hőmérséklet-változás hatását. A lassú alakváltozás tulajdonképpen az anyagjellemzők kategóriájába tartozik. Számításba vételének szabályait a KH szakfejezetei tartalmazzák.



2.9.1. ábra. Közúti járműterhek
a) a Közúti Hídszabályzat szerinti járművek; b) a teherelosztó felület

b) Esetleges jellegű terhelőerők és mozgások

Hasznos terhek. Az erőtani számítás során figyelembe veendő hasznos terhek a következők: a kocsipálya terhei, a közúti vasúti (pl. villamos vasúti) pálya terhei, a járdák, a kerékpárutak, a kiemelt szegélyávok terhei, a hídfők mögötti útpálya terhei. A közúti hidakat a teherbírási szempontjából *A*, *B* vagy *C* jelű terhelési osztályok egyikébe kell sorolni. A kocsipályateher a híd terhelési osztálya szerinti (2.9.1. ábrán és a 2.9.1. táblázatban megadott) egyetlen járműteherből és ezzel egy időben a kocsipálya teljes felületén – a jármű által elfoglalt terület kivételével – elhelyezett 4 kN/m^2 egyenletesen megoszló, járműsört helyettesítő teherből áll. A megoszló teher értéke a kocsipálya szélességének növekedésével az előírásnak megfelelően csökkenthető. A járműveket a kocsipályán a vizsgálat szempontjából mértékadó helyen kell elhelyezni. A jármű hossz tengelye mindig párhuzamos a pályatengellyel. A szabályzat tartalmazza, hogyan közelítheti meg a jármű a korlátot, ill. a szegélyt. A járműtehernek az adott vizsgálat szempontjából ellentétes előjelű hatást előidéző részét figyelmen kívül kell hagyni. Ha az egyenletesen megoszló terhet a jármű által elfoglalt területen is működtetjük, a járműterhet csökkentő tényezővel szabad számítani. Csóátereszek és védőcsövek számításakor, ha a szerkezet felett legalább 50 cm vastag teherelosztó réteg van, a járműteher hatását 45° -os eloszlás alapulvételével megoszló teherként szabad számítani. A közúti vasúti pálya terheit esetenként az illetékes szakigazgatási szerv írja elő. A járdán, a kerékpárúton és a kiemelt szegélyávon – a kocsipályateherrel egy időben – 1 kN/m^2 egyenletesen megoszló terhet kell mértékadóan elhelyezni. A járda, a kerékpárút és a kiemelt szegélyáv saját szerkezeti elemeit (járdalemezt, hossztartót, konzolt stb.), valamint az önálló gyalog- és kerékpárhidakat 5 kN/m^2 egyenletesen megoszló teherre vagy 10 cm ol-

dalhosszú négyzetten egyenletesen megoszló $2,5 \text{ kN}$ nagyságú erőre kell méretezni. A hídfők mögötti útpályán az előzőekben megadott terhek helyettesítésére – a terhelési osztálytól függetlenül – 24 kN/m^2 egyenletesen megoszló terhet kell elhelyezni.

2.9.1. táblázat. A járműteher

Osztály	A teljes jármű súlyereje [kN]	Az első tengely		A többi tengely	
		kerék-súlyereje [kN]	kerék-felfekvési szélessége [m]	kerék-súlyereje [kN]	kerék-felfekvési szélessége [m]
<i>A</i>	800	100	0,80	100	0,80
<i>B</i>	400	40	0,30	80	0,60
<i>C</i>	200	100/3	0,30	200/3	0,60

A kerék felfekvése a haladás irányában: $0,20 \text{ m}$

A dinamikus hatást a kocsipályateherknél, a közúti vasúti pálya terheinél, a járda, kerékpárút és kiemelt szegélyáv terheinél kell számításba venni (az üzemi terheknél is), a terheknek dinamikus tényezővel való szorzásával. A *dinamikus tényező* teljes értéke

$$\mu = 1,05 + \frac{5}{L + 5},$$

de legfeljebb $1,50$, acéllemezes pályaszerkezet elemének méretezésekor legfeljebb $1,40$. Az L méretet méterben kell behelyettesíteni, s a következőképpen kell értelmezni: kéttámaszú tartóknál a tartó számításba vett támaszköze; folytatólagos tartóknál, keretknél, íveknél általában a legnagyobb támaszköz; a tartók konzolos részénél a folytatólagosan hozzájuk csatlakozó tartó legnagyobb támaszköze, ill. a befüggesztett tartó fél támaszközével növelt konzolhossz közül a nagyobb érték; szabad

végű konzoloknál, amelyeknél a megterhelés a konzol végén átmenet nélkül, hirtelen következhet be, a konzol tényleges hossza; két irányban teherhordó lemezeknél a kisebbik támaszköz. Ha a szerkezeten a teherelosztó réteg magassága legfeljebb 0,50 m, a dinamikus tényezőt teljes értékkel kell számításba venni, ha az legalább 2,0 m, akkor 1,0 értékű dinamikus tényezővel kell számolni. Több főtartós hidak tartórács-elemként működő *keresztartóját* – a közvetlenül alátámasztott végső keresztartók kivételével – a főtartó dinamikus tényezőjével kell számítani. Saruk, alátámasztó oszlopok, oszlopos alépítmények szerkezeti gerendái, az alépítménynek a felszerkezettel folytatólagosan összeépített felmenőrészei számításakor a megtámasztott szerkezet főtartóinak dinamikus tényezőjét kell figyelembe venni. Tömör pillérek és hídfők, ezek szerkezeti gerendái, támfalak, alapok és a talaj igénybevételeinek számításakor dinamikus hatást nem kell figyelembe venni.

A hasznos terhekből származó egyéb terhelőerőket a következőkben ismertetjük.

Fékező-, indítóerő. A közúti járművek fékezéséből, ill. indításából származó erőt (a továbbiakban fékezőerőt) a kocsipálya síkjában a híd tengely irányában működőnek kell felvenni. Értéke a kocsipályán levő egyenletesen megoszló teher 3 %-a, de nem lehet kisebb a terhelési osztályhoz tartozó jármű súlyerejének 15 %-ánál. Közúti vasúti teher esetében a fékezőerő e teher 10 %-a.

Oldallökő erő. A kiemelt szegélyt és a kapcsolódó elemeket erre az erőre kell megvizsgálni. Az oldallökő erő a terhelési osztálynak megfelelő kisebbik keréksúlyerővel egyenlő nagyságú vízszintes erő.

A járművek ütközőerejét figyelembe kell venni, ha az alátámasztások, keretlábak vagy a tartószerkezet pálya feletti végső elemei a járművek ütközésétől nincsenek védve.

A korlátra ható erők. A korlát méreteinek megállapításakor a korlát felső élében működő 0,8 kN/m vízszintes vagy 1,5 kN/m függőleges, egyenletesen megoszló erőt kell figyelembe venni.

Szélteher. A közúti hidakat terhelte híd esetén szélnyomásra, üres híd esetén széllelőésre kell megvizsgálni. A szélnyomás a híd és a járművek szélnek kitett felületére ható, az alaki tényezőt is magában foglaló 0,8 kN/m² egyenletesen megoszló vízszintes erő. Tömör főtartójú hidak esetében a híd szélnek kitett felülete a főtartó és az általa nem takart pálya egyszeres oldalfelülete. Tagolt (pl. rácsos) főtartójú hidaknál a híd szélnek kitett felülete a pálya egyszeres oldalfelületének és valamennyi főtartó pálya által el nem takart oldalfelületének összege. A járművek szélnek kitett felülete a pályaszinttől felfelé terjedően 2,0 m magassággal számított felület. A széllelőés a terheletlen híd szélnek kitett felületére ható, az alaki tényezőt is magában foglaló 3 kN/m² egyenletesen megoszló vízszintes erő. Vasbeton, feszített vasbeton, beton- és köfelszerkezetek erőtanai számítása során a szélterhet figyelmen kívül lehet hagyni, ha statikai vizsgálat nélkül is nyilvánvaló, hogy a pályaszerkezet kétséget kizáróan képes azt önmagában felvenni és továbbadni.

Jégteher. Folyóvízben épített pillérek, hídfők és partburkolat, valamint vízépítési műtárgyakkal kapcsolt hidszerkezetek esetében a jégterhet az MSZ 15226 szerint kell meghatározni.

Saruellenállásból származó támaszerők. Saruk, pillérek és hídfők erőtanai számítása során a saruknál keletkező, a mozgó saru ellenállásából származó támaszerőket is figyelembe kell venni.

Az *esetleges jellegű hőmérséklet-változás* vizsgálata során az egyenletes és egyenlőtlen hőmérséklet-változások közül csak a kedvezőtlenebbet kell számításba venni. Az egyenletes hőmérséklet-változás értékén túlmenően, esetleges jellegű egyenletes többlet-hőmérséklet-változás mértéke acélszerkezetre, valamint vasbeton lemezzel együttműködő (öszvér-) acélszerkezetre ±20 °C; vasbeton, feszített vasbeton, beton- és kőszerkezetre ±10 °C. Acél- és vasbeton lemezzel együttműködő acélszerkezet egyenlőtlen hőmérséklet-változását a keresztmetszet alsó és felső éle között bekövetkező és lineárisan változó ±15 °C hőmérséklet-különbséggel kell számításba venni. Vasbeton, feszített vasbeton és kőszerkezetek esetében általában nem kell tekintetbe venni e hatást.

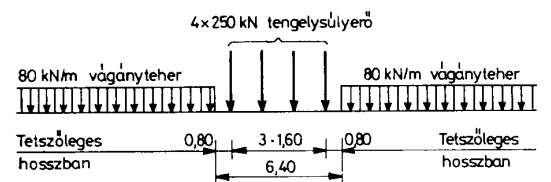
Építés alatti terhek. Az építés alatti esetleges terheket általában a ténylegesen előforduló, ill. várható értékükkel kell számítani.

Egyéb esetleges terhek. A folyóvíz áramlásából és hullámveréséből származó víznyomást és az úszó tárgyak ütközéséből származó hatást csak akkor kell számításba venni, ha e terhek jelentékeny igénybevételt okozhatnak.

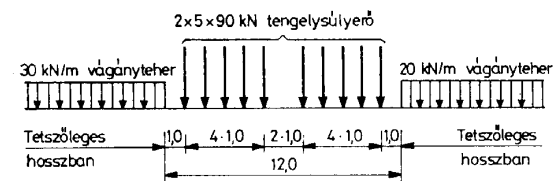
Üzemi terhek. A hasznos tehernek az erőtanai számítás egyes vizsgálataiban figyelembe veendő üzemi értékei a következők:

Az *A* terhelési osztályban a jármű (800 kN) 0,4-szerese vagy a *B* terhelési osztályhoz tartozó jármű (400 kN) 0,75-szorosa, attól függően, hogy a vizsgált tartóelemre nézve melyik kedvezőtlenebb; *B* terhelési osztályban a jármű (400 kN) 0,75-szorosa, *C* terhelési osztályban a jármű (200 kN) 0,75-szorosa és – a terhelési osztálytól függetlenül – a járművel egy időben a kocsipálya teljes felületén elhelyezett 1 kN/m² egyenletesen megoszló teher.

Az *A* terhelési osztályban a *B* terhelési osztályhoz tartozó jármű 0,75-szorosának vizsgálata csak olyan szerkezeti elemeknél (általában 5 m-nél kisebb támaszköz esetén) szükséges, amelyekre csupán egy vagy két kerék terhelése a mértékadó. Ezeknél a járműterhekből származó üzemi terhet az *A* jármű 0,6-szoros értékével kell figyelembe venni.



a)



Tengelycsoport esetén: 2 x 100 kN tengelysúlyerő



b)

2.9.2. ábra. Vasúti járműterhek

- a) rendes nyomtávú hidakra (U jelű);
b) keskeny nyomtávú hidakra (K jelű)

2.9.2.2 A vasúti hidak terhei

– Az egyes teherfajták felsorolása és megnevezése. Vasúti hidak tartóinak méretezésében jelentős teherfajták összefoglaló felsorolása a VH-ban található.

– *Függőleges mozgó terhek.* A járműteher engedélyezési értéke egy vágányra a 2.9.2. ábrán megadott nagyságú és geometriájú, koncentrált és megoszló erők-ből összetett vonatteher. A járműteher helyettesítő üzemi értéke a feltételezett tényleges terhek alapján megállapított érték, amelyet a hídtartók fáradási vizsgálatokor kell tekintetbe venni. Az értékeket a VH tartalmazza.

A járműteher rendkívüli értékével akkor kell számolni, ha valamely vonalon az engedélyezettnél súlyosabb jármű (csökkentett sebességgel) közlekedik. Az egyes hídszerű vasúti berendezéseket egyedileg meghatározott járműteherre kell méretezni (tolópad, fordítókorong stb.).

A közforgalmú gyalogjárda terhe hasonló a KH megfelelő terhéhez. A vasútiüzemi gyalogjárda és kezelőpályák terhei is olyanok, mint a KH szerinti, de a megoszló teher nagysága 3 kN/m.

– A mozgó terhek többlettényezői a dinamikus többletet és a teher szórását fejezik ki.

A t_v vonattényezővel (többlettényezővel) szorozva kell figyelembe venni a függőleges járműterheket. A t_v értékeket a különböző anyagú és szerkezetű hidakra a tartó (hidalkatrész) L támaszközétől, a nyomtávtól és a sebességkorlátozástól függően adja meg a VH (értéke 1,2 és 2,2 között változik).

A közforgalmú és vasútiüzemi gyalogjárda terhéhez előírt többlettényező értékét a VH a támaszköz függvényében adja meg.

A vízszintesen mozgó terhek egyikét sem kell többlettényezővel megszorozni.

Az oldallökő erőt, a járművek által a sínekre gyakorolt oldallökések, ill. oldalnyomások hatását egyetlen, a sínkorona magasságában, a pályatengelyre merőlegesen és vízszintesen ható erővel kell a vizsgált igénybevételre mértékadó helyen fölvenni, amely rendes nyomtávolságú vasúti hidakon 100 kN, 760 mm nyomtávolságú vasúti hidakon 25 kN.

A fékezőerőt mindenkor a vonat haladási értelmével megegyezően, az indítóerőt pedig a vonat haladási értelmével ellenkezően, a sín járőfelületének magasságában a vágánytengely irányában ható, vonal menti, egyenletes megoszló erőként kell fölvenni.

Mind a fékező-, mind pedig az indítóerőt a járműterherrel terhelt hídszakaszra fűző járművek súlyerejének valamilyen hányadában adja meg a VH.

A centrifugális erőt figyelembe kell venni, ha a hídon a vágány tengelye ívben (körívben vagy átmeneti ívben) fekszik.

A járművek súlypontjában ható centrifugális erő értéke:

$$C = \frac{v^2}{127R},$$

ahol J a járműteher; v a vasútvonal távlatban tervezett kiépítési sebessége (km/h); R a vágánytengely görbületi sugara (m). A járműterhet a VH különféle módosító tényezőkkel veszi számításba.

– *Meteorológiai terhek.* Az egyenletes hőmérséklet-változás értéke a +10 °C feltételezett építési, ill. gyártási hőmérséklethez viszonyítva acélhidakra ±35 °C; öszvér-, vasbeton, feszített vasbeton és kőszerkezetekre ±15 °C.

Egyenlőtlen hőmérséklet-változásként azt kell feltételezni, hogy a napsütötte öv és a pályával letakart öv között 15 °C hőmérséklet-különbség keletkezik. Gerinclemez tartó esetében ezt a hőmérséklet-különbséget a

tartó magassága mentén lineárisan változóknak kell felvenni.

Egyenlőtlen hőmérséklet-változásként – az acél nagyobb hővezető képessége miatt – öszvérszerkezeteknél a vasbeton lemez és az acéltartó közt ± 10 °C hőmérsékletkülönbséget (hőmérsékleti lépcsőt) kell felvenni.

Szélteherként a szélökést vasúti hidak esetében a tömör főtartójú terheletlen híd szélnek kitett felületére ható – a felület alaki tényezőjét már magába foglaló, 3 kN/m^2 egyenletesen megoszló, a hídtengelyre merőleges vízszintes erővel kell figyelembe venni, tagolt főtartójú hidaknál ez az érték 4 kN/m^2 . A terheletlen híd szélnek kitett felülete tömör főtartójú hidaknál a főtartó és az általa nem takart pályasáv együttes oldalnézeti felülete; tagolt (pl. rácsos) főtartójú hidaknál pedig a pályasáv egyszeres oldalnézeti felülete, hozzáadva a pályasáv alatti és feletti egyszeres főtartó-oldalfelületet. A szélteher nagyságának megállapításában az is lényeges, hogy a hidaknak vízszintesen, keresztirányban kellő merevsége legyen. A pályasáv a sínkorona felső szintjéig értendő.

Szélteherként a szélnyomást a vasúti hidakon a híd és a járművek szélnek kitett felületére ható, a felület alaki tényezőjét már magába foglaló, $1,1 \text{ kN/m}^2$ egyenletesen megoszló, a hídtengelyre merőleges vízszintes teherrel kell figyelembe venni. A híd szélnek kitett felületét a szélökésnél leírtak szerint kell számítani. Vasúti hidakon a járművek (kocsisor) szélnek kitett felülete a sínkorona felett közvetlenül kezdődő sáv, amelynek magassága rendes nyomtávolságú vasutakon $3,50 \text{ m}$, keskeny nyomtávolságú vasutakon $3,00 \text{ m}$. A jármű így meghatározott szélnek kitett felületéből az előtte levő főtartó által eltakart részt csak a tömör főtartójú hidak esetében kell levonni. A híd állékonysági vizsgálata során az $Y_{r\ddot{o}gz}$ -ben részt vevő járműterhet az üres kocsisor vágányfolyómé-terre eső minimális súlyerejével mint egyenletesen megoszló teherrel kell helyettesíteni, amely rendes nyomtávolságú vonalak hídjain $12,5 \text{ kN/m}$, keskeny nyomtávolságú vonalak hídjain $4,0 \text{ kN/m}$.

– *Alépitmények különleges vízszintes terhei.* A mozgó saru súrlódási ellenállásából származó vízszintes hídtengelyirányú erőt a sarufajtánként megadott súrlódási tényezővel kell a támaszerőből számítani.

Az áramló víz nyomására és a hullámverés hatására a tömör falazott kő-, téglá-, valamint a beton- és a vasbeton hídpilléreket nem kell számítani. Más szerkezetekre a VH tartalmaz előírást.

A zajló (úszó) jég nyomására végzett vizsgálat során, a víznyomás esetéhez hasonlóan kell eljárni.

A támaszok olyan várható elmozdulásait, amelyek következményeként az erre érzékeny szerkezetben jelentős – az összigenybevétel kb. 10% -át meghaladó – igénybevételek keletkeznek (pl. az ívek támaszpontjainak vízszintes irányú mozgásait), meg kell határozni, és az általuk előidézett igénybevételeket számításba kell venni.

A gyalogjárdák korlátait és a korlátokat tartó konzolokat közforgalmú gyalogjárda esetén $0,8 \text{ kN/m}$ vízszintes és $1,5 \text{ kN/m}$ függőleges; vasútüzemi gyalogjárda esetén $0,4 \text{ kN/m}$ vízszintes és $0,6 \text{ kN/m}$ függőleges, a korlát fel-

ső élében működő, egyenletesen megoszló teherre kell méretezni.

Az építési állapotban ható szerelési terheket a KH-hoz hasonlóan írja elő a VH.

*Fiktív teher nyomott ívek közti szélrács*hoz. Ha a híd-tartó nyomott ívét a tartó síkjára merőlegesen szélrács támasztja meg, akkor a szélrács rácsrúdait a szélrács síkjában ható és a híd tengelyére merőleges irányú igénybevételre mint átmetszési eredőre is méretezni kell. Ezt a szélrácsrudak egyéb igénybevételeivel egyidejűleg kell számításba venni, értékét pontosabb vizsgálat hiányában, a szélrács helyétől függően a megfogási pontok közötti övrudakban ható erők maximumának $1...2\%$ -ában írja elő a VH.

Fiktív teher nyomott rudak közbenső megfogott csomópontján. Rácsostartó nyomott rúdját a hálózatához elvileg nem tartozó rúd (vakrúd) foghatja meg a tartó síkjában a kihajlási hossz csökkentése végett. A rácsrudat közbenső pontján az onnan kiinduló összekötő rúd és a hozzá sarokmereven kapcsolt keresztartó által alkotott keret szabad vége a tartó síkjára merőlegesen támaszthatja meg rugalmasan. Ilyen esetekben a megtámasztó szerkezetre a megfogás révén háruló terhelőerőt – ha pontosabb számítás nem készül – a kihajlás ellen megfogott rúd tengelyére merőlegesen, a rúd nyomóerejének $1/100$ -ad részeként kell felvenni.

– *Katasztrófális jellegű terhek.* Idegen jármű által okozott ütközéssel szembeni ellenállásra meg kell vizsgálni a közutakat áthidaló vasúti hidak oszlopait.

A hídra szerelt vezeték szakadása. A villamos üzemű vasút felett átvezető híd esetében számítani kell arra, hogy az áthidalt vasút felsővezetékét a hídszerkezetre fogják erősíteni. Ez esetben egy-egy vezeték, ill. hosszanti tartósodrony elszakadásának hatását 15 kN vízszintes irányú, a híd tengelyére merőleges húzóerővel kell helyettesíteni. A hídra villamos távvezetékét az MSZ 151-ben adott feltételek betartásával szabad felszerelni.

A vasúti járművek kisiklását a járműteher engedélyezési értékeinek a vágánytengelytől 20 cm -rel való eltolásával kell figyelembe venni.

2.9.2.3 A terhek csoportosítása

Az előbbieken megadott terheket – figyelemmel az egyidejűség valószínűségére és a vizsgálandó határállapotokra – csoportokba foglalva kell számításba venni.

– I. tehercsoport: E csoportba kell sorolni a nagy valószínűséggel, szélsőértékükkel egyidejűleg előforduló terheket, ezek a súlyterhek, az esetleges teher vagy terhek közül az vagy azok, amelyek viselésére a tartó elsődlegesen készült, az egyenletes hőmérséklet-változás és az egyenlőtlen hőmérséklet-változás öszvérszerkezet esetén. A terhek egyidejűségi tényezője $1,0$.

– II. tehercsoport: E csoportba kell sorolni az összes egyidejűleg – ha kis valószínűséggel is – bekövetkező terheket, kivéve a katasztrófális terheket. A terhek egyidejűségi tényezője $0,9$ körüli, a szakfejezetek szerint változik.

– III. tehercsoport: E csoportba a II. csoportban figyelembe vett terheken felül a rendkívüli esetekben bekövetkező, előbbieken megadott katasztrofális terhek valamelyike sorolható. A terhek egyidejűségi tényezője a szakfejezetek szerint 0,85 körüli érték.

– IV. tehercsoport: E tehercsoportot csak a híd elsődlegesen vasúti terhet viselő tartóinak vizsgálatához kell számításba venni. E csoportban az állandó súlyteher mellett a járműteher helyettesítő üzemi értékét kell felhasználni.

– V. tehercsoport: E tehercsoportba a szerelés, építés alatt bekövetkező terhek tartoznak.

2.9.3 Hidak méretezése az EUROCODE szabványok alapján

2.9.3.10 Közúti hidak terhei





Az Eurocode 1 szabvány megalkotásánál a terheket főleg kísérletek, mérések alapján határozták meg, statisztikai úton.

A továbbiakban leírt adatok tájékoztató jellegűek, elsősorban az új – még nem végleges – előírások háttérét, megállapításait kívánják bemutatni [CALGARO, SED-LACEK, 1992] [KOLLER, 1993].

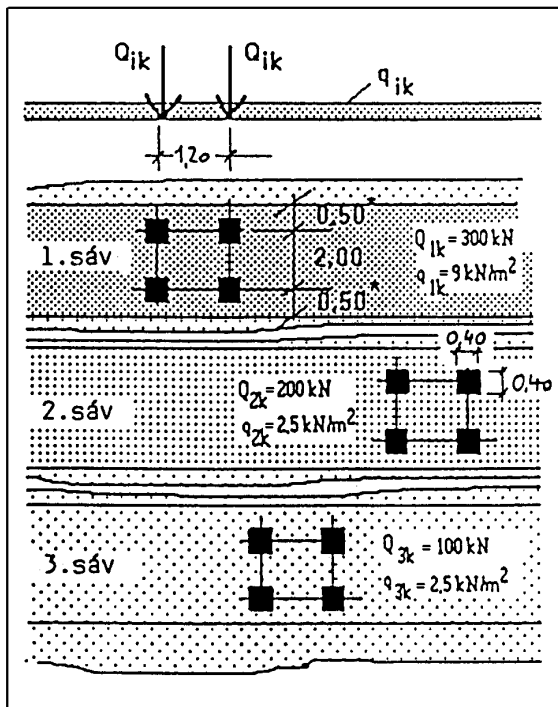
Az európai hidak közúti terheit – több hídon végzett mérések közül – a Párizs–Lyon közötti közúton mért forgalom alapján határozták meg.

Ezek a forgalmi adatok (2.9.4. ábra) egészen újak és a forgalom jövőbeni összetételére is utalnak.

Az Eurocode 1 szerint javasolt teher – mely forgalmi sávonként más és más – a 2.9.5. ábrán látható.

	1. sáv	2. sáv
Jármű forgalom [jármű/24óra]	8158	1664
Tehergépjármű forg. [jármű/24óra]	2650 (= 32.3%)	153 (= 9.2%)
Különböző típusú tehergépjárművek aránya (tehergépj. forg. = 100%)		
 [%]	22,7	27,6
 [%]	1,3	3,5
 [%]	65,2	58,4
 [%]	10,8	10,5

2.9.4. ábra. A közúti teher modell meghatározásához alapul vett Párizs–Lyon közötti közút teherforgalmának jellemzői

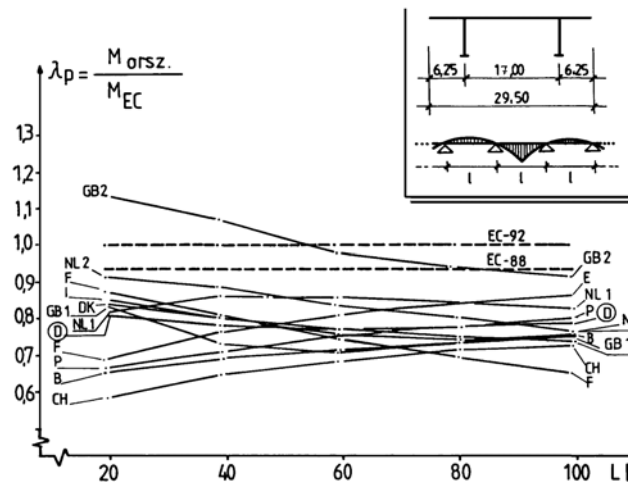


2.9.5. ábra. Az Eurocode 1 közútiteher-modellje



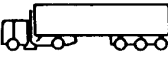
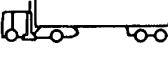
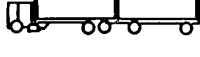
A 2.9.6. ábrán a különböző országok terhelési szabványaival számolt nyomatékok hasonlították össze az 1988. évi, majd az 1992. évi Eurocode teherből számítottal (EC 88, EC 92 vonalak). A javasolt Eurocode teherből származó nyomaték általában nagyobb az egyes országok terheléseiből származónál, és leginkább a British Standard szerinti terheléshez hasonlít.

A 2.9.5. ábrán látható járműteher mellett létezik rendkívüli közúti terhelés is, különleges járműterhelés esetére.

Fáradásvizsgálatot különböző részletességgel lehet végezni. A részletesebb vizsgálat a 2.9.7. ábrán megadott, létező járműfajtákat veszi figyelembe, de a 2.9.8. ábrán látható egyenértékű járműteher is alkalmazható a fáradás ellenőrzéséhez.



2.9.6. ábra. A különböző országok terhelési előírásai szerint és az Eurocode alapján meghatározott mezőnyomatékok aránya, a támaszközök függvényében

Jármű	Tengely távolság (m)	Tengely súly (kN)	Jármű r. arány
	4,50	75 120	25%
	4,20 1,30	70 90 90	2%
	3,20 5,20 1,30 1,30	70 120 90 90	31%
	3,20 5,50 1,30	70 120 90 90	23%
	4,20 1,30 3,50 4,50	70 90 100 100	13%

2.9.7. ábra. A részletes fáradásvizsgálat közúti járműterhei

2.9.3.11 Vasúti terhek

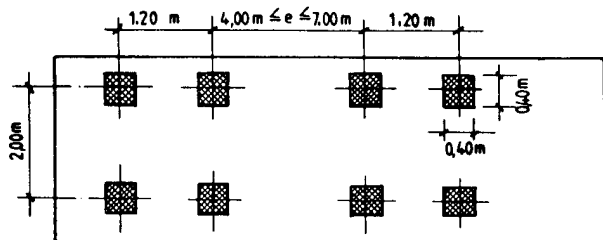
[SPINDEL, TSCHUMI, 1992] [KOLLER, 1993]

Vasúti járműteher: az UIC 71 jelű vonatteher. (A Magyar Vasúti Hídszabályzatban is ez a – Nemzetközi Vasútegyelet által kidolgozott – teher szerepel: 4×250 kN tengely + kétoldalt 80 kN/m megoszló teher.)

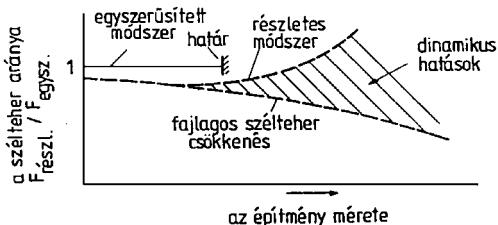
A legtöbb hidon különböző típusú vasúti szerelvények közlekednek, melyeknek főbb jellemzőit a 2.9.4. táblázat tartalmazza.

2.9.4. táblázat. A vasúti szerelvények főbb jellemzői

A vonat típusa	Sebesség [km/h]	Tengelyteher [kN]	Átlagos tömeg [kN/m]
<i>Személyszállító</i>			
elővárosi	100-160	130-196	20-30
mozdonnyal vontatott	140-225	150-215	15-25
nagysebességű	250-350	170-195	19-20
<i>Teherszállító</i>			
nehéz különleges teher	50-80	200-225	100-150
nehéz teher	80-100	225-250	100-150
vágány fenntartó	50-100	200-225	30-70
gyors, könnyű teher	100-160	180-225	30-80



2.9.8. ábra. Egységes járműteher fáradásvizsgálathoz



2.9.10. ábra. Az egyszerűsített és a részletes módszerrel meghatározott szélterhek aránya az építmény mérete növekedésének függvényében

Célszerű olyan új hidakat építeni, melyek alkalmasak a jelenlegi és a jövőbeli forgalomra is.

Kéttámaszú, UIC 71 vonatteherrel terhelt híd *dinamikus tényezője*:

$$\Phi = \frac{1,44}{\sqrt{L - 0,2}} + 0,82,$$

ahol L a híd támaszköze.

A sebesség függvényében a teher, a centrifugális erő és a dinamikus tényező változását mutatja a 2.9.9. ábra.

2.9.3.12 Szélterhek

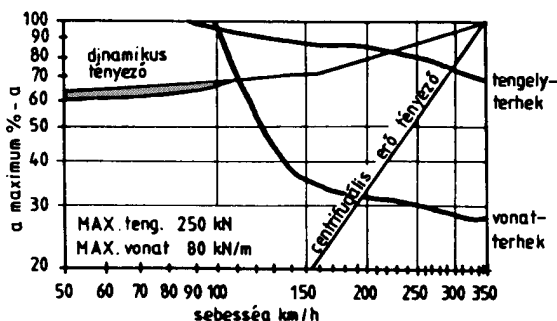
A szélesebbeségeket az egyes országok térképein adják meg a helytől függően, 50 év időtartam alatti előfordulás alapján [RUSCHEWEYH, 1992].

A szélterhek meghatározására kétféle módszert ajánlanak:

- egyszerűsített módszer,
- részletes módszer.

Az egyszerűsített módszer nem veszi figyelembe a szél dinamikus hatásait (2.9.10. ábra). Ez a módszer elsősorban olyan kisebb építményeknél alkalmazható, ahol a szél hatása nem jelentős

A részletes módszert a számítógéppel történő számításhoz megfelelő formában adják meg. Magas építményeknél, hidaknál az egyszerűsített módszer alkalmazhatóságának feltételeit a 2.9.11. ábra adja meg.



2.9.9. ábra. A dinamikus tényező, a centrifugális erő és a vasúti teher változása a sebesség függvényében

kémények, tornyok	Egyszerűsített módszer, ha $l/d \leq$	
	12	
oszlopok	8	
hidak	lemezek	gerenda
$l \leq 200$ m	12	20
	24	40

2.9.11. ábra. Hidak és magas függőleges építmények szélterhének egyszerűsített módszerrel történő meghatározásának feltételei