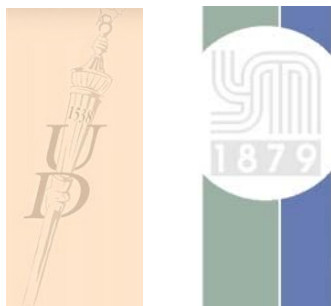




EURÓPAI UNIÓ
STRUKTURÁLIS ALAPOK



H Í D É P Í T É S

PMSTNB 270 segédlet a PTE PMMK építőmérnök hallgatói részére

„Az építész- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”

Dr. Iványi Miklós: HÍDÉPÍTÉS

H. Tartalomjegyzék

- H.1. A hidak szerkezeti felépítése, alapfogalmak
- H.2. Acélhidak szerkezeti felépítése
- H.3. Szerkezeti rendszerek, közelítő geometriai méretek
- H.4. Klasszikus és modern szerkezetek
- H.5. A hidak tervezése
- H.6. A hidak alépitményei
- H.7. A hidak alátámasztásai
- H.8. Hídpályák, pályacsatlakozások
- H.9. A vízvezetés és szigetelés
- H.10. A hídtartozékok
- H.11. Hidak méretezése a KH és VH szerint
- H.12. Hidak méretezése az EUROCODE szabványok alapján
- H.13. Hídvizsgálat
- H.14. Acélhidak fenntartása
- H.Irodalomjegyzék a H.1.-H.12.-hoz

Az összeállítás Dr. Iványi Miklós: HÍDÉPÍTÉSTAN. Acélszerkezetek, Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998 (ISBN 963 420 578 X) alapján készült.

H.1 A hidak szerkezeti felépítése, alapfogalmak

Hidak azok a mérnöki létesítmények, amelyek valamely létesítményt vezetnek át adott akadály felett [TASSI, KNÉBEL, 1984].

A hidak két fő része: az alépítmény és a felszerkezet. A hidak közbenső alépítményét pillérnek, a végsőt hídfőnek nevezik. Az alépítmény két részből áll, általában a földfelszín alatti alaptól és a földfelszín feletti felmenőrészből. A felszerkezet részei a hídpálya és tartozékai, a pálya-, a főtartószerkezet és a saruk. A hídpályán átadódó terheket a pályalemez közvetlenül vagy a hossz- és kereszttartók közvetítésével hárítja át a főtartókra, amelyeket több esetben szélrács, keresztkötés és kapuzat tesz térben merevvé.

Az alépítmény és a felszerkezet egyes esetekben egyetlen egészet képez. A felszerkezet egyik-másik szerkezeti eleme hiányozhat is.

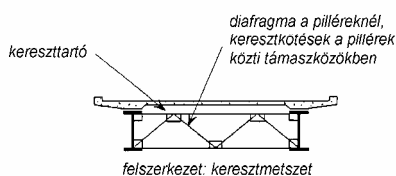
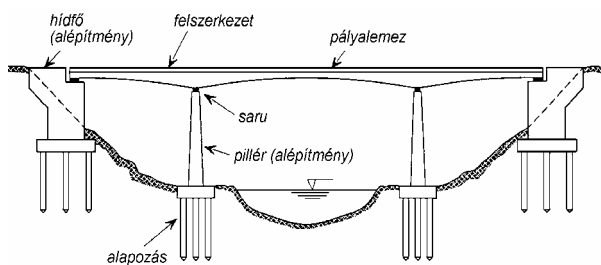
A hidak szerkezeti felépítését a *H.1.1. táblázat*, a híd elemeit a *H.1.1. ábra* foglalja össze [TASSI, KNÉBEL, 1984].

A hídnívó a hídfők homloklapjai, ill. a pillérek oldalfelületei között közvetlenül a saruk alatt, az árvízszint magasságában mért távolság (*H.1.2.a ábra*), boltzatok esetében a hídfők homloklapfelületeinek egymástól való távolsága (*H.1.2.b ábra*).

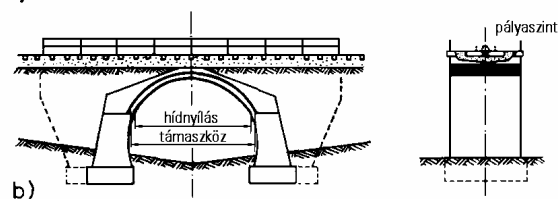
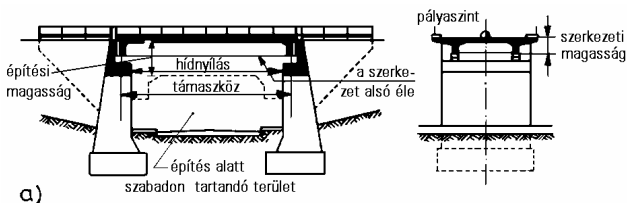
A támaszköz gerendahidaknál a hídsaruk középvonalai közötti távolság, kerethidaknál a lábak

H.1.1. táblázat. A hidak szerkezeti felépítése [TASSI, KNÉBEL, 1984]

alépítménye		felszerkezete				
hídfő	pillér (inga)	áthidalószerkezet			hídpálya	
szerkezeti gerenda	szerkezeti gerenda	saruk csuklók	pályaszerkezet		főtartószerkezet	közúti burkolat
szárnyfal térdfal			pályatábla teknőlemez	pályatartók II. rendű kereszttartó	főtartó főtartó-szélrács	vasúti felépítmény pályatartozékok
felmenőfal	felmenőfal vagy oszlop		rapalló (fahíd)	hossztartó	keresztkötés	(korlát, vízvezetés, szigetelés stb.)
alapozás	alapozás			kereszttartó	kapuzat	
töltéslezárás				féktartó		



H.1.1. ábra. Híd általános elrendezése



H.1.2. ábra. Hidak jellemző adatai
a) közúti gerendahíd; b) boltzott vasúti híd

tengelytávolsága. Ahol a támaszközt a saruk hiánya miatt nem határozhatjuk meg egyértelműen, a támaszköz a szabad nyílás 5 %-kal növelt mérete ill. a felfekvési lapok középvonalai közötti távolság közül a kisebbik. Boltozott hidak, ill. ívhidak támaszköze az ív tengelyvonalának a váll-lapok között mért húrhosszúsága (H.1.2.b ábra).

A pályaszint közúti hidak esetében a hídpálya tengelyének, vasúti hidak esetében pedig a keresztalj vagy más sinalsátámasztó szerkezet sín alatti felső szintjének abszolút magassága. Vasúti hidaknál a sinkorona felső élének magasságát is meg kell adni. Csatornahíd esetén az állandó vízszint a pályaszint (H.1.3.a-c ábra).

A szerkezeti magasság a pályaszint és a híd alsó élének magasságkülönbsége.

Az építési magasság a pályaszint és az építés alatt nyitva tartandó tér felső élének magassága közötti szintkülönbség.

A hídtengely és az áthidalt akadály tengelye által bezárt szög jellemzi a híd helyzetét (H.1.4.a-c ábra).

A híd megnevezése: egyértelmű azonosítás céljából meg kell adni a híd nevét, valamint az út, ill. vasútvonal megjelölését, amelyen a híd épült, a híd középpontjának szelvényét. Meg kell jelölni továbbá az áthidalt akadályt is.

A hidakat a H.1 2. táblázatban feltüntetett szempontok szerint lehet osztályozni.

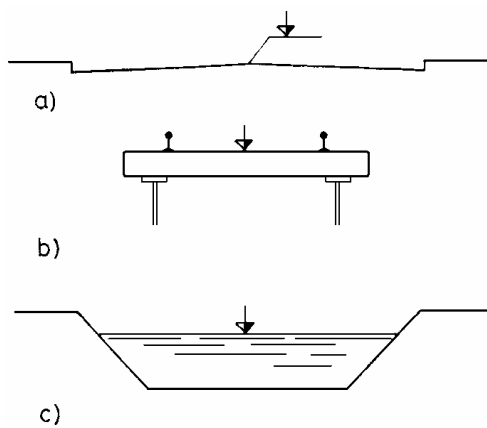
A főtartó statikai váza szerinti osztályozást szemléltet aH.1.5., a H.1.6.a-b és a H.1.7.a-b ábra.

A statikai vázak I. csoportjába a *hajlított-nyírt* (esetleg nyomott) rudakból álló szerkezetek, a II: csoportba a döntően *nyomott*, a III. csoportba pedig a döntően *húzott* elemekből álló szerkezetek tartoznak.

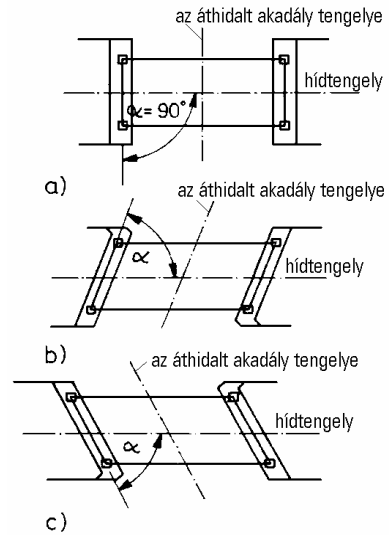
A vasbeton tömör gerincű főtartó lehet négyszög, „T” vagy „I” szelvényű. Acélhidak esetében a tömör gerincű hidakat gerinclemezes tartós hidaknak nevezik. A főtartós acélhidak főbb típusait a H.1.8.a-h ábra tünteti fel. Valamennyi főtartó típus készülhet párhuzamos vagy változó magasságú – parabola, trapéz alakú – övvel.

H.1.2. táblázat. Hidak osztályozása [TASSI, KNÉBEL, 1984]

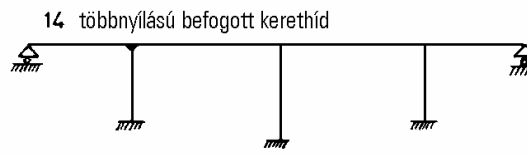
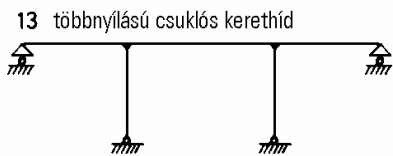
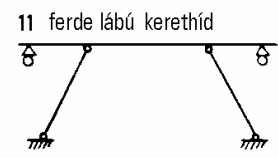
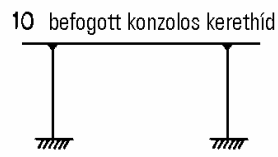
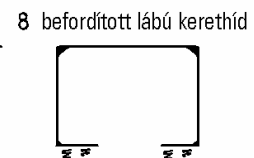
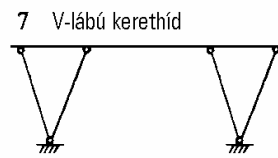
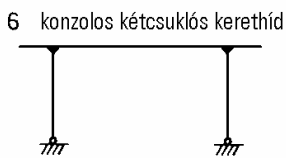
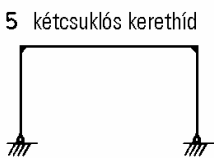
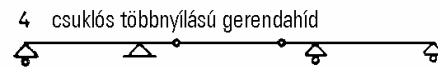
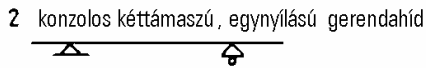
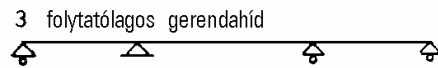
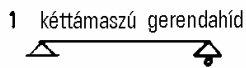
Az osztályozás szempontja	A hidak fajtája		
Rendeltetés	Közúti Közúti jármű Gyaloghíd Kerékpárhíd	Vasúti Rendes nyomtávú Keskeny nyomtávú	Védőhíd Szállítóhíd (daru-, szalag-)
	Vegyes forgalmú	(közúti-vasúti) (vasúti-közúti)	Vezetéktartó híd (elektromos, gáz-, víz-, postai), keze-lőhíd, csatornahíd
	Vasúti és közúti híd Közúti híd közúti vasúttal		
Terhelési osztály	Eurocode 1		
Járat- ill. vágányszám	1, 2, 3, több járatú	1, 2, több vágányú	
Az áthidalt akadály	Vízfolyás (átersz, patak, folyó, völgy), közlekedési vonal, felüljáró, aluljáró, keresztezési műtárgy		
A hídtengely hajlása az áthidalt akadály tengelyéhez	Merőleges, ferde (bal vagy jobb ferdeségű)		
A hídtengely alakja	Egyenes, ívben fekvő		
Tervezett élettartam	Állandó, félállandó, ideiglenes		
A felszerkezet mozgathatósága	Álló, mozgatható (emelhető, forgó, billenő)		
A főtartó statikai rendszere	Gerenda, keret, ív, tárcsa, kábel		
A főtartó szerkezeti kialakítása	Tömör, rácsos, Vierendeel		
Keresztmetszeti kialakítás	Lemez, bordás, szekrényes, ortotrop pályalemezes, vasbeton pályalemezzel együttműködő gerinclemezes		
A felszerkezet anyaga	Acél, beton, vasbeton, feszített vasbeton, fa, alumínium, kő, tégl		
A főtartók száma	1, 2, több főtartó 1, 2, többcellás szekrénytartó		
A pálya elhelyezése a főtartóhoz képest	Felsőpályás (pályafenntes), alsópályás, süllyesztett pályás		
A főtartó statikai határozottsága	Statikailag határozott, statikailag határozatlan (külsőleg, ill. belsőleg)		



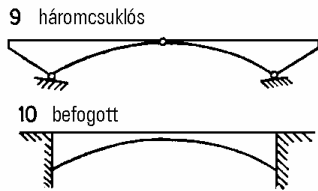
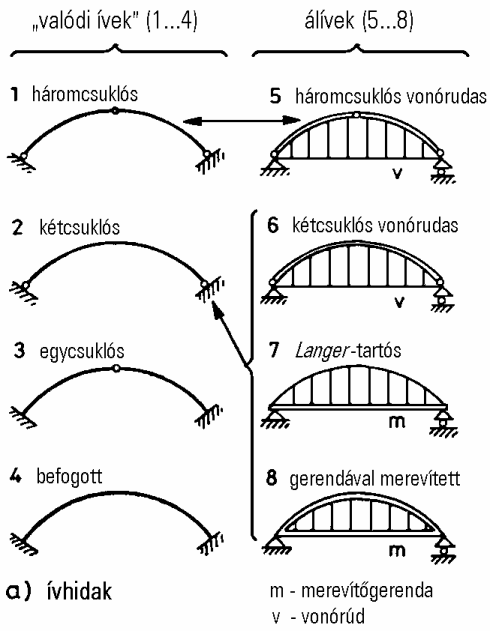
H.1.3. ábra. A pályaszint értelmezése
a) közúti híd; b) vasúti híd; c) csatornahíd



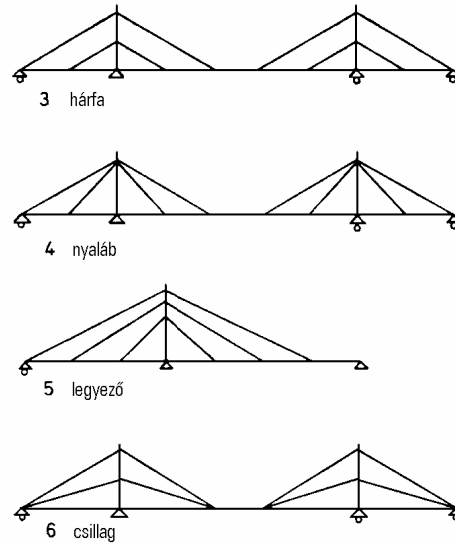
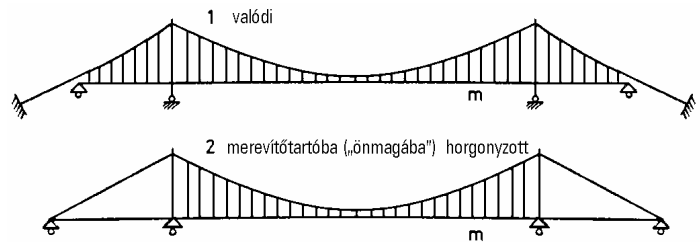
H.1.4. ábra. A hídtengely és az áthidalt akadály tengelyének relatív helyzete
a) merőleges híd; b) bal ferdeségű híd; c) jobb ferdeségű híd



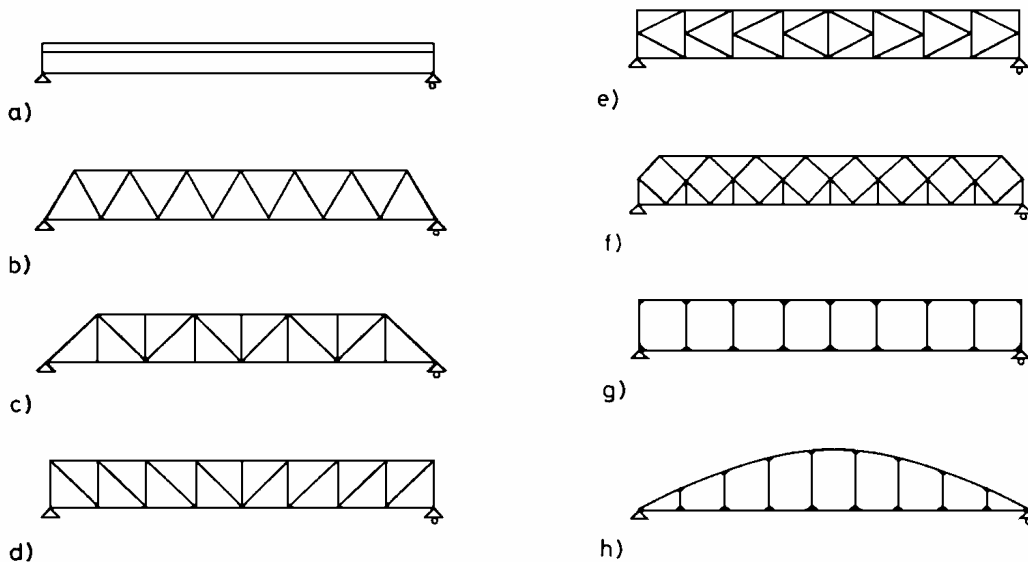
H.1.5. ábra. Hídötartók statikai vázai I. [TASSI, KNÉBEL, 1984]



H.1.6. ábra. Hídfőtartók statikai vázai II. [TASSI, KNÉBEL, 1984]
 a) ívhidak; b) tárcsahidak



H.1.7. ábra. Hídfőtartók statikai vázai III. [TASSI, KNÉBEL, 1984]
 a) függőhidak; b) ferdekábeles gerendahidak

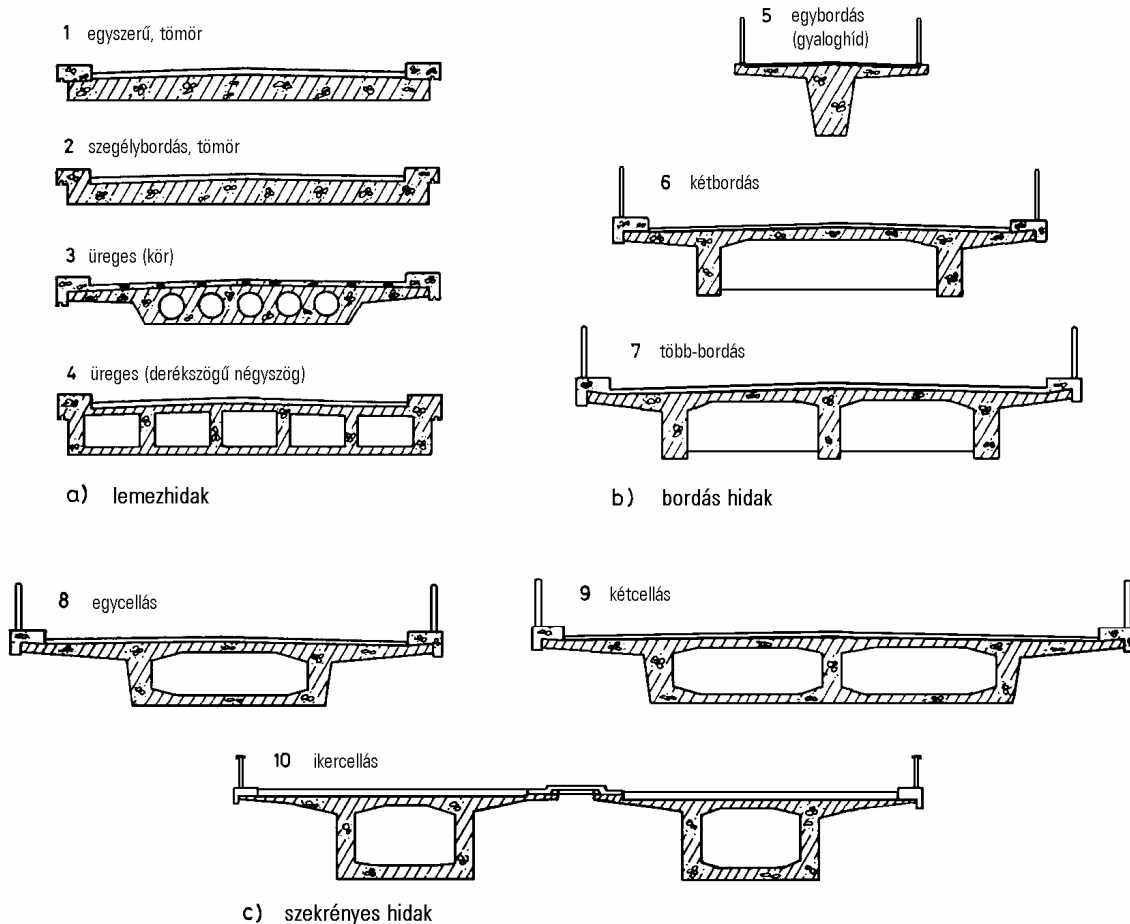


H.1.8. ábra. A főtartók szerkezeti kialakítása [TASSI, KNÉBEL, 1984]
 a) tömör gerincű; b)-f) rácsos; g), h) Vierendeel

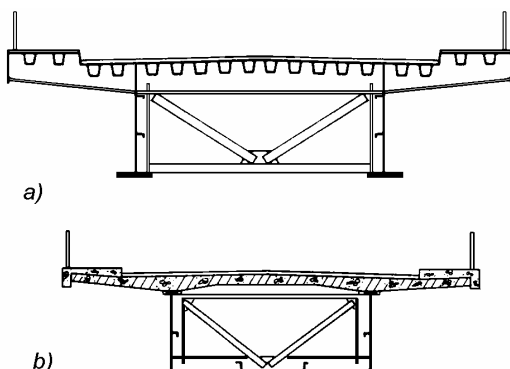
A felszerkezet keresztmetszeti kialakítása szempontjából a vasbeton és feszített vasbeton hidak lehetnek lemez-, bordás és szekrényes hidak (H.1.9.a-c ábra), az acélszerkezetű hidak pedig ortotrop pályalemez és vasbeton pályalemezzel együtt dolgozó acél főtartós (öszvér-) hidak. Mindkét típus készülhet

nyitott gerinclemez vagy zárt szekrény főtartókkal (H.1.10.a-b ábra).

A híd – attól függően, hogy milyen a hídpálya elrendezése a főtartóhoz képest – lehet felső-, alsó- és süllyesztett pályás (H.1.11.a-c ábra).

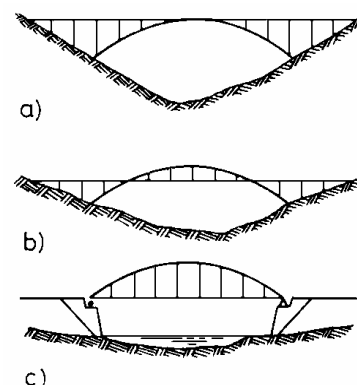


H.1.9. ábra. Monolit vasbeton hidak keresztmetszeti változatai [TASSI, KNÉBEL, 1984]



H.1.10. ábra. Acél gerendahidak keresztmetszete [TASSI, KNÉBEL, 1984]

a) ortotrop pályalemez;
b) vasbeton pályalemezzel együtt dolgozó



H.1.11. ábra. A főtartó és a pálya relatív helyzete [TASSI, KNÉBEL, 1984]

a) felsőpályás; b) süllyesztett pályás; c) alsópályás

és keresztkötések, valamint a saruk [STAHLBAU, 1974].

A főtartók képezik a tulajdonképpeni áthidaló szerkezetet, megadják a híd jellegét.

Az előbbieken felsorolt szerkezeti részek nem minden hídon található meg. Pl. felsőpályás gerinclemezes vasúti hídnak legtöbbször nincsenek külön pályatartói, a hídfák közvetlenül a főtartókra támaszkodnak; vagy pl. közúti hidaknál a pályalemez egyúttal a főtartó-szélrács szerepét is betöltheti stb. A hídszerkezetben azonban meg kell lenniük mindazon szerkezeti részeknek, amelyek a hídszerkezetet terhelő (térbeli!) erőket az alátámasztó saruknak, illetve a falazatoknak

H.2 Acélhidak szerkezeti felépítése

Az acélhíd általában a felszerkezet részeit tartalmazza (H 2.1. táblázat). A felszerkezet része a híd-pálya (pl. vasúti felépítmény), a pályaszerkezet (pl. hossz- és kereszt-tartók), a főtartók, a szélrácsok

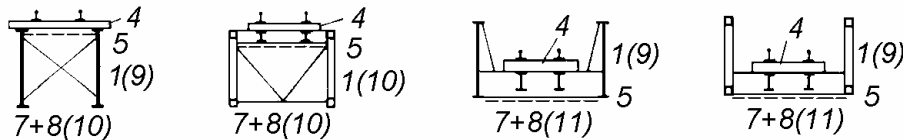
H.2.1. táblázat. A hídkeresztmetszetek fő típusai

A számozások jelentései:

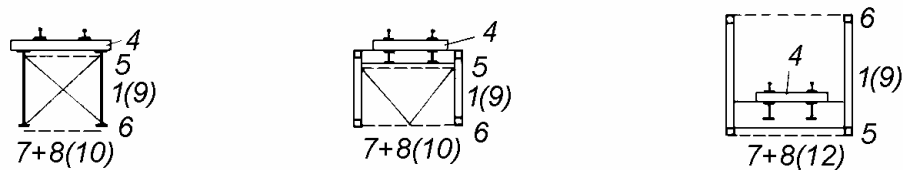
1	főtartó	5	főszélrács	9	tömör fal
2	pályalemez	6	mellékszélrács	10	rácsostartó
3	betonlemez	7	közbenső kereszt-tartó	11	nyitott keret
4	hidgerenda	8	végkereszt-tartó	12	portálkeret

1. Nyitott pályás főtartószerkezetek

1.1. Pályamenti főszélrácsos hidak

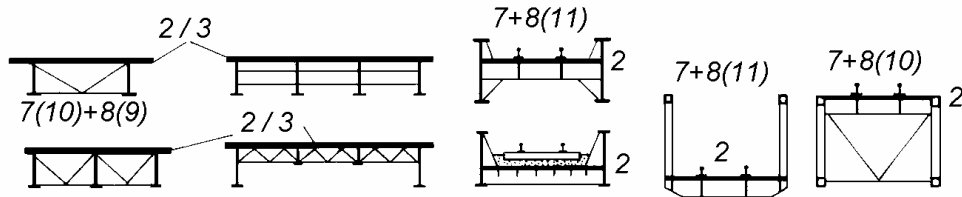


1.2. Pályamenti főszélrácsos hidak mellékszélráccsal

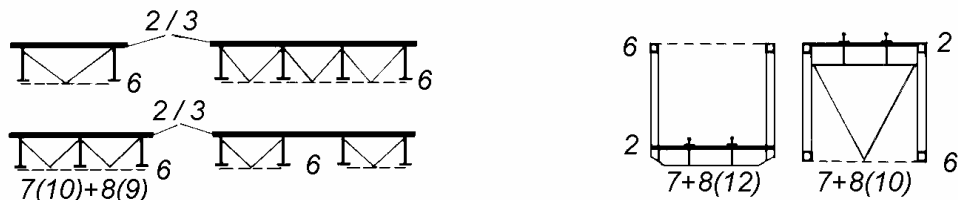


2. A főtartóhoz nyírómereven kötött, zárt pályalemezes főtartók

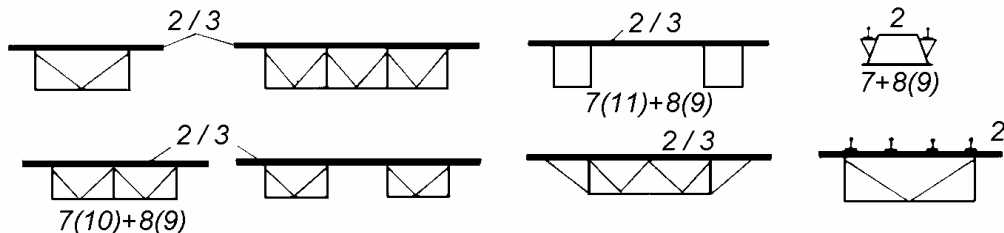
2.1. Nyitott főtartó-keresztmetszetű hidak

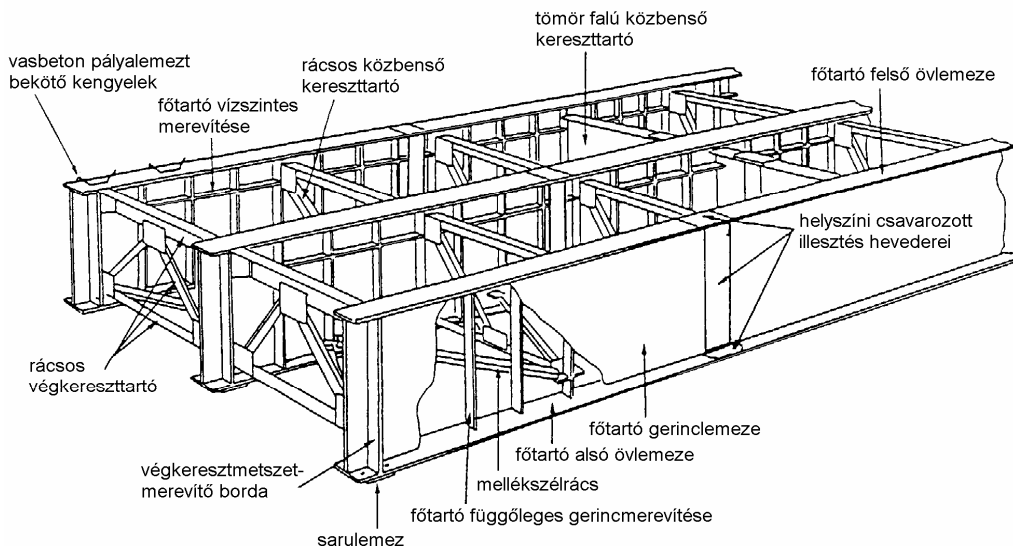


2.2. Mellékszélráccsal zárttá tett főtartószerkezetű hidak



2.3. Pályalemezzel zárttá tett főtartószerkezetű hidak





H.2.1. ábra. Vasbetonlemezzel együttdolgozó gerinclemezes acélhíd

továbbítani anélkül, hogy a megengedettnél nagyobb feszültség, alakváltozás vagy mozgás keletkeznék.

A hídkeresztmetszetek fő típusait a H.2.1. táblázat mutatja, így megkülönböztetünk nyitott pályás főtartószerkezeteket és a főtartóhoz nyíromereven kötött, zárt pályalemezes főtartókat.

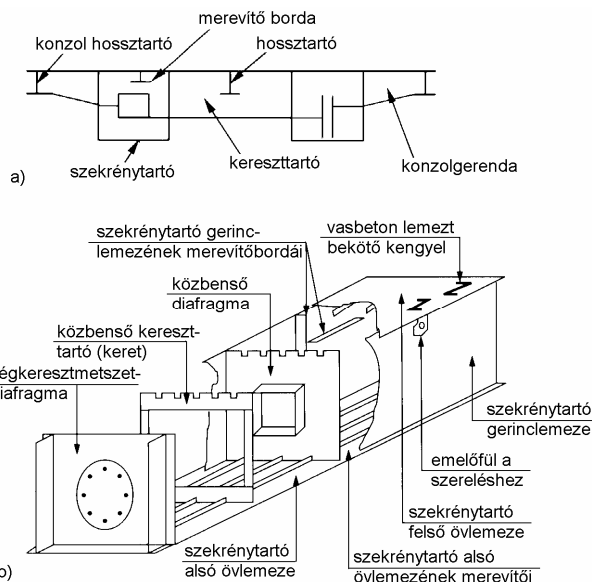
A szerkezeti felépítés áttekintésére bemutatunk néhány tipikus főtartószerkezeti kialakítást (a hídpálya jelölése nélkül), hangsúlyozva, hogy a vázlatokon szereplő megoldások csak egy lehetséges megoldást mutatnak, számos további variáció lehetséges [STEEL, 1997].

(1) Vasbeton pályalemezzel együttdolgozó gerinclemezes acélhíd (H.2.1. ábra)

(A pályalemezt az ábra nem mutatja.) A vasbeton lemez a főtartók felső övéhez kapcsolódnak, a gerinclemezes főtartókat ezért a felső síkban nem kötik össze szélrácsok, csak az alsó síkban. A rácsos kialakítású keresztartók a térbeli merevséget biztosítják.

(2) Vasbeton pályalemezzel együttdolgozó szekrénykeresztmetszetű acélhíd (H.2.2. ábra)

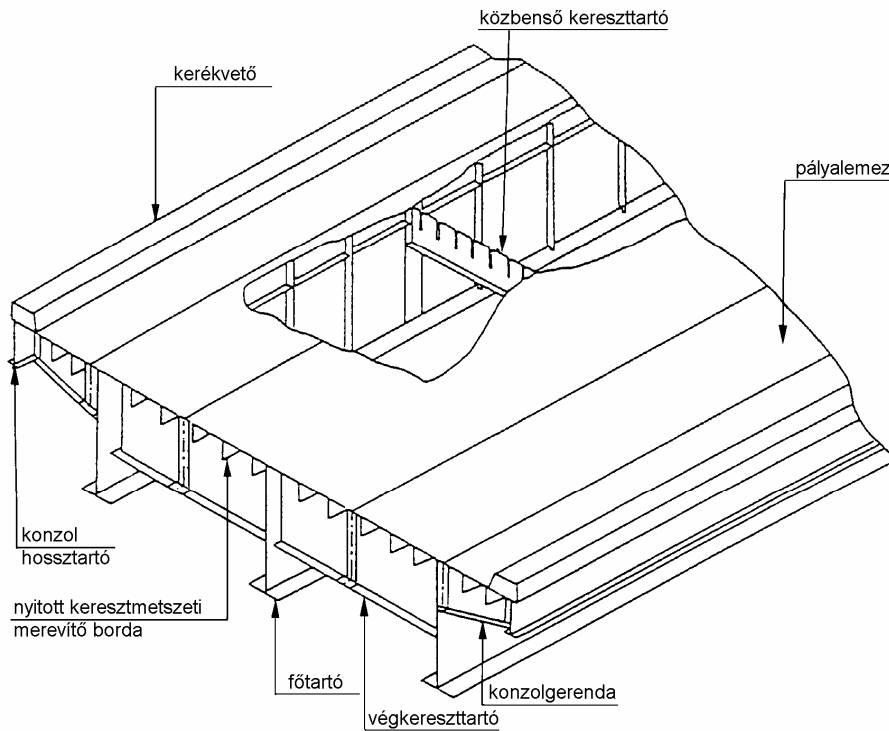
(A pályalemezt az ábra nem mutatja.) A hídkeresztmetszetet alkotó két szekrénytartót keresztartók kötik össze, és középen egy hosszartó támasztja ki a keresztartókat. A szekrénykeresztmetszet merevségét közbenső keret jellegű keresztartók biztosítják.



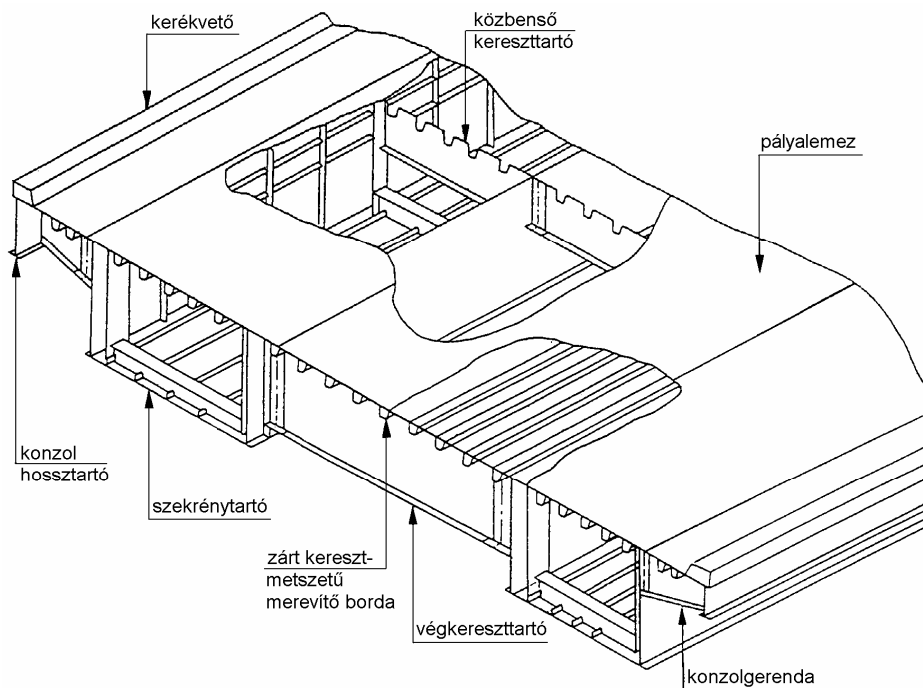
H.2.2. ábra. Vasbetonlemezzel együttdolgozó szekrénytartó

(3) Ortotrop pályalemezes gerinclemezes főtartójú acélhíd (H.2.3. ábra)

A pályalemez acélból készül, a megfelelő merevséget és teherbírást a merevítőbordák adják. a végkeresztartó és a közbenső keresztartók kötik össze a gerinclemezes főtartókat.



H.2.3. ábra. Ortotrop pályalemezes, gerinclemezes főtartójú acélhíd



H.2.4. ábra. Ortotrop pályalemezes, szekrénytartós acélhíd

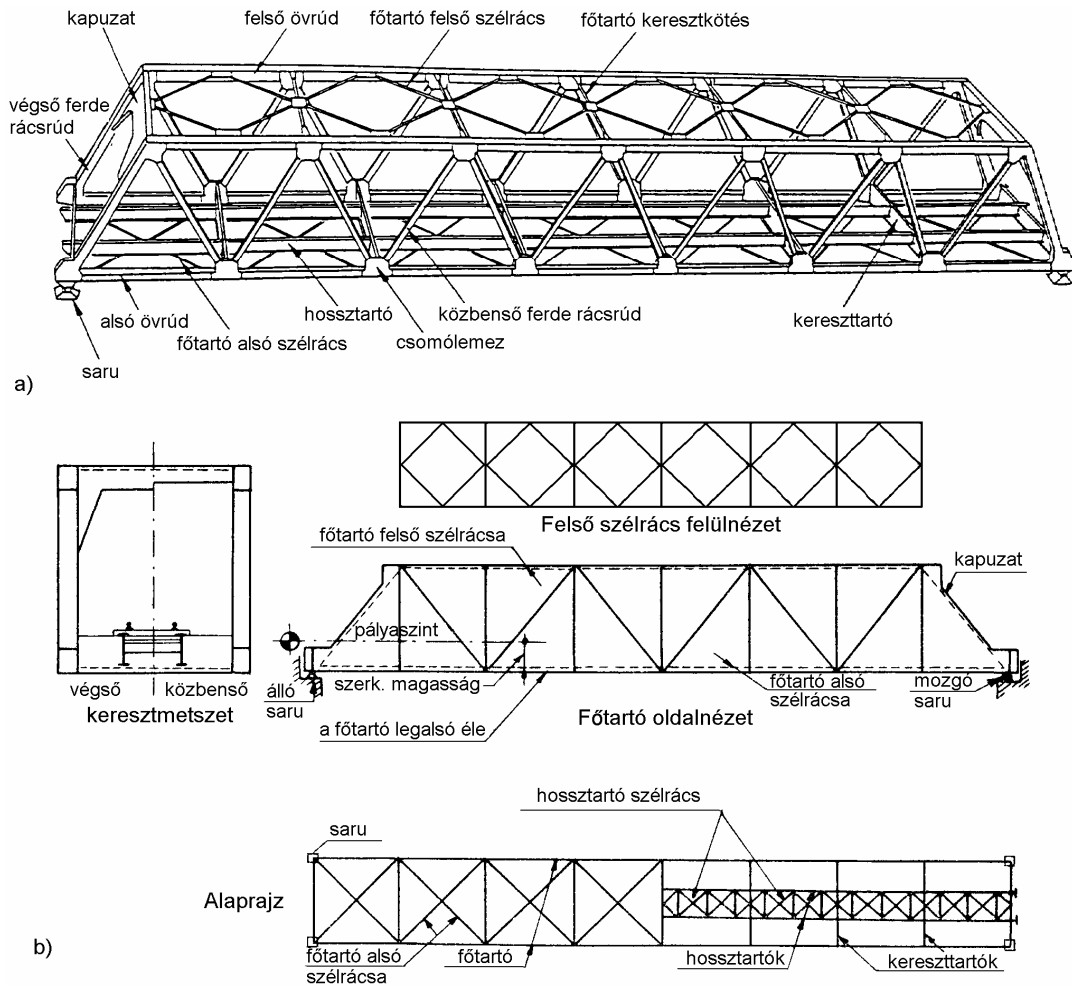
(4) Ortotrop pályalemezes szekrénytartós acélhíd (H.2.4. ábra)

Az acél pályalemez megfelelő merevségét és teherbírását a zárt keresztmetszetű merevítőbordák adják. A kereszttartók összekötik a szekrénytartókat, de a kereszttartók

keresztmetszetében a szekrénytartó belsejében is el kell helyezni merevítőtartókat.

(5) Alsópályás rácsos (vasúti) híd (H.2.5. ábra)

A H.2.5.a ábra (némi egyszerűsítéssel) egy gyakrabban előforduló alsópályás rácsos vasúti híd



H.2.5. ábra. Alsópályás rácsos vasúti híd

szerkezeti részeinek térbeli elrendezését szemlélteti. Vasúti hídnak a vasúti pályát, azaz a sínt és a sín alátámasztására szolgáló hídfákat kell átvezetnie (ezt az ábra nem mutatja). A hídfákat a hossztartók hordják, a hossztartók a kereszttartóknak, a kereszttartók a főtartóknak adják tovább terüket, a főtartók hidalják át a falazatok (hídfők, pillérek) közötti távolságot. Az ábrán látható szélrácsok és keresztkötések a vízszintes síkú terheket veszik fel s egyúttal a híd térbeli merevítésében vesznek részt [SZÉPE, 1967].

A H.2.5.b ábra az a ábrarészen feltüntetett hidat a vázlattevéren ill. az általános terven szokásos ábrázolásmóddal mutatja be. A főtartó síkjára merőleges síkú szélrácsok, keresztkötések és kapuzatok síkját a főtartó oldalnézetének és keresztmetszetének rajzát szaggatott vonallal szokás jelezni. A részletdúsabb keresztmetszeti rajzot gyakran célszerű nagyobb léptékben ábrázolni. Szimmetrikus szerkezet esetén az alaprajz egyik felét a főtartó alsó szélrácsa, a másik felét a pályaszerkezet foglalhatja el. Vázlattevéren vagy általános terven a rajzot a híd főbb jellemző méreteinek kótái egészítik ki; ilyenek: a főtartó támaszköze, keretbeosztása, magassága, a híd

nyílása, a főtartók egymástól való távolsága, szerkezeti magasság stb.

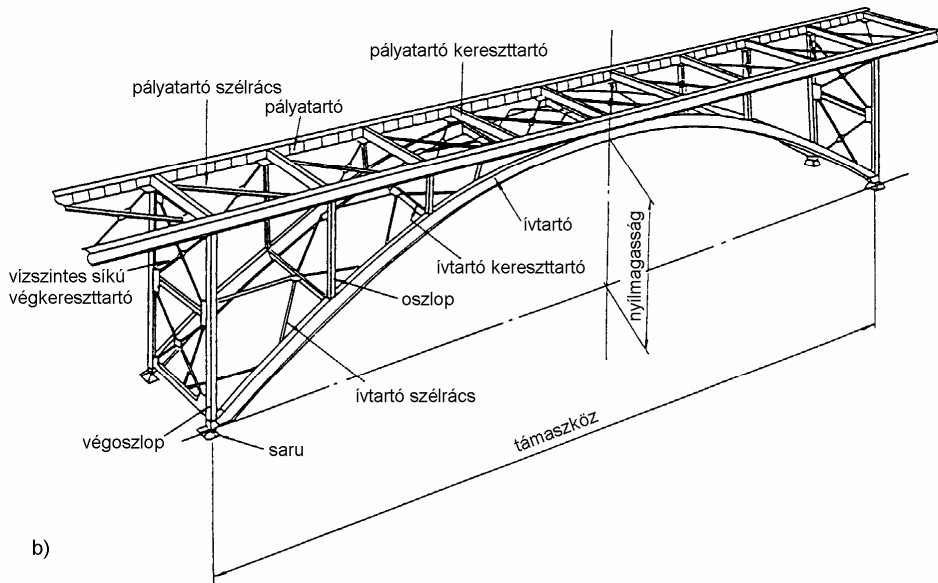
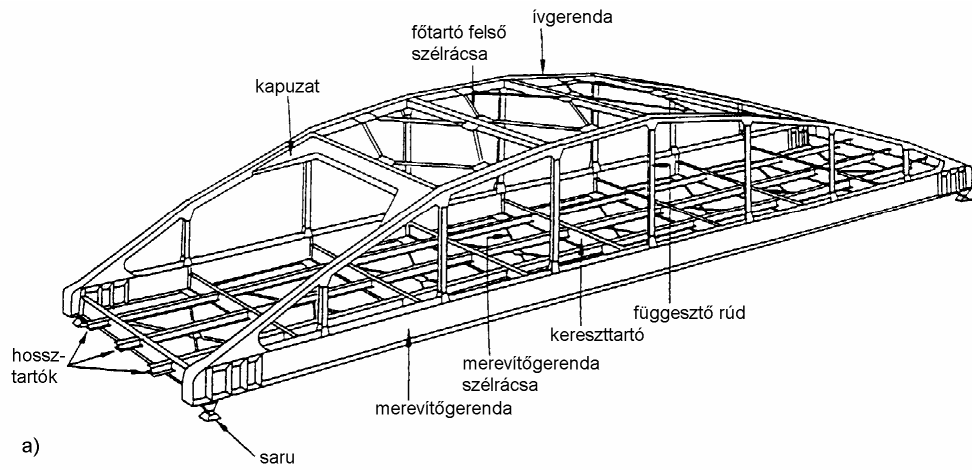
(6) Ívhidak (H.2.6. ábra)

A H.2.6.a ábrarész alsópályás, merevítőtartós (Langer-) ívhíd ábrázol. A kapuzat kialakításával az ürszelvényt lehet meghatározni, a kapuzat és a főtartó-szélrács az ívek térbeli merevségét biztosítják.

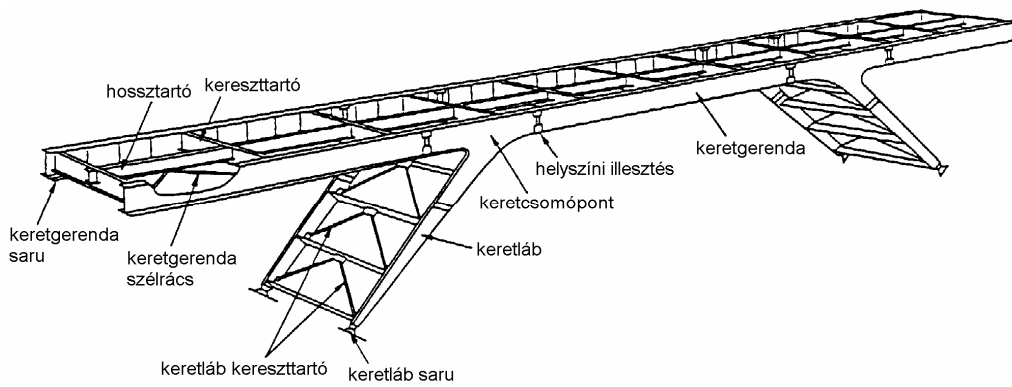
A H.2.6.b ábrarész felsőpályás ívhíd mutat be. A pályatartókról a terheket oszlopok közvetítik az ívekre. Biztosítani kell az ívek és a pályatartók térbeli merevségét.

(7) Ferdelábú kerethíd (H.2.7. ábra)

A keret-kialakítás a főtartó hajlítása és nyírása mellett rúdtengelyirányú erőket (húzást ill. nyomást) eredményez, így a keretsomópont kialakítása nagyon fontos, gondoskodni kell a keretlábak és a pályatartók térbeli merevségéről.



H.2.6. ábra. Ívhidak



H.2.7. ábra. Ferdelábú kerethíd

H.3 Szerkezeti rendszerek, közelítő geometriai méretek

A hidak osztályozását, a különböző hidak fajtáit a H.1.2. táblázat mutatja.

A főtartó statikai rendszere és szerkezeti kialakítása szerint megkülönböztetünk:

- (1) Kéttámaszú tömör gerendahíd
- (2) Töbttámaszú tömör gerendahíd
- (3) Kéttámaszú rácsos gerendahíd
- (4) Töbttámaszú rácsos gerendahíd
- (5) Kerethíd
- (6) Tömör főtartós ívhíd
- (7) Rácsos főtartós ívhíd
- (8) Ferdekábeles gerendahíd
- (9) Függhíd

A híd rendeltetése szerint – a közúti jármű és vasúti hidakon kívül:

- (10) Magasvezetésű közúti híd
- (11) Gyaloghíd
- (12) Vezetéktartó híd
- (13) Csatornahíd
- (14) Védőhíd

A felszerkezet mozgathatósága szerint – az álló hidakon kívül:

- (15) Mozgatható híd

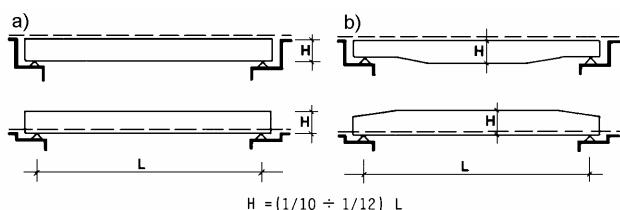
A tervezett élettartam szerint – az állandó hidakon kívül:

- (16) Ideiglenes vagy félállandó híd
- (17) Pontonhíd

A fejezetben bemutatott közelítő geometriai méreteket a [STIPANIC, BUDEVAC, 1989] alapján állítottunk össze; e méretek általános tájékoztatásul szolgálnak. A konkrét esetekben a különböző befolyásoló tényezők hatását meg kell fontolni és figyelembe kell venni. A geometriai méretek segítségével a hidak merevségét lehet szabályozni, így a lehajlások alakulását lehet befolyásolni.

(1) Kéttámaszú tömör gerendahíd (H.3.1. ábra)

A pályaszint elhelyezése szerint felső-, süllyesztett és alsópályás megoldásokkal találkozunk. Kialakítható állandó magasságú (H.3.1.a ábra) és változó magasságú (H.3.1.b ábra) formában.



H.3.1. ábra. Kéttámaszú tömör gerendahíd

Ezzel a szerkezeti kialakítással áthidalható maximális támaszközök:

- vasúti hidaknál: $L_{\max} = 40 \div 50$ m,
- közúti hidaknál: $L_{\max} = 60$ m.

(2) Töbttámaszú tömör gerendahíd (H.3.2. ábra)

A töbttámaszú híd főtartói lehetnek csuklós vagy folyvástólagos töbttámaszú tartók. A töbttámaszú híd előnyei a több kéttámaszú szerkezetből álló többnyílású hídval szemben [KORÁNYI, 1962]:

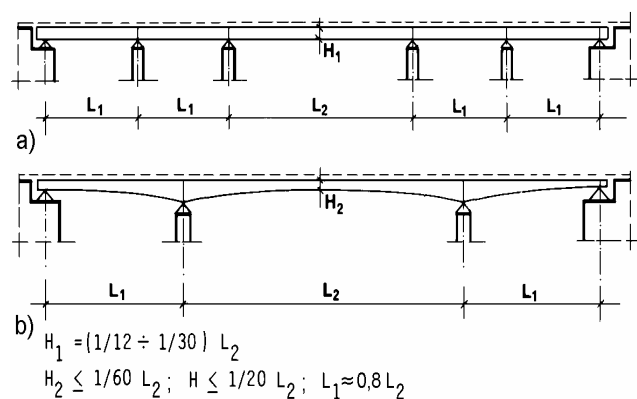
1. Általában kisebb a szerkezeti magassága, mint a kéttámaszú hidaké, emellett a szerkezeti magasság főként a nyílások közepén csökkenthető, ami nagy előny, mert pl. folyóknál általában az építési magasság a hajózható nyílás közepén a legkisebb. A kis szerkezeti magasság előnyös felüljáróknál, városi hidaknál is, ahol szintén nagyon kis építési magasság szokott rendelkezésre állni.

2. Kedvező nyílásbeosztás mellett megtakarítást lehet elérni a főtartó súlyában. Ez különösen akkor lehetséges, ha az állandó terhelés hatása viszonylag nagy a hasznos terhelés hatásához képest.

3. Kevesebb sarura van szükség, de a saruk mérete valamivel nagyobb. Minthogy a saruk aránylag drágák, a saruanyagban elért megtakarítás értékes.

4. Éppen a kevesebb saru miatt keskenyebb pillérekre van szükség, mint kéttámaszú szerkezetek esetén; ez hidraulikai szempontból is előnyös (kisebb visszaduzzasztás). Azonkívül a pilléren az egyetlen saru közepén van, tehát az erőátadás centrikus.

5. Az állványozásnál igen sok egyszerűsítést lehet bevezetni. Míg a kéttámaszú hidaknál többnyire egymástól függetlenül szerelik a szerkezeteket, itt szöbajóhet a szabadszerelés. Kéttámaszú szerkezetet is lehet szabadon szerelni, de akkor ellensúlyt kell alkalmazni, ami körülményes. Töbttámaszú hidaknál viszont a szabadszerelés nem kíván többletszerelést.



H.3.2. ábra. Töbttámaszú tömör gerendahíd

Az eddig felsorolt előnyök egyaránt érvényesek voltak a csuklós és a folyvástólagos hídszerkezetekre is. Utóbbiaknak azonban külön előnyük is van:

1. kisebb az alakváltozásuk, mint akár a kéttámaszú, akár a Gerber-hidaknál;
2. törésmentes pályaszint áll elő, ami különösen vasúti hidaknál nagy előny;

3. a Gerber-tartós hidakhoz viszonyítva előnyük az, hogy nincsenek mozgó, tehát kopó alkatrészek, csuklók.

A folytatólagos szerkezetek hátránya az, hogy a statikai határozatlanságból kifolyólag érzékenyek a támaszok függőleges mozgásaira, tehát a süllyedésre. Emiatt csak jó altalajra vagy régi falazatokra célszerű őket építeni. Rossz altalajra, ahol nagymérvű süllyedések várhatók, folytatólagos hidat nem ajánlatos építeni. Ilyenkor a statikai határozatlanságot meg kell szüntetni és inkább csuklós töbtámaszú hidakat alkalmazunk. Másik hátránya a folytatólagos hidaknak az, hogy a közbenső támaszoknál az övekben és a csomópontokban igen nagy mellékfeszültségek keletkeznek.

A folytatólagos hidakhoz viszonyítva a Gerber-tartó hátrányai és előnyei éppen fordítottak. Hátrányai tehát, hogy Gerber-tartóknál csuklók vannak, amelyek a mozgás következtében kopnak. A pályaszintben a csuklóknál kellemetlen törés van. A csuklóknál a másodrendű szerkezetek (szélrácsok, pályaszerkezet) mozgásának lehetővé tétele komplikált szerkezeti megoldásokat kíván. Kedvezőtlen nyílásviszonyoknál ezen felül még nagy negatív reakciók keletkeznek. Emiatt külön kihorgonyzásra vagy túlsúlyok alkalmazására van szükség. Ez a folytatólagos tartóknál is így van. Viszont a Gerber-tartóknak előnye a folytatólagos tartókhoz viszonyítva a statikai határozottság és – ami a legfontosabb – az, hogy a csuklók megfelelő elhelyezésével nagy mértékben befolyásolható a maximális nyomatókára alakja, és ezáltal igen gazdaságos szerkezetet lehet alkalmazásával elérni.

Kialakítható állandó (H.3.2.a ábra) és változó (H.3.2.b ábra) magasságú alakzat. A szélső és a közbenső támaszközök változtatásával befolyásolható a hajlítónyomatóki ábra alakja. A gyakorlatban alkalmazható támaszközviszonyok: $L_{max} = 40 \dots 300$ m.

Jellegzetes példa a töbtámaszú gerendahídra állandó magasságú változatra a budapesti M0 autópályahíd (Háros), változó magasságú változatra a budapesti Árpád-híd.

Az Árpád-híd tervezésekor még a legnagyobb támaszközű tömör szerkezet volt (105,0 m). Ezt a méretet azonban jelentősen túllépték. 1947-48-ban építették meg a Köln-Deutz-i Rajna-hidat (tmk.: 132+184+120 m). Ennél a hídnál merészen állapították meg a főtartó magasságát. A nyílás közepén a főtartó magassága a támaszköz 1/56-od része. Még merészebb a Bonn-Beuel-i Rajna-híd (1947-49, tmk.: 99,2+195,8+99,2 m). Ez építésekor a legnagyobb támaszközű gerinclemezes híd volt az egész világon. A támaszköz közepén a főtartó magassága a támaszköz 1/65-öd része. Ilyen esetekben a szerkezet lehajlása aránylag nagy, a kölni híd legnagyobb lehajlása 69 cm, a bonni hídé pedig 50 cm volt. Ez pedig nagyobb a támaszköz 1/400-ad részénél.

Ezeket a kis szerkezeti magasságokat csak akkor lehet alkalmazni, ha a híd keresztmetszetének csavarás elleni merevséget adnak; ezt a hatást a bonni hídnál teknőlemezzel és alsó szélráccsal, a kölni hídnál pedig alul és felül is elhelyezett átmenő síklemezzel érték el.

(3) Kéttámaszú rácsos gerendahíd (H.3.3. ábra)

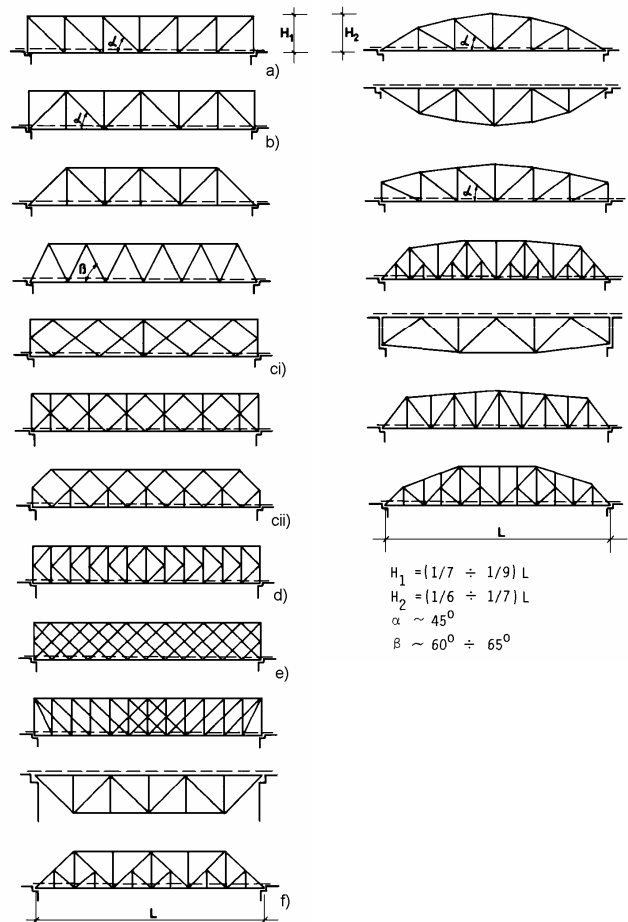
Kialakítható párhuzamos övű (H.3.3.a ábra) és változó magasságú (H.3.3.b ábra) változatban (trapéz-, szegmens-, sarló-, lencsealakú). Ma legtöbbször a párhuzamos övű rácsostartókat használják, mert gyártás és szerelés szempontjából előnyösek, de az önsúlyukat tekintve nehezebbek a legnagyobb nyomatókó ábráját jobban követő, változó magasságú tartóknál.

Egyaránt alkalmazzák közúti és vasúti hidaknál. Az alkalmazható támaszközviszonyok $L = 30 - 100$ m.

A rácsrudak elrendezése szempontjából az alábbiak lehetnek:

– Oszlopos rácsos tartó (H.3.3.a ábra) esetében az övsvélvény kisebb lépcsőkben változik, az aránylag hosszú ferde rácsok húzottak, a rövid oszlopok nyomottak, ami szintén előnyös, de a nyomott oszlopok bekötése nehézkes.

– A szimmetrikus rácsos tartó (H.3.3.b ábra) a leggyakoribb elrendezés, bár övsvélvényei nagy lépcsőkben változnak (különösen párhuzamos övű tartóknál), a rácsok felváltva nyomottak és húzottak, az oszlopok alig kapnak erőt, a svélvények könnyen megtervezhetők.



H.3.3. ábra. Kéttámaszú rácsos gerendahíd

– A rombikus rácsos tartó (H.3.3.c ábra) két alaptípusa létezik. Az (i) típusú tartó terhet csak az alsó

övön, a rácsrudak bekötésénél elhelyezett keresztartók útján kap. A (ii) típus keresztartói a rácsrudak keresztelési pontjaiban vannak felfüggesztve. Ez a lényegtelennek tűnő különbség a kétféle tartó erőjátékát teljesen eltérővé teszi. Az (i) típusú tartó rácsrúderőhatásábrái több váltakozó előjelű szakaszból állnak, az erőjáték ennek megfelelően nyugtalan, ami fáradás szempontjából kedvezőtlen. A (ii) típusnál ez a hátrány nem jelentkezik.

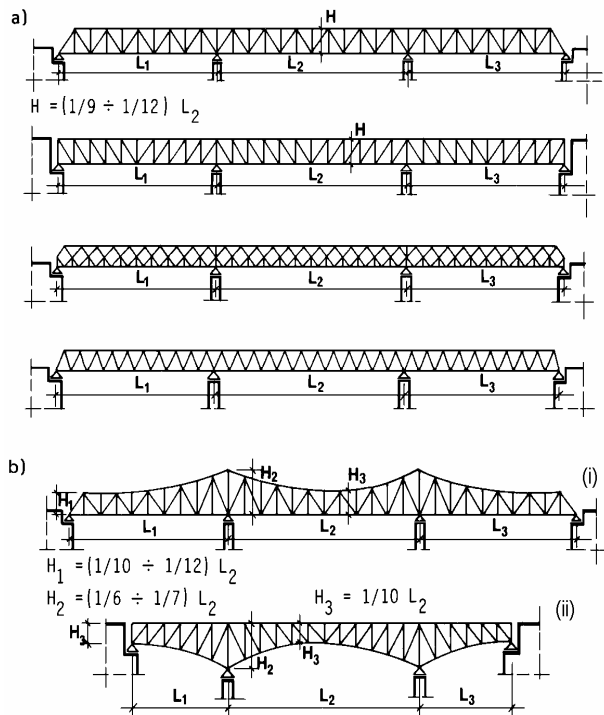
– A *K-rácsos tartó* (H.3.3.d ábra) nem túlságosan szép, azonban komoly előnyei vannak. Az egyes rudak rövidek, ez szerelési előnyt jelent és kedvező kihajlási szempontból is. A keletkező mellékfeszültségek aránylag kicsinyek. Nálunk a K-rácsosással széles hidak szélrácseinál találkozunk elsősorban. Szerelési előnyei (egy-egy rúdja aránylag könnyű) miatt a hadi hidaknak is kedvelt formája. K-rácsosúak a budapesti Északi Összekötő Duna-híd félálló szerkezetei.

– *Többszörös rácsos tartó* (H.3.3.e ábra) alkalmazása a múlt század végén nagyon közkedvelt volt, jelenleg újra feltűnnek ezek a kialakítások. A budapesti Déli Összekötő Duna-híd első változata ilyen többszörös rácsosú tartó volt.

– *Másodlagos rácsosú tartó* (H.3.3.f ábra) alkalmazása esetén az alsó övrúd közbenső szakaszain is lehet keresztartókat kialakítani.

(4) Többtámaszú rácsos gerendahíd (H.3.4. ábra)

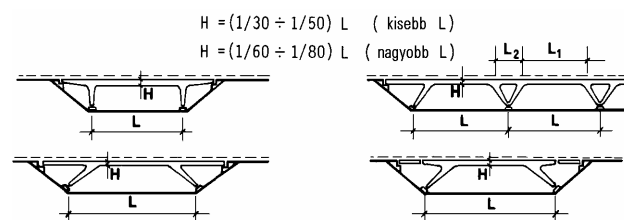
A többtámaszú szerkezet lehet párhuzamos övű (H.3.4.a. ábra), amelyet a pilléreknél esetleg felfelé, vagy lefelé, vagy mindkét irányban kimagasítunk. A támasz feletti kimagasításra példa a budapesti Déli Összekötő Duna-híd, amelynek a felső öve vízszintes, valamint a régi felrobbantott dunaföldvári Duna-híd, amelynél a felső és alsó öv is török a saru felé. Az alátámasztás feletti kimagasítás célja az, hogy a pillérek felett létrejövő nagy negatív nyomatékot aránylag nagy szelvény-növelés nélkül tudjuk felvenni. A nyomatéki ábra alakját a főtartó magasságával követni lehet, és így az övszelvények nem változnak túlságosan. Ebben az esetben a főtartó a támasz felett és támasz között is ki van magasztva. A cernavoda-i Duna-híd ilyen főtartószerkezettel készült. Egészen szeszélyes alakú hidak jöhetnek ki, különösen Gerber-hidaknál, mint amilyen pl. a Firth of Forth-híd, amely rombusz rácsosú, vagy a quebeck-i híd, amely K-rácsosú. Az összes Gerber-híd közül legszebbnek tartják a budapesti Szabadság-hídat (Mehrtens), amely oszlopos rácsosú, a híd példa arra, hogyan lehet egy Gerber-hídat szépen megcsinálni.



H.3.4. ábra. Többtámaszú rácsos gerendahíd

Rácsostartó esetén a közbenső megtámasztások felett a rácsosást kétféleképpen lehet megoldani. A (bi) megoldásnál a támaszok két oldalán nyomott rácsrudakat alkalmazunk, ekkor a pilon úgyszólván terheletlen, csak keresztirányú szerepe van; a nehézkesen kialakított a saru felett lévő. Ennek a kialakítási módnak hátránya, hogy a hosszú rácsrudak nyomottak. Ilyen rácsosú a Frankfurt-am-Main-i Majna-híd. A támasz két oldalán lehet húzott ferde rácsrudakat alkalmazni, amelyek a közbenső oszlop felső végén találkozhatnak (bii). Ekkor a pilont terheli az egész reakció, amelyben tehát igen nagy nyomóerő keletkezik és a felső csomópont kialakítása nehézkes. Ilyen rácsosú a budapesti Szabadság-híd.

(5) Kerethíd (H.3.5. ábra)



H.3.5. ábra. Kerethidak

A hajlítás és nyírás mellett a rudakban normálerő is működik. A kerethíddal áthidalható maximális támaszköz: $L_{\max} \approx 250$ m. A kialakítás lehet merőleges és ferde keretlábakkal. Lényeges kérdés a pályagerenda csatlakozása a hídfőhöz, amennyiben tényleges sarut alakítanak ki, a tartó statikai határozatlansági foka többszörös lehet. Lehetséges befüggesztett gerendával is

megoldani ezt a kapcsolódást, ebben az esetben a pályaburkolat kialakításánál kell számítani többletköltségekre.

(6) Tömör főtartós ívhíd (H.3.6. ábra)

A tömör főtartós ívhíd sajátossága, hogy az alátámasztó falazatokra oldalnyomást adnak át. Vonóvasas ívnek vagy Langer-tartónak az alkalmazásával azonban a reakciót függőlegessé lehet tenni és ezzel a szerkezet külsőleg statikailag határozottá válik, ami pl. az alapozás miatt is lényeges előny lehet. Az ívhidak statikai kialakítását a H.3.6. ábra foglalja össze. A maximális támaszköz: $L_{max} \cong 250$ m.

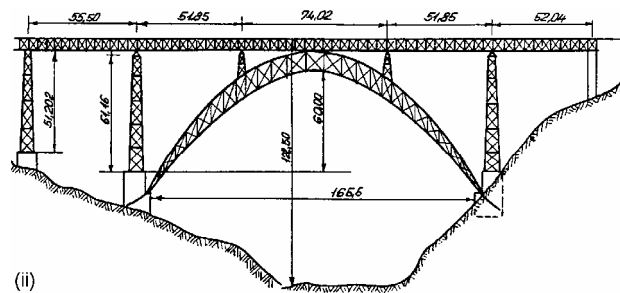
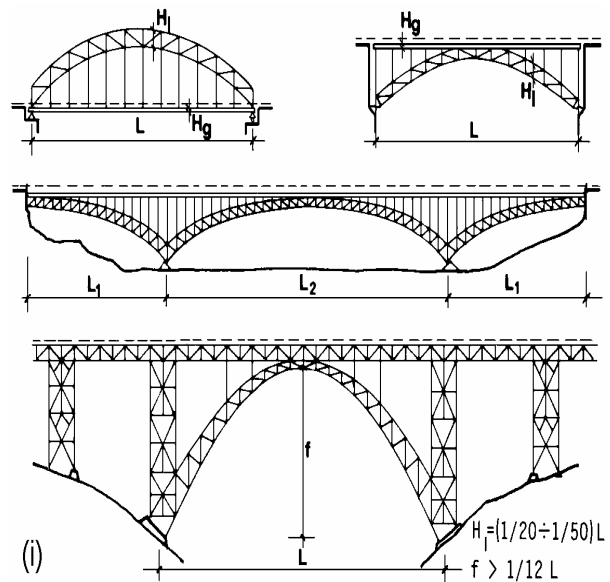
Eleinte az ívhidak építésénél – éppen azért, mert a boltozott hidakból indultak ki – a lapokra támaszkodó ív fejlődött ki. Ezt tették azután egyszerűbbé azért, hogy a lapra való támaszkodást csuklóval helyettesítették, majd a teljes statikai határozottságra való törekvéssel háromcsuklós ívhidakat kezdtek építeni.

A lapokra támaszkodó ívekre szép példa a budapesti Margit-híd eredeti kialakítása, amely statikailag többszörösen határozatlan volt, mivel az íveket a pályatartóval X-rácsozás kötötte össze. Újjáépítéskor a Margit-hidat átalakították kétsuklós ívvé, elhagyták a szerkezet erőjátékát zavaró rácsozást.

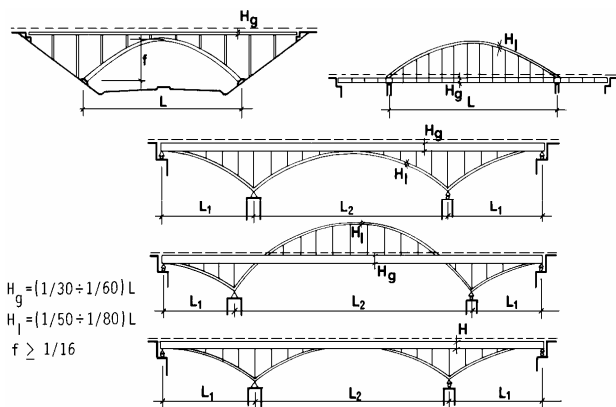
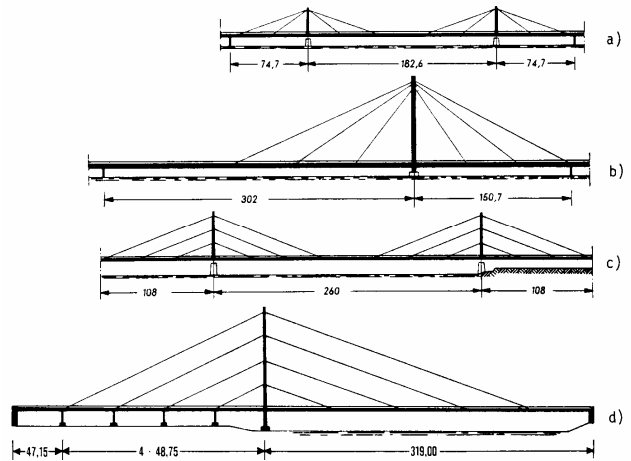
A tömör háromcsuklós szerkezetű hidakra szép példa a párizsi II. Sándor cár-híd, amely a leglaposabb ívhíd, támaszköze 107,5 m, nyílmaassága pedig 6,28 m, így $f = 1/17$.

A vonóvasas ív tulajdonképpen kétsuklós ív, amelynél a vállakra ható oldalnyomást egy vonórúd veszi fel. Az első vonóvasas hidakat Magyarországon építették, és pedig Hoffmann és Madersbach tervei szerint. Itt a nyomott öv öntött vascsövekből állt, a vonórúd pedig vasláncokból, ilyen volt az 1933-ban épült lugosi Csuka-híd, és a legnagyobb az 56 m támaszközű 1842-ben épült karánsebesi Temes-híd.

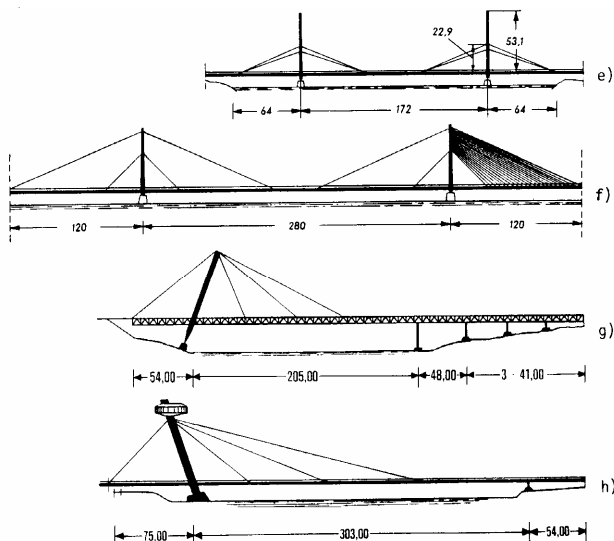
A Langer-tartók egyesítik a gerendahíd és az ívhíd bizonyos előnyeit. Langer-tartó a budapesti Bartók Béla úti felüljáró (kétvágányú vasúti híd), a szegedi közúti Tisza-híd és a vásárosnaményi közúti Tisza-híd.



H.3.7. ábra. Rácsos főtartós ívhidak



H.3.6. ábra. Tömör főtartós ívhidak



H.3.8. ábra. Ferdekábeles hidak

(7) Rácsos főtartós ívhíd (H.3.7. ábra)

A rácsos főtartós ívhíd sokban hasonlít a tömör főtartós ívhíd kialakítására, azonban a kialakítható legnagyobb támaszköz $L_{\max} \approx 550$ m. A lapokra támaszkodó ívre monumentális példa a müngsten-i Wupper-völgyhíd (az ábra (i) típusa), ez 160 m nyílású vasúti híd, amelynél a pályaszerkezet statikailag határozottá van téve (Gerber-rendszerű), a pályáról az övre csak függőleges erő adódhat át.

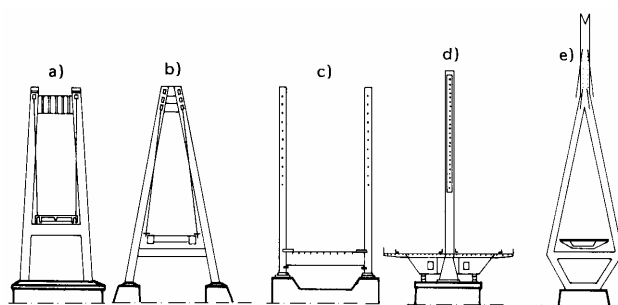
A kétsuklós ív lehet sarlóalakú ív, ez az ív a nyílás közepe felé lényegesen megszélesedik. A két öv közötti részt rácsozással töltik ki, leginkább oszlopos vagy kétszeres rácsozást alkalmaznak. Egyik legnagyobb ilyen szerkezet a Garabit-viadukt, amelynek támaszköze 165,5 m, nyílmagassága 60,0 m, tartómagassága közepén 10,0 m (az ábra (ii) típusa).

A kétsuklós ív egyik típusánál az ív a vállcsukló felé magasodik, ez a legnagyobb rácsos íveknek a típusa. Ilyen az 502,93 m támaszközzel rendelkező sidney-i ívhíd, és rá nem sokára 1929-30-ban a Kill van Kull-híd New Yorkban 503,54 m-es támaszközzel. Ez a legnagyobb nyílású ívhíd eddig a világon.

(8) Ferdekábeles híd (H.3.8. ábra)

A ferdekábeles híd típus az egyik legkedveltebb szerkezeti forma az elmúlt évtizedekben. Számos variáció épült a világ különböző országaiban: Németország, Franciaország, Japán, Anglia, USA.

A pilonok kialakítására is számos variáció létezik (H.3.9. ábra), amelyekhez kapcsolódóan a merevítőgerenda kialakítása is sokféle lehet. A maximális támaszköz $L_{\max} \approx 500$ m körül mozoghat, de jelenleg épül Japánban a Tartara-híd, amelynek a támaszköze 900 m lesz.



H.3.9. ábra. Ferdekábeles hidak pilonjai

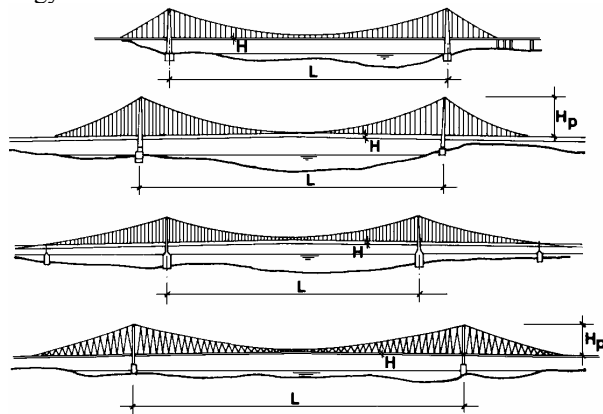
A pilonok magasságára $h = \left(\frac{1}{120} \div \frac{1}{50}\right) \cdot L$ alkalmazható, nagyon fontos szempont, hogy a kábelek csatlakozása ne legyen lapos a pilonhoz és a merevítőgerendához, mert csak így lehet „hatékonyak” tekinteni.

Hazánkban csak tervek készültek ferdekábeles híd építésére. Készült azonban a ferdekábeles híd erőjátékát utánozó szerkezet, ahol a kábelek helyett acélrudak szerepelnek, így ezekben a rudakban a húzás mellett a bekötéseknél nyomatékok is keletkeznek. Ilyen a makói Maros-híd és a budapesti Lágymányosi híd is.

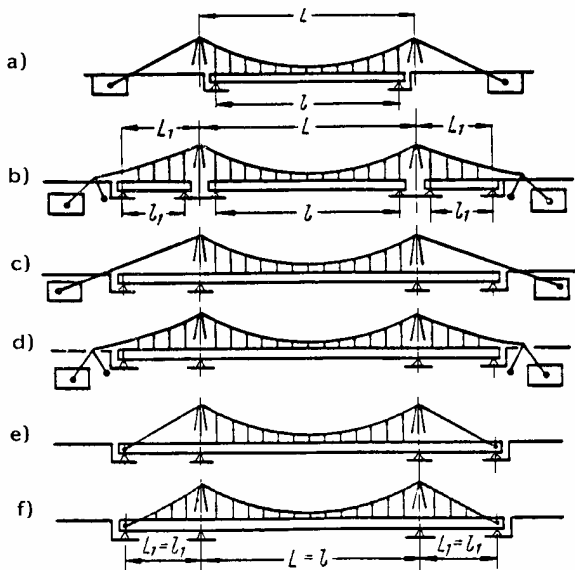
(9) Függőhíd (H.3.10. ábra)

A függőhidak legfontosabb ismertetőjegye, hogy a kábel kötélgörbe (ch) alakú. Korábban alkalmazásra kerültek láncok, jelenleg a kábel a legerjedtebb teherbíró elem. A legnagyobb nyílású hidakat kábelhídként tervezik és építik, így a japán Akashi Kaikio-híd ma a világ leghosszabb hídja, középső támaszköze 1990 m. Gazdaságos támaszközök $L_{\max} \approx 200 \div 1500$ m között alakulnak. A belógás $f \approx \frac{L}{7} \div \frac{L}{12}$ közötti arányszám.

A merevítőtartók magassága $H \approx \frac{L}{40} \div \frac{L}{50}$; ha azt akarjuk, hogy a lehajlás $e \approx \frac{L}{900} \div \frac{L}{1000}$ -nél ne legyen nagyobb.



H.3.10. ábra. Függőhidak



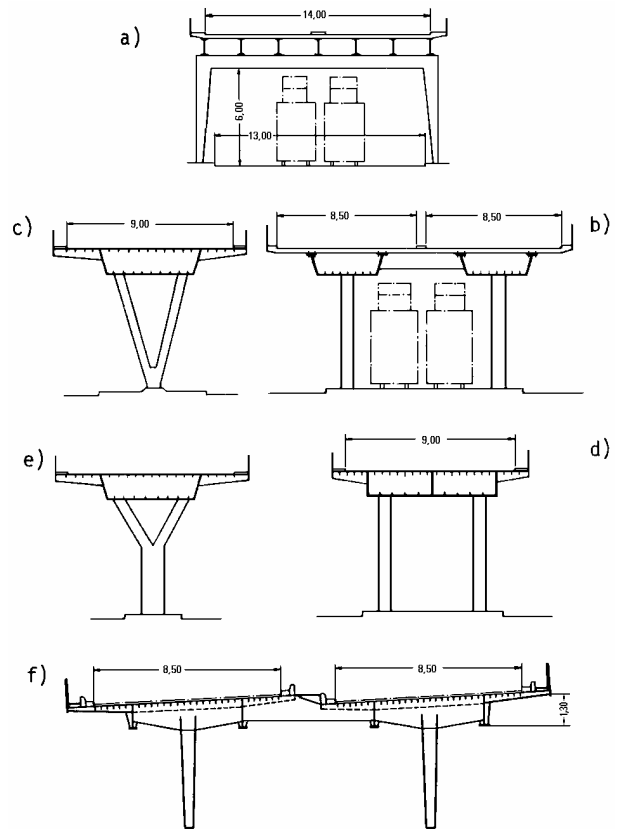
H.3.11. ábra. A merevítőtartó és a kábelek kapcsolata

A merevítőtartó és a kábel közötti kapcsolat nagyon lényeges és befolyásolja a statikai viselkedést is (H.3.11. ábra). A H.3.11.a ábra esetén csak a középső merevítőgerendát kötik fel a kábelre és a teljes kábelerőt ezért a lehorgonyzás veszi fel; H.3.11.b ábra szerint a parti nyílások merevítőtartóit is felkötik a kábelre, a kihorgonyzásnál iránytörő sarut alkalmazva lehet a vízszintes és függőleges reakciók arányát változtatni. A H.3.11.c ábra folytatódó merevítőtartót mutat, a H.3.11.d ábra iránytörő sarukat is. A H.3.11.e-f ábrák a merevítőgerendába horgonyzott kábellel kedvező megoldásokat mutatnak az alapozás szempontjából, ezek önmagukba horgonyzott hidak, amelyek a falakra csak függőleges reakciókat adnak át (a Langer-tartó megfordítottja).

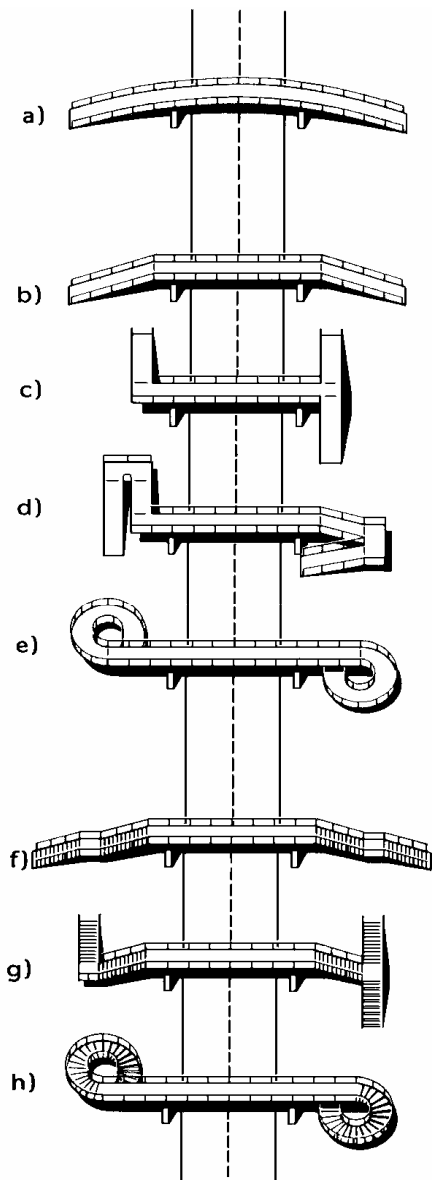
A Lánchíd eredetileg (1849) merevítetlen lánchídként épült, a korlátként kialakított Howe-tartót alkalmazták merevítőtartóként, majd 1915-ben és az újjáépítés során 1949-ben merevített lánchídként épült (H.3.11.b ábra).

Az Erzsébet-híd eredetileg (1903) merevített lánchídként épült (H.3.11.c ábra), az újjáépítés során (1964) kábelhidat építettek.

(10) Magasvezetésű közúti (vasúti) hidak (H.3.12. ábra)



H.3.12. ábra. Magasvezetésű közúti hidak



H.3.13. ábra. Gyaloghidak funkcionális megoldási lehetőségei

A magasvezetésű hidak elsősorban a túlszűfolt nagyvárosok közlekedésének megoldására szolgálnak. Szerkezeti kialakításuk alapján többfőtartós gerendahidak (H.3.12.a ábra), szekrénytartók (H.3.12.b-e ábra) illetve összetett keretek (H.3.12.a ábra) lehetnek. Budapesten a Baross téren építettek magasvezetésű közúti hidat. Esetenként nagy hidak felvezető hídrendszerét is a magasvezetésű hidakkal oldják meg. Japánban pl. Osakában számos ilyen híd épült.

(11) Gyaloghíd (H.3.13. ábra)

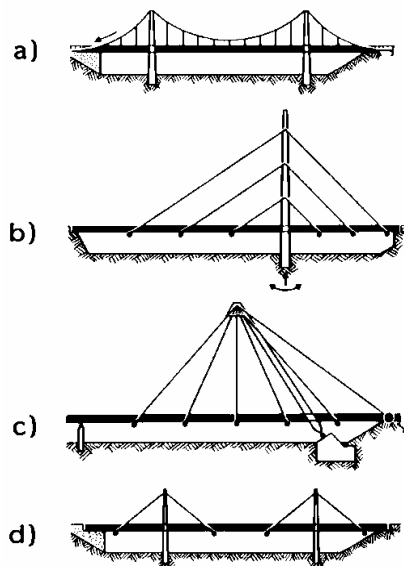
A gyaloghidak általában gyalogos és kerékpáros forgalom nem-szintbeli átvzetésére szolgálnak. A H.3.13.a-e ábrákon látható megoldások gyalogos és kerékpáros forgalmat is átvzetnek, a H.3.13.f-g ábrákon

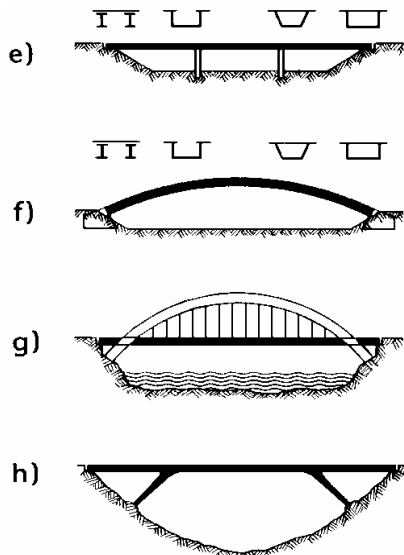
közölt megoldások pedig döntően gyalogos forgalomra készülnek.

Szerkezeti rendszerüket tekintve megtalálhatók a különböző statikai rendszerek, szerkezeti megoldások (H.3.14. ábra). A gyaloghíd esési viszonyai különbözhetnek a közúti hidakon alkalmazott esési viszonyoktól (1:20 arány is elfogadható), így a H.3.14.f megoldású ívtartón is kialakítható járdafelület.

A H.3.15. ábra néhány tipikus gyaloghíd-keresztmetszetet mutat be.

Az EXPO 96 Világkiállítás tervezésénél (1993. június) egy gyaloghíd létesítése is szerepelt a Dunán keresztül. A gyaloghíd vonatkozásában különlegesen nagy támaszközre több javaslat készült. Szerző részt vett két tervező csoport munkájában, amelyek díjakat kaptak. A 14-es bírálati sorszámú pályaműben két cső ívtartóként felemlkedett és erre lehetett felkötni az átvzetett csőtartót (építészet: Magyar Péter és Lázár Antal; hídszerkezetek: Dr. Iványi Miklós és Horváth László). A 02-es bírálati sorszámú pályamű különleges kialakítású és vonalazású ferdekábeles megoldás volt (építészet: Vadász György; hídszerkezetek: Dr. Iványi Miklós, Dr. Fernezely Sándor és Kiss Ervin).





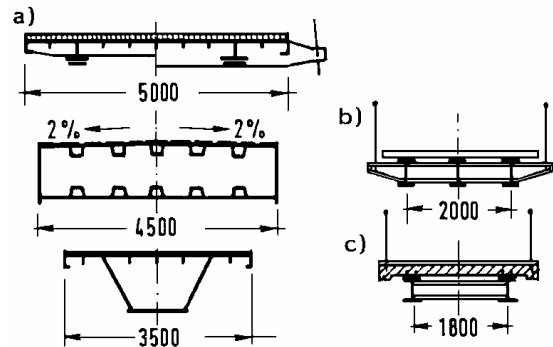
H.3.14. ábra. Gyaloghidak szerkezeti rendszerei

(12) Vezetéktartó híd (H.3.16. ábra)

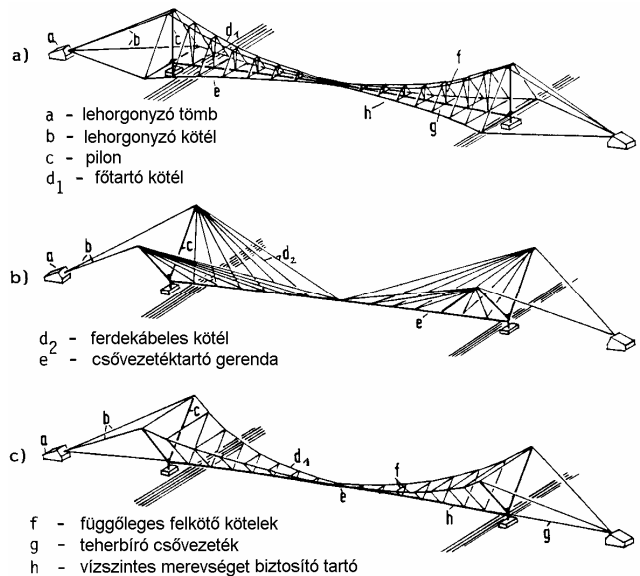
A vezéktartó hidak az ipari tevékenység egyik fontos részét képviselik, hiszen a folyadékok, gázok szállítására szolgáló vezetékeket a vezéktartó hidak vezeték át a különböző akadályokon. Kis támaszközök esetén egyszerű statikai megoldásokat lehet választani, nagy támaszközök esetén célszerűen kábeltartókat használnak. Az (a) alakú megoldásnál „A” alakú pilont terveztek (Smederevoji Duna-híd), a (b) és (c) megoldásoknál „Y” alakú pilonokat. (A (c) megoldás a Bécs melletti „Barbara” Duna-híd.)

(13) Csatornahíd

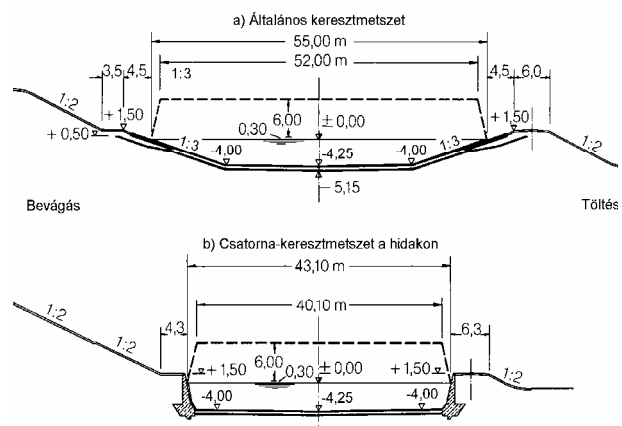
A csatornahíd rendeltetése szerint valamely nyíltvízi csatornát vezet át adott akadály felett. A római korban köhidakat építettek erre a célra (Pont du Gard Aquaduct Dél-Franciaországban). Jelenleg Európában az egyik leghosszabb mesterséges vízi út a Rajna-Majna-Duna csatorna, a csatorna szelvényét hajózási szempontok határozták meg (H.3.17. ábra). A csatorna nyomvonala megkívánta, hogy néhány esetben a csatorna hídon helyezkedjék el, összesen 12 ilyen csatornahídot építettek, a kisebb támaszközűek vasbeton tartók, a nagyobb támaszközűek acéltartók.



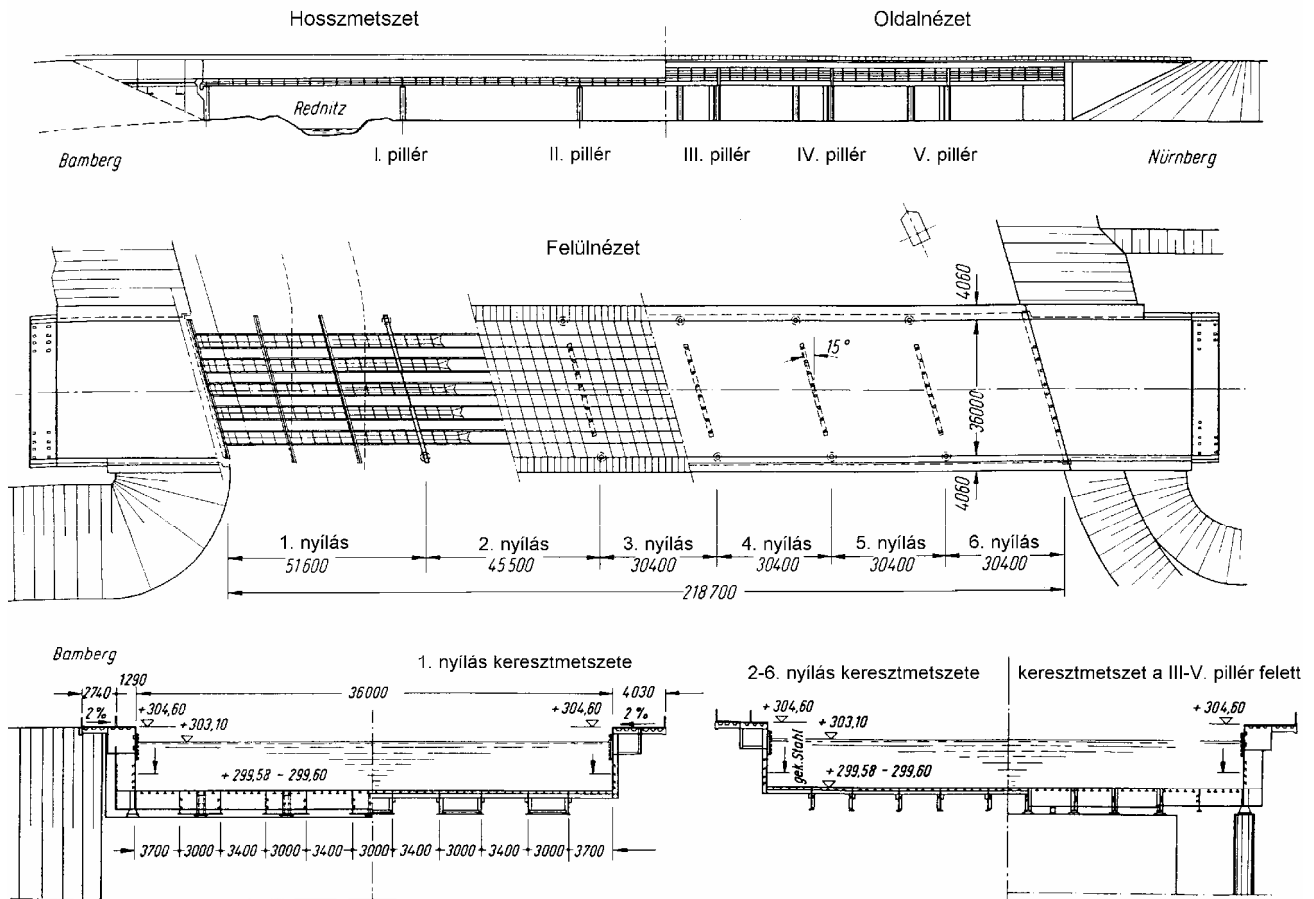
H.3.15. ábra. Tipikus gyaloghíd-keresztmetszetek



H.3.16. ábra. Nagy támaszközű vezéktartó hidak



H.3.17. ábra. Szabványosított csatorna-keresztmetszet a Rajna-Majna-Duna csatornán



H.3.18. ábra. Csatornahíd a Rajna-Majna-Duna csatormán

Az egyik legnagyobb csatornahíd Bamberg–Nürnberg között épült, az oldalnézetét és a keresztmetszetét a H.3.18. ábra mutatja. Az ilyen típusú hidak esetén egészen speciális követelményeket kell figyelembe venni a jegesedés miatt, valamint az önsúly és a hasznos teher arányának a szokásostól eltérő volta miatt.

(14) Védőhíd

A védőhíd funkciójából adódóan a szállítószalagokról, kötélpályákról leeső tömegek elleni védelmet biztosítja, így méretezése során dinamikus ütközések hatását kell figyelembe venni.

(15) Mozgatható híd (H.3.19. ábra)

A mozgatható hidak különleges szerkezetek. Olyan esetekben kerülnek alkalmazásra, amikor nincs megfelelő építési magasság (síkvidéki csatornák felett, tengeri kikötőknél stb.). Igen nagy hátrányuk, hogy átbocsátóképességük kicsiny (egyidejűleg kétszintű forgalom a hídon és a híd alatt nem lehetséges), komplikált szerkezetük miatt karbantartásuk nehéz és költséges, gyorsan kopó alkatrészeket tartalmaznak és működésükhöz energiára van szükség. A legjellemzőbb típusaik a következők [SZÉPE, 1967]:

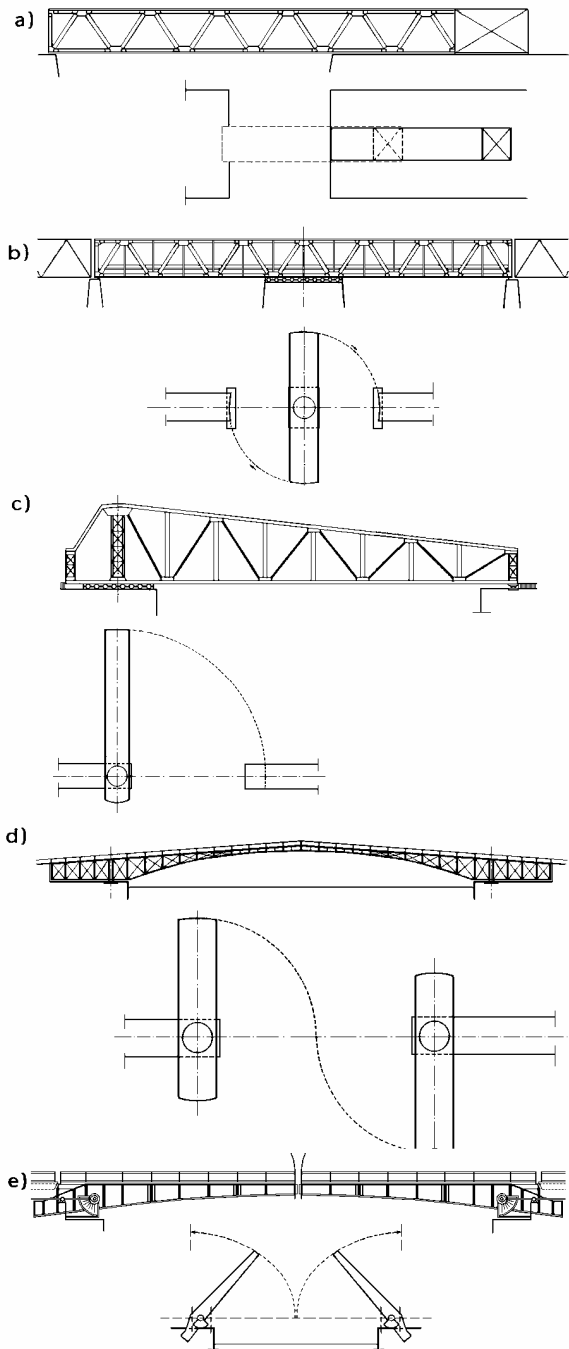
– A *forgó híd* egy függőleges tengely körül elfordítható (H.3.19.b-d ábra). Ilyen hídnak fogható fel a vasúti fordítóköring is. Legtöbb esetben a függőleges tengely a híd közepén van elhelyezve (fordítóköring esetében királycsapnak hívják), de előfordulhat, hogy a forgásközéppontot a parti megtámasztáson alakítják ki.

– Az *emelhető híd* jellemzője, hogy a híd egy nyílása (ritkán az egész híd) különleges emelőszerkezettel felemelhető. Ilyen volt hazánkban a második világháborúban elpusztult algyői Tisza-híd, míg céltalanság miatt meg nem szüntették; vagy a régi óbudai hajógyári híd.

– Az *eltolható vagy elgördíthető hidakat* (H.3.19.a ábra) szükség esetén tengelyük irányában el lehet mozgatni. Ilyenek a be- és kihajózásnál használt kikötőhidak.

– A *felvonóhíd* jellegzetessége, hogy a híd mozgatása a parti megtámasztásnál elhelyezett vízszintes csap körül történik láncokkal vagy drótkötelekkel. A régi várhidak legnagyobb része ilyen felvonóhíd volt. Jelenleg a legtöbb felvonóhíd Hollandiában található.

– A *billenőhidak* (H.3.19.e ábra) vízszintes csap körül ellensúllyal működnek. Legismertebb billenőhíd a londoni Tower-híd.



H.3.19. ábra. Mozcatható hidak

(16) Ideiglenes vagy félállandó híd

Az ideiglenes vagy félállandó hidak létesítésére katasztrófák után kerül sor. A vasúti és/vagy közúti forgalom fenntartására készítenek különböző rendszerű ideiglenes vagy félállandó hidakat. Ilyenek a katonai hidak is, hazánkban a K-rácsosású rácsostartókat használják erre a célra. Az Északi Összekötő *Duna*-híd félállandó hídként épült.

A második világháború végéig minden budapesti *Duna*-hidat felrobbantottak. A két városrész között először csónakkal, ideiglenes ponton- és cölöphidakon lehetett közlekedni, ezért elengedhetetlen volt egy félállandó híd építése. A helyét a Margit-híd és a Lánchíd között jelölték ki, nyolc hónap alatt építették fel, ez volt a Kossuth-híd. Az építés során nagyon sok kompromisszumot kellett kötni, a főtartószerkezet rácsostartó volt, a rácsrudakat négy csőből és lemezekből hegesztették össze. A híd 1957-ig üzemelt, majd elbontották.

(17) Pontonhíd

A pontonhidak rendkívül gyorsan felépíthető és üzembehelyezhető szerkezetek. Alapegységeik olyan uszályok, amelyeket összekötnek és erre az összekötésre közúti ill. vasúti pályát lehet fektetni. A Lánchíd megépítése előtt ún. hajóhíd kötötte össze Pestet és Budát, ez a hajóhíd is pontonhíd volt.

H.4. Klasszikus és modern szerkezetek

A vasszerkezetek fejlődését számos tényező befolyásolta, amelyek műszaki, gazdasági, társadalmi, stb. jellegűek voltak.

(a) A fejlődési tendenciák elemzéséből megállapítható, hogy az egyik fontos irány a szerkezeti rendszerek elemei között *az elkülönítéstől az integrálódás felé* mutat.

(ai) A *klasszikus időszakban* a hídpályák és a főtartószerkezetek elkülönültek, egyrészt mert a szerkezeti rendszerek bonyolult viselkedését nehezen tudták statikailag elemezni, másrészt mert történetileg hídpálya külön fejlődött a főtartótól. Az ún. „battledeck” acéllemez pályarendszer (H.4.1.a ábra) acéllemezről és merevítőgerendából, valamint a főtartórendszer alkotó keresztartóból és főtartóból állt. Az acéllemez pályarendszer feltámaszkodott a keresztartókra és csak reakcióerőket adott át, de nem vett részt a főtartórendszer teherviselésében, így ún. *hierarchikus teherátadási rendszer* alakult ki. Hasonló helyzet alakult ki vasbeton pályalemez tartószerkezet esetében is (H.4.1.b ábra). A vasbeton lemez összekapcsolásra került a merevítőgerendákkal, de nem vett részt a főtartórendszer teherviselésében.

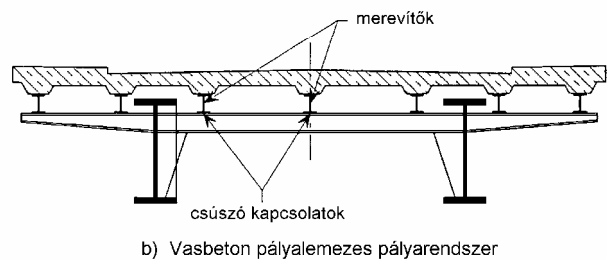
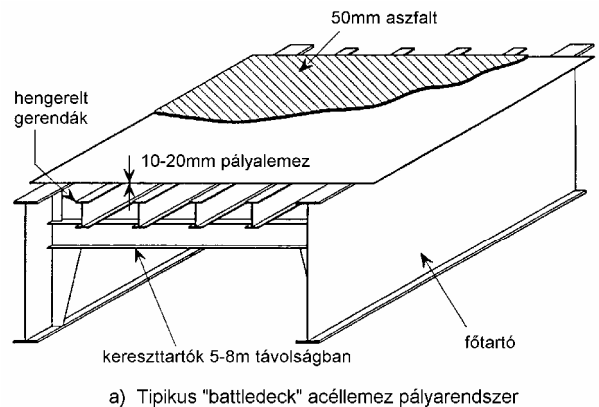
Meg kell jegyezni, hogy ez az elkülönítés a tervezés eredményessége ellen hatott, azonban a szerkezet rekonstrukciója esetén jelentős eredményt jelentett. Így pl. a Golden Gate-híd (San Francisco) pályalemezét egy éjszaka alatt cserélték ki, mivel a hierarchikus teherátadási rendszerben erre lehetőség nyílt.

(aii) Modern időszakban mind a két hídpályamegoldás teljes integrálódást mutat (H.4.2.a-b ábra). Ezek az integrált hídpályamegoldások javítják a főtartórendszer gazdaságosságát. A hídpálya nem különíthető el a főtartószerkezettől, a teljes rendszer egységes egészet alkot, így ún. *interaktív teherátadási rendszer* alakul ki.

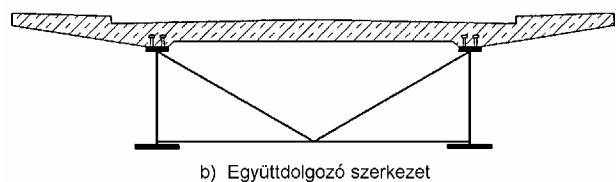
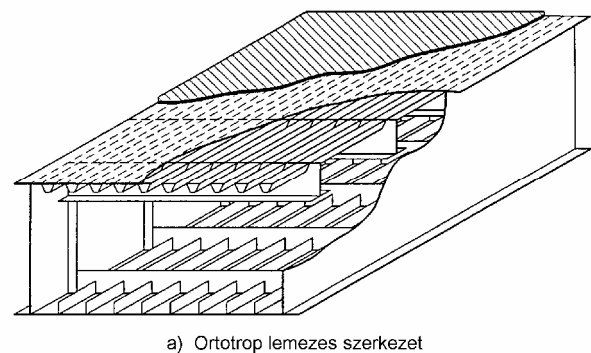
(b) A fejlődési tendenciákból levonható másik következtetés, hogy a szerkezeti formák *egyszerűsödnek*. A H.4.3. ábra hosszirányú tartó és keresztartó kapcsolatát mutatja. Az (a) esetben – ahol a hosszartó a hosszirányú tartó – a korai szögecselt ill. csavarozott kapcsolat bonyolultsága nyilvánvaló, a (b) ábrarész a hegesztéstechnológia fejlődése következtében kialakult megoldást mutatja – itt a hosszirányú tartót a merevítő borda képviseli.

(c) A fejlődési tendenciákból levonható harmadik következtetés, hogy az acél pályalemez merevítői hogyan változtak. A H.4.4.a ábra a kezdetben alkalmazott nyitott bordák megoldásait mutatja. Az (i) és (ii) jelű laposvasmegoldásokat egyszerűen el lehet készíteni, de lemezhorpadás szempontjából viszonylag kicsi az ellenállásuk, a (iii) jelű megoldás lemezhorpadás szempontjából kedvezőbb, de kifordulás szempontjából még nincs elegendő ellenállása. A (iv) és (v) megoldások kedvezőek, azonban minden nyitott keresztmetszetű borda-megoldás kedvezőtlen a csavarási ellenállás

szempontjából, így kedvezőtlen a lokális terhek keresztirányú elosztó hatása, vagyis keskeny együttműködő szélesség alakul ki és lokális teherre nagy hosszirányú feszültség jön létre.



H.4.1. ábra. Klasszikus hídszerkezetek



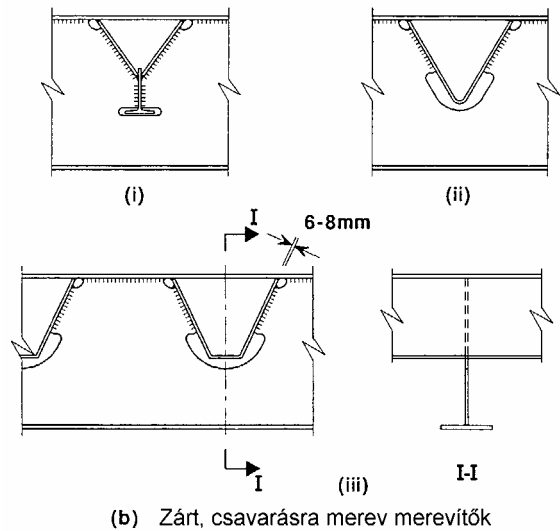
H.4.2. ábra. Modern hídszerkezetek

Lehetséges a keresztirányú merevítésekkel növelni a keresztirányú hajlítómerevséget, de ez gazdaságtalan és nem befolyásolja a csavarási merevséget.

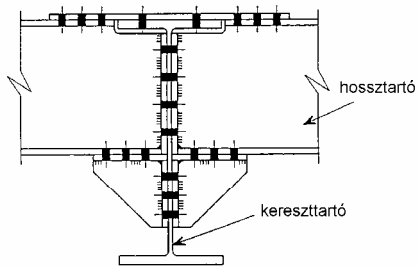
A H.4.4.b ábra a zárt merevítőbordákat mutatja. Kezdetben az (i) változat, az ún. „borosüveg” alak terjedt

el, ennek a bordának a hajlítási és csavarási merevsége megfelelő, azonban a gyártása gazdaságtalan. Ezen kívül „V” és trapéz keresztmetszetű bordák alakultak ki. A trapéz keresztmetszetű borda hajlítási merevsége kedvezőbb, mint a „V” alakúé, bár a keresztmetszet torzítása miatt a csavarási merevség csökken.

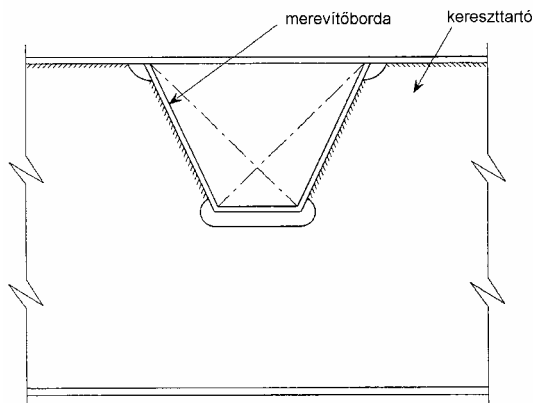
Az első időszakban hegesztett „battledeck” a H.4.4.b ábra (i) megoldását alkalmazta, ebben az esetben a kereszttartó gerince folyamatos, azonban ez a megoldás fáradás szempontjából kedvezőtlen volt. Későbbiekben általánosan elterjedt a folyamatos merevítő és a kereszttartó gerincének megszakítása, pl. a H.4.4.a ábra (iv) és (v), valamint a H.4.4.b ábra (ii) és (iii) változata. Alkalmas módon kivágott gerinclemez nem okoz fáradási problémát. Figyelemreméltó, hogy a merevítőborda szélső szála nem kerül hegesztésre, s ezáltal növekszik a fáradási ellenállás.



(b) Zárt, csavarásra merev merevítők
H.4.4. ábra. Merevítő bordák ortotrop acél pályaszerkezetekhez

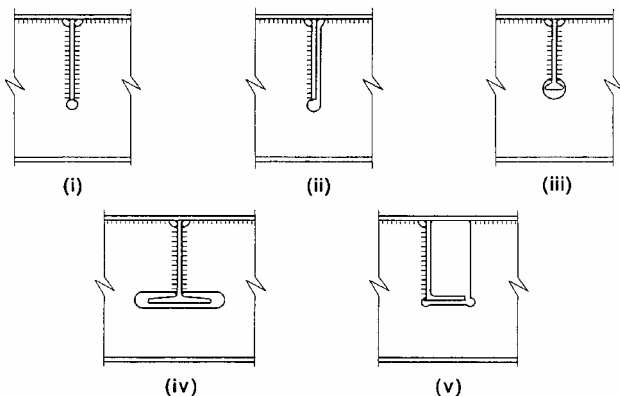


a) Korai szögecselt vagy csavarozott kapcsolat



b) Modern hegesztett kapcsolat

H.4.3. ábra. Hosszirányú tartó és kereszttartó kapcsolata



(a) Nyitott, csavarásra gyenge merevítők

H.5 A hidak tervezése

H.5.1 A hidak tervezéséhez szükséges alapadatok

A hídszerkezetek tervezéséhez a legfontosabb adatok a következők [TASSI, KNÉBEL, 1984]:

- A helyszínrajz az áthidalt akadály – vízfolyás, közút, vasútvonal, völgy –, az átvezetett út, vasút vagy más forgalmi vonal, valamint a terep és az esetleges meglévő létesítmények részletes helyszínrajzi és magassági adataival.
- A hossz-szelvény a tervezett híd tengelyében, az átvezetett forgalmi vonal magassági vonalvezetésével és annak adataival, a híd alatt nyitva tartandó ürszelvény, ill. átfolyási szelvény méreteivel.
- A híd pályabeosztása a kocsipálya, a gyalogjárdák, ill. a kerékvető szélességi méretével.
- A híd terhelési osztálya az illetékes igazgatási szerv megállapítása szerint.
- A vízfolyással kapcsolatos adatok, ha a híd vízfolyás felett épül. (A mértékadó vízszintek, a szükséges hídnyílás, a hídszerkezet alsó éle, a pillérek tengelye, a vízfolyás tengelye és a hídtengely által bezárt szög, a jövőben várható esetleges szabályozás adatai. Hajózó vízfolyás esetén a hajózási vízszintek és a hajózási ürszelvény.)
- A talaj- és talajvízviszonyok. (A talajfeltárást a Közúti, ill. a Vasúti Hídszabályzat vonatkozó előírása szerint kell végezni.)
- A közművek adatai. (A hídon átvezetendő és az építési területen meglévő közművezetékek.)
- A híd környezetével összefüggő adatok. (Város vagy szabad terület, hegyes vagy sík vidék stb. Az építés alatti forgalom igénye és lehetőségei stb.)

H.5.2 A hidak tervezésének általános szempontjai

A híd helyének, anyagának, a hídszerkezet típusának és egyéb jellemzőinek megválasztása során számos körülmény együttes vizsgálatára van szükség. Elsősorban a forgalmi, a műszaki és a gazdaságossági követelményekre kell tekintettel lenni, de nem szabad figyelmen kívül hagyni az esztétikai szempontokat sem.

a) Forgalmi követelmények

A híd tervezése során a hídon, ill. a híd alatt átvezetett forgalom szükségleteit ki kell elégíteni, tekintettel kell lenni a forgalom várható fejlődésére is.

A hídpálya szélességi méreteit elsősorban a hírhoz csatlakozó út- ill. vasúti pálya keresztmetszvénye határozza meg. Közúti hidakon a csatlakozó út pályaburkolatát

lehetőleg változatlan szélességgel át kell vezetni, Vasúti hidak esetében törekedni kell ágyazatátvezetéses hidak építésére.

Nagy jelentőségű a hídra rámenő és az onnan lejövő forgalom zökkenőmentes vezetése, a feljárók helyes kialakítása, a hídtengelyre merőleges forgalom zavartalan csatlakoztatása, városi hidak esetében a villamos- és a gyalogosforgalom helyes irányítása, a forgalom részére jó látási viszonyok kialakítása a hídon.

A zavartalan forgalom zökkenőmentes pályacsatlakozást, könnyen vízteleníthető és fenntartható szerkezeti elemeket kíván.

A hídon a járművek részére előírt szabad terület, tér (ürszelvény) szükséges.

b) Műszaki követelmények

A híd legfontosabb műszaki követelménye, hogy az élettartama alatt rá ható terhelőerőket és mozgásokat a megkívánt biztonsággal tudja viselni. E követelmény teljesítését a Közúti és a Vasúti Hídszabályzat ill. az Eurocode szabványok előírásai szerint kell igazolni.

c) Gazdaságossági követelmények

A hídszerkezetek gazdaságosságát számos tényező befolyásolja. A legfontosabbak: a híd helye, rendeltetése, a talaj- és a talajvízviszonyok, a híd anyaga, a rendelkezésre álló szerkezeti magasság, az építési mód és idő stb.

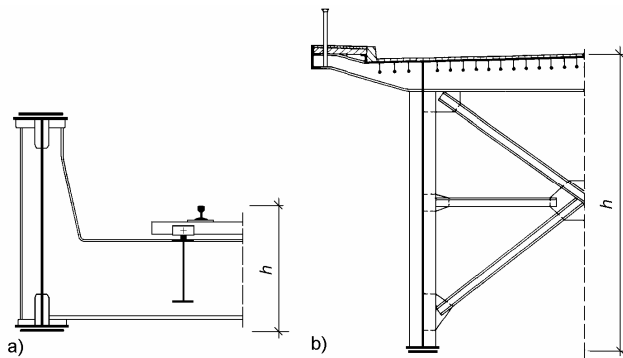
A leggazdaságosabb változat kiválasztásához át kell gondolni valamennyi, az adott helyen szóba jöhető megoldást. Ezek mérlegelésével kell kiválasztani néhány valószínűleg előnyös változatot. Ezeket vázlattevé szinten ki kell dolgozni, és ezek kiértékelésével kiválasztani a leggazdaságosabb változatot.

A gazdaságosság vizsgálatokor általában a következő tényezőket kell figyelembe venni: az alapozás módja, a felszerkezet típusa, anyaga, nyílásbeosztása, az építés módja és ideje, az építés alatti forgalom fenntartása, a fenntartási költségek, a hírhoz csatlakozó létesítmények, feljárók, partbiztosítási munkák, forgalmi költségek.

A tervezési költségek a híd kiviteli összegének csak néhány százalékát teszik ki, viszont átgondolt tervezéssel a kiviteli költségekben jelentős megtakarítás érhető el. Az elektronikus számítógép felhasználása a tervezési munkához nagy segítséget nyújt a tervezőmérnöknek a leggazdaságosabb változat kiválasztásában.

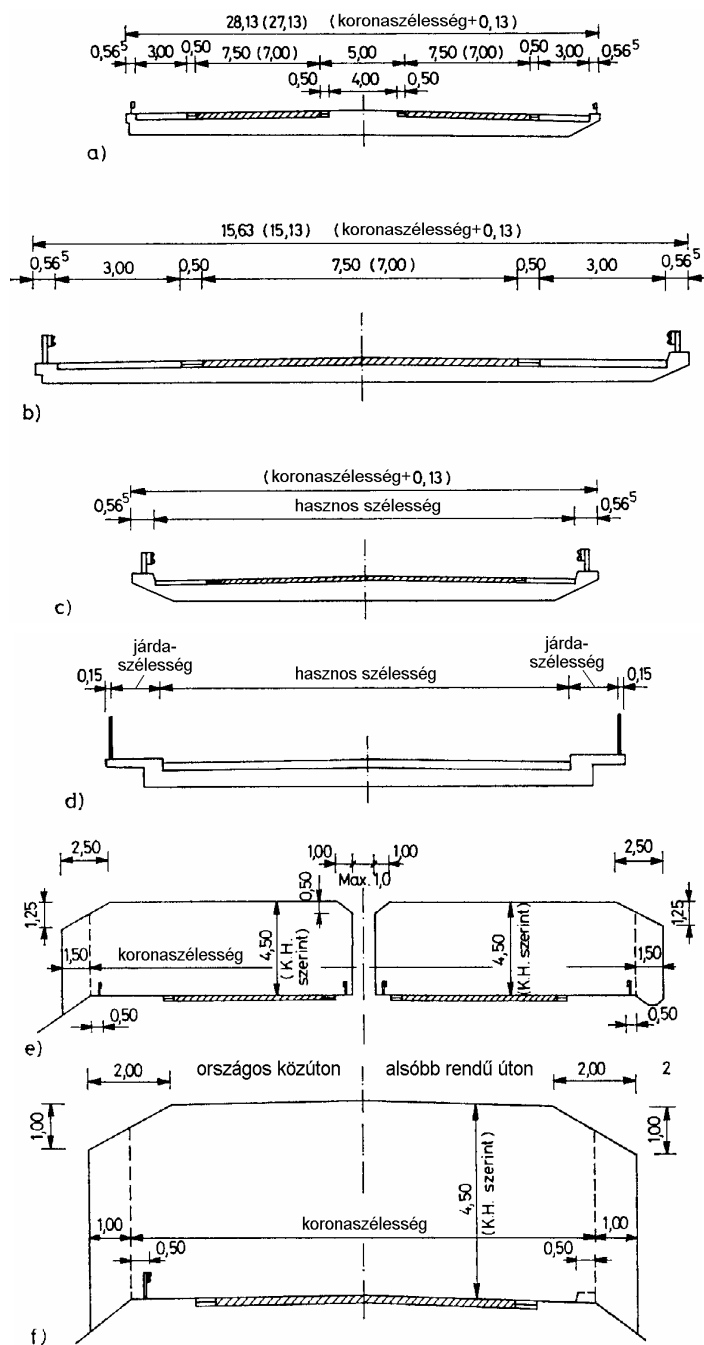
d) Esztétikai szempontok

Az olyan híd, amely megfelel a forgalmi és a műszaki követelményeknek, továbbá az adott helyen a leggazdaságosabb, nem biztos, hogy megjelenésében esztétikailag is kedvező. Azonban ami statikai szempontból nem kedvező, legtöbbször esztétikai szempontból is előnytelen. Az esztétikusabb megoldásért sokszor áldozatot kell hozni. Az igazán jó és sikeres megoldás a követelményeknek akkor felel meg, ha nem vagy alig növeli az építés költségeit.



H.5.1. ábra. A h szerkezeti magasság értelmezése

- a) alsópályás vasúti híd;
b) felsópályás közúti híd



H.5.2. ábra. A hídon szabadon tartandó tér [TASSI, KNÉBEL, 1984]

- a) négy nyomú autópályán;
b) két nyomú autópályán;
c) vegyes forgalmú közút külső területén;
d) vegyes forgalmú közút átkelési szakaszán;
e) autópálya és autótűt felett;
f) vegyes forgalmú út felett

A híd alkalmazkodjék a környezetéhez, illeszkedjék bele a tájba vagy a városi környezetbe. Vonalozása legyen nyugodt.

A híd szegélyvonalát, a korlátot célszerű a szárnyfalakon is végigvinni. A híd vonalozását optikai úton (pl. jól választott festéssel) is kiemelhetjük.

A híd arányainak helyes megválasztása döntő fontosságú. A hídnílások egymáshoz viszonyított méreteire nagy gondot kell fordítani. Az olyan szerkezet, amely megjelenésében megnyugtató érzést kelt és tisztán mutatja az erőjátékot, önmagában is esztétikus, nem igényel külön díszítőelemet.

H.5.3 A hídon és a híd alatt szabadon tartandó tér méretei

A hídpálya felett szabadon tartandó tér méreteit a hídszabályzatok írják elő.

A hidak h szerkezeti magassága jelentős szerepet játszik a szabadon tartandó tér meghatározásában. A szerkezeti magasság értelmezését a *H.5.1. ábra* mutatja.

A közúti hídpálya egyes sávjainak szélességi méreteit a hídhoz csatlakozó út keresztmetszévénye és az áthidaló szerkezet hídtengelyben mért szerkezeti hossza határozza meg.

A hídpályán rendeltetésük szerint a következő sávokat kell megkülönböztetni: a kocspálya (a kiemelt szegélyek közötti sáv; ha nincs kiemelt szegély, a korlátok közötti sáv; ha korlát sincs, a híd 50-50 cm-rel csökkentett szélessége), kiemelt szegélysáv (50 cm széles), járda, kerékpárút.

Autópályák hídjain és általában az autópályák hídjain is a teljes koronaszélességet át kell vezetni. Vegyes forgalmú országos közutak hídjainak szélességi méreteit a

csatlakozó út koronaszélességének megfelelően kell megállapítani *H.5.2.a-f ábra*). Alsóbb rendű országos közutak hídjaira más előírások vannak. Saját használatú utak hídjainak szélességét a helyi forgalmi igények figyelembevételével kell meghatározni.

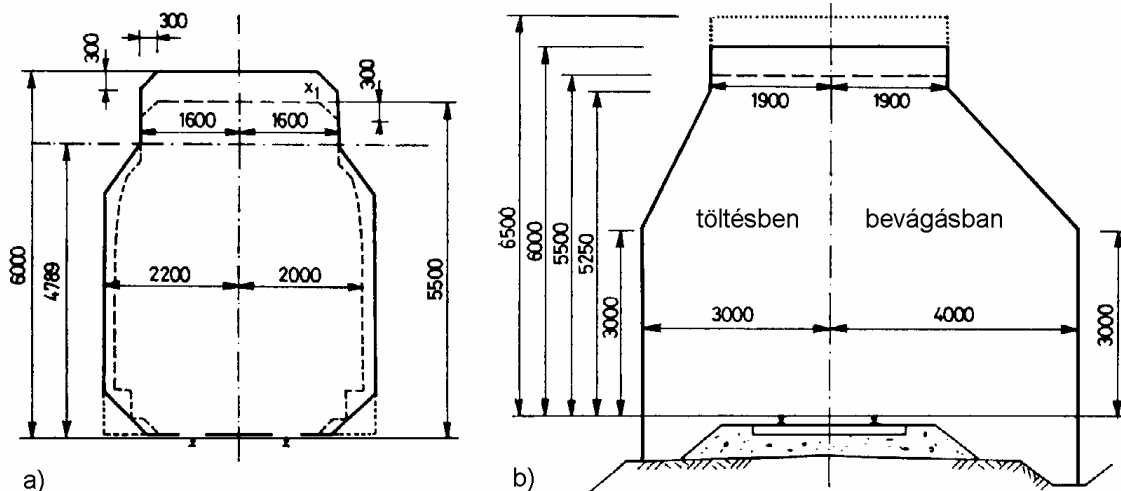
Egynyomú hidakon kétoldalt 0,5 m széles kiemelt szegélysávot kell hagyni. Azokat az egynyomú hidakat azonban, amelyeken terjedelmes mezőgazdasági gépek közlekedése várható, 1,25 m széles járdákkal kell ellátni.

A vasutak részére szükséges szélességet az MSZ 8691, 8692, 8718 és 8733, a közúti vasutak és egyéb pályához kötött közlekedési eszközök részére szükséges szélességet az azok engedélyezésére illetékes hatóság előírásai szerint kell figyelembe venni.

Önálló gyaloghíd legalább kétnyomú legyen, szélessége 1,50 m, minden további nyom szélessége 0,75 m. A kerékpárút szélessége: egy forgalmi sáv esetében 0,80 m, két azonos irányú forgalmi sáv esetében 1,60 m, két ellentétes irányú forgalmi sáv esetében 1,80 m. A szabadon tartandó fér magassága a kocspálya felett legalább 4,50 m, a kerékpárút és a járda felett pedig legalább 2,50 m. Az úrszelvény felső sarkait a *H.5.2.e-f ábra* szerint le lehet tompítani.

Út feletti áthidaláskor a szabadon tartandó tér méreteit elsősorban az áthidalt út keresztmetszévénye határozza meg. A szélességi és magassági méretek a *H.5.2. ábrán* feltüntetettekhez hasonlóak.

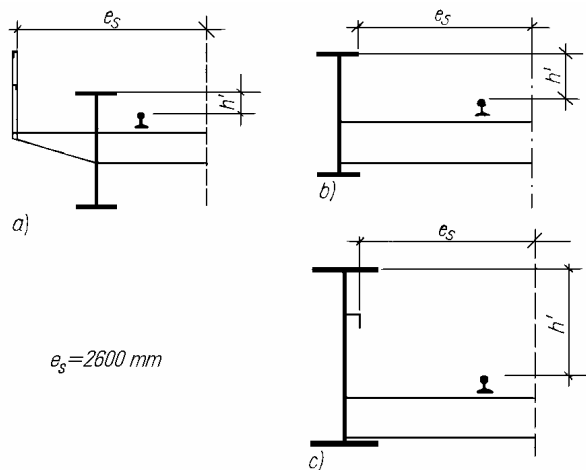
A vasúti hidakon szabadon tartandó tér méreteit a vasúti pálya tengelyének görbülete, az üzem (villamos vagy nem villamos), a híd helye (pl. a bejárati jelzők közötti szakasz) s néhány különleges szempont szerint részletesen az MSZ 8691, 8692, 8718 és 8733 tartalmazza (*H.5.3.a-b ábra*).



H.5.3. ábra. A nyitva tartandó tér vasúti hidakon és vasúti pályát áthidaló műtárgyak alatt [TASSI, KNÉBEL, 1984]

a) villamos üzemű vasúti vonalon épülő vasúti hídon, egyenes és 4000 m-nél nagyobb sugarú ívből fekvő vágányok esetén (meglevő vasútvonal villamosításakor a szaggatott vonal érvényes);

b) villamos üzemű vonalak felett épülő közúti vagy vasúti felüljáróknál szabadon tartandó tér



H.5.4. ábra. Járható biztonsági terület (szélesség) vasúti hidakon
 a) $h' \leq 800\text{mm}$; b) $800\text{mm} < h' < 1800\text{mm}$; c) $h' \geq 1800\text{mm}$

A járható biztonsági területet (ill. annak szélességét) vasúti hidakon $e_s = 2600\text{ mm}$ -re vesszük. A járható biztonsági terület (szélesség) definícióját a H.5.4. ábra mutatja.

Vasúti pályát áthidaló műtárgyak alatt szabadon tartandó tér méreteit is az idézett szabványok tartalmazzák részletesen.

Gyalog- és peronaluljárók nyitva tartandó szelvényének magassági mérete $2,50\text{ m}$, amely kivételesen $2,20\text{ m}$ -re csökkenthető. A szélességi méretet az igények alapján lehet meghatározni, de az legalább $2,0\text{ m}$ legyen.

Vízfolyás feletti hidak esetében szabadon tartandó tér méreteit meghatározó vízügyi és hajózási szabályokat, ill. irányelveket, valamint a vízügyi adatokkal kapcsolatos eljárás szabályozását előírások tartalmazzák.

Folyók és csatornák esetében a nyílások méreteit és szerkezetük alsó élét úgy kell meghatározni, hogy a híd ne okozzon olyan duzzasztást, és ne idézze elő a vízsebesség olyan növekedését, ami a meder elfajulását okozhatja. Hajózható folyókon építendő hidak esetében a hajóútban megfelelő hídnyílásszélességek szükségesek.

A nem hajózható folyókon épülő hidak szerkezeti alsó élének magassága az 1% -os valószínűségű árvízszint felett $1,0\text{ m}$ -re legyen.

Kiseb vízfolyásokon és belvízcsatornákon a hídszerkezet legalsó pontjának is legalább 30 cm -rel kell a mértékadó vízszint felett lennie.

A hídnyílások tervezett beosztását, szélességét, a nyitva tartandó magasságot, valamint a híd létesítésével kapcsolatos esetleges mederrendezés, ill. partbiztosítás szükségességét az illetékes vízügyi hatóságokkal minden esetben meg kell tárgyalni.

H.5.4 A hidak tervei, a jóváhagyás, a tervezői felelősség

A hídtervek a következőképpen csoportosíthatók:

a) *Engedélyezési terv* (tanulmány-, vázlat terv stb.): az építmény műszaki-gazdasági megoldásának elbírálására, jóváhagyására, ill. engedélyezésére készülő terv. Tartalma:

- műszaki leírás,
- általános terv (előtervi szinten),
- költségbecslés,
- tájékoztató talajmechanikai adatok, ill. szakvélemény,
- vízműtani adatok,
- munkaszervezési terv (előtervi szinten),
- esetleges egyéb terviratok.

b) *Kiviteli terv*: az építmény megvalósításához alkalmas műszaki-gazdasági megoldásokat részletesen tartalmazó terv. Tartalma:

- műszaki leírás,
- általános terv,
- részlettervek,
- erőtani számítás,
- anyagkimutatás,
- költségvetési kiírás, költségvetés, árvetés,
- munkaszervezési terv,
- ideiglenes létesítmények (állványozás, zsaluzás stb.) tervei,
- talaj- és talajvízfeltárási adatok, talajmechanikai szakvélemény,
- vízműtani adatok,
- esetleges egyéb terviratok.

A tervek egyes részeinek tartalmát a Közúti, ill. a Vasúti Hídszabályzat részletesen előírja.

Hídat építeni csak jóváhagyott műszaki tervek alapján szabad.

A hídszerkezet műszaki terveinek és az erőtani számításoknak a helyességéért a tervezőszerv, ill. a tervet készítő személy felelős; felelősségüket a műszaki terv jóváhagyása nem szünteti meg.

H.6 A hidak alépítményei

H.6.1 Az alapozás

Az alapozás tervezése csak az altalaj tulajdonságait feltáró előmunkálatok eredményei alapján indulhat meg. A talaj vizsgálatával egyidejűleg meg kell állapítani a talajvíz szintjét és vegyi jellemzőit, az alaptest esetleges korrózió elleni védelmének a módját [TASSI, KNÉBEL, 1984].

A híd általános tervein a talajszelvényeket, a talajvíz szintjét és az észlelés időpontját fel kell tüntetni.

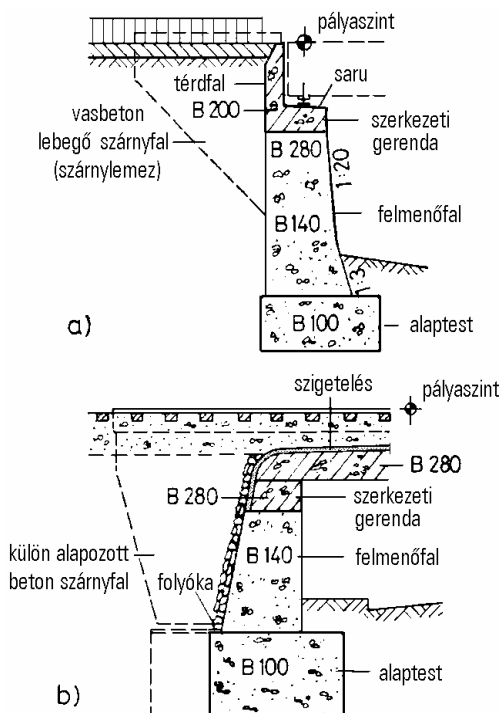
A talajfelderítést az MSZ 15001, MSZ 14045/5 és az Eurocode 7 előírásai szerint kell végezni.

Az alapozási rendszert, valamint az alapozás mélységét a talajra vonatkozó adatokon kívül a híd fő jellemző adatainak ismeretében, a gazdaságosság, a biztonsági követelmények, valamint a rendelkezésre álló építési technológia mérlegelésével kell megválasztani.

H.6.2 A hídfők

A hídfő két fő szerkezeti eleme az alap és a felmenőfal (ellenfal). A felmenőfal lehet tömör vagy áttört kialakítású. A felmenőfalhoz általában a H.6.1.a-b ábrán vázolt szerkezeti részek csatlakoznak.

Egyes hídfőmegoldások esetében hiányozhat a térdfal (pl. kis nyílású hidak, kerethidak), máskor a felmenőfal egybeépül a felszerkezettel (pl. kerethidak). A csatlakozó



H.6.1. ábra. Hídfők [TASSI, KNÉBEL, 1984]
a) közúti híd esetén; b) vasúti híd esetén

töltésbe ill. bevágásba süllyesztett, rejtett hídfő esetében az alépítmény egyetlen, cölöpöket összefogó gerendából állhat.

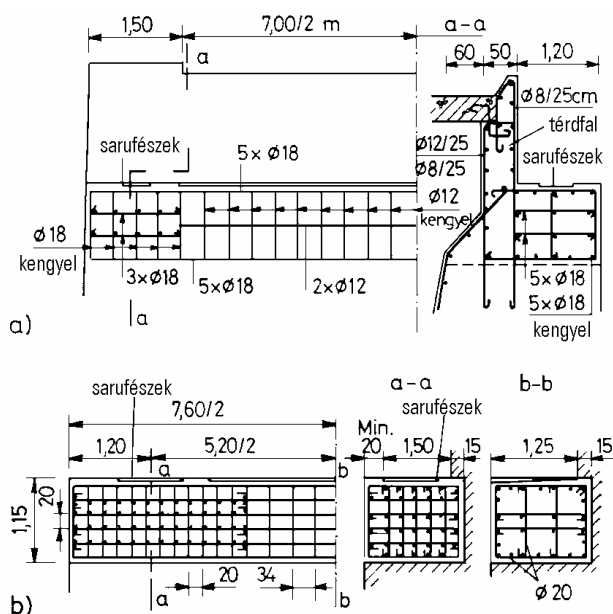
A hídfők felmenőfala általában betonból, vasalt betonból vagy vasbetonból készül, terméskő is felhasználható.

Nagy kiterjedésű létesítmények alapját és felmenőfalát célszerű legalább 20 m-enként megszakítani.

Változó vízállásnak, valamint hordalékos víz, úszó jég eróziós hatásának kitett felmenőfalat kőburkolattal vagy vízzáró, tömör és fagyálló kéregbetonnal kell védeni.

A szerkezeti vagy sarugerenda feladata a terhelőerők szétosztása a kisebb szilárdságú felmenőfalon. Szerkezeti gerenda vasalására a H.6.2.a-b ábra mutat példát.

A térdfal a felszerkezetet választja el a háttöltéstől. Legtöbbször vasbetonból készül, szokásos vasalását a H.6.2.a ábra szemlélteti.



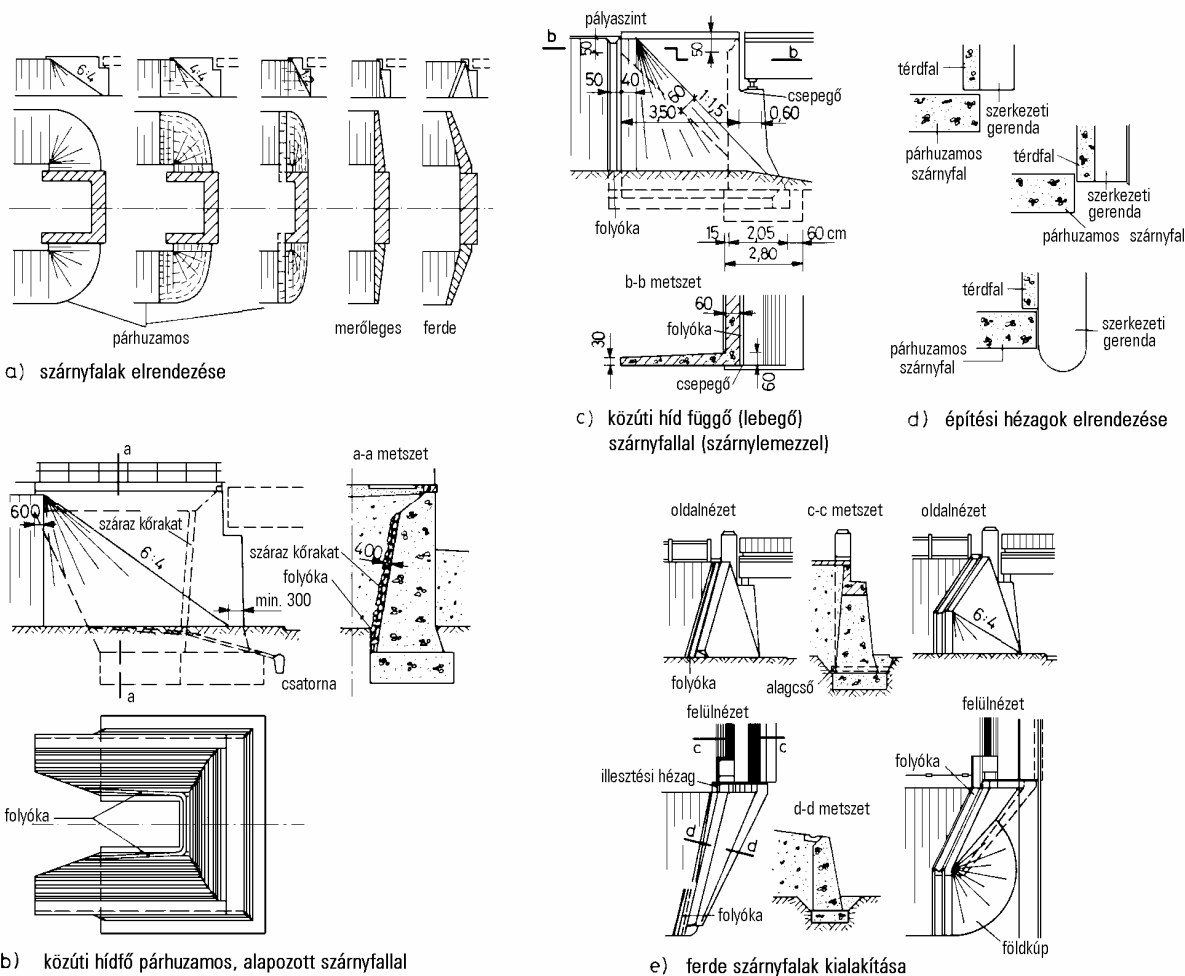
H.6.2. ábra. Sarugerendák vasalása [TASSI, KNÉBEL, 1984]
a) közúti híd saru- (szerkezeti) gerendája esetén;
b) vasúti híd sarugerendája esetén

Közúti hidak esetében a térdfalat sok esetben elhagyják, ilyenkor a háttöltést a felszerkezet támasztja meg.

A szárnyfalak a hídfeljárók töltését és részsűjét támasztják meg, ill. zárják le. Készülhetnek az úttengellyel párhuzamosan, a hídtengelyre merőlegesen vagy ferdén.

A párhuzamos szárnyfalak esetén a töltérszűk megáramlására külön kúpok szükségesek (H.6.3.a-c ábra). A merőleges és a ferde szárnyfalak a töltés részsűjét zárják le és támasztják meg (H.6.3.a,e ábra).

A párhuzamos szárnyfalak lehetnek alapozott (H.6.3.b ábra) és függő (lebegő) szárnyfalak (H.6.3.c ábra). Kerethidak esetében általában függő szárnyfalakat alkalmaznak. Magas hídfő esetén a párhuzamos szárnyfal gazdaságtalan, kis nyílás esetén pedig esztétikailag is kedvezőtlen lehet. Ilyen esetben előnyösek a töltés részsűjét merőlegesen vagy ferdén lezáró szárnyfalak



H.6.3. ábra. Hídfők szárnyfalai [TASSI, KNÉBEL, 1984]

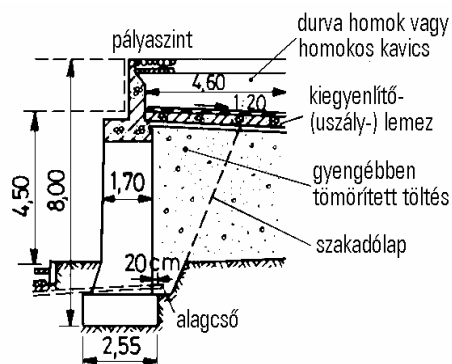
(H.6.3.e ábra). Az építési hézagok előnyös megoldásait a H.6.3.d ábra mutatja.

A töltéscsatlakozás jó megoldása forgalmi és fenntartási szempontból nagyon fontos.

A hídfők és a szárnyfalak mögötti háttöltést jól tömöríthető, átázásnak, fagynak ellenálló talajból kell készíteni.

Párhuzamos szárnyfalak esetében a töltérszűt gyepesített földkúppal, burkolt földkúppal, ritkábban száraz kőrákatból készült kőkúppal kell lezárni (H.6.3.a ábra). A kőkúppal való töltéslezárást ma már csak ritkán alkalmazzák. Hajlása a szárnyfal síkjában 1:2 a töltésen belül 1:5. Leggyakrabban a burkolt földkúpot alkalmazzák. Ez vízfolyásoknál is építhető, gazdaságos megoldás. A földkúp burkolata lehet fagyálló terméskő vagy előregyártott betonlap.

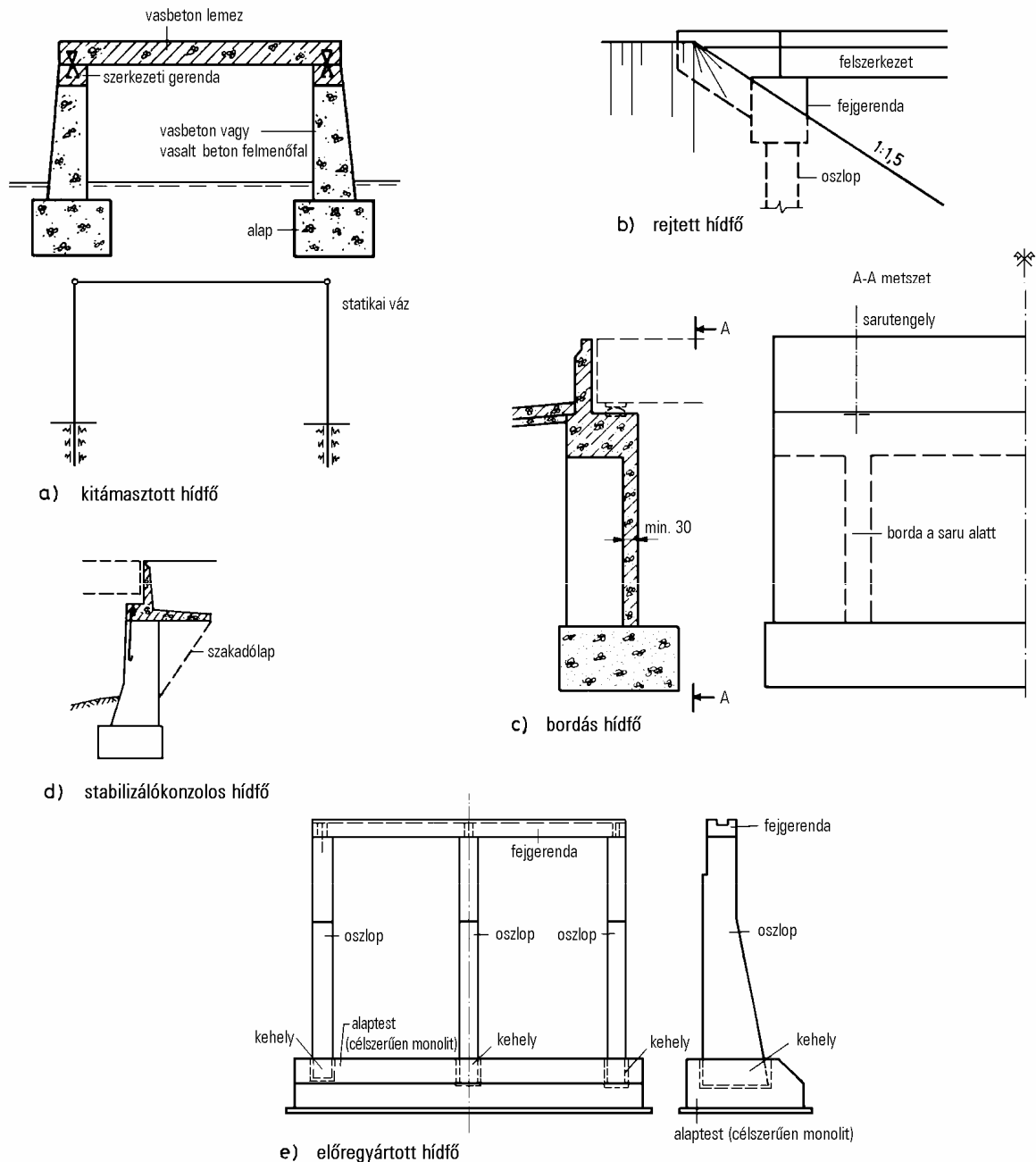
A hídfő és a csatlakozó töltés különböző nagyságú süllyedéséből a forgalomra igen hátrányos bukkanók, lépcsők keletkeznek, ennek megakadályozására különös gondot kell fordítani. A hídfő mögött vagy a konzol végénél kiegyenlítőlemez kell építeni, amelynek egyik vége a hídfőre vagy a konzol végére támaszkodik, másik vége pedig belenyúl a töltésbe (H.6.4. ábra).



H.6.4. ábra. Közúti hídfő vasbeton kiegyenlítőlemezrel [TASSI, KNÉBEL, 1984]

Kis nyílású hidak esetén a felszerkezet – legtöbbször vasbeton lemez – mindkét végét csuklósan lekötik a hídfőkhöz, ezáltal egymáshoz kitémasztják őket.

A kitémasztott hídfő (H.6..5.a ábra) 15 m hídnílásig, kedvező altalaj esetén mintegy 25...30 m hídnílásig alkalmazható s rendkívül gazdaságos. Stabilitásához szükséges, hogy a háttöltések egyszerre készüljenek.



H.6.5. ábra. Hídfők [TASSI, KNÉBEL, 1984]

A hídfő, ill. a szárnyfal méreteit jelentősen lehet csökkenteni, ha a felszerkezet alátámasztásait a meder- vagy a töltésrészű felső szakaszán helyezük el. Ez a rejtett hídfő egyetlen gerendából áll, amelyet a rézsűben levő oszlopok, ill. cölöpök támasztanak alá (H.6.5.b ábra). Különösen gazdaságos e hídfőtípus cölöpalapozás esetén.

A támfalszerű hídfőt leggyakrabban tömör szerkezetként valósítják meg.

Beton, ill. vasalt beton esetén a hídfőt súlytámfalszerűen képezik ki (H.6.1 ábra).

A támfalszerű hídfő készülhet vasbetonból, ilyenkor a hídfő, ill. a szárnyfal konzollemezét bordákkal merevítik. Nagyobb magasságú közötti hídfőkhöz használatosak

(H.6.5.c ábra). A támfalszerű hídfők kialakíthatók stabilizáló konzollal is (H.6.5.d ábra).

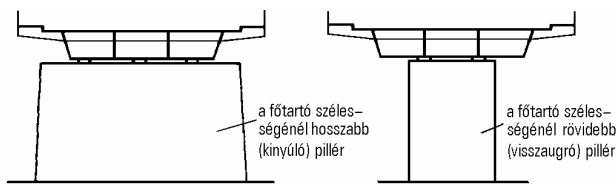
Ismétlődő, azonos méretű elemek esetén előnyös lehet az előregyártás az alépítmények és elsősorban rejtett hídfők esetén (H.6.5.e ábra).

H.6.3 A pillérek

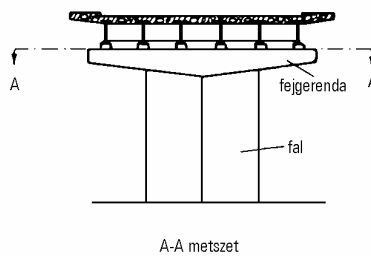
A hídszerkezetek közbenső alátámasztásainak, a pilléreknek a kialakítása döntően függ attól, hogy vízfolyásban vagy szárazon épülnek-e, s milyen a hídtípus.

Folyóvízben építendő végleges pillérek általában tömör falazatból kell készíteni. A nem vízfolyásba kerülő

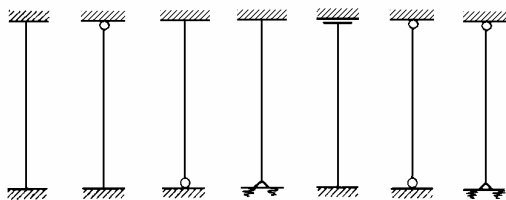
pillérek lehetnek oszlopos, feloldott pillérek is. Kialakításukat szerkezeti és esztétikai szempontok befolyásolják.



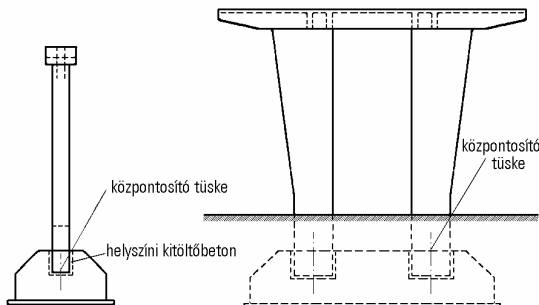
a) falszerű pillér



b) konzolos falpillér



c) oszlopos pillérek statikai vázai



d) előregyártott pillér változó szélességű oszlopokkal

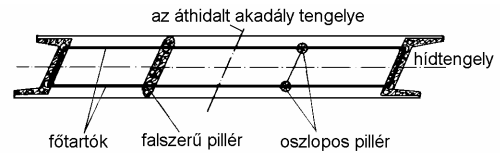
H.6.6. ábra. Pillérek [TASSI, KNEBEL, 1984]

A pillér szerkezeti kialakítása függ a híd szélességétől, a felszerkezet és a pillér kapcsolatától; az alapozás módjától.

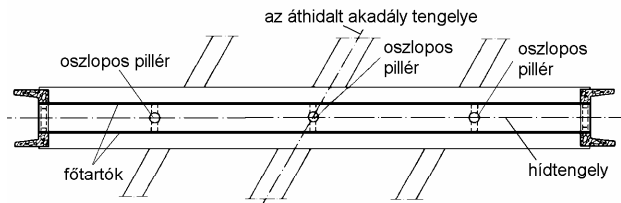
A falszerű, tömör pillért mind vízfolyásban, mind azon kívül, kis és nagy hidak esetében egyaránt gyakran alkalmazzák. Lehet a főtartók szélességénél hosszabb, kinyúló vagy rövidebb, visszaugrasztott kialakítású (H.6.6.a ábra).

Keresztmetszete lehet derékszögű négyszög, csúcsíves vagy félkör végződésű, befelé vagy kifelé vastagodó, ellipszis stb. Nem folyóvízbe kerülő pillérek készülhetnek takarékküreggel is.

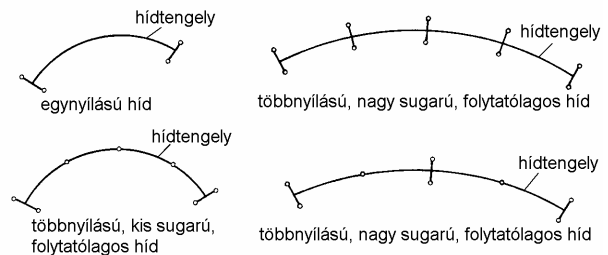
A pillérhossz csökkentésére kis és közepes hidakhoz gyakran használnak konzolos falpilléret (H.6.6.b ábra).



a) ferde híd ferde alátámasztása



b) ferde híd merőlegessé tétele



c) íves alaprajzú híd alátámasztása

H.6.7. ábra. Ferde és alaprajzban íves hidak alépitményeinek elrendezése [TASSI, KNÉBEL, 1984]

Az oszlopos (feloldott) pilléret elsősorban nem vízfolyásban alkalmazzák. A falszerű pillérekkel szemben számos előnyük van. Statikai rendszerük változatait a H.6.6.c ábra szemlélteti. Különleges kialakításúak a függőhidak hídfői és pillérjei (pilonjai) a kábelek vagy láncok lehorgonyozása, ill. felfekvése miatt.

Keresztirányban lehetőleg minél kevesebb oszlopot kell tervezni. Csavarásra merev felszerkezet esetén egyetlen oszlop is elegendő lehet.

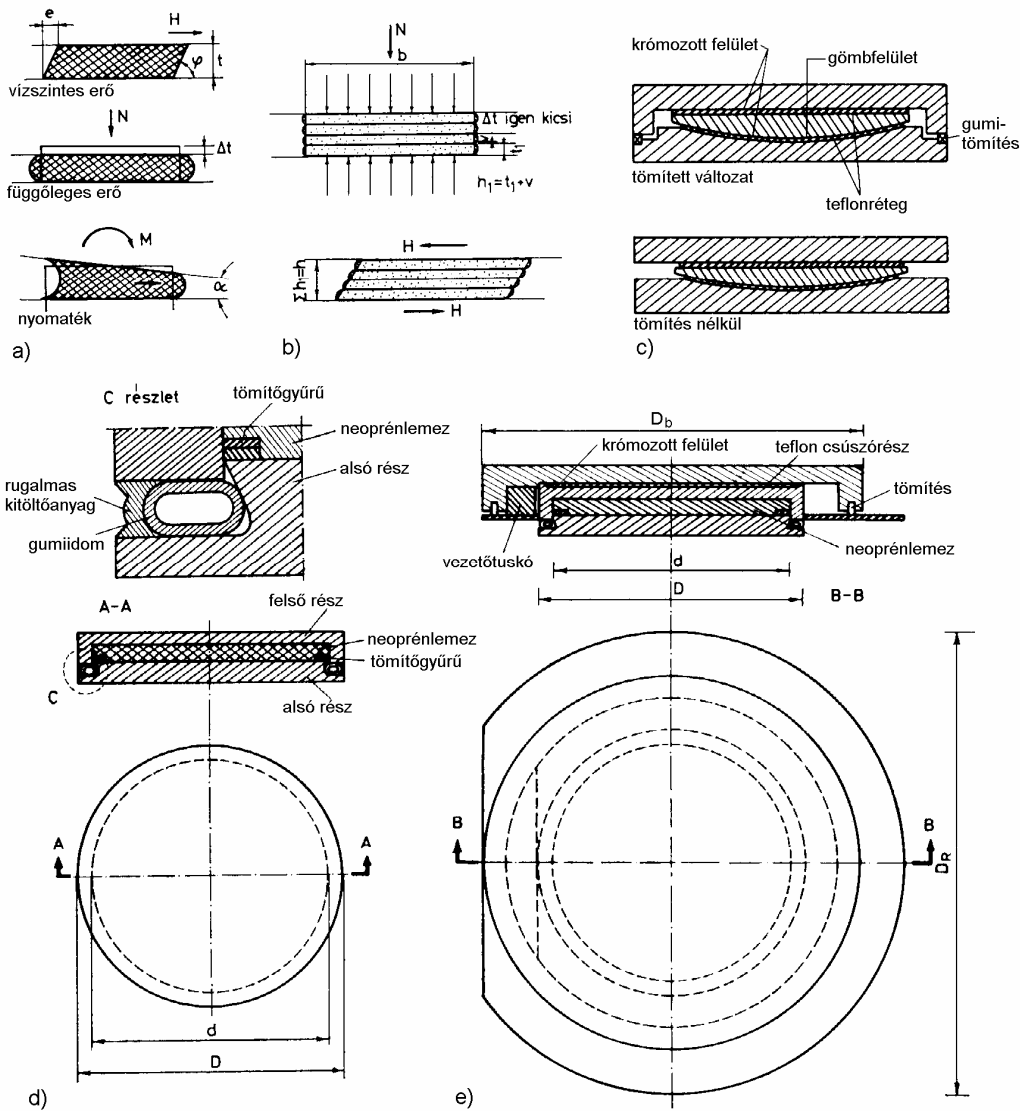
Előregyártott pillérek főként közúti hidak esetén építhetők, rendszerint oszlopos (feloldott) típusúak (H.6.6.d ábra).

Ferde hidak alépitményeinek két elhelyezési megoldása szokásos. Csavarásra nem merev felszerkezet esetén az alépitményeket célszerűen az áthidalt akadály tengelyével párhuzamosan helyezik el (H.6.7.a ábra).

A másik esetben a ferde hidat a híd hosszának növelése árán a hídfők hídtengelyre merőleges elhelyezésével merőlegessé teszik (H.6.7.b ábra).

Egynyílású, alaprajzban íves hidak esetében mindkét hídfőt csavarónyomaték felvételére alkalmasan kell kiképezni (H.6.7.c ábra). Statikailag ugyan elég lenne csak az egyik hídfőt, de a dilatációs szerkezetek mindkettőnél csavarásra merev alátámasztást igényelnek.

Többnyílású, folytatólagos, alaprajzilag íves hidak hídfőinél az előbbieknél alapján ugyancsak csavarónyomatékok felvételére alkalmas megtámasztás, ill. hídfő szükségessége.



H.7.2. ábra. Műgumi saruk [TASSI, KNEBEL, 1984]

- a) műgumi lemezsaru alakváltozásai; b) acéllemez betétes műgumi saru; c) gömbcsüveg saru; d) műgumi korongsaru (fazéksaru); e) műgumi korongsaru teflon csúszórészsel

Az acéllemez betétes műgumi saru igen merev, függőleges összenyomódásával gyakorlatilag nem kell számolni.

Ha a vízszintes terhelőerőket és elmozdulásokat a saruk együttesen fel tudják venni, nincs szükség különálló (fix) sarura, valamennyi azonos lehet.

A gömbcsüveg saruk készülnek fix, egy irányban mozgó és minden irányban mozgó kivitelben (H.7.2.d ábra).

E jelenleg legmodernebbnek ismert sarutípus előnye, hogy nem tartalmaz gumi alkatrészt, amelynek öregedésével és későbbi cseréjével számolni kellene.

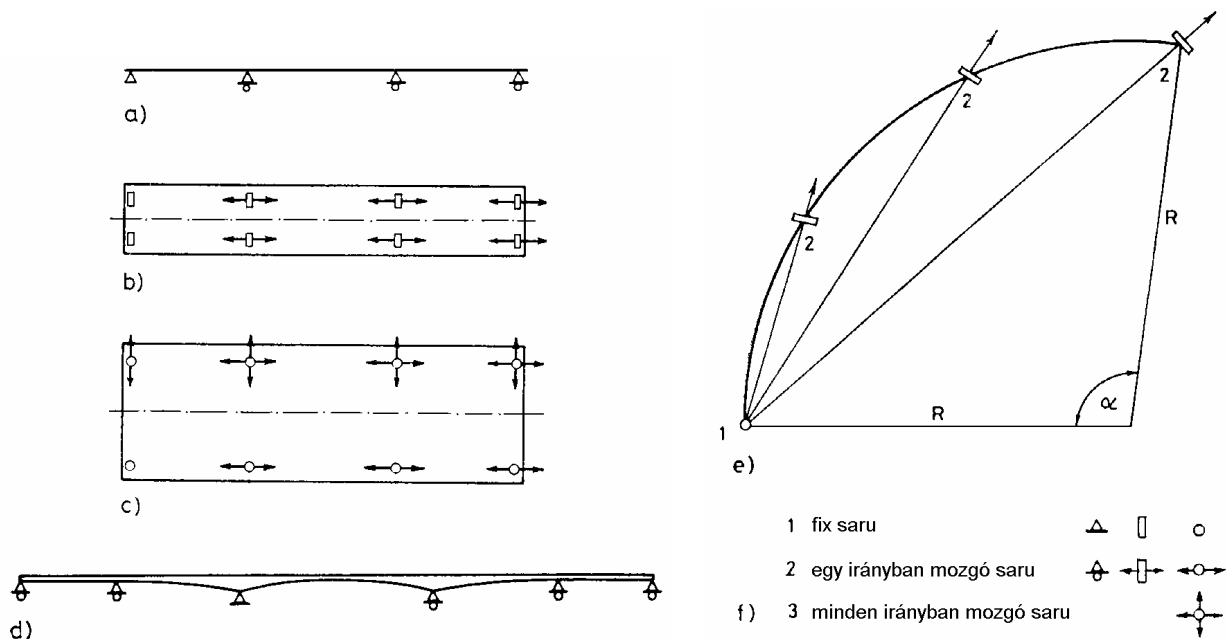
Nagyobb hidakhoz álló (fix) saruként neoprén korongsarut – fazéksarut – alkalmaznak (H.7.2.e ábra), a műgumi korongot acélgyűrűbe helyezik. Mivel a gumi oldalirányban kitérni nem tud, igen nagy terhek

felvételére képes. A korongsaruk a felszerkezet bármely irányú elfordulását lehetővé teszik.

Műgumi korongsaru teflon csúszórészsel is készül. Az alsó rész műgumi korongsaru, amelynek felső lapjába néhány milliméter vastag teflonlemezt süllyesztenek be, s erre kemény krómozott felületű acéllemez kerül (H.7.2.f ábra). E saruk készülnek egy-, valamint minden irányú mozgást lehetővé tevő kivitelben is.

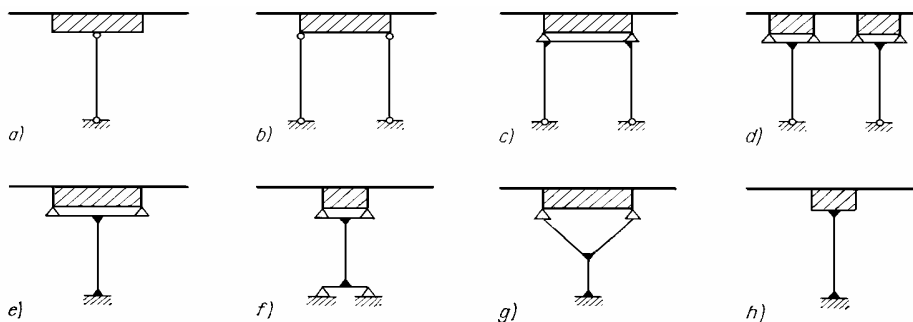
Az acél a saruszerkezetek leghagyományosabb anyaga. Bár a mai műszaki gyakorlat szinte kizárólag az előbbieken ismertetett sarutípusokat használja, bizonyos esetekben az acélsaruk alkalmazása előtérbe kerülhet. Az acélsaruk két fő típusa: az álló (fix) és a mozgó saru.

A saruk elhelyezésének és beépítésének kérdéseit a hídszabályzatok részletesen tárgyalják.



H.7.3. ábra. Saruk elrendezése [TASSI, KNEBEL, 1984]

a) statikai váz (kis és közepes hosszúságú híd); b) felülnézet keskeny híd esetén; c) felülnézet széles híd esetén; d) oldalnézet (nagy középső nyílású, hosszú híd); e) alaprajzban íves híd esetén; f) a saruk jelölése



H.7.4. ábra. Támaszkialakítások statikai rendszerei [STAHLBAU, 1974]

Szabadon álló hídsaruk felfekvési lapját, ill. alsó élét legalább 50 cm magasságban a legnagyobb jeges árvízszint fölé kell tervezni, emellett a mértékadó árvízszint felett is legalább 20 cm magasság szükséges.

A sarukat vízszintes értelemben úgy kell elhelyezni, hogy azoknak a falazaton fekvő külső éle a szerkezeti gerenda szélétől – a Közúti Hídszabályzat szerint a támaszköztől függően – legalább 10...20 cm-re legyen.

Álló és mozgó saruk célszerű elrendezését a H.7.3.a-e ábra szemlélteti. Ívben fekvő hidak esetében, ha egy irányban mozgó gördülő sarut alkalmaznak, a sarukat a mozgás irányában kell elhelyezni (H.7.3.b ábra). Esésben levő hidakon az álló saru mindig a híd alsó végén legyen.

H.7.3 A csuklók

A csuklók az álló billenő sarukhoz hasonló, sokszor azokkal azonos szerkezetek.

H.7.4 Az ingák

Az ingák olyan – általában az egyik irányban viszonylag nagy méretű – alátámasztások, amelyek a mozgó sarukkal egyenértékűek. Készülhetnek acélból vagy vasbetonból. Előnyük a szerkezeti egyszerűség, hátrányuk a nagy magasság, amely miatt bonyolulttá válik az aléptítmény. A támaszkialakítások statikai rendszerét a H.7.4. ábra mutatja.

H.8 Hídpályák, pályacsatlakozások

H.8.1 Közúti hídpályák

Az út forgalmi sávjainak burkolatát és vezetősávjait lehetőleg változatlan formában kell a hídon átvezetni [TASSI, KNÉBEL, 1984].

Az aszfalt a hídpályák leggyakrabban használt burkolata, elhelyezhető vasbeton és acél pályalemezeken egyaránt. Acél pályalemez esetén a burkolatcsúszás megakadályozására a pályalemezt különleges védő- és tapadóréteggel vonják be.

Az aszfaltburkolat nem vízzáró, ezért a burkolat alatt a pályalemezt szigetelni kell.

Betonburkolatot ritkán, leginkább földutakon épülő hidakhoz készítenek.

A műanyag burkolatot ott alkalmazzák, ahol kicsi az építési magasság. Vastagsága ugyanis csupán 1 cm. Előnye, hogy készítése után néhány órával már terhelhető, külön szigetelést nem igényel.

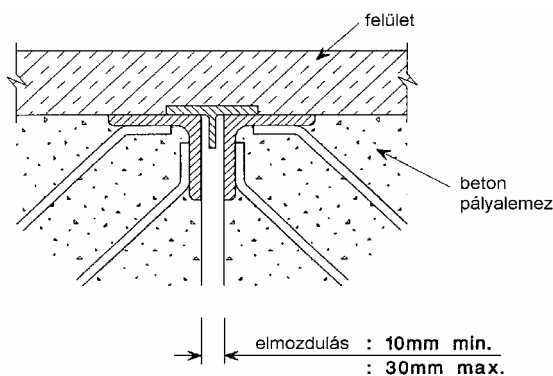
Kőburkolatot régi hidakon készítenek.

Fapalló burkolatokat provizóriumokon használnak, egy vagy két rétegben. Régi hidakon készültek fakocka burkolatok is.

A kiemelt szegélyszáv vagy járda kocsipálya felőli élét meg kell védeni, leggyakrabban betonelemekkel, ritkábban kővel, esetleg élvédő szögacéllal. Újabban a teljes szegélyszávot is előregyártva készítik.

A kiemelt szegélyszáv vagy járda kocsipálya felőli sarkait általában 0,50 m sugarú vízszintes ívvel le kell kerekíteni. Ha a hid járdájához a hid végén kiépített járda csatlakozik, vagy annak kiépítése a távlati terv szerint várható, a hídtengelyre merőleges, függőleges síkkal záródják.

A hídvégeken, valamint a főtartó megszakítási helyein (pl. csuklónál) a pályát úgy kell kialakítani, hogy a szerkezet feltételezett működésének megfelelő mozgást



H.8.1. ábra. Fedett dilatációs kapcsolat

ne gátolja, és a forgalom áthaladása zökkenőmentes legyen.

Kisebb hidak esetében a burkolatot megszakítás nélkül vezetik át a hídfők felett (H.8.1. ábra). Közepes és nagyobb hidak esetében, ha dilatációs szerkezet nem készül, a burkolat esetleges megrepedésének megakadályozására a hídfő felett a burkolatot fél vastagságban és 2 cm szélességben bevágják és a rést gumibitumennel töltik ki.

Nagyobb hidak esetében a dilatációs hézagot a forgalom átvezetése céljából megfelelő szerkezettel át kell hidalni.

A dilatációs szerkezet megtervezésekor a következő erőkből és mozgásokból kell a dilatáció hosszát megállapítani: hőmérsékletváltozás, utófeszítés, zsugorodás és kúszás, végelapfordulás, támaszmozgás (elcsúszás és elfordulás).

A hőmérsékletváltozás figyelembevételkor a következő határokkal kell számolni: acél- és vasbeton lemezzel együtt dolgozó acélszerkezet esetében +65 °C, -30 °C; vasbeton, feszített vasbeton és betonszerkezet esetében +45 °C, -20 °C.

A dilatációs szerkezetet úgy kell kialakítani, hogy azon keresztül vízfolyás ne keletkezzék, évégett gumi dilatációs szerkezeteket alkalmaznak.

A szerkezetek egyik fő fajtáját a H.8.2.a-b ábra szemlélteti. A másik típusnál neoprén gumilemezbe acélbetéteket vulkanizálnak be, a dilatációs játékot a gumi összenyomódása adja (H.8.2.a-b ábra). E típusnál a hídfőre, ill. a felszerkezetre jelentős vízszintes erők adódnak. A dilatációs szerkezeteket a gyalogjárdák alatt is végig kell vezetni.

A régebbi hidak dilatációi általában nem voltak vízzárók. Leggyakoribb fajtáik a lemezes és a fésűs dilatáció (H.8.2.d-e ábra).

Pályacsatlakozás „puha acélszőnyeggel” a H.8.3. ábra szerint, acélbordákkal és üreges gumiprofilokkal a H.8.4. ábra szerint alakítható ki [STAHLBAU, 1974].

H.8.2 Vasúti hídpályák

A hidakon a vasúti felépítményt el lehet helyezni ágyazatátvezetéssel (ágyazatátvezetéses, röviden ágyazatos hidak) vagy ágyazatátvezetés nélkül. Az utóbbi esetben a sínt a keresztaljhoz (hídfához, acél keresztaljhoz), hosszaljhoz vagy közvetlenül a hídszerkezetre (hossztartóra stb.) erősíthetik. A legutóbbi változat elnevezése közvetlen sínleerősítésű pálya.

Mindazokon a helyeken, ahol a járművek által okozott zajt mérsékelni kell (városokban, lakott helyek közelében, pályaudvarokon), lehetőleg ágyazatátvezetéses hidat kell építeni. Az ágyazatot át kell vezetni minden 15 m-nél kisebb nyílású hídon, hacsak a rendelkezésre álló építési magasság ezt lehetetlenné nem teszi.

Ágyazatátvezetéses hidak esetében a felépítményt megszakítás nélkül vezetik át a hídfők felett. Nagyobb hidaknál az ágyazatot megtámasztó vasbeton gerendával zárják le.

A hídon és a hozzá csatlakozó folyópályában a sínleerősítésnek olyannak kell lennie, hogy a híd

dilatálását ne akadályozza, ezért átmenetesen csönkített és egymáshoz simuló sínzsal csúszik hosszirányban egymás mellett.

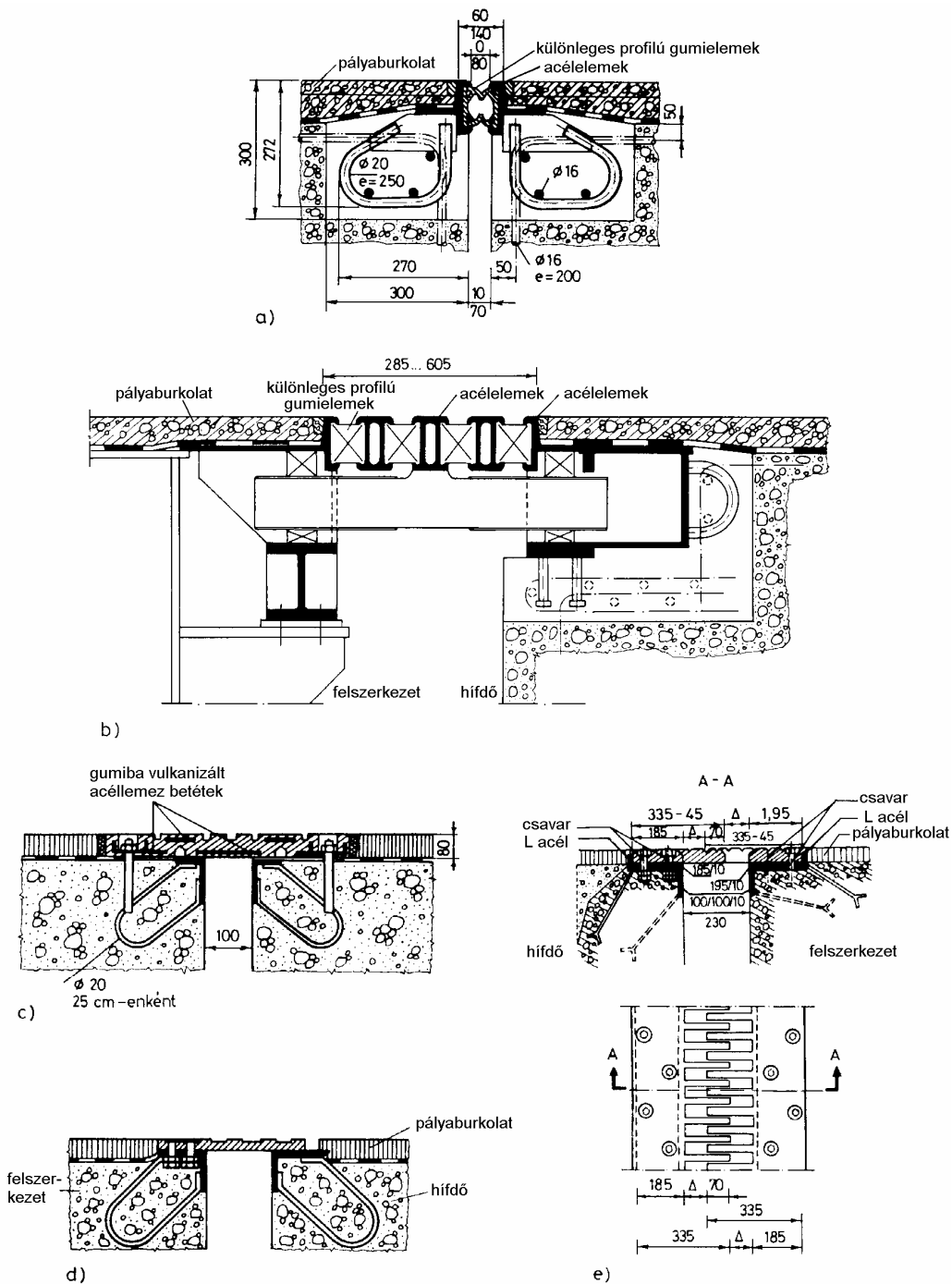
H.8.3 Közös hídpályák

Műszaki és biztonsági szempontból egyaránt az a helyes megoldás, ha a közutat és a vasutat a forgalmi akadályok felett külön-külön hídon vezetik át. Amikor gazdasági okok miatt közös (vegyes forgalmú) hidat kell

építeni, a közúti és a vasúti pályát a hídon is célszerű különválasztani.

Közös hídpályát csak akkor szabad tervezni, ha a forgalom szétválasztására nincs lehetőség, vagy amikor az nem indokolt. Ez utóbbira példák az olyan nagyvárosi közúti hidak, amelyeken villamosforgalom is van.

A közös hídpályák lehetséges esetei közül az egyikben vasúti híd épül közúti pályával. Ekkor a közúti pálya a vasúti híd keresztaljaira fekszik fel, amelynek anyaga lehet fa, acél, vasbeton. A másik változat esetén közúti



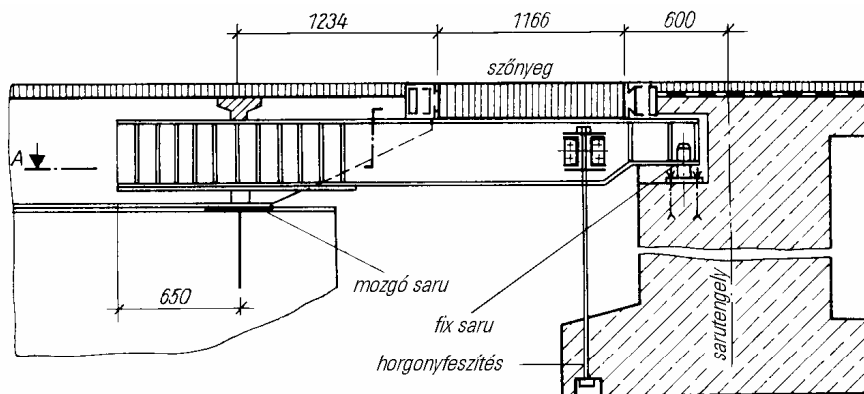
H.8.2. ábra. Dilatációs szerkezetek [TASSI, KNÉBEL, 1984]

- a) Maurer-rendszer, dilatációs hossz: 80 mm; b) Maurer-rendszer, dilatációs hossz: 320mm;
c) vízzáró gumilemez dilatáció (GHH típus); d) lemezes dilatáció; e) fésűs dilatáció

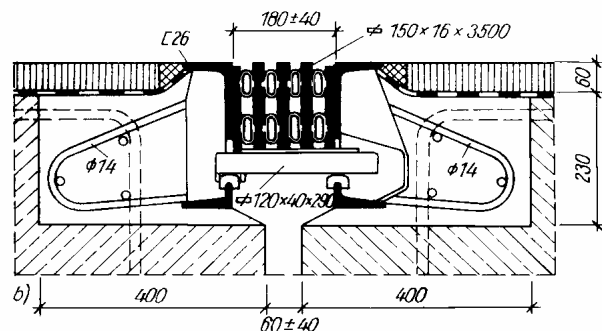
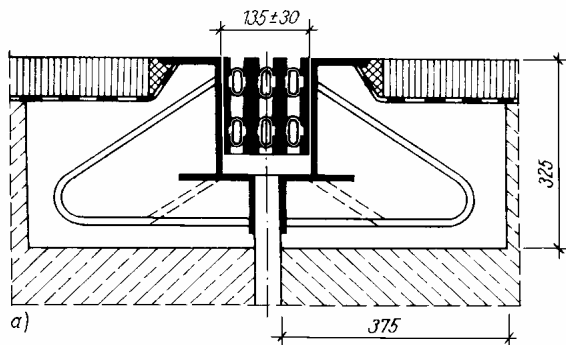
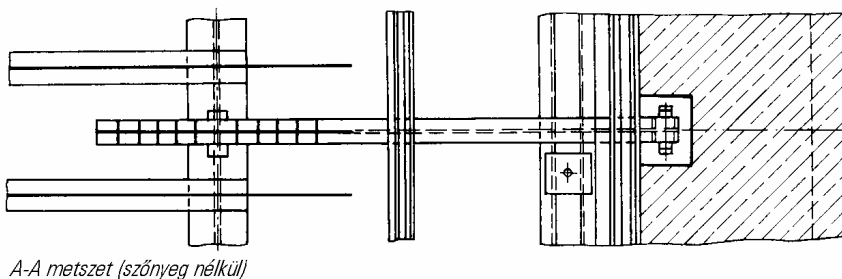
híd épül vasúti pályával. Ekkor célszerű a vasúti pályát hosszirányú hézaggal elválasztani a közútitól. Ha erre nincs mód, a közúti pályát megszakítják a vasúti sínhez csatlakozó zónában. A sín mellett aszfaltbetonba ágyazott kockakő-sorok vannak.

Ha közúti híd készül villamos vasúti pályával, a villamos részére tömbsín használata a szokásos. Vasbeton pályalemez esetén síncsatornát alakítanak ki, és ebben

helyezik el a tömbsínt. Ezt acél pályalemez híd esetén az acéllemezeire hegesztik fel alátétlemezek közvetítésével.



H.8.3. ábra.
Pályacsatlakozás
s
„puha
acélszőnyeggel”
[TUSSING, 1964]
szerint



H.8.4. ábra. Pályacsatlakozás acéllamellákkal és üreges gumiprofilokkal
a) [BUSCH, FAßBINDER, 1963] szerint;
b) [HERMANN, 1968] szerint

H.9 A vízvezetés és szigetelés

A hidakat a víz káros hatásától meg kell óvni. A csapadékvíz a hídpályáról el kell vezetni (vízelvezetés) és a hídpályalemezét a csapadékvizektől meg kell védeni (szigetelés) [TASSI, KNÉBEL, 1984].

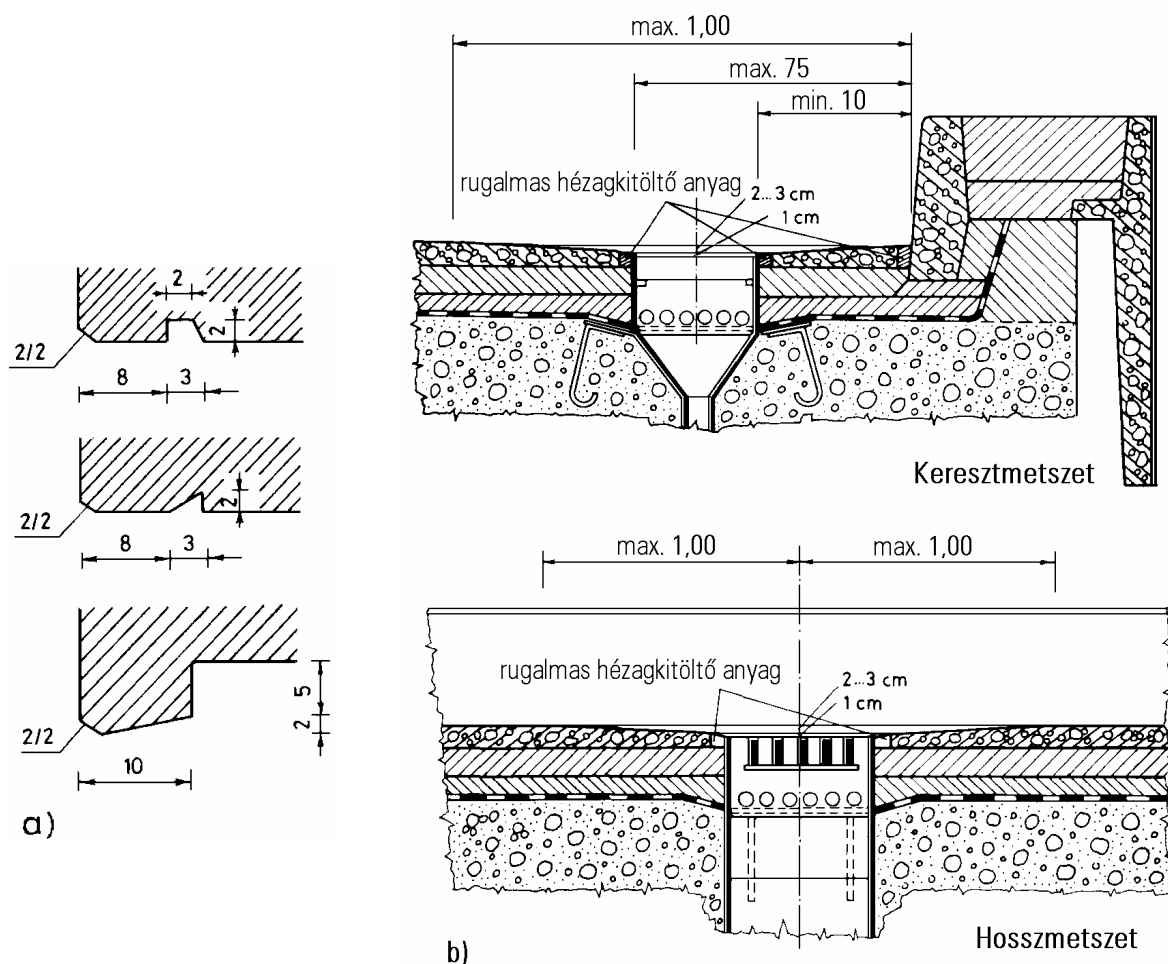
A pályát hossz- és keresztirányú eséssel kell kialakítani. Az összegyűlt csapadékvíz vízelvezető berendezésekkel – víznyelő, folyóka stb. – vezetik el.

A hídpálya hosszirányú esése legalább 1 %-os (kivételesen 0,5 %-os) legyen. Ha a híd vízszintesben vagy 0,5 %-nál kisebb lejtésű útszakaszban van, a szerkezet felső élét, a szigetelést kell kétoldali hosszeséssel kialakítani.

A hídpálya keresztirányú esése egyenes tengelyű hídnál kétoldali, ívben fekvő hídnál rendszerint egyoldali: A keresztirányú esés nagysága egyenes tengelyű hídnál általában 2 %.

A gyalogjárdákat, kerékvetőket és kerékpárutakat a kocsipálya felé általában 1 %-os keresztirányú lejtéssel alakítják ki.

Ágyazatátvezetési vasúti hidaknál a szigetelt teknőlemez felületét vízgyűjtő mezőként mind hossz-, mind



H.9.1. ábra. Hidak vízvezetése [TASSI, KNÉBEL, 1984]

a) vízorr-kialakítások vasbeton lemezszél esetén; b) a KH szerinti víznyelő 0...0,1 % hosszesésű

keresztirányban 2 % eséssel kell kiképezni, hogy az átszivárgó víz a víznyelőkhöz jusson.

Ha a közúti hídon nincs kiemelt szegély, a hídpályára kerülő víz elvezetéséről külön nem kell gondoskodni. Elegendő a pályalemez alsó felületének szélein vízzorr kiképzése (H.9.1.a ábra). Kiemelt szegélyek, szegélykövel ellátott vasúti hidak alsó szélén ugyancsak vízzorr szükséges.

Kiemelt szegéllyel rendelkező hosszabb hidak esetén víznyelőket kell beépíteni. Közúti hidak víznyelőit a kocsi pályája szélein, a kiemelt szegély mentén szokták elhelyezni. Egymástól – domború lekerekítésű hídpályán a tetőponttól – való távolságuk 0...0,1 % hosszúság esetén 30 m-nél nagyobb nem lehet. A víznyelő rács méreteit úgy kell megállapítani, hogy minden négyzetméter vízgyűjtő felületre legalább 1,5 cm² hasznos rácsfelület jusson. Függőleges beömlésű víznyelőt szemléltet a H.9.1.b ábra. Oldalbeömlésű víznyelő csak kivételesen építhető.

Felüljárók víznyelőit úgy kell elhelyezni, hogy a lefolyó víz ne csurogjon az áthidalt útra, vasúti pályára vagy a burkolatlan földkúpokra. A víznyelők által összegyűjtött víz továbbvezetését a híd alatti terület adottságai szerint kell megtervezni. A dilatációs szerkezet felé folyó vizet a dilatációs szerkezet előtt a hídpályáról el kell vezetni. Lehetővé kell tenni a szigetelésen összegyűlő víz bejutását a víznyelőbe. A szigetelést a víznyelő acélperemére rá kell vezetni.

Vasúti hidak víznyelőit a pályán belül, a vízgyűjtő mezők közepén helyezik el.

Ha a csapadékvíz nem vezethető közvetlenül a híd alatti területre (pl. városi hidak), akkor a víznyelők vizét csatornába kell összegyűjteni és elvezetni.

A pályaburkolatról a hídfők mögé lefolyó csapadékvizet a töltéslezárás rézsújába elhelyezett folyókákon (surrantókon) szokták a terepre vezetni. A burkolat alatt a szigetelés felületén szivárgó vizeket a hídfők mögött kell összegyűjteni és elvezetni.

A folyóka általában betonból készül, újabban előregyártott kivitelben.

A nem vízzáró dilatációs szerkezetek hézagain, a pályamegcszakításoknál lefolyó vizeket elfolyókban kell összegyűjteni és oldalirányban elvezetni.

Nagy hidakon, főleg városokban, a hídpályán összegyűlt hó ledobására szükség lehet megfelelő nyílásokra. Ezeket a gyalogjárdák alkalmas helyein kell elhelyezni.

A víz elleni szigetelés gondos megtervezésére és kivitelezésére nagy gondot kell fordítani.

Csapadékvizek elleni szigetelés szükséges az alépitmények földdel érintkező felületein, a hídpályák, a boltozatok és a különböző szerkezeti hézagok esetében.

A szigeteléssel ellátott felületek ne legyenek vízszintesek, hanem 1...2 % esésük legyen, hogy a rájuk jutó víz elszivároghasson. A felületek sarkait enyhén le kell kerekíteni.

A szigeteléshez mázakat és különféle lemezeket használnak. A bitumenes mázak hidegen (oldat vagy emulzió) vagy forrón dolgozhatók be. Az utóbbi esetben vagy tiszta, vagy töltőanyaggal (kő- vagy azbesztliszttel) kevert bitument használnak. Újabban műgyantákból készített mázakat is alkalmaznak. A szigetelőlemezek anyaga lehet bitumenes papír, szövetbetétes (juta) lemez, fém (alumínium, réz, horgany), műanyag.

A hídpályák szigetelését közúti hidak esetében a kiemelt szegély oldalán fel kell vezetni 5...10 cm-rel a burkolat felső síkja fölé.

Különös gonddal kell elkészíteni a hídpálya-szigetelést azokon a helyeken, ahol a pályalemeznek mozognia kell, így a megszakításoknál, lezárásoknál, dilatációknál.

A hídpálya burkolatát csak különleges szigetelőanyag esetén lehet közvetlenül a szigetelőrétegre helyezni. Egyéb szigeteléseket általában védőréteggel kell ellátni.

A szigetelés védelmére papír- és jutalemezes szigetelések esetében védőbetont használnak. A műanyag szigetelőlemezeket 10...20 mm vastag homokaszfalt réteggel, a hídfők hátfalának szigetelését élére állított téglafállal vagy újabban geotextíliával védik.

H.10 A hídtartozékok

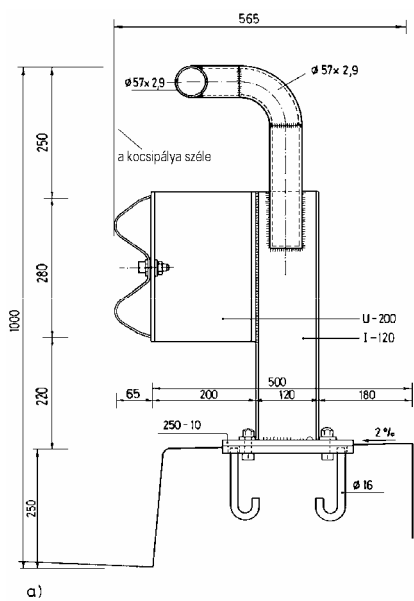
H.10.1 A korlát

A csatlakozó úton meglévő vagy tervezett korlátot a hídon általában változatlan kialakításban kell átvezetni, kivéve, ha az előírások ennél nagyobb biztonságot nyújtó korlátot követelnek meg [TASSI, KNÉBEL, 1984].

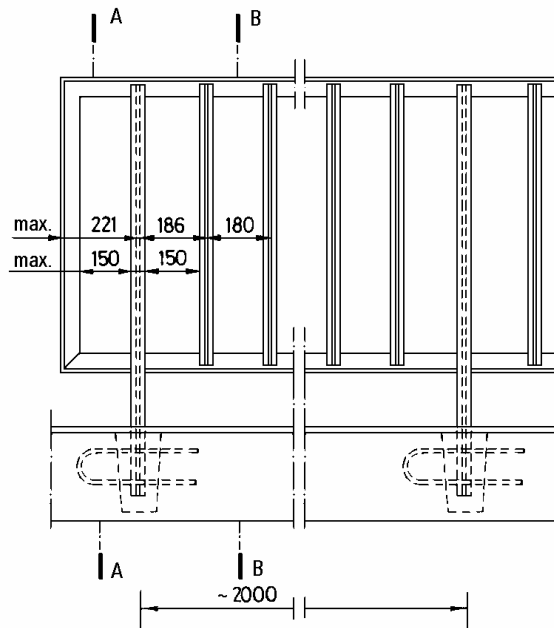
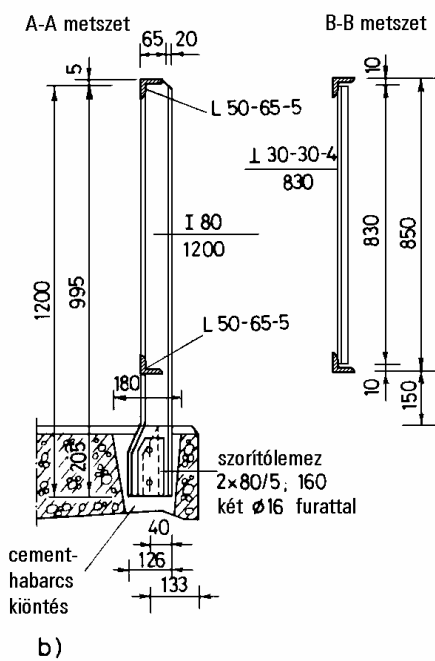
A hídon elhelyezendő korlátfajtát az út jellegétől, a híd szerkezeti hosszától, a pályának az áthidalt akadály legmélyebb pontja feletti magasságától és az út vízszintes görbületi sugarától függően a Közúti Hídszabályzat írja elő.

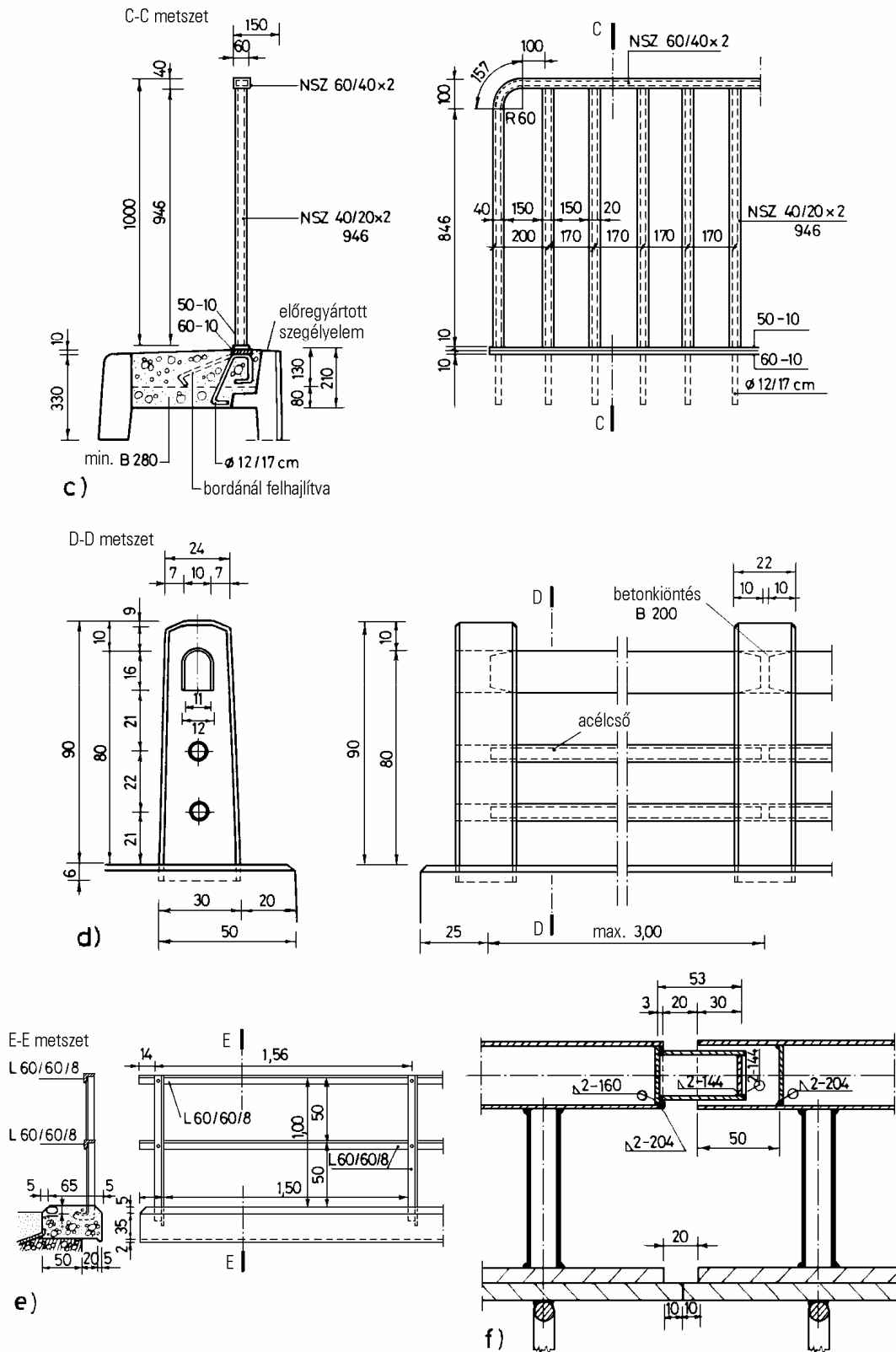
Párhuzamos szárnyfalakon a hídon levővel azonos kialakítású korlátot kell alkalmazni.

A vezetőkorlát hajlított acéllemezből készül az úttervezési előírások szerint. Hídon a korlátelemet csak hengerelt szelvényű oszlop és távolságtartó közvetítésével szabad bekötöni (H.10.1.a ábra).



H.10.1. ábra. Közúti és vasúti korlátok I.
 [TASSI, KNÉBEL, 1984]
 a) közúti vezetőkorrát;
 b) közúti acél hídkorrát alsó vízszintes elemmel
 (az ábra folytatása a következő oldalon)





H.10.1. ábra. (folytatás) Közúti és vasúti korlátok II. [TASSI, KNÉBEL, 1984]

c) közúti acél hídkorlát alsó vízszintes elem nélkül; d) közúti vasbeton hídkorlát; e) vasúti hídkorlát; f) korlátdilatáció

A vezetőkorlátot a forgalmi irány szerint legalább 20 m-rel a híd előtt kell kezdeni, és a híd után legalább 5 m hosszban tovább kell vezetni.

Az acél hídkorlát magassága a kiemelt szegélysáv felső síkja felett általában 0,90 m; a járda felső síkja felett általában 1,00 m; völgyhidakon és a hajózható vízfolyások feletti hidak esetében 1,10 m; a kerékpárút felső síkja felett, ha a korlát a kerékpárutat határolja, 1,40 m.

A függőleges osztólécek közeinek szélessége 15 cm-nél nagyobb nem lehet. A vízszintes tagok közeinek, ill. az alsó vízszintes tag és a járdaszint közének magassága 20 cm-nél nagyobb nem lehet. Közúti acél hídkorlát két típusa látható a *H.10.1.b-c ábrán*.

A vasbeton hídkorlát két alsó vízszintes taggal kiegészített vasbeton útkorlát (*H.10.1.d ábra*).

Vasúti hidakra a Vasúti Hídszabályzatban előírt esetekben kell korlátot helyezni (*H.10.1.e ábra*).

A hídpályák végén, a főtartók megszakítási helyein, valamint a közbelső támaszok felett a korlát dilatációs mozgásait lehetővé kell tenni. Dilatációs szerkezetre a *H.10.1.f ábra* mutat példát.

H.10.2 A védőberendezések

Mindazonon a hidakon, amelyek közforgalmú utak, vasutak felett vezetnek át, gondoskodni kell arról, hogy a hidakról szennyező-, ágyazati vagy egyéb anyag ne hullhasson le.

Nem villamosított vonalak feletti vasúti hidak alá általában füstterelőt kell felszerelni. A villamosított vasútvonalak feletti felüljárók korlátjaira védőrácsot kell elhelyezni.

Az úrszelvéynél magasabb járművek ütközése ellen védőkapu, ill. ütközőgerenda beépítésével lehet védekezni.

H.10.3 A világítóberendezések

A nagy forgalmú és a belterületi hidak kocsipályáit, gyalogjáróit meg kell világítani.

A világítótesteket leggyakrabban oszlopokra helyezik. Az oszlopok egymástól való távolsága 15...30 m, magassága 8...14 m.

H.10.4 Az üzemi vezetékek

A hídon átvezetett villamos és távközlő vezetékek részére kábelcsatornákat, csöveket kell kialakítani a szükséges számú aknával együtt.

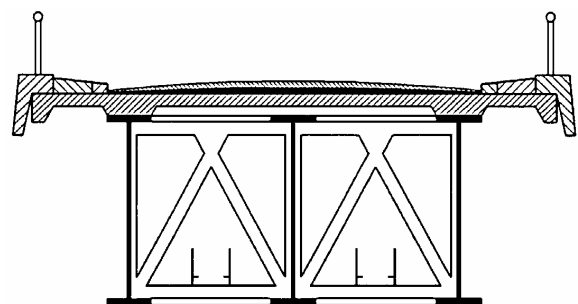
A híd alatt, a hídon és a híd felett áthaladó közművezetékekkel kapcsolatos biztonsági követelményekre a híd tervezése során tekintettel kell lenni.

H.10.5 A vizsgálóberendezések

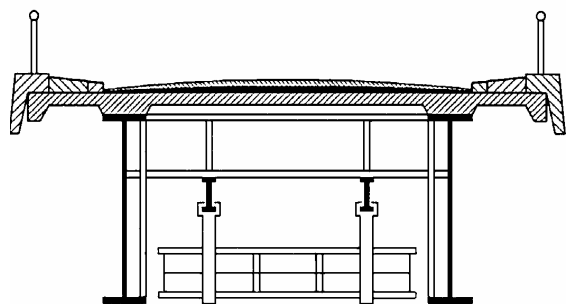
A híd felszerkezetéhez hozzá kell férni. E célból a hidat vizsgálójárdákkal, esetleg vizsgálókocsival kell ellátni, amelyekről a felszerkezet minden, a pályáról el nem érhető részét meg lehet közelíteni (*H.10.2. ábra*).

A közművezetékek megvizsgálására és fenntartására kezelójárdák szükségesek.

A hídfők megvizsgálásának elősegítésére a hídfő mögötti padkákról legalább 60 cm széles szolgálati lejáró lépcsőt kell készíteni.



a) Fix vizsgálójárda



b) Vizsgálókocsi

H.10.2. ábra. Vizsgálóberendezések [STIPANIC, BUDEVAC, 1989]

H.11 Hidak méretezése a KH és VH szerint

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.

H.11.1 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 zömében 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.

H.11.1.1 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 erőátadó 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 alakváltozásaiból származó, másodrendű hatások általában elhanyagolhatók, kivéve, ha az alakváltozás a tartó erőjátékát számottevően befolyásolja.

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

H.11.1.2 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. Csőátereszek, 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.

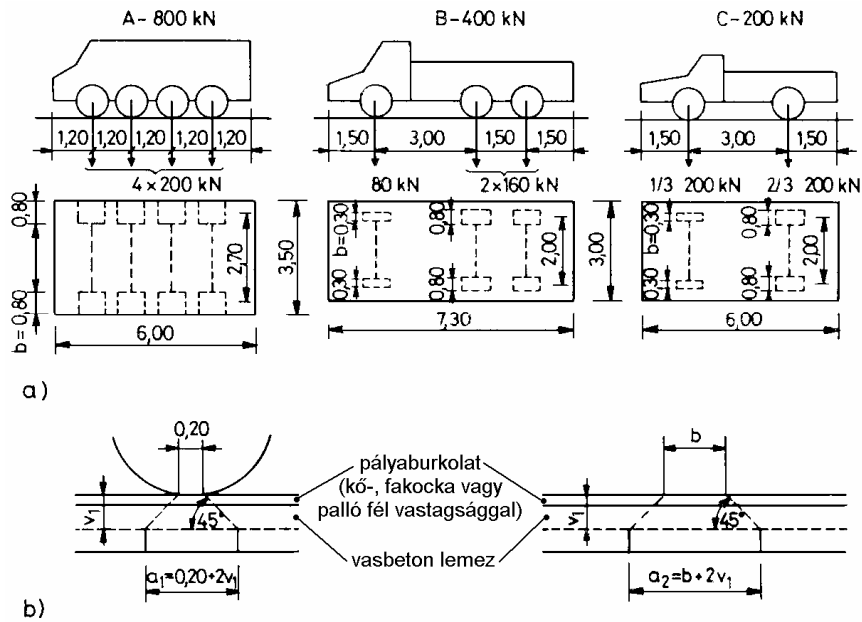
Az egyenletes hőmérséklet-változás értéke a +10 °C feltételezett építési, ill. gyártási hőmérséklethez viszonyítva, acél- és vasbeton lemezzel együttműködő acélszerkezet esetében ±15 °C, vasbeton, feszített vasbeton, beton- és kőszerkezet esetében +10 °C. Az 1 °C-ra vonatkoztatott hőkiterjedési együtthatók: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

b) Esetleges jellegű terhelőerők és mozgások

Hasznos terhek. Az erőtani számítás során figyelembe veendő hasznos terhek a következők: a kocspálya terhei, a közúti vasúti (pl. villamos vasúti) pálya terhei, a járdák,



H.11.1. ábra. Közúti járműterhek

a) a Közúti Hídszabályzat szerinti járművek; b) a teherelosztó felület

a kerékpárutak, a kiemelt szegélycsávok terhei, a hídfők mögötti útpálya terhei. A közúti hidakat a teherbírás szempontjából *A*, *B* vagy *C* jelű terhelési osztályok egyikébe kell sorolni. A kocsipályateher a híd terhelési osztálya szerinti (H.11.1. ábrán és a H.11.1. 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. Csőátereszek 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 szegélycsávon – a kocsipályaterhekkel egy időben – 1 kN/m^2 egyenletesen megoszló terhet kell mértékadóan elhelyezni. A járda, a kerékpárút és a kiemelt szegélycsáv saját szerkezeti elemeit (járdalemezt, hossztartót, konzolt stb.), valamint az önálló gyalog- és kerékpárhidakat 5 kN/m^2 egyenletesen megoszló teherre vagy 10 cm oldalhosszú négyzetben 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.

H.11.1. táblázat. A járműteher

Osztály	A teljes jármű súlyereje [kN]	Az első tengely		A többi tengely	
		kerék-súlyereje [kN]	kerék-felfekvési szélesség <i>e</i> [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 kocsipályaterheknél, a közúti vasúti pálya terheinél, a járda, kerékpárút és kiemelt szegélycsáv 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 $1,50$, acéllemez pályaszerkezet elemeinek 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 részeinél 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 *kereszttartóját* – 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 kocspálya síkjában a hidtengely irányában működőnek kell felvenni. Értéke a kocspályán 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 ütközőerőjét 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 terhelt híd esetén szélnyomásra, üres híd esetén széllekkésre 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 széllekkés 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 erőtani 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

hídszerkezetek esetében a jégterhet az MSZ 15226 szerint kell meghatározni.

Saruellenállásból származó támaszerők. Saruk, pillérek és hídfők erőtani 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 együttdolgozó (ösvér-) acélszerkezetre ± 20 °C; vasbeton, feszített vasbeton, beton- és kőszerkezetre ± 10 °C. Acél- és vasbeton lemezzel együttdolgozó 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 erőtani 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 kocspálya 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.

H.11.1.3 Az erőtani számítással szemben támasztott követelmények

– *Általános előírások.* A terhelőerőket és mozgásokat két csoportosításban kell figyelembe venni, kivéve, ha nyilvánvaló, hogy valamelyik csoportosítás nem mértékadó.

I. csoportosítás: Az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerők és mozgások, továbbá az esetleges jellegű terhelőerők és mozgások *legkedvezőtlenebbje*.

II. csoportosítás: Az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerők és mozgások, továbbá az összes esetleges

jellegű terhelőerők és mozgások a legkedvezőtlenebb, de csak a valóságban lehetséges összetételben.

– *A teherbírás igazolása.* A hídszerkezet teherbírását vagy a *teherbírási határállapot* alapján, vagy a *megengedett feszültségek* alapján kell vizsgálni. (Ez utóbbi tudvalevően nem a klasszikus értelemben vett megengedett feszültség alapján álló eljárás.) A szabályzat további fejezetei – szerkezettől és építőanyagtól függően – intézkednek arról, hogy mely esetben melyik vizsgálatot kell alkalmazni. Nyomó-igénybevételnek kitett szerkezeti elemeket a stabilitás szempontjából is meg kell vizsgálni.

(i) *Vizsgálat teherbírási határállapot alapján.* E vizsgálat során ki kell mutatni, hogy az Y_M mértékadó igénybevétel a tehercsoportosítások egyikében sem nagyobb, mint az Y_H határ-igénybevétel:

$$Y_M \leq Y_H.$$

A mértékadó igénybevételt az

$$Y_M = \sum Y_a + n \sum Y_e$$

ill. az

$$Y_M = 1,2 \sum Y_a$$

kifejezések közül abból kell megállapítani, amelyik kedvezőtlenebb eredményt ad. E kifejezésekben $\sum Y_a$ az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerőkből és mozgásokból számított igénybevétel; $\sum Y_e$ az I. csoportosításban az esetleges jellegű terhelőerőkből és mozgásokból számított igénybevétel; az n tényező értéke az I. csoportosításban 1,2, a II. csoportosításban 1,0.

(ii) *Vizsgálat megengedett feszültségek alapján.* Ki kell mutatni, hogy a terhekből számított σ feszültség a csoportosítások egyikében sem nagyobb, mint a σ_{eng} megengedett feszültség:

$$\sigma \leq \sigma_{eng}.$$

A terhekből számított feszültséget a

$$\sigma = \sum \sigma_a + \sum \sigma_e$$

kifejezésből kell megállapítani, ahol σ_a az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerőkből és mozgásokból számított feszültség; σ_e az I., ill. II. csoportosítás szerinti esetleges jellegű terhelőerőkből és mozgásokból számított feszültség.

A σ_{eng} megengedett feszültséget a terhelőerők és mozgások csoportosításától, valamint az építőanyagtól vagy szerkezettől függően a szabályzat fejezetei írják elő.

Hangsúlyozni kell, hogy az MSZ-07-3702-87 „Acélhidak tervezése” c. szabvány értelmében a teherbírás igazolása során a vizsgálatot a megengedett feszültségek alapján, tehát az MSZ-07-3701-86 „Közúti hidak erőtanai számítása” c. szabvány 3.2.2 pontja („A teherbírás igazolása megengedett feszültségek alapján”) kell végrehajtani.

– *A tartóssági (fáradási) vizsgálat.* A vizsgálatot a megengedett feszültség alapján kell végezni. A feszültséget, a terhelőerők és mozgások I. csoportosításában kell megállapítani, a hasznos terhet azonban üzemi értékével kell számításba venni. Az ellenőrzés részleteiről a szabályzat további fejezetei intézkednek.

– *A repedéskorlátozás ellenőrzése.* Vasbeton szerkezeti elemeket ellenőrizni kell abból a szempontból, hogy az üzemi teher alatt bekövetkező repedések tágassága az előírt értéket ne haladja meg. Feszített vasbeton tartók repedéseinek az üzemi teher alatt zárulniuk kell.

– *Az állékonyság igazolása.* Igazolni kell, hogy a szerkezet a terhelőerőkre és mozgásokra – felborulással, billenéssel, felemelkedéssel, eldőléssel vagy elcsúszással szemben – mind terhelt, mind terheletlen állapotban biztonságos.

Az alépítmény és alapozás állékonyságát az MSZ 1502 szerint kell vizsgálni.

Az áthidaló szerkezet állékonyságának igazolásához ki kell mutatni, hogy annak feldőléssel és elcsúszással, továbbá sarukról vagy csuklókról való felemelkedéssel szembeni biztonsága legalább 1,5.

A vállalt kockázatot a vizsgált szerkezeti elem fontosságától függően az illetékes szakigazgatási szerv írja elő.

– *Építés közbeni állapotok vizsgálata.* A hídszerkezetet és annak minden előregyártott elemét ellenőrizni kell a gyártás, szállítás, tárolás, elhelyezés és a további ideiglenes állapotok követelményeire is.

– *Az alakváltozások ellenőrzése.* Ki kell mutatni, hogy a dinamikus tényező nélküli hasznos terhek hatására keletkező lehajlás nem nagyobb a támaszköz, ill. a konzolhossz 1/400-ad részénél. Egyes esetekben az illetékes szerv külön rendelkezésére ki kell térni a rezonanciajelenségek vizsgálatára is.

– *Vizsgálat a valószínűségelmélet alapján.* Az illetékes szerv engedélyével a követelmények teljesítését a valószínűségelmélet alapján is szabad vizsgálni. Igazolni kell, hogy a szerkezet tervezett élettartama alatt az ennek méreteiből számítható törő-igénybevétel előre megállapított valószínűséggel nagyobb, mint a terhek által okozott igénybevétel.

H.11.1.4 Egyéb vizsgálatok

A tervezés során meg kell vizsgálni a szerkezet helyzetének és alakjának építés közben és után várható változásait, és elő kell írni azokat az intézkedéseket, amelyekkel a szerkezet terv szerinti helyzete és alakja fenntartható.

– *Az alakváltozás miatti túlemlés.* A szerkezetet az alakváltozás miatt úgy kell túlemleni, hogy az állandó, ill. tartós jellegű terhelőerők és mozgások, valamint a dinamikus többlet nélküli üzemi teher hatására jusson a terv szerinti helyzetbe.

10 m és ennél kisebb támaszközű hidak esetében a számítás elhagyható, a túlemlés mértékét a támaszköz 2%-ében kell felvenni.

– *Állványozási túlelérés.* Az állvány túlelérése akkora legyen, hogy az állványra helyezett szerkezet súlyerejéből és egyéb okokból keletkező állványsüllyedés után az előbbieken előírt túlelérés maradjon meg.

– *Az alátámasztások süllyedése miatti túlelérés.* A várható süllyedés miatti túlelérés akkora legyen, hogy a felszerkezet a süllyedés bekövetkezése után jusson a terv szerinti helyzetbe. A várható süllyedés hatása saruszabályozás lehetővé tételével is kiküszöbölhető.

H.11.2 Vasúti hidak méretezése

Vasúti hidakat a Vasúti Hídszabályzat (VH) előírásainak megfelelően kell méretezni.

A Vasúti Hídszabályzat acélhidak tervezésével kapcsolatban az MSZ-07-2306 „Vasúti hidakra vonatkozó különleges előírások” c. ágazati szabványt, MSZ-07-3702-87 „Acélhidak tervezése” c. ágazati szabványt jelenti.

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

H.11.2.1 Vasúti hidak erőtani méretezésének elve

– *Méretezési követelmények.* A szerkesztési követelmények kielégítése mellett erőtani számítással kell igazolni, hogy a hídszerkezet megfelel a teherbírás (szilárdság, szerkezeti elemek stabilitása, azaz alakállékonysága), tartósság (fáradás hatása), repedéskorlátozás, helyzeti állékonyság (kimozdítás hatása), merevség (a rendeltetészerű használatot nem akadályozó alakváltozás), lengés (saját rezgésszámhoz kötött rezonancia-kizárás) tekintetében az általános és szakfejezetekben rögzített követelményeknek.

A terhek okozta igénybevételek, feszültségek, alakváltozások stb. meghatározásához általában a rugalmas és homogén anyagú tartókra kidolgozott módszereket kell alkalmazni. E számítások során a tartó alakváltozásából származó másodrendű hatások általában elhanyagolhatók, kivéve az alakváltozásra érzékeny tartók esetét (pl. lapos ívek, kábelhidak, külpontos nyomásra igénybe vett rudak), amelyeknél az alakváltozás a tartó erőjátékát számottevően befolyásolja.

– *A teherbírás igazolása.* A hídszerkezet teherbírási vizsgálatának ki kell terjednie a hidat alkotó tartók minden jellemző keresztmetszetére és kapcsolatára. Valamely tartóelem teherbírási vizsgálatának azt kell magába foglalnia, hogy a szabályzatban megszabott egy vagy több, egyidejűleg számításba vehető teherből származtatott erőtani jellemző mennyiség (igénybevétel, feszültség; W_{TM} mértékadó terhelési jellemző) nem haladja meg az illető tartóelem geometriai méreteiből és anyagának szilárdsági adataiból a teherbírásra származtatott jellemző mennyiséget (W_{szerk} szerkezeti teherbírási jellemző), vagyis a méretezési alapkifejezés:

$$W_{TM} \leq W_{szerk} .$$

A teherbírás-számítás részletes elemzése. A méretezési alapkifejezés tekintetbe veszi a kiindulásul

felvett terhekben, az erőtani számítás módszerében, az anyag szilárdsági jellemzőiben feltételezett bizonytalanságokat, eltéréseket. Mindezekre való tekintettel e szabályzat szakfejezetei olyan szilárdsági adatokat adnak meg, amelyek a W_{TM} és W_{szerk} következő értelmezéséből adódnak:

$$W_{TM} = r\gamma_1 k\rho(Y_a + t_v Y_j + \sum Y_e) .$$

Feszültségek számítása esetén

$$\sigma_{TM} \leq \sigma_{szerk} ;$$

$$\sigma_{TM} = r\gamma_1 \rho \sum k_i \gamma_1 \frac{1}{K} ;$$

$$\sigma_{szerk} = \sigma^* \gamma_2 ;$$

olyan azonos jellegű (azonos térbeli helyzetű) igénybevételek számítása esetén pedig, amelyeknél a feszültséget meghatározó K keresztmetszeti jellemző az összegzett valamennyi teherhez azonos, a \sum jel elé kiemelhető. A kifejezésben Y az igénybevétel valamely teherből; $\sum Y$ az igénybevétel több egyidejűleg működő teherből; K a keresztmetszeti jellemző az igénybevételről a feszültségre való áttéréshez, amelyet a terv szerinti geometriai méretekből kell számítani; ρ azt fejezi ki, hogy a tehercsoportosításban a terhek egyidejű bekövetkezésének valószínűsége kisebb; σ^* az anyag szilárdságával összefüggő jellemző értéktől és az igénybevétel jellegétől függően megállapított feszültség; r rendeltetési tényező, amely a vizsgált tartóelem jelentőségét fejezi ki; k_i a teher biztonsági tényezője, az üzemeltetés és építés során bekövetkező bizonytalanságok figyelembevételére; γ a választott számítási modell megbízhatóságával összefüggő tényező, γ_1 a teher, γ_2 a teherbírás oldalán; t_v a vonattényező, amelyet a VH részletez.

A tartósságvizsgálattal a szerkezeti anyag ismétlődő igénybevételének hatására bekövetkező fáradási tönkremenetel elhárítható. Részleteit a VH szakfejezetei írják elő.

– *A repedéskorlátozási vizsgálat.* A vasbeton és feszített vasbeton tartóelemeket ellenőrizni kell abból a szempontból, hogy az üzemszerű használat közben a betonban fellépő repedések tágassága a megszabott értékeket nem lépi-e túl.

– *A helyzeti állékonyság vizsgálata.* E vizsgálattal kell meggyőződni arról, hogy a híd felszerkezetének és alépitménye egészének vagy részének kimozdítását (feldőlését, helyi felemelkedését, felbillenését, elcsúszását) okozó hatások kellő biztonsággal ellensúlyozottak-e, vagyis a helyzeti állékonyság vizsgálatának alapkifejezése:

$$k \sum Y_{mozd} \leq \sum Y_{rögz} ,$$

ahol $Y_{r\ddot{o}gz}$ a kimozdulás ellen ható ellenállás; Y_{mozd} a kimozdító terhek egyidejűleg lehetséges legkedvezőtlenebb (ρ és γ tényező nélküli) összessége; k a biztonsági tényező, általában $k = 1,4$.

– *A merevség (alakváltozás) vizsgálata.* Az engedélyezési teher okozta lehajlás (eltolódás) a hídra előírányzott engedélyezési sebességtől függően, nem lehet nagyobb, mint a vizsgált tartó L támaszközének törtrésze: 50...160 km/h sebesség esetén $L/800$; 50 km/h-nál kisebb sebesség esetén $L/600$.

Gyártási, ill. építési pályáivélés. A 20 m-nél nagyobb támaszközű hidakat úgy kell építeni, hogy a sínkoronaszint az állandó teher és a nyugvónak tekintett engedélyezési teher 0,4-szeres részének hatására jusson a tervezett elméleti magassági helyzetbe.

Az állvány függőleges ivélése. A 20 m-nél kisebb támaszközű vasbeton hidak esetén is állványivélést kell alkalmazni, hogy a szerkezet a vasúti terhelés nélküli állapotában kerüljön a terv szerinti helyzetbe.

Az alátámasztások süllyedésének figyelembevétele. Az alátámasztások várható süllyedését – kéttámaszú, ágyazatátvezetéses hidak kivételével – meg kell határozni, és a hidat olyan megemelt helyzetben kell megépíteni, hogy a felszerkezet a támaszok süllyedésének bekövetkezése után jusson a terv szerinti magassági helyzetbe.

H.11.2.2 A vasúti hidak terhei

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

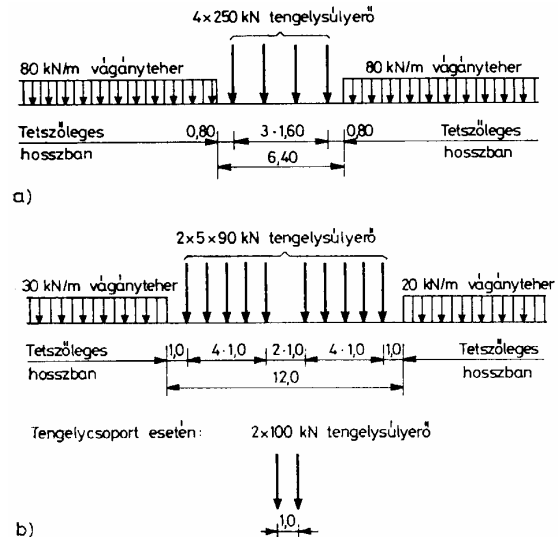
– *Függőleges mozgó terhek.* A járműteher engedélyezési értéke egy vágányra a H.11.2. ábrán megadott nagyságú és geometriájú, koncentrált és megoszló erőkből összetett vonatteher. A járműteher helyettesítő üzemi értéke a feltételezett tényleges terhek alapján megállapított érték, amelyet a hídtartók fáradási vizsgálatakor 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, fordítókörong 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 vonatnényezővel (többlettényezővel) szorozva kell figyelembe venni a függőleges járműterheket. A t_v értékeket a különböző anyagú és szerkezetű hidakra a tartó (hidalkatrész) L támaszközétől, a nyomtávától és a sebességkorlátozástól függően adja meg a VH (értéke 1,2 és 2,2 között változik).



H.11.2. ábra. Vasúti járműterhek
a) rendes nyomtávú hidakra (U jelű);
b) keskeny nyomtávú hidakra (K jelű)

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 járófelületének magasságában a vágánytengely irányában ható, vonal menti, egyenletesen megoszló erőként kell fölvenni.

Mind a fékező-, mind pedig az indítóerőt a járműteherrel 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 tényezőkkal veszi számításba.

– *Meteorológiai terhek.* Az egyenletes hőmérséklet-változás értéke a +10 °C feltételezett építési,

ill. gyártási hőmérséklethez viszonyítva acélhidakra $\pm 35\text{ }^\circ\text{C}$; öszvér-, vasbeton, feszített vasbeton és kőszerkezetekre $\pm 15\text{ }^\circ\text{C}$.

Egyenlőtlen hőmérséklet-változásként azt kell feltételezni, hogy a napsütötte öv és a pályával letakart öv között $15\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-különbség keletkezik. Gerinclemezes tartó esetében ezt a hőmérséklet-különbséget a tartó magassága mentén lineárisan változónak kell fölvenni.

Egyenlőtlen hőmérséklet-változásként – az acél nagyobb hővezető képessége miatt – öszvérszerkezeteknél a vasbeton lemez és az acéltartó közt $\pm 10\text{ }^\circ\text{C}$ hőmérséklet-különbséget (hőmérsékleti lépcsőt) kell felvenni.

Szélteherként a szélleökést 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 egyszerűes oldalnézeti felülete, hozzáadva a pályasáv alatti és feletti egyszerűes főtartó-oldalfelületet. A szélteher nagyságának megállapításában az is lényeges, hogy a hidaknak vízszintesen, keresztirányban kellő merevsége legyen. A pályasáv a sinkorona 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 szélleökésnél leírtak szerint kell számítani. Vasúti hidakon a járművek (kocsisor) szélnek kitett felülete a sinkorona 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 $Y_{rög}$ -ben részt vevő járműterhet az üres kocsisor vágányfolyóméterre eső minimális súlyerejével mint egyenletesen megoszló teherrel kell helyettesíteni, amely rendes nyomtávolságú vonalak hídjain $12,5\text{ kN/m}$, keskeny nyomtávolságú vonalak hídjain $4,0\text{ kN/m}$.

– *Aléptítmények 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 összigénybevétel 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 felső élében működő, egyenletesen megoszló teherre kell méretezni.

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

Fiktív teher nyomott övek közti szélrácshoz. Ha a hídtartó nyomott övét a tartó síkjára merőlegesen szélrácstámasztja meg, akkor a szélrácstámaszrudjait a szélrácstámasz síkjában ható és a híd tengelyére merőleges irányú igénybevételre mint átmetszési eredőre is méretezni kell. Ezt a szélrácstámaszrudak egyéb igénybevételeivel egyidejűleg kell számításba venni, értékét pontosabb vizsgálat hiányában, a szélrácstámasz 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.

– *Katasztrofális 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 áthidaló 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 eltolódásával kell figyelembe venni.

H.11.2.3 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 öszvszerkezet esetén. A terhek egyidejűségi tényezője 1,0.

– II. tehercsoport: E csoportba kell sorolni az összes egyidejűleg – ha kis valószínűséggel is – bekövetkező terheket, kivéve a katasztrofális 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.

H.12 Hidak méretezése az EUROCODE szabványok alapján

H.12.1 A szerkezeti EUROCODE szabványok

a) Az Eurocode szabvány története

1974-ben több európai műszaki-tudományos szervezet által aláírt megállapodás alapján született meg az az ötlet, hogy nemzetközi szabványsorozat céljára olyan tervezési modelleket kell kidolgozni, melyek minden építőanyagra és mindenféle építőmérnöki szerkezetre egyaránt használhatók [IVÁNYI, 1995].

A nemzetközi szabványosítás szempontjából kiemelkedő jelentőségűek ezeknek a szervezeteknek az alapelvek összehangolásában, a különféle műszaki kérdésekben való egyeztetésben, illetve az előszabványosításban kifejtett erőfeszítései. A különböző országok szakemberei megosztották egymással tudományos eredményeiket és műszaki tapasztalataikat. A kötelező érvényű szabályok előírásainak kényszerétől szabadon, a tudomány jelenlegi állását tükröző jelentések készülnek, továbbá, amennyire ez lehetséges és szükséges, a jövőbeni szabályozásra vonatkozó ajánlások. Az előkészítő munka és a szervezetek közötti kölcsönös egyetértés nélkül nem létezhetne nemzetközi szabványosítás. A szerkezetépítés területén a következő szervezetek vesznek részt a legintenzívebben ebben a munkában:

IABSE – Nemzetközi Híd- és Szerkezetépítő Szervezet (International Association for Bridge and Structural Engineering)

CIB – Építőipari Kutatás, Tanulmányozás és Dokumentáció Nemzetközi Tanácsa (International Council for Building Research, Studies and Documentation)

RILEM – Anyagok és Szerkezetek Vizsgálatát Végző Kísérleti és Kutató Laboratóriumok Nemzetközi Szervezete (International Association for the Testing and Research Laboratories for Materials and Constructions)

CEB – Euro-Nemzetközi Betonbizottság (Euro-International Committee for Concrete)

FIP – Nemzetközi Feszítettbeton-Szövetség (International Federation for Prestressed Concrete)

ECCS – Európai Acélszerkezeti Konvenció (European Convention for Constructional Steelworks)

JCCS – Méretezésbiztonsági Bizottság (Joint Committee on Structural Safety, mely az előző szervezetek által létrehozott, a méretezésbiztonsági kérdéskörrel foglalkozó bizottság)

ISSMFE – Geotechnikai és Alapozási Méretezésbiztonsági Szervezet (International Safety for Soil Mechanics and Foundation Engineering).

A szerkezettervezés közös alapelveit a JCCS bizottság keretében, a fenti szervezetek szoros együttműködésével állapították meg. A szerkezetek biztonsági és használati követelményeit megbízhatósági elven, a kockázat alapján állították fel. Az az elképzelés, hogy ezek a szabályok majd az összes építőanyag szerint specifikált tervezési szabvány közös alapját képezik. Ezek után néhány szervezet, így a CEB, a CIB, az ECCS, továbbá az ISSMFE egyes részei, az említett közös szabályok alapján modelleket és ajánlásokat dolgozott ki az építőanyag szerint specifikált szabványok számára.

A „Szerkezeti Eurocode” szabványsorozat műszaki hátterét tehát kétdimenziós harmonizációs folyamat jellemzi:

- egyrészt az egyes résztvevő tagállamok között,
- másrészt a különböző építőanyagok, építési eljárások, épület- és szerkezet típusok között

azzal a céllal, hogy az egyes szabványok összehangolt és kompatibilis rendszert alkossanak, és összehasonlítható biztonsági szintet követeljenek meg.

Már a hetvenes évek elején, az Európai Közösségek Bizottsága (Committee of European Communities, EKB) irányításával megkezdődött az Eurocode szabványok kidolgozása a fent leírt előkészítő munka eredményeinek felhasználásával.

Valóban, 1972-ben hivatalos felkérés érkezett a francia állandó képviselő részéről az EGK-hoz az európai tervezési szabványok elkészítésére.

1973-ban az EKB szakértői csoportot hozott létre, mely aztán öt munkacsoportba szerveződött. 1977 elején a szerkezetek stabilitásával foglalkozó munkacsoport kiadott egy listát, mely a témával foglalkozó fontosabb nemzeti szabványokat tartalmazta, definiálta az elérendő célokat, és javaslatot tett az európai stabilitási szabvány megalkotásának munkamenetére.

Az ilyen szabvány több részből, az ún. Eurocode szabványokból áll:

EC. Tervezési alapelvek

EC1 – Szerkezeteket terhelő hatások

- EC2 – Vasbetonszerkezetek tervezése
- EC3 – Acélszerkezetek tervezése
- EC4 – Együttműködő acél- és betonszerkezetek tervezése
- EC5 – Faszervezetek tervezése
- EC6 – Falazott szerkezetek tervezése
- EC7 – Geotechnikai tervezés
- EC8 – Szerkezetek tervezése földrengésveszélyes területeken
- EC9 – Alumíniumszerkezetek tervezése.

Ezeket az Eurocode szabványokat a következők jellemzik:

- megkönnyítik az EGK-hoz tartozó államok (Tagállamok) közötti kereskedelmet;
- megkönnyítik az EU-n kívülre irányuló exportot azzal, hogy a tervező intézetek és kivitelezők a közös európai szabvány alapján készíthetik termékeiket;
- összehangolt háttérrel teremtenek a szerkezetépítésben használt termékekre vonatkozó közös szabályok számára;
- valószínűleg mindazon építmények számára, melyeket az EU finanszíroz, kötelező érvénnyel tervezési szabványul szolgál.

Az Eurocode 1 szabványt szakértői csoport készítette, és prioritást élvezett, mivel azzal a biztonsági koncepcióval foglalkozott, amelyet a többi Eurocode is felhasznál. Megegyezés született arról, hogy a tervezést a határállapotok elve alapján kell végezni, így tehát a szerkezeteket teherbírási határállapotokra és használhatósági határállapotokra kell ellenőrizni. A biztonság kérdését tervezési szilárdságok és tervezési hatások segítségével veszik figyelembe, melyeket a karakterisztikus szilárdságok biztonsági tényezővel (γ_M) való osztásával, illetve a karakterisztikus hatások biztonsági tényezővel (γ_F) való szorzásával származtatnak.

Az Eurocode 2, 3 és 4 készítését 1980-ban kezdték, és több nemzetközi tudományos és műszaki intézménnyel (ISO, ECCS, FIP, CEB stb.), illetve nemzeti szabványügyi intézettel szoros együttműködésben folytatták. Az Eurocode 3 szabványnak alapvetően az ECCS 1978-as ajánlásán kellett alapulnia, míg az Eurocode 4 szabvány az IABSE, a CEB, az ECCS és a FIP által létrehozott Együttműködő Szerkezetek Bizottsága (Joint Committee for Composite Structures) által 1981-ben készített ajánlásra alapszik.

Ezt a két Eurocode szabványt két független Szövegező Testület (Drafting Panel) írta, és az első szövegtervet 1984-ben, illetve 1985-ben bocsátották nyílt vitára (angol, francia és német nyelven).

Az ezután következő konzultációs periódus alatt jelentős mértékű együttműködés alakult ki az alapvetően (a Szövegező Testületek egyes tagjaiból és néhány új szakértőből) újonnan alakult Szerkesztői Csoportok (Editorial Groups) és az egyes tagállamokat képviselő ún. összekötő mérnökök között. Ugyancsak szorosan együttműködtek az ECCS különböző bizottságaival, ami felbecsülhetetlen értékűnek bizonyult az EGK szövegterv

idején felmerült különböző javaslatok szövegbe való beépítése során.

Az EC3 és EC4 újraszövegezését a Szerkesztői Csoport az Eurocode Koordinációs Csoporttal (Eurocode Coordinating Group) együttműködve végezte; ez utóbbi az építőanyag szerint specifikált Eurocode szabványok összehangolt megjelenéséért (biztonsági előírások, terminológia, váratlan károsodás) volt felelős.

A két Eurocode szabvány végső szövegezésének munkálataiban a két Szerkesztői Csoport mellett az összekötő mérnökök is részt vettek.

Az Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése, 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok (Eurocode 3: Design of Steel Structures, Part 1.1: General Rules and Rules for Buildings) 1989-ben készült el, és tükrözte mind a tagállamok által felvetett javaslatokat, mind a közben elért tudományos és műszaki eredményeket.

b) A jogi háttér

Az Eurocode 3 és 4 az 1957-ben az Európai Gazdasági Közösség által elfogadott Római Szerződésre vezethető vissza.

Ez a Szerződés három utat állapított meg a közös belső piac felállítását akadályozó tényezők kiküszöbölésére:

- A Szerződés 100. cikke szerint a tagállamok jogrendszerének összehangolását irányozta elő. Ez a cikk sajnálatos módon titkos szavazást írt elő, így az építőipar területén nem bizonyult keresztülvihetőnek.

- Megtiltotta az importkorlátozásokat, illetve az olyan intézkedéseket, melyek ilyen hatással járnak. Ez alól kivételt képezhet az az eset, ha a közbiztonság érdeke megkívánja, és ezt az Európai Bíróság (European Court) vagy a Közösség előtt bizonyítják.

- Hatással volt a törvénykezés és a technikai előírások fejlődésére. 1983 óta például egy Információs Direktíva nevű dokumentum előírja, hogy a tagállamoknak minden olyan esetben tájékoztatniuk kell az Európai Közösségek Bizottságát, ha olyan előírást vagy szabványt kívánnak bevezetni, mely műszaki korlátokat okozhat a kereskedelemben. Ha felmerül ezzel kapcsolatban nemzetközi probléma, azt a végső szövegben figyelembe kell venni.

Az egységesítési folyamatnak nagyobb lökést ezután az 1986-ban elfogadott Egyetlen Európa Törvény (Single European Act) adott, mely a következő három fontos megközelítést tartalmazta:

- (i) A régi titkos szavazás helyett bevezették a többségi szavazást (a tagállamok számára nagyobb súlyú szavazattal), mely megkönnyítette a szabályalkotást.

- (ii) A technikai előírások összehangolása és a szabványosítás terén új „megközelítést” fogadtak el, mely szerint a direktívák csak alapvető követelményeket fogalmaznak meg. Ezekről feltételezhető, hogy kielégülnek, amennyiben az adott termék az összehangolt Európai Szabványok műszaki előírásai alapján készült. Ezeket a szabványokat ezzel szemben teljes egyetértés mellett kell elfogadni.

(iii) A 100.b cikk előírja, hogy a Bizottság minden olyan nemzeti jogszabályt felül fog vizsgálni a tagállamokban, melyek akadályozhatják a szabad termékcserét. Mivel azonban jelenleg az egyes tagállamokban a megkívánt biztonsági szint nem egységes, ezt a cikket nem lehet alkalmazni, hanem helyette összehangolt európai szabályozást kell létrehozni.

1988. decemberében a Belkereskedelmi Miniszterek Tanácsa (Council of Internal Market Ministers) formálisan elfogadta az Építési Termékdirektívát (Construction Product Directive), mely könnyíteni kívánta a közös európai belső piac 1993. január 1-jei hatályú létrehozását.

Ennek a direktívának az értelmében a tagállamok biztosítani fogják, hogy törvényi akadályok nem fogják hátráltatni az európai építőipari termékek cseréjét.

A Termékdirektíva csak alapvető követelményeket fogalmaz meg az épületekre és építőmérnöki szerkezetekre, melyekből a kereskedelmi forgalomba kerülő árukra vonatkozó követelmények származtathatók.

Az építőipari termékekre vonatkozó műszaki követelmények összehangolásának alapját, a különböző biztonsági követelmények szerinti csoportosítást majd értelmező dokumentumok fogják rögzíteni. Ezek az értelmező dokumentumok fogják képezni az alapot, melyen az Európai Szabványügyi Bizottság (CEN) készíti majd el az összehangolt Európai Szabványok rendszerét.

c) Eurocode szabványok és az Építési Termékdirektíva

Az eddig készített Eurocode szabványok nem illenek bele teljesen az Építési Termékdirektíva rendszerébe.

Nem értelmező dokumentumokról van szó, mivel egyrészt túl sok részletet tartalmaznak, másrészt viszont nem teljesegek, mivel például nem rendelnek határozott számszerű értéket a biztonsági tényezőkhöz. Összehangolt Európai Szabványok sem, mivel nem a Bizottság hivatalos felkérésére készültek, és nem a CEN készítette őket.

Akkor hát mi a státusuk?

A jelenlegi felfogás szerint a tagállamok hatóságai által hivatalosan elfogadott referenciadokumentumokként kívánnak szolgálni a következő célokra:

– mint eszköz arra, hogy velük kimutatható legyen, hogy az épületek és építőmérnöki szerkezetek a Termékdirektívában megfogalmazott alapvető követelményeknek megfelelnek;

– mint alap arra, hogy segítsék a magán- és állami beruházásokhoz és a kapcsolódó mérnöki szolgáltatásokhoz szükséges szerződések elkészítését;

– mint keretdokumentum arra, hogy Európai Szabványokat lehessen kidolgozni az építőipari termékekről és a különleges építési eljárásokról (és útmutatókat a műszaki javaslatok készítéséhez).

Az Eurocode program középpontjában egy olyan összehangolt és alapos tervezési előírásrendszer áll, mely kiterjed mindenféle épületre és egyéb építőmérnöki szerkezetre, mindenféle építőanyagra, minden építési eljárásra és az építés minden más lényeges, gyakorlati fontossággal bíró körülményére.

A már létező munkaterv megvalósítása és továbbfejlesztése érdekében a CEN felállított egy TC250 „Szerkezeti Eurocode szabványok” nevű Technikai Bizottságot, mely felelős a CEN minden szerkezeti szabványosítással kapcsolatos tevékenységéért.

Az Építési Termékdirektíva 1. számú értelmező dokumentuma megkülönböztet „A” típusú „Tervezési szabvány és gyártás”, illetve „B” típusú „Termékspecifikáció” szabványt. A CEN mindkét fajta szabvány kidolgozásával foglalkozik; az Eurocode szabványok az „A” típusba tartoznak.

A CEN által kidolgozott EN európai szabványok a CEN tagállamai számára kötelezőek (a CEN-nek jelenleg 18 tagállama van). Ezen országok szabványügyi hivatalainak az EN szabványokat nemzeti előírásokként kell megjelentetniük.

Az Eurocode szabványokat különleges jellegük miatt a CEN európai előszabványokként vagy kísérleti szabványokként (ENV) adja ki minden módosítás nélkül. Az ENV előszabványok nem kötelező érvényűek, és létezhetnek párhuzamosan a nemzeti szabványokkal. Kísérleti jelleggel 3 éves időtartamra jelennek meg, azután pedig, a kísérleti szakasz során szerzett tapasztalatok és a beérkező észrevételek figyelembevételével Európai Szabványokká (EN) dolgozzák át őket.

A „B” típusú szabványok „összehangolásának” jogi alapja az Építési Termékdirektíva. Az „A” típusú szabványok esetében azonban a Termékdirektíva nem alkalmas arra, hogy biztosítsa az összehangolt európai szabványok létrejöttét.

Az EKB ennek ellenére azt szeretné, ha a tagállamok közös tervezési előírásokat alkalmaznának, bár a Termékdirektíva alapján erre nem kötelezheti őket (az Eurocode szabványok ugyanis „A” típusúak).

Az összehangoltság akkor lesz teljes, ha a CEN minden egyes tagállama Európai Szabványként fogja alkalmazni az Eurocode szabványokat.

d) Nemzeti Alkalmazási Dokumentumok (NAD)

Mint már említettük, az ENV ideiglenes alkalmazásra szolgál, és nincs EN státusa.

Az Eurocode ENV előszabványban bizonyos paraméterek számszerű értékeit a CEN-tagállamok maguk vehetik fel, hogy ezzel nemzeti szabványaikhoz igazodhassanak. Az ENV időszak alatt ugyancsak hivatkozni kell segéddokumentumokra.

Mindezeket az információkat a Nemzeti Alkalmazási Dokumentum (National Application Document, NAD) tartalmazza.

A NAD célja az, hogy alapvető információkat rögzítsen (különösképpen a biztonság kérdésében), és hogy alkalmassá tegye az ENV-t arra, hogy az alapján az adott tagállamban épületek születhessenek. A NAD előírásai erősebbek az ENV ben találhatóéknál.

e) Az Eurocode program a CEN/TC250-ben

Az EU/EFTA és a CEN között létrejött szerződés alapján az Eurocode program a következő egységekből áll:

ENV 1991 - Eurocode 1: A tervezés alapjai és a tartószerkezeteket érő hatások (EC1)

1. rész: A tervezés alapjai
- 2.1. rész: Sűrűségek, önsúlyterhek és hasznos terhek
- 2.2. rész: A tűznek kitett tartószerkezeteket érő hatások
- 2.3. rész: A hőteher
- 2.4. rész: A szélteher
- 2.5. rész: Hőmérsékleti hatások
- 2.6. rész: Terhek és terhelő alakváltozások a megvalósítás során
- 2.7. rész: Rendkívüli hatások
3. rész: Hidak járműterhei
4. rész: A silókat és tartályokat érő hatások
5. rész: Daruk és gépi berendezések által okozott hatások.

A többi Eurocode (EC2-EC9) egyrészt hivatkozik az Eurocode 1-re a szerkezeteket terhelő hatásokkal kapcsolatosan, másrészt az európai anyagszabványokra (melyeket majd a CEN fog kidolgozni) vagy európai műszaki javaslatokra.

A jelen tervek szerint az Eurocode 3 a következő részekből fog állni:

EN 1993 - Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése (EC3)

- 1.1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- 1.2. rész: Tűzzel szembeni ellenállás
- 1.3. rész: Hidegen alakított vékonyfalú elemek és héjazatok
- 1.4. rész: Rozsdaallo acélok
- 1.5. rész: Síkjukban terhelt lemezek
- 1.6. rész: Hejszerkezetek
- 1.7. rész: Síkjukra merőlegesen terhelt lemezek
- 1.8. rész: Kapcsolatok
- 1.9. rész:
- 1.10. rész: Faradasvizsgálatok
- 1.11. rész:
2. rész: Acelhidak
3. rész: Tornyorok, antennatornyok és kémények
4. rész: Tartályok, silók és csővezetékek
5. rész: Cölöpök
6. rész: Daruszerkezetek

Az Eurocode 4 részei pedig:

EN 1994 - Eurocode 4: Betonnal együttműködő acélszerkezetek tervezése (EC4)

- 1.1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó előírások
- 1.2. rész: Tervezés tűzhatásokra
2. rész: Hidak

Az Eurocode szabványok szövege megkülönböztet alapelveket és alkalmazási szabályokat. Az Eurocode szerinti tervezéskor az alapelveket mindig be kell tartani, míg az alkalmazási szabályok helyett egyedi esetekben más ekvivalens eljárások is alkalmazhatók, amennyiben megmutatható, hogy azok összhangban vannak az

alapelvekkel. Az Eurocode-on belüli különböző előírások alkalmazásának a lehetőségével is szeretnék a szabvány készítői az előírások rugalmasságát biztosítani.

A szerkezeti Eurocode szabványok megalkotásával egy modern, a szakma eddig elért eredményeit tükröző, alapos előírásrendszer kerül a mérnökök kezébe.

A szabványok kiállításában szeretnék egyrészt figyelembe venni a biztonság vonatkozásait és az állami és magánmegrendelők gazdaságossággal és használhatósággal kapcsolatos érdekeit, másrészt szeretnék biztosítani mind a tervező szükséges szabadságát, mind az építőipari technológia újításainak alkalmazhatóságát.

H.12.2 Tervezési alapelvek

a) Általános elvek

Az Eurocode szabványok a ma rendelkezésre álló legmodernebb tudományos eredményeken alapulnak.

A biztonság kérdésében az Eurocode 3 és 4 a modern, valószínűség-elméleti alapokon nyugvó módszereket hasznosítja. A vizsgálatok matematikai modelljének megfogalmazásakor figyelembe kell venni, hogy az egyes mennyiségek valószínűségi változók, amelyek csak valamilyen eloszlásfüggvény segítségével adhatók meg. Egy adott valószínűségi változó eloszlásfüggvényeinek paramétereit nevezzük valószínűségi változó által leírt mennyiség reprezentatív értékeinek. A karakterisztikus érték általában a valószínűségi változó egy adott kvantiliséhez tartozó értéket jelenti. (A valószínűségi változó adott p %-os kvantilise a valószínűségi változó azon értéke, amelynél kisebb értékek előfordulási valószínűsége éppen p %.) Elvileg minden változónak van egy *alsó* és egy *felső* karakterisztikus értéke, ezek közül általában csak az egyiket használjuk. Bizonyos esetekben (pl. geometriai méreteknél) a karakterisztikus érték az átlagértékkel egyezik meg. Terhek esetén általában a *felső*, ellenállások esetében általában az *alsó* karakterisztikus értéket használjuk.

Az Eurocode 3 és 4 parciális biztonsági tényezőket alkalmaz mind a megfelelő szerkezeti analízissel előállított igénybevételek, mind a tervezési ellenállások esetén.

$$S_d \leq R_d,$$

ahol S_d az igénybevételek tervezési értéke, R_d a tervezési ellenállás.

A tervezési érték az alsó karakterisztikus érték biztonsági tényezővel való osztásával, ill. a felső karakterisztikus érték biztonsági tényezővel való szorzásával állítható elő.

Valamely hatás F_d tervezési értéke a következő általános képlet szerint vehető figyelembe:

$$F_d = \gamma_F \cdot F_k,$$

ahol γ_F az adott hatáshoz tartozó parciális biztonsági tényező, F_k pedig az adott hatás karakterisztikus értéke.

Az anyagjellemzők tervezési értékét a következő általános képlet szerint számíthatjuk:

$$X_d = X_k / \gamma_M,$$

ahol γ_M az adott anyagjellemzőhöz tartozó parciális biztonsági tényező, X_k az adott anyagjellemző karakterisztikus értéke.

Az igénybevételek tervezési értékét a következő összefüggés adja:

$$S_d = E(\sum \gamma_F \cdot F_k);$$

az ellenállás tervezési értékét pedig a következő:

$$R_d = R(X_d \dots a_d).$$

Acélszerkezetek és együttdolgozó szerkezetek esetén a tervezési ellenállást általában közvetlenül az anyagjellemzők és a geometriai méretek karakterisztikus értékeiből számítjuk:

$$R_d = R(X_k \dots a_k) / \gamma_M,$$

ahol γ_M az adott ellenálláshoz tartozó parciális biztonsági tényező.

b) Parciális biztonsági tényezők

A parciális biztonsági tényezők a H.12.1. táblázatban összefoglalt megfontolásokról származnak.

H.12.1. táblázat. A parciális biztonsági tényezők tartalma

A teher biztonsági tényezői: γ_F	teherkombinációk: ψ_0 , teher leírásának pontossága: γ_f
A számítási modell bizonytalanságai: γ_M	szerkezeti: γ_{sd} , anyagi: γ_m
Ellenállások biztonsági tényezői: γ_{Rd}	az anyag szilárdsági jellemzőinek bizonytalanságai: γ_{Rd} , gyártási mérettűrések

A Koordinációs Csoport által javasolt ellenőrzési eljárás alapján az Eurocode 3 Szövegező Testülete kidolgozott egy eljárást arra, hogyan lehet mérési eredményekből az ellenállások karakterisztikus értékeit, tervezési értékeit és a γ_M parciális biztonsági tényezőket meghatározni. Ezt az eljárást sikerrel alkalmazták az Eurocode 3-ban szereplő több ellenállás (csavarok, hegesztési varratok, oszlop-gerenda kapcsolatok, oszlopok kihajlása, kifordulás, horpadás stb.) esetén is.

Az előbb részletezett eljárás alapuló számítások, melyek az Eurocode 3 legtöbb előírásának alapját képezik, garantálják az egységes biztonsági szintet, melyet a $\beta = 3,8$ érték jellemez.

Ezt a kiértékelő eljárást az Eurocode 3 „Z” melléklete tartalmazza.

c) Hatások kombinációja

Az Eurocode szabványokban a hatások kombinációi a teherbírási és a használhatósági határállapotokhoz vannak megadva.

Kombinációs, gyakori és kvázitartós értéke általában csak terheknek (hatásoknak) van és ezek is a karakterisztikus értékekből számíthatók:

$\psi_0 \cdot F_k$ – kombinációs érték;

$\psi_1 \cdot F_k$ – gyakori érték;

$\psi_2 \cdot F_k$ – kvázistatikus érték.

A határállapotokat különböző tervezési állapotokban lehet megvizsgálni:

– tartós állapotban: a szerkezet rendeltetésszerű használata körülményei között;

– ideiglenes állapotban: gyártás, szállítás, szerelés, felújítás stb. közben;

– rendkívüli állapotban: rendkívüli terhek (pl. földrengés, katasztrófaszerű szél, robbanás) esetén.

A teherbírási határállapotban a következő kombinációt kell figyelembe venni:

$$\sum \gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i},$$

ahol:

G_k az állandó hatások karakterisztikus értéke,

Q_{k1} az egyik változó hatás karakterisztikus értéke (kiemelt hatás),

$Q_{k,i}$ a többi változó hatás karakterisztikus értéke (egyidejű hatások),

γ_G, γ_Q parciális biztonsági tényező az állandó és a változó terhekhez,

ψ_0 kombinációs (egyidejűségi) tényező (<1).

A hatások parciális biztonsági tényezőjére javasolt értékek figyelembe vételével:

$$\sum 1,35 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k1} + \sum 1,5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}.$$

$\psi_{0,i} \cdot 1,5$ általában 1-gyel egyenlő.

(Magasépítési szerkezetekre egyszerűsítésképpen a fenti összefüggés helyettesíthető az alábbi kettő közül azzal, amelyik a nagyobb értéket adja:

$$\sum 1,35 \cdot G_{k,i} + 1,5 \cdot Q_{k1},$$

vagy

$$\sum 1,35 \cdot G_{k,i} + \sum 1,35 \cdot Q_{k,i} \quad (0,9 \cdot \sum 1,5 \cdot Q_{k,i}).$$

Ugyanez a megközelítés érvényes a használhatósági határállapotokra is, ahol a γ_G és γ_Q biztonsági tényezők egységgel egyenlők.)

d) A parciális biztonsági tényezők ajánlott értékei

(di) Hatások parciális biztonsági tényezői

Állandó hatások: Kedvező hatás: $\gamma_Q = 1,0$

Kedvezőtlen hatás	$\gamma_Q=1,35$
Változó hatások: Kiemelt változó hatás:	$\gamma_Q=1,5$
Egyidejű változó hatások:	$\gamma_Q=1,5$

(dii) Ellenállások parciális biztonsági tényezői

1., 2. és 3. osztályba tartozó keresztmetszet:	$\gamma_{M0}=1,10$
4. osztályba tartozó keresztmetszet:	$\gamma_{M1}=1,10$
rudak ellenállása kihajlásra:	$\gamma_{M1}=1,10$
a gyengített keresztmetszet ellenállása csavarlyukaknál:	$\gamma_{M2}=1,25$
kapcsolatok ellenállása:	$\gamma_{M2}=1,25$

H.12.3 Anyagok

Az Eurocode 3 és 4 szabványokban adott anyagi jellemzők névleges értékek, melyeket a tervezéskor karakterisztikus értéként kell figyelembe venni (pl. H.12.2. táblázat).

H.12.2. táblázat. Az EN 10025 és a prEN 10113 szerinti szerkezeti acélok f_y folyáshatárának és f_u szakítószilárdságának névleges értékei

Névleges acélminőség	vastagság t [mm]*			
	$t \leq 40\text{mm}$		$40\text{mm} < t \leq 100\text{mm}^{**}$	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025				
S 235	235	360	215	340
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	490
prEN 10113				
S 275	275	390	255	370
S 355	355	490	335	470

* t az elem névleges vastagsága
** 63mm a prEN 10113-3 szerinti TM szállítási osztályba tartozó lemez jellegű acéltermékekre

Alternatívaként használhatók az EN 10025-ben és a prEN 10113-ban adott értékek is, melyek nagyobb vastagságtartományt ölelnek fel.

Szerkezetek vagy elemeik globális számításakor abban az esetben alkalmazható képlékeny analízis, ha ütközéses tönkremenetel következik be, valamint az acélanyag a következő követelményeket is teljesíti:

– Az f_u minimális szakítószilárdság és a minimális folyáshatár arányára fennáll a következő:

$$f_u / f_y \geq 1,1$$

– Az $5,65\sqrt{A_0}$ hosszban mért szakadási nyúlás (ahol A_0 az eredeti keresztmetszeti terület) legalább 15%.

– A σ - ε diagram olyan, hogy az f_u szakítószilárdsághoz tartozó ε_u szakadási nyúlás legalább 20-szorosa az f_y folyáshatárhoz tartozó ε_y nyúlásnak.

A 2.9.3. táblázatban található anyagokról feltehető, hogy teljesítik ezeket a követelményeket.

Ami a nagyszilárdságú acélokat illeti, az EC3 2. füzeté tartalmaz információkat az S460-as acéla.

A EC3 2. füzetének tájékoztató „C” melléklete eljárást közöl a rideg törésre való tervezéshez. Az eljárás az üzemi feltételek, a terhelési sebesség és a tönkremenetel következményei függvényében adott acélminőségre és lemezvastagságra megadja a legalacsonyabb üzemi hőmérséklet értékét.

EC3 2. füzetének 3. fejezete egy táblázatot közöl, mely megadja a -50°C legalacsonyabb üzemi hőmérsékletre tartozó maximális lemezvastagságokat az acélminőség függvényében.

Az acélanyag rugalmassági modulusa $E = 210000 \text{ N/mm}^2$, lineáris hőtágulási együtthatója pedig $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

H.12.4 Használhatósági határállapot

A használhatósági határállapot szerinti ellenőrzéshez az Eurocode 3 különböző lehajlási határértékeket állapít meg gerendák esetére, melyeket a felsorozatlan teherértékekből kell számítani, és szabályozza mind az állandó, mind a változó lehajlás mértékét.

A használhatósági határállapot keretében hidaknál vizsgálni kell a gerinclemez „breathing” hatásból származó viselkedését, amely a teher ismétlődéséből keletkezhet és a gerinclemez horpadásjellegű tönkremenetelét jelenti. A vasúti hidaknál vizsgálni kell a zaj keletkezésének körülményeit és korlátozásának formáit, közúti hidaknál a pályalemez merevségét és az aszfaltréteg viselkedését, ehhez minimális ortotrop borda merevséget ír elő. Foglalkozik az EC3 2. füzet a gyaloghidak speciális problémáival is.

A használhatósági határállapotban vizsgálni kell a hidak rezgéseit is.

H.12.5 Teherbírási határállapot

Az Eurocode 3 2. füzetében teherbírási határállapot szerinti ellenőrzésre adott módszerek teljesebbek és következetesebbek talán valamennyi létező méretezési szabványénál.

Az ellenőrzésnek a következőkre kell kiterjednie:

- statikai egyensúly és a teljes szerkezet stabilitása,
- keresztmetszetek ellenállása,
- rudak (elemek) ellenállása,
- karcsú lemezek ellenállása nyírásra a hajlítás és/vagy nyomás figyelembevételével vagy anélkül,
- kapcsolatok ellenállása.

a) Számítási módszerek

Statikailag határozatlan szerkezetek igénybevételeinek meghatározására általában rugalmas globális számítás alkalmazható. (Speciális, ütközés hatására kialakuló határállapot vizsgálható képlékeny számítás alapján.) A szabvány megkülönböztet elsőrendű elmélet szerinti számítást, ahol a szerkezet eredeti geometriáját használjuk, illetve másodrendű elmélet szerinti számítást,

mely figyelembe veszi a szerkezet terhelés hatására bekövetkező deformációit.

Osztályozás szolgál arra, hogy a kapcsolatok várható viselkedése alapján a szerkezetekhez hozzárendeljük az alkalmazható globális számítás típusát.

Az Eurocode 3 egyik különleges vonása az, hogy az egyszerű és a folytatólagos szerkezet mellett megkülönböztet részlegesen folytatólagos szerkezeteket, ennek során figyelembe kell venni, hogy a kapcsolatok részleges szilárdságúak.

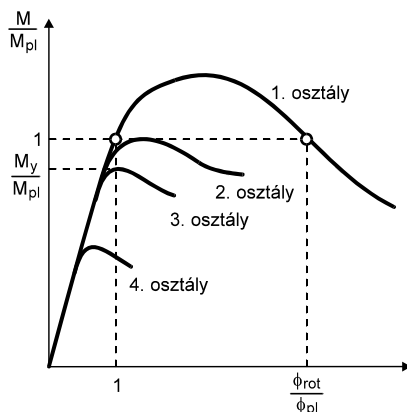
b) Imperfekciók

Az imperfekciókat a szerkezetek számításában, a merevítő rendszerek (rácsozások) számításában és az elemek tervezésében kell figyelembe venni.

A merevítő rácsozások esetében figyelembe kell venni a merevítendő elem imperfekcióját vagy kezdeti görbeségét. Az elemek tervezésekor figyelembe veendő imperfekciókat általában tartalmazzák a szabványban adott kihajlási (kifordulási, lemezhorpadási) képletek.

c) Keresztmetszetek osztályozása

A rudak keresztmetszetét négy osztályba soroljuk annak alapján, hogyan viselkednek lokálisan öv- vagy gerinclemezeik nyomásra (H.12.1. ábra).



H.12.1. ábra. Keresztmetszetek osztályozása

– Az 1. keresztmetszeti osztályba tartoznak azok a keresztmetszetek, melyekben a képlékeny vizsgálat által megkívánt elfordulási képességgel képlékeny csuklók alakulhatnak ki.

– A 2. keresztmetszeti osztályba tartoznak azok a keresztmetszetek, melyekben a képlékeny nyomatéki ellenállás kialakulhat, de elfordulási képességük korlátozott.

– A 3. keresztmetszeti osztályba tartoznak azok a keresztmetszetek, melyekben a számított nyomott szélsőszálfeszültség a folyási szilárdságot elérheti, de helyi lemezhorpadás megakadályozza a képlékeny nyomatéki ellenállás kifejlődését.

– A 4. keresztmetszeti osztályba tartoznak azok a keresztmetszetek, melyekben a nyomatéki, illetve a nyomási ellenállás meghatározása során a helyi horpadás hatására kifejezetten tekintettel kell lenni.

A keresztmetszet osztályba sorolását legkedvezőtlenebb nyomott vagy hajlított lemezének (övének vagy gerincének) osztálya adja, ezen lemezek osztályba sorolását pedig szélesség-vastagság arányuk és feszültségeloszlásuk határozza meg.

A keresztmetszetek lemezelemeinek vastagság-szélesség arányaira vonatkozó határértékeket a rendelkezésre álló összes kísérleti eredmény figyelembevételével határozták meg. Összetett igénybevétel esetén a táblázatok segítségével a lemezelemeket nyomásra és hajlításra egymástól függetlenül lehet besorolni. A 4. osztályba tartozó keresztmetszetek ellenállását a hatékony keresztmetszetek elve alapján csökkentett keresztmetszeti geometria, de változatlan szilárdsági jellemzők segítségével kell meghatározni.

d) Keresztmetszetek és rudak ellenállása

(di) Keresztmetszetek

A keresztmetszet nyomott zónájában a csavarlyukak okozta gyengítést nem vesszük figyelembe, míg a húzási ellenállást egyrészt a teljes keresztmetszet képlékeny húzási ellenállása (a folyási szilárdság alapján számítva), másrészt a 90%-kal csökkentett és nagyobb biztonsági tényezővel számított, a gyengített keresztmetszetre vonatkoztatott húzási ellenállás (a húzási határszilárdság alapján számítva) kisebbike adja. A gerinclemezek nyírási ellenállását a csavarlyukak gyengítése miatt nem kell csökkenteni, amennyiben a gyengített és a teljes keresztmetszeti terület aránya legalább akkora, mint a folyási szilárdság és a szakítószilárdság aránya. Az elem végét azonban ellenőrizni kell nyírási kizakadásra.

A nyírásnak a képlékeny nyomatéki ellenállásra gyakorolt hatását akkor kell figyelembe venni, ha a nyíróerő nagysága legalább a fele a nyírási ellenállásnak; a csökkentett nyomatéki ellenállás számításához a szabvány parabola-sokszög alakú interakciós görbét ír elő.

(dii) Rudak

A nyomott rudak kihajlásvizsgálata az ECCS 1978-as ajánlásában szereplő európai oszlopkihajlási görbéken alapszik, melyeket különböző keresztmetszetű, különböző gyártási eljárással és anyagból készített nagyszámú próbatesten végzett kísérlet statisztikai kiértékelésével állítottak fel. Négy kihajlási görbe van, melyek között a keresztmetszet alakja és a hajlítás síkja alapján kell választani. A kihajlási hossz segítségével egy redukált karcsúságot kell számítani, melyre vonatkozóan az EC3 „E” melléklete ad összefüggéseket. A redukált karcsúság és a vonatkozó kihajlási görbe alapján adódik a kihajlási csökkentő tényező, mellyel a keresztmetszet nyomási ellenállását megszorozva számítható a rúd kihajlási ellenállása.

A kifordulási ellenállás számításához ugyanezeket az oszlopkihajlási görbéket használjuk, melyhez egy helyettesítő rúdkarcsúságot kell először számítani. Ennek meghatározásához az EC3 „F” melléklete ad összefüggéseket, melyek a gerenda rugalmas kifordulási kritikus nyomatéka, a terhelés módja és a csavarással

szembeni megtámasztás függvényében szolgáltatják a helyettesítő rúdkarcsúságot. Ha ez az érték 0,4-nél kisebb, a nyomatéki ellenállást a kifordulás miatt nem kell csökkenteni.

H.12.6 Kapcsolatok

Mint ahogy ez a témakör az acélszerkezetek gazdaságossága szempontjából nagyon fontos, az Eurocode 3 2. füzeté szokatlanul nagy fejezetet szentel a kapcsolatoknak.

A csavarozott kapcsolatokat 5 csoportba sorolják annak alapján, hogy a csavarok húzásra vagy nyírásra vannak-e igénybevéve, vagy megcsúszásnak ellenálló előfeszített súrlódásos kapcsolatban vesznek-e részt. Azokon a helyeken, ahol a gerenda végén bizonyos mértékű elfordulás szükséges, a kialakuló nagyobb deformációk kedvező hatását a kapcsolatok méretezésénél is tekintetbe vesszük. A hegesztett kapcsolatokra vonatkozó előírások alapját az oldal- és homloksarokvarratokra, hosszú átlapolásos kapcsolatokra és a szakaszos varratokra vonatkozó rendelkezésre álló kísérleti eredmények képezik.

Az oszlop-gerenda kapcsolatok viselkedését a nyomaték-elfordulás jelleggörbe határozza meg, mely általában nemlineáris, de a gyakorlatban az egyszerűség kedvéért többnyire bi- vagy trilineáris görbével közelítjük. Ilyen módon az általánosan használatos csuklós és sarokmerev kapcsolatok mellett a félmerev kapcsolatok is szerephez jutnak. Ezzel a szabványnak nem az a célja, hogy ezután sarokmerev vagy csuklós kapcsolatokat ne tervezzünk, hanem a kettő között egy új választási lehetőséget kíván a tervező kezébe adni. Ez lényeges kérdés, mivel a parciális biztonsági tényező méretezési eljárás megköveteli a kapcsolatok reális viselkedésen alapuló kezelését.

Az oszlop-gerenda kapcsolatokat a következőképpen osztályozzuk:

- a nyomatéki ellenállás alapján: teljes szilárdságú, részleges szilárdságú vagy névlegesen csuklós;
- az elfordulási merevség alapján: merev, félmerev vagy névlegesen csuklós.

Az Eurocode 3 tartalmazza azokat a kritériumokat, melyek alapján egy adott kapcsolat mindkét szempont alapján besorolható.

H.12.7 Gyártás és szerelés

Az Eurocode 3 2. füzeté egy fejezetet szentel azoknak a gyártás és szerelés terén megkívánt minimális minőségi követelményeknek, amelyek biztosítják a szabvány tervezési feltételezéseinek kielégülését, ennél fogva a szerkezeti biztonság tervezett szintjének elérését.

H.12.8 Fáradás

Az Eurocode 3 2. füzetének fáradással foglalkozó előírásai csak olyan anyagminőség, csavaranyag-minőség és hegesztési eljárás alkalmazása mellett érvényesek, melyeket az EC3 3. fejezete („Anyagok”) tartalmaz. A

számított feszültségeknek az anyag rugalmassági határain belül kell lenniük, és feszültségtartományuk nem haladhatja meg a folyási szilárdság értékének 1,5-szörösét. A korrózióknak és a magas hőmérsékleti viszonyoknak a fáradási élettartamra gyakorolt hatásával a szabvány nem foglalkozik.

A fáradásvizsgálathoz rendelt megkívánt biztonsági szintet egy γ_{Ff} teherszorító és egy γ_{Mf} fáradási szilárdsághoz tartozó biztonsági tényező biztosítja. γ_{Ff} -fel a tervezési feszültségtartományt kell szorozni, γ_{Mf} -fel pedig a fáradási szilárdságot osztani.

Hacsak nincs más előírás, a fáradási teherhez $\gamma_{Ff} = 1,0$ tartozik.

Azokra a szerkezeti elemekre, melyek helyi tönkremenetele nem vezet a szerkezet katasztrófászerű tönkremeneteléhez („törésbiztos” elemek), ha a szerkezeti elemet rendszeresen ellenőrzik és karbantartják, $\gamma_{Mf} = 1,0$ hozzáférhető csomóponti részletek, $\gamma_{Mf} = 1,15$ rosszul hozzáférhető csomóponti részletek esetén. Ugyanezek az értékek „nem törésbiztos” szerkezeti elemekre, melyek tönkremenetele az egész szerkezet fokozatos tönkremeneteléhez vezet, az előbbi feltételek mellett $\gamma_{Mf} = 1,25$, illetve $\gamma_{Mf} = 1,35$.

A fenti γ_{Ff} és γ_{Mf} értékek ajánlott értékek.

A névleges normálfeszültségi tartományra vonatkozó fáradási szilárdság értékeit $\log \Delta \sigma_R - \log N$ görbék formájában tartalmazza a szabvány, melyek mindegyike egy-egy meghatározott részletosztályhoz tartozik. Minden részletosztályt egy szám jelöl, mely a vonatkozó $\Delta \sigma_c$ fáradási szilárdság $2 \cdot 10^6$ ismétlődési számhoz tartozó kerekített értékét jelenti N/mm^2 (MPa) egységben. A fáradási szilárdsági görbéket a következő egyenlet definiálja:

$$\log N = \log a - m \cdot \log \Delta \sigma_R,$$

ahol:

- N a feszültségtartományhoz tartozó ismétlődési szám;
- m a görbék konstans meredeksége ($m = 3$);
- $\log a$ a görbe adott szakaszához tartozó konstans.

Ezek a görbék kísérleti eredményeken alapulnak, így a következő hatásokat is tartalmazzák:

- a varratgeometria miatti feszültségkoncentráció,
- az elfogadható diszkontinuitások mérete és alakja,
- a feszültség iránya,
- sajátfeszültségek,
- metallurgiai feltételek,
- hegesztési eljárás és a varrat utólagos megmunkálása.

A nem zárt szelvényből kialakított szerkezeti részleteket a szabvány 5 osztályba sorolja:

- hegesztés nélküli részletek,
- hegesztett szelvény,
- keresztirányú tompavarrat,
- ráhegesztések (nem teherviselő varratok),

– hegesztett kapcsolatok (teherviselő varratok).

Az egyes osztályokon belül kategóriák vannak, melyeket a kiválasztást biztosító részletes táblázatok adnak meg, és melyeket egy kategóriaszám jelöl. Ez a szám (azaz $\Delta\sigma_c$ értéke) 36 és 160 N/mm² között változik (14 kategória). A görbék meredeksége $m=3$ egészen a $\Delta\sigma_D$ konstans amplitúdójú fáradási határig, mely az $N = N_D = 5 \cdot 10^6$ ismétlési számhoz tartozó fáradási szilárdság; $m=5$ a meredekség értéke $\Delta\sigma_D$ és $\Delta\sigma_L$ között, ahol $\Delta\sigma_L$ a levágási („cut-off”) határ, mely az $N = N_L = 10^8$ ismétlési számhoz tartozó fáradási szilárdság. A levágási határ alatti feszültségtartományok hatása elhanyagolható.

A névleges nyírófeszültségi tartományokhoz tartozó fáradási szilárdságot a szabvány $\log\Delta\tau - \log N$ görbék formájában tartalmazza, melyeknek meredeksége $m=5$ állandó érték egészen az $N_L = 10^8$ ismétlési számnál értelmezett levágási határig. Itt csak 2 részletkategória van. Zárt szelvényekre és zárt szelvények csomópontjaira is tartalmaz a szabvány hasonló fáradásiszilárdság-görbéket.

Azokra a szerkezeti kialakításokra, melyek a táblázatokban nem szerepelnek, a fáradásvizsgálatot a geometriai feszültségtartományon alapuló eljárással kell elvégezni. A hegesztési varratokra mindössze 3 kategória van aszerint, hogy a varrat teljes vagy részleges beolvadású-e, illetve hogy milyenek a varrattal szemben támasztott minőségi követelmények.

H.12.9 Hazai helyzetkép, összehasonlító megjegyzések

1991-ben Magyarország csatlakozott az EFTA országcsoporthoz, így bekapcsolódott az Európai Unió szabványosítási folyamatába is. A bekapcsolódás eredményeként a Magyar Szabványügyi Testület megbízásából a hazai Műszaki Szakértői Bizottság megvitatta és jóváhagyta az Eurocode szabványok i magyar változatát:

A dolog természetéből adódóan teljes körű áttekintés nem adható a hazai és a nemzetközi szabványok összehasonlítását illetően, azonban néhány fontos vonás mégis kiemelhető.

(i) A hazai szabvány előkészületi munkálatai során számos fontos tudományos eredmény ismert volt, így azok beépíthetők voltak az MSZ előírásaiba.

A biztonság modern megfogalmazásának, illetve alkalmazásának nagy hagyományai vannak hazánkban [KORÁNYI, 1949]. A biztonság félvalószínűségi módszerrel való tárgyalása igen elterjedt, építményeink jelentős részét ma az ún. osztott biztonsági tényezős módszer alapján méretezzük.

Az Eurocode is elfogadja a valószínűségi módszerrel történő méretezés elvét, és bevezeti a parciális biztonság megfogalmazását, melyet a törekvéseit tekintve a

legteljesebb vizsgálati módszerekkel állapít meg. Az elmúlt években összegyűjtötték és elemezték az acélszerkezetekre, az acél szerkezeti elemekre, rudakra, kapcsolatokra és azok összeépítése révén készülő szerkezetekre vonatkozó kísérleti vizsgálatok eredményét, alaposan megvizsgálták a különböző terhelések, hatások eloszlását, intenzitását, tulajdonságait. Az eredmények statisztikai módszerekkel történő elemzését, valamint kalibrációs és szimulációs vizsgálatokat hajtottak végre, így alakították ki az Eurocode szabvány előírásait [JANSS, 1994].

A hazai szabványok a biztonsági tényezők rendszerét elsősorban mérnöki megfontolások, tapasztalatok alapján határozták meg, míg az Eurocode parciális biztonsági tényezős koncepciójához az előzőek hangsúlyozott figyelembevétele mellett, igen jelentős mennyiségű kísérleti vizsgálat, mérés eredményét használták fel. Ez a kísérleti adatbázis és ennek modern matematikai eszközökkel való feldolgozása képezi az alapját az Eurocode méretezési szabályzatoknak.

(ii) Az acél keresztmetszetek ellenállásának meghatározását a két szabvány azonos módon írja elő, jelentős különbség van azonban a hosszú lemezcsik lemezhorpadásának kezelésében. A hazai szabályzat elkülönített horpadásvizsgálatot ír elő az acél keresztmetszetek lemezelemeinek vizsgálatára, mégpedig oly módon, hogy általános esetekre a lineáris vizsgálat módosítását veszi figyelembe. Az Eurocode az együttműködő lemezszélesség bevezetésével egységesíti az acél keresztmetszetek ellenállásának vizsgálatát, a lemezek horpadásának hatását az effektív geometriai tényezők segítségével beépíti a szilárdsági vizsgálatokba.

(iii) A két szabvány azonos elvek alapján használja az ún. imperfekt modellt, mely a modern stabilitásvizsgálat elveire épül [IVÁNYI, 1992]. Az Eurocode a merevítő rendszerekre is alkalmazza ezt az elvet, az alkalmazás feltételei ennyiben térnek el a két szabványban.

(iv) A két szabvány között a legjelentősebb különbség a kapcsolatok vizsgálatában, azok hatásainak figyelembevételében van. Az MSZ a hagyományos, csuklós és befogott (sarokmerv) keretsarok-változatokkal foglalkozik csupán, míg az Eurocode bevezeti az elfordulási merevség, az ellenállás és az elfordulási képesség fogalmát, és módszereket ad a csuklós és befogott (sarokmerv) kapcsolatok méretezése mellett az ún. félmerv és részleges szilárdságú kapcsolatok vizsgálatára, hatásuk elemzésére [MAZZOLANI, 1992].

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.

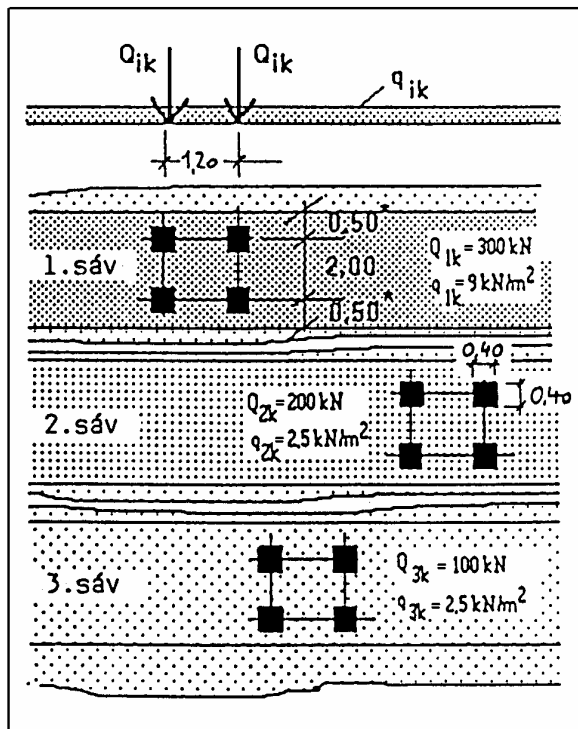
Ezek a forgalmi adatok (H.12.2. ábra) egészen újak és a forgalom jövőbeni összetételére is utalnak.

Az Eurocode 1 szerint javasolt teher – mely forgalmi sávonként más és más – a H.12.3. ábrán látható.

A H.12.4. ábrán a különböző országok terhelési szabványai alapján számolt nyomatók hasonlították össze az 1988. évi, majd az 1992. évi Eurocode teherből számítottal (EC 88, EC 92 vonalak). A javasolt Eurocode

	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

H.12.2. ábra. A közúti teher modell meghatározásához alapul vett Párizs–Lyon közötti közút teherforgalmának jellemzői

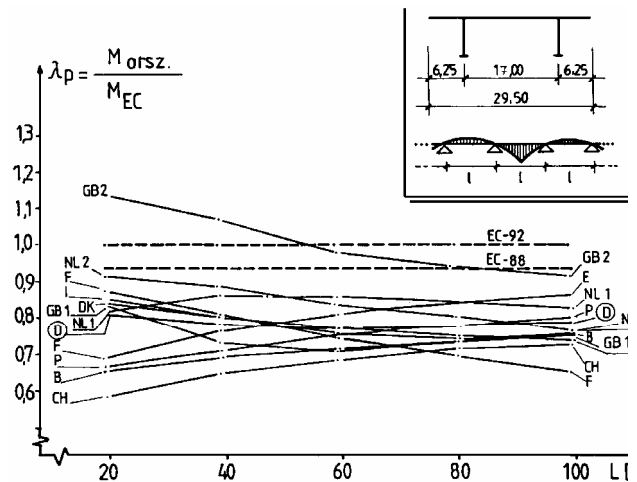


H.12.3. ábra. Az Eurocode 1 közútiteher-modellje



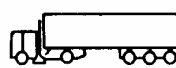
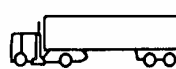

teherből származó nyomatók általában nagyobb az egyes országok terheléseiből származónál, és leginkább a British Standard szerinti terheléshez hasonlít.

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.



H.12.4. ábra. A különböző országok terhelési előírásai szerint és az Eurocode alapján meghatározott mezőnyomatók 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	37%
	3,20 5,50 1,30	70 120 90 90	23%
	4,20 1,30 3,50 4,50	70 90 100 100	13%

H.12.5. ábra. A részletes fáradásvizsgálat közúti járműterhei

H.12.11 Vasúti terhek

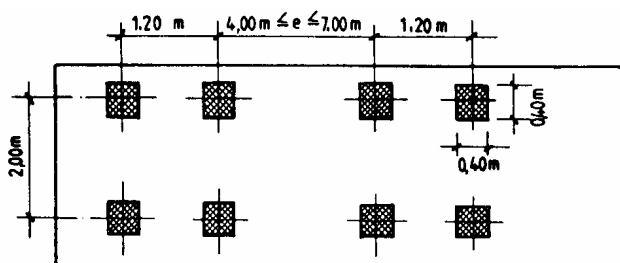
[SPINDEL, TSCHUMI, 1992] [KOLLER, 1993]

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 hídon különböző típusú vasúti szerelvények közlekednek, melyeknek főbb jellemzőit a H.12.3. táblázat tartalmazza.

H.12.3. 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



H.12.6. ábra. Egységes járműteher fáradásvizsgálathoz

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 H.12.7. ábra.

2.9.3.12 Szélterhek

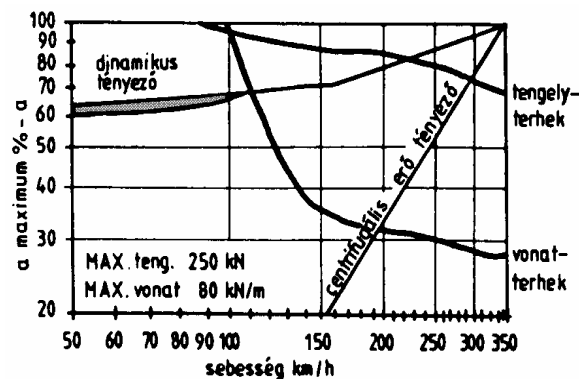
A szélességeket az egyes országok térképein adják meg a helytől függően, 50 év időtartam alatti előfordulás alapján [RUSCHEWEYH, 1992].

A szélterhek meghatározására kétféle módszert ajánlanak:

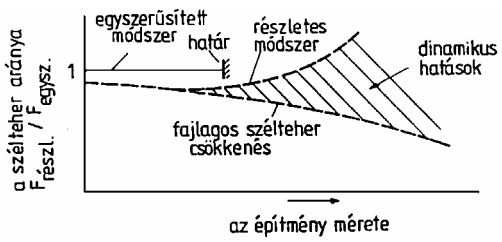
- egyszerűsített módszer,
- részletes módszer.

Az egyszerűsített módszer nem veszi figyelembe a szél dinamikus hatásait (H.12.8. ábra). Ez a módszer elsősorban olyan kisebb építményeknél alkalmazható, ahol a szél hatása nem jelentős

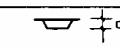
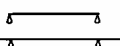
A részletes módszert a számítógéppel történő számításához megfelelő formában adják meg. Magas építményeknél, hidaknál az egyszerűsített módszer alkalmazhatóságának feltételeit a H.12.9. ábra adja meg.



H.12.7. ábra. A dinamikus tényező, a centrifugális erő és a vasúti teher változása a sebesség függvényében



H.12.8. ábra. Az egyszerűsített és a részletes módszerrel meghatározott szélterhek aránya az építmény mérete növekedésének függvényében

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

H.12.9. ábra. Hidak és magas függőleges építmények szélterhének egyszerűsített módszerrel történő meghatározásának feltételei

H.13. Hídvizsgálat

H.13.1 A hidak hibái és ezek okai

Az utóbbi években világszerte szaporodtak a hidakon észlelt károk, és nem egy esetben kellett jelentős hidakat átépíteni. A hibák okainak egyik lehetséges csoportosítása a következő [TRÄGER, 1988]:

Tervezési hibák:

- szerkezettervezési hibák (Gerber-csulók alkalmazása vasbeton hidakhoz, rövid konzolok);
- a dilatációs szerkezetek nem megfelelő leerősítése.
- a hőmérséklet-változás okozta mozgás helytelen figyelembevétele;
- a túlzott takarékosagra ösztönző előírások kihasználása a szélső határig (pl. nagyon vékony acél és feszített vasbeton, gerinc, csekély betonfedésű vasbeton);
- a kellő mélységű ismeretek hiánya egyes új szakterületeken;
- a víz elleni védelem fontosságának elhanyagolása;
- a fenntartás lehetőségének elmulasztása;
- nem elég részletes technológiai utasítások;

Kivitelezési hibák:

- nem megfelelő méretek (pl. alaptest);
- nem megfelelő minőség (pl. kis betonszilárdság);
- betonbedolgozási és injektálási hiányosságok;
- saruk, dilatációs szerkezetek pontatlan elhelyezése;
- szigetelések, burkolatok, munkahézagok hibái.

Fenntartási hibák:

- a tisztántartás elmulasztása (pl. saruk mozgását akadályozó szennyeződés);
- a tervszerű megelőző karbantartás elmulasztása.

Rendellenes igénybevételek:

- téli sózás hatása, nemcsak a pályaszint közelében levő, hanem a pálya fölötti részekre is.
- túlterhelés sok közepesen, vagy egy-egy különösen nehéz járművel;
- járművek ütközése a híd szerkezeti részeihez;

Túlterhelés hazai viszonyaink között a max. 20 t teherbírású hidakon fordulhat elő. A korszerű szabályzatok alapján tervezett hidak teherbírása elég nagy ahhoz, hogy az engedélykérésre nem kötelezett járművek túlterhelést ne okozzanak, az engedélyköteles járművek közlekedését pedig szabályozni lehet.

Külföldön gyakori hibák:

- munkahézagok megnyílása a feszítőelemek toldásánál.

- kábelhidak kábeleinek nem megfelelő védelme;
- saruk kisméretű nemesacél görgőinek tönkremenetele;
- műgumi fazéksaruk tömítőgyűrűinek tönkremenetele;

A károk megjelenési formájuk szerint a következőképpen csoportosíthatók:

- általában az alépítmények elmozdulása (előredőlés esetén a felszerkezet beszorul a hídfők közé, hátradőlés esetén a híd lecsúszhat a sarukról).

Vasbeton hidakon:

- a betonkorrózió;
- a gerendák, oszlopok élein hosszanti repedések az acélbetétek mentén stb.;
- a függesztőoszlopok acélkeresztmetszetének csökkenése, esetleg szakadása.
- a nagy alsó felületeken átázás, cseppkövek, repedések stb.;

Acélhidakon, ill. alkatrészekben:

- a hozzáférhetetlen szerkezeti részek – általában korróziós eredetű – rongálódása, keresztmetszet csökkenése;
- a szélső hossztartók rongálódása, egészen a gerinclemez kilyukadásáig;
- a vonókábelek rongálódása, pl. elemi szál szakadása;

A *következtetések*, amelyeket a jellegzetes káresetekből a hatóságok és a kezelők levonhatnak a következők:

- egyes előírások (pl. betonfedések, minimális méretek) módosításra szorulnak;
- növekedett az a hőmérséklet-tartomány, amelyet a saruk és dilatációs szerkezetek tervezésekor figyelembe kell venni;
- nagyobb gondot kell fordítani az állandó felügyeletre és az előírt vizsgálatok végrehajtására;
- már a kis hibákat fel kell ismerni és meg kell szüntetni;
- a vizsgálatok során különös gondot kell fordítani a nehezen hozzáférhető helyekre; szükség esetén kisebb bontás árán is meg kell győződni az eltakart rész állapotáról; ügyelni kell, nehogy a kibontás folytán a sérült szerkezeti rész stabilitását veszítse;
- a károkkal kapcsolatos tapasztalatokat minél szélesebb körben ismertetni kell.

Az ajánlások a káresetek elemzése alapján a tervezők számára a következők:

- tervezéskor általában gondolni kell arra, hogy minden vizsgálat végrehajtható és a szükséges fenntartás minél kevesebb legyen;
- egyes hídelemek cserélhetőek legyenek (a híd emelése érdekében autópályán célszerű a két pályát külön hídszerkezetekre helyezni);

Alépitmény:

- egyszerű formájú, viszonylag nagy méretű legyen;
- vízszintes felülete ne legyen;
- az esetleges üregei járhatók vagy szellőztethetők legyenek;
- a háttöltés vízvezetése megoldott legyen.

Felszerkezet:

- minél kevesebb csapadéknak kitett felület legyen, ha van ilyen, a víz ne állhasson meg rajta;
- a vizet a lehető legrövidebb úton el kell vezetni úgy, hogy ne kerülhessen a szerkezet mélyebben lévő részeire vagy az alépitményre;
- minél kevesebb munkahézag, dilatációs szerkezet, víznyelő és más, a vízbehatolás szempontjából kedvezőtlen hely legyen;
- a híd egyes részei megközelíthetőek legyenek;
- a szerkezet belsejében kis esésű vízvezető csövek ne legyenek;

- a pályának legalább 2,0...2,5 %-os, a járdáknak és a kiemelt szegélyeknek 3...4 %-os oldalesése legyen;
- a kiemelt szegélyeket meg kell védeni a sósórási hatásától;
- a vasbeton szerkezetek egyszerű formájúak, elegendő méretűek, tompított élűek legyenek, ügyelni kell a beton bedolgozhatóságára, a repedések megakadályozására a nagyobb felületek mentén szerelővasakat kell tervezni;
- a vastagabb szerkezetekben (pl. a zárt keret oldalfalában) a kisebb igénybevételű irányban is a keresztmetszet 0,3 %-ának megfelelő betonacél szükséges a zsugorodási repedések megakadályozására;
- az acélszerkezet elemei ne legyenek túl vékonyak, a szennyeződés és a víz ne gyűljön össze a szerkezeten;
- a saruknak ki kell emelkedniük a közvetlen környezetükből;
- a saruk és dilatációs szerkezetek méreteinek megválasztásakor igen gondosan kell eljárni, különösen olyan felszerkezetek esetében, amelyeknél nem egyértelmű, hogy hőmérséklet változáskor melyik pont tekinthető fixnek;
- a pálya fölé kerülő szerkezeti részeket és a felüljárók alépitményét meg kell védeni a járművek ütközése ellen.

H.13.2 A hídvizsgálatok eredményeinek kiértékelése és hasznosítása

A hídvizsgálat célja a forgalom és más külső körülmény hatására keletkezett kár felismerése, a hibák előidéző okok feltárása és célszerű, hatékony intézkedés a hiba elhárítására [SZILÁGYI, 1988].

A vizsgálati eredmények alapján lehet dönteni a szükséges fenntartási munkákról, azok sürgősségéről, az esetleges forgalomkorlátozásokról.

A hídvizsgálatok rendje és az ágazati szabvány előírásai szerint, a teherhordó szerkezet vagy a fogalombiztonság szempontjából veszélyesnek minősített hibákat azonnal ki kell javítani.

A hídvizsgálatok során észlelt hídállapot-ellenőrzési észrevételeket – mivel ezek általában a hídpálya állapotára vonatkoznak, s így a forgalom biztonságát érintik – a vizsgáló személynek az útellenőrző gépkocsiban tárolt eszközökkel lehetőleg azonnal ki kell javítania. Természetesen sok esetben előfordul olyan hídromgálás (dilatáció vagy élvédő szögacél felszakadás), amelynek javítására az útellenőrző gépkocsi személyzete nincs felkészülve. Ebben az esetben kötelességünk a helyszínen ideiglenesen gondoskodni a forgalom

biztonságáról és az üzemmnökség útján intézkedni a hiba azonnali kijavítására.

Az üzemmnökségek hídvizsgálatának szerkezeti hibákra utaló észrevételeit a hidász mérnök értékeli a leírás alapján, és szükség esetén a helyszínen is köteles megvizsgálni az üzemmnökség hídvizsgálójával.

A negyedéves és éves hídvizsgálatok eredményeinek ismeretében készíti a hidász mérnök az üzemmnökségek és hídfenntartó brigád(ok) fenntartási terveit, amelyekben a hibák jelentőségétől és veszélyességétől függően sorolja be a beavatkozásokat.

A hídvizsgálatok során nemcsak az azonnali beavatkozást követelő hibákat kell felfedezni, hanem a híd szerkezeti rendszerének ismeretében figyelni kell azokat a helyeket, ahol az igénybevétel miatt, ill. egyéb okokból hibák következhetnek be. Ezeknek a szerkezeti részeknek a figyelésével és a meghibásodás előtti szakszerű karbantartásával megelőzhető a későbbi, esetleg nagy költségeket igénylő beavatkozás.

Az időszakos hídvizsgálattól az előzőekben vázoltak fokozottan megkövetelhetők, hiszen ez mélyrehatóbb és több évre előre kell jeleznie a várható meghibásodásokat.

H.13.3 Alépítmények fenntartása

Az alépítmények kialakítása függ a felszerkezet anyagától, a híd statikai rendszerétől és egyéb tényezőktől, mégis célszerű általánosságban is tárgyalni az alépítmények fenntartását [TÓTH, 1988].

A jelentkező hibák és javítási módjuk a híd szerkezetétől, kialakításától és sok más tényezőtől függenek, ezért csak néhány speciális példát ismertetünk.

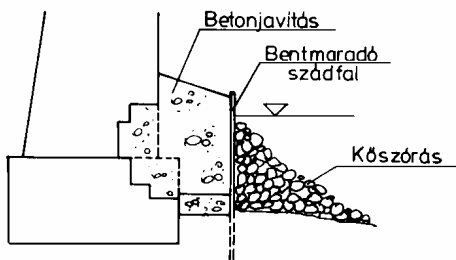
Az alépítmény (alap-, felmenőfal, pillér, szárnyfal, töltéslezárás) legtöbbször a híd legrégebbi része, anyaga gyakran nem fagyálló, gyakran megromlódott, hibái a takarás miatt általában csak közvetve észlelhetők.

A híd statikai rendszerétől (gerenda, ív, keret) két- vagy többtámaszúságától függenek a hibák, veszélyességük (pl. többtámaszú híd támaszsüllyedése) és a szükséges javítási, fenntartási munka is.

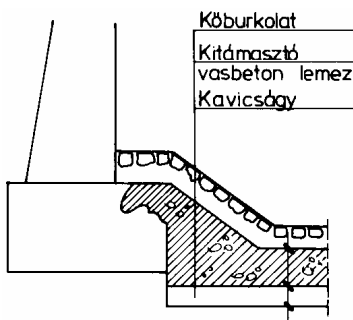
H.13.3.1 Az alapok hibái és javításuk

A *síkalapok* gyakran nem kellő mélységűek, ezért kimosásra, medermélyítésre érzékenyek. Meghibásodásuk a híd állékonyságát súlyosan veszélyezteti. Régi kő-, téglá-, betonlapok injektálással vagy betonköpennyel javíthatók (H.13.1. ábra). Nem elegendő alapozási mélység esetén az aláfalazás ritkán célszerű, inkább a mélyalapra kell a terheket kiváltani vagy az alap elé szádfalat, betonfalat (esetleg részfalat) kell építeni. Ez kimosás ellen is véd és stabilizál is.

Medermélyítés és elégtelen alapozási mélység



H.13.1. ábra. Hídalap javítása vízfolyásban [TÓTH, 1988]



H.13.2. ábra. Kis híd medermélyítéssel kombinált alapmegerősítése [TÓTH, 1988]

esetében az alapok védelmére kimosás és elcsúszás ellen célszerű vasbeton mederburkolatot készíteni, vagy az alapokat előregyártott gerendákkal kitámasztani és külön mederburkolatot építeni. (H.13.2. ábra)

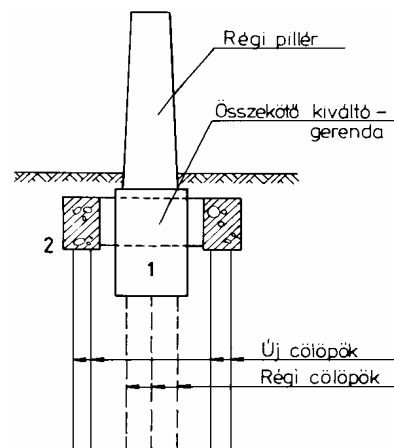
Agresszív talajvízben vagy vegyi anyagokkal szennyezett vízfolyásban gondot okoz az alapok korróziója. A védelmet az agresszivitási besorolás után kell előírni. Áramló, változó magasságú víz nagy kárt okoz a nem kellően tömör, repedt szerkezetekben. Utólagos védekezésként – ha a munkaterület vízteleníthető – a hídfenntartás során kell az alapot szigetelni, vagy inkább az alap elé jó minőségű betonfalat építeni.

Kimosás ellen nagy (> 2%) esésű vízfolyásnál mederburkolással, vagy kőszórással lehet védekezni. Lényeges, hogy megfelelően nagy köveket és lezáró betonfogakat építsenek be.

Mély- (cölöp-, kút-, szekrény-) *alapok* ritkábban hibásodnak meg, a mélyalapozású hidak kimosásra kevésbé érzékenyek. Régi fa- és vasbeton cölöpök köpenyezéssel, biztonságosabban inkább kiváltással javíthatók, pl. sajtolt Mega cölöppel. (H.13.3. ábra)

Fontos tapasztalat, hogy az altalaj eredetű károk többsége a talajvíz, csapadékvíz káros hatására vezethető vissza.

A medermélyítés mindig veszélyezteti a műtárgyak állékonyságát, különösen, ha nagyobb víz vonul le a vízfolyáson. Az aláfalazási szabályon túlmenően az alapokat, felmenőfalakat ki kell támasztani és olyan feltételeket kell teremteni, hogy a kimosás a híd állékonyságát ne veszélyeztesse.



H.13.3. ábra. Alapozás erősítése mélyalapra történő kiváltással [TÓTH, 1988]

1 – cölöpjármós kishíd alapozása; 2 – mederpillér alapjának megerősítése a régi cölöpök kiváltásával

H.13.3.2 Felmenőfalak, pillérek

A keletkező hiba a felmenőfal anyagától (kő, téglá, beton, vasbeton) és szerkezeti, statikai kialakításától (súlytámfal, kitámasztott és áttört hídfő) függ.

A főbb hibatípusok:

- repedések (függőleges, ferde, vízszintes) keletkezése;
- a falazat (kő, téglá) deformálódása;
- felületi romlás, hézagolás hiányossága, kifagyás (egyes kövek, nagyobb falrész);
- szerkezeti gerenda alatti repedés, törés.

A súlytámfalszerű falazatok függőleges és ferde repedései általában veszélyesek (H.13.4. ábra). A repedés oka süllyedés, amely az alapozás megerősítésével szüntethető meg. A vízszintes repedések legtöbbször a munkahézagoknál jelentkeznek, ahol intenzívebbé válik a falazat korróziója. A kitámasztott és feloldott (áttört) hídfők nem repedeznek meg általában.

A nem megfelelően méretezett kő- és téglafalazatok deformálódnak. A földnyomás a háttöltés talajának szilárdításával, résfallal, szivárgó beépítésével vagy hátrahorgonyzással csökkenthető (H.13.5. ábra).

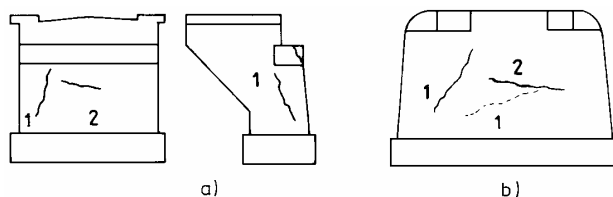
Az egyébként igen gazdaságos kitámasztott hídfőt építés közben – nem szakszerű állványozás és zsaluzás esetén – a beton oldalnyomása deformálhatja, a felszerkezet megépítése előtt elkészített háttöltés pedig az elbillentését okozhatja. A felszerkezet alatt a szerkezeti gerendát feltétlenül le kell sarkítani, mert lehajlása miatt a fal letöredezhet. Vasbeton falakon a jelentkező nagyobb repedés, felületromlás súlyos hiba, mert az acélbetét is károsodik.

A deformálódott, leborulásra hajlamos falrészre a szükséges kiváltások után el kell távolítani, majd újra kell falazni vagy betonozni.

A régi és új falrész együttdolgozásáról tüskézéssel vagy fogazással kell gondoskodni. A kifelé dőlő falrészre a végleges átépítésig vagy ferde dúccal, vagy a másik falhoz kell kitámasztani.

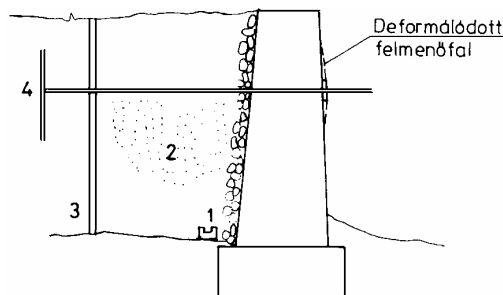
Nagy nyílású hidak saruinál a szerkezeti kövek vagy szerkezeti gerendák alatt gyakoriak a repedések. Ezek oka lehet a nem megfelelő betonminőség, az elégtelen vasalás, a saru rossz elhelyezése, a rossz vízvezetés. A megsérült szerkezeti kő helyett új szerkezeti gerendát kell építeni. Ez azonban általában nehéz, költséges, a forgalmat zavarja. A pillér átfúrása, acélkalodás Dywidag feszítőrudas rögzítése jó és egyszerű megoldás.

Pilléreknél a falazat hibáit kalodával, köpenyezéssel lehet javítani. Ezeknél a munkáknál a munkaállvány készítése okoz nehézséget, különösen vízfolyásban levő magas pilléreknél.



11.3.4. ábra. Hídfők és pillérek jellegzetes repedései [TÓTH, 1988]

a) hídfő (elő- és oldalnézet); b) pillér; 1 – veszélyes repedések; 2 – munkahézagoknál keletkezett repedések



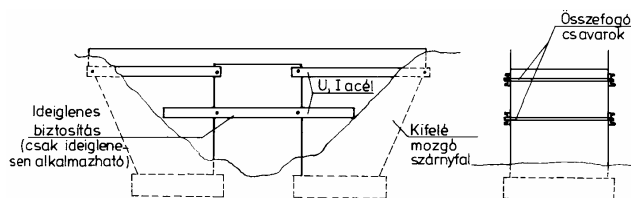
H.13.5. ábra. A falazatra jutó földnyomás csökkentése, a fal stabilizálása (elvi megelőzési lehetőségek) [TÓTH, 1988]

1 – szivárgóköröket beépítése; 2 – talajszilárdítás; 3 – résfallal beépítése; 4 – fal hátrahorgonyzása

Viszonylag gyakran előforduló építési hiba a fészkes beton, amely karcsú alátámasztásoknál gyakori, a sűrű vasalás és a tömörítési nehézségek miatt. Ezt vasbeton köpennyel lehet javítani, ami a teherbírást illetően jó, esztétikailag azonban kevésbé jó megoldás.

H.13.3.3 Szárnyfalak

A szárnyfalakat a töltés lezárására építik. A régebbi hidaknál súlytámfalszerű megoldásokkal találkozunk, az újabb hidaknál gyakori a vasbeton függő szárnyfal. A súlytámfal szerű szárnyfalak tervezési hiba miatt elmozdulhatnak, ami egyébként nem veszélyezteti a híd állékonyságát. Az elmozduló szárnyfal felső része, vagy a vele érintkező felszerkezet is rongálódhat. A szárnyfalak egymáshoz horgonyzása, a gondos vízvezetés csökkenti a hiba lehetőségeket.



H.13.6. ábra. Repedt, kifelé mozgó szárnyfal összefogása [TÓTH, 1988]

Kiseb, az úttengellyel párhuzamos szárnyfal kifelé dőlését a H.13.6. ábrán bemutatott „U” vagy „I” tartókkal, a szárnyfalak végénél átvezetett, esetleg átfúrt csavarokkal lehet ideiglenesen megakadályozni. A

súlytámfalszerű szárnyfalak gondos tervezésével csökkenthető a felmenő és szárnyfal között kialakuló hézag, s az esztétikai hatás is kedvezőbb, ha a szárnyfal és felmenő fal rejtetten csatlakozik.

H.13.3.4 Rézsűburkolatok

Bár a híd teherbírásában nem meghatározó, mégis igen fontos a hídhoz csatlakozó rézsű kialakítása, burkolása. A nem magas, 6/4-esnél nem meredekebb rézsű általában állékonyak, ha valamilyen növényzet rögzíti a talajt. A hidak alatt azonban a növényzet általában nem él meg. Homoktalajban a rézsű füvesedésének hiánya, a szárnyfalak mellett pedig a szél, csapadék és más hatások miatt általában a rézsű állandó romlásával kell számolni. Az előzők miatt még a 6/4-es rézsűknél is megfontolandó, hogy a hidaknál a töltés lezárás burkolatot kapjon. A 4/4-es rézsűknél mindenképpen indokolt 10...15 cm-es homokos kavicságyba rakott, mélyen hézagolt 25...30 cm vastag köburkolatot készíteni.

Előregyártott burkolólapok 40×20×15 cm-es vagy 40×40×10 cm-es méretben használhatók. Vastagabb lapokat a helyszínen célszerű előállítani fagyálló C16 minőségű betonból.

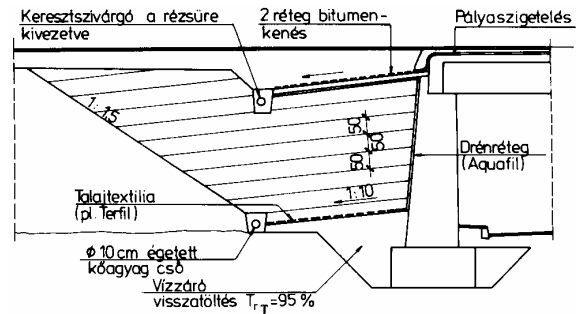
H.13.3.5 Folyókák, lépcsők

Látszólag gondot nem okozó szerkezeti részek a gyakorlatban igen sűrűn és nagyon megrongálódhatnak. Így ha a helytelen tervezés miatt nem a mélyponthoz helyezték, vagy túl kis méretű folyóka az úton összegyűlt vizet nem vezeti el a burkolt földkúptól, azon vagy a folyóka mellett komoly kimosás keletkezik. Gyakran hiba, hogy a háttöltés megsüllyedése miatt a víz nem ott távozik el, ahol a tervező megtervezte. A kellő méretű folyóka is gyakran tönkremegy, aláüregelődés következtében. Hosszú folyóka esetén indokolt a vasalás és az, hogy csuklós kapcsolattal több szakaszra bontsák. Ideiglenes és végleges megoldásként is jó az előregyártott elemekből egyszerűen megépíthető folyóka.

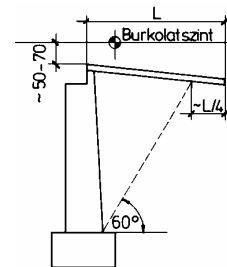
A szolgálati (vizsgáló-) lépcsők tisztítása, fenntartása a híd vizsgálatok szempontjából igen fontos. A nem fagyálló betonból készített lépcsők erősen rongálódnak, különösen ha tisztántartásukat elhanyagolják.

H.13.3.6 Háttöltés

Különösen a nagy forgalmú utakon – főleg új hidaknál – nagy sebességű járműforgalom esetén kellemetlenséget és veszélyt okozhat a háttöltés lassú süllyedése. A híd és a háttöltés közötti süllyedés különbség csökkentésére elvben viszonylag jó megoldás van, amit sajnos a kivitelezés során gyakran elhanyagolnak (H.13.7. ábra). Lényege, hogy a híddal ellentétes irányban lejtő, legfeljebb 50 cm rétegekben tömörített, javított háttöltést,



H.13.7. ábra. Háttöltés tömör hídfő és alacsony terep esetén [TÓTH, 1988]



H.13.8. ábra. A kiegyenlítő lemez hosszának meghatározása [TÓTH, 1988]

valamint szivárgó és kiegyenlítő lemezt (úszólemezt) kell készíteni. A töltés magasságától függően kell megválasztani a kiegyenlítő lemez hosszát (H.13.8. ábra). Jó megoldás a hazánkban is kipróbált, több lemezből csuklós kapcsolattal összeépített lemezlánc. A megsüllyedt háttöltéseken gyakori a kiegyenlítő lemez alá üregelődése, néha törése, erre a javításnál gondolni kell.

Különösen nagy gondot jelent a háttöltések süllyedése, az oldott (rejtett) hídfők, magas töltések, valamint gyorsforgalmi utak esetében. A gyakorlatban a helyreállítás során a csatlakozó burkolatot megemelik. (A betonburkolatú autópályán a beton lemezek utólagos megemelését tervezték, de ez a módszer nem vezetett eredményre, így utólagosan ott is aszfaltburkolat készült.) Ez a megoldás csak tüneti kezelés, ezért jó vízelvezetéssel, a háttöltés üregeinek kitöltésével, a hiányzó rézsűburkolat, szivárgó utólagos megépítésével is javítani kell a meglévő helyzeten.

Amennyiben a dilatációs szerkezet is hibás, érdemes az új kiegyenlítő lemezzel a dilatációs hézagot is áthidalni. Ez a megoldás fix saru felett, vagy olyan esetben javasolható, amikor csak lényegtelen mértékű vízszintes mozgással kell számolni.

A hidak alépítményének kellő időben elvégzett tervszerű, megelőző karbantartása azért különösen fontos, mert a fel nem fedezett, ki nem javított hibái a műtárgy állékonyágát veszélyeztetik.

H.14. Acélhidak fenntartása

H.14.1 Acélszerkezeti, fenntartási munkák sajátosságai

Az acélszerkezetek munkaigényes, jelentős költségekkel járó fenntartás igényelnek. A környezeti hatásokra az alapanyaguk érzékenyen reagál, a szennyezett levegő, a füstgázok meggyorsítják a korrózióját. Megfelelő fenntartás mellett az acélhidak élettartalmát 70...100 évre becsülik [CSOHÁNY, 1988].

Az acélhidaknak üzemelési, fenntartási, javítási szempontból előnyei is vannak:

- az acélszerkezetek elemei egyszerű szemrevételezéssel megbízhatóan megvizsgálhatók;
- mivel az acélszerkezet elemeire szedhető, baleset vagy más okból bekövetkező sérülései gyorsabban javíthatók, erősítése, helyreállítása könnyebben megtervezhető és kivitelezhető.

Az acélszerkezetek állagának megóvása, a hídfenntartás nem választható el az esetenkénti javítási, erősítési munkáktól.

H.14.2 Hídvizsgálatok eredményeinek kiértékelése

H.14.2.1 Statikai szempontok

A statikai számításban kimutatják, hogy a műtárgy teherbírás, fáradás, állékonyság, alakváltozás tekintetében megfelel. A hidak fenntartása során biztosítani kell a statikai feltételek megtartását, ill. a hidak tervezett állapotban tartását.

A hídvizsgálati hiányok általában valamelyik, vagy esetleg több statikai feltétellel lehetnek kapcsolatban. A hiányok statikai értékelésekor az eredeti számításba a megváltozott keresztmetszeti adatokat (csökkent keresztmetszet, görbültség) kell behelyettesíteni. Az egyes szerkezeti elemek torzulására vonatkozóan általában a gyártáskor, ill. forgalomba helyezéskor megengedhető tűrések kétszeres értékéig csak megfigyelés szükséges. Ilyen eltérések feltehetően még nem idéznek elő jelentős teherbírás csökkenést.

Acélszerkezetek alakhűségére és mérettűréseire vonatkozó előírásokat az MSZ 07-3203, a Vasúti Hídszabályzat (1976/IV. fejezet 9. szakasz) valamint az Eurocode 3/2-1997 tartalmaz.

Ha a hídszabályzatban rögzített alapfeltételek nem elégülnek ki, akkor a hibák kijavítására vagy a szerkezet erősítésére tett intézkedésen kívül, terhelés-, ill. sebességkorlátozást kell elrendelni, vagy esetleg a hidat a forgalom elől el kell zárni.

Acélszerkezetek esetében nem szabad figyelmen kívül hagyni az alapanyagok, ill. a szerkezetnek a terhelés ismétlődés hatására bekövetkező fáradást. Az acélszerkezeteket a kettőmillió ismétlési számhoz tartozó fáradási szilárdság alapul vételével méretezik. Fáradás tekintetében csak élettartam becslésre szorítkozhatunk.

Kísérleti adatokból ismeretes, hogy a helyi sérülések, rozsdabemaródások, hegesztési nyomok, hegesztési hibák, sérült furatok, azaz olyan hibák, amelyek feszültségcsúcsok kialakulásához vezetnek, a szerkezet fáradási érzékenységét növelik.

H.14.2.2 Forgalmi szempontok

A legenyhébb esetben a felmért hiányok a forgalom biztonságát nem veszélyeztetik. A hiányok a tervszerű hídfenntartási tevékenység keretében megszüntethetők.

Az előzőnél bonyolultabb eset, ha a felmért hiányok a szerkezet teherbírását csökkentik, de a forgalom súly-, ill. sebességkorlátozással fenntartható. Ilyen esetben a fenntartási munkák javítási, erősítési munkákkal bővülnek.

A legsúlyosabb az eset akkor, ha a hídvizsgálat olyan mértékű károsodásokat tárt fel, amelyek a forgalom biztonságát veszélyeztetik, vagy a műtárgy azonnali lezárását teszik indokolttá. Ez inkább rendkívüli események kapcsán fordul elő. Ilyen esetben jelentős és költséges erősítési és javítási munkákat kell elvégezni.

H.14.3 Szegecselés

H.14.3.1 Szegecsek anyaga, fajtái

A szegecsek anyagának az összekapcsolt elemek anyagához kell igazodnia, ezért a hídszerkezeteken a 37-es acélokhoz az MSZ 113-79. szerinti A 34-32 anyagú szegecseket használják, a nagy szilárdságú acélokhoz pedig az A 44-32 anyagú szegecseket.

A hídpépítésben leggyakrabban használt szegecsek átmérői: 16, 18, 20, 22 és 24 mm. Jellemző méreteiket az MSZ 4253, 4254, 4256, 4257 adja meg.

Vannak lencsefejú és süllyesztett fejú szegecsek. Süllyesztett fejú szegecseket csak ott szabad alkalmazni, ahol szerkezeti okokból feltétlenül szükséges, mert elkészítésük nehezebb, összeszorító erejük kisebb és hamarabb meglazulnak.

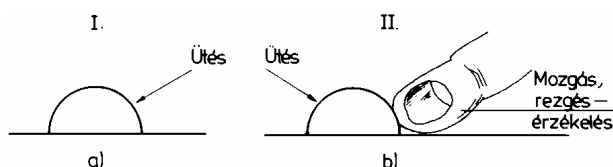
A szegecsek szárhosszúságának bizonyos x mérettel nagyobbak kell lennie mint az összefogandó anyagok vastagsága. Ez szükséges a zárófej kialakítása érdekében, valamint azért, hogy a szegecsorsó átmérőjénél 1 mm-rel nagyobb átmérőjű lyukat a visszaduzzasztott szegecs kitöltse. Tapasztalatok alapján $x = 1,5d$, ahol d a szegecs átmérő.

H.14.3.2 A szegecselés minőségi ellenőrzése

Szegecseknél meg kell vizsgálni:

- a szegecsek nem lazák-e, az orsó kitölti-e a furatot, a szegecs fejek szorosan és központosan fekszenek-e;
- van-e a szegecsfejben repedés, égéshiba;
- a szegecsfej szabvány szerinti méretű-e;
- nincsenek-e a fejen korróziós károsodások;
- szegecseléskor nem sérült-e meg az alapanyag.

A szegecsfej hiányosságai egyszerű szemrevételezéssel állapíthatók meg, sőt ez a módszer a szegecsek lazaságára nézve is támpontot ad. Laza szegecseknél festéklerepedés, rozsdacsurgás észlelhető. A vélt mozgásokat terhelés alatt is meg kell figyelni. A szegecsek lazaságát a szemrevételezés mellett vizsgálókalapáccsal is kell ellenőrizni (H.14.1. ábra). Kapcsoló szegecseknél a vizsgálatot mindkét fejnél el kell végezni. A hibás szegecseket meg kell jelölni.



H.14.1. ábra. Szegecsvizsgálat végrehajtása [CSOHÁNY, 1988]

a) I. mozzanat; b) II. mozzanat. A III. és a IV. mozzanat azonos az I–II.-vel, de merőleges irányban végezve

A szegecsvizsgálatot hidvizsgáló lakatosok végzik a hidvizsgáló közeg közvetlen irányítása mellett.

A szegecsvizsgálatnak minden szegecsre ki kell terjednie, mégis nagyobb gondot kell fordítani a kapcsolószegecsek vizsgálatára, valamint azokra, amelyek elkészítése szerkezeti vagy technológiai okokból nehézségekkel jár (süllyesztett fejű szegecs). Legkényesebb a szegecskapcsolat a hossz- és a kereszttartók csatlakozásánál, valamint a merevítőrácszatok bekötéseinél.

A szegecs hibák közül azokat kell hiányosságnak kezelni, amelyek a teherbírást lényegesen befolyásolják. Ilyenek a laza szegecs, a lepattant szegecsfej, vagy ha a közrefogott elemben a palástnyomás túlzott értéke miatt a furat oválissá válik, és így mozgás lép fel a kapcsolatban lévő elemek között.

A szegecs hiányokat kapcsolatonként és szerkezeti elemenként csoportosítva jegyzékbe kell foglalni, külön megjelölve a pálya tengelyével párhuzamos és arra merőleges vízszintes tengelyű és függőleges tengelyű szegecseket.

Minden esetben el kell végezni a szegecs cseréjét, ha a hibája miatt az egyes elemek egymáshoz viszonyítva elmozdulhatnak.

A laza szegecseket általában csak akkor kell kicserélni, ha arányuk a kapcsolatban meghaladja a 40 %-ot. Ebben az esetben azonban a kapcsolat valamennyi szegecsét ki kell cserélni, ugyanis a szegecs kivágása, majd az új szegecs nagyobb feszítőereje miatt a környező régi és mindeddig jó szegecs kilazulhatnak.

H.14.4 Csavarozás

H.14.4.1 Csavarok anyaga, fajtái

A hídszerkezeteken a csavarok három jellemző fajtáját különböztetjük meg:

– A *nyers csavar* anyaga az MSZ 229 szerint 4D minőségű. A csavarlyuk átmérője 1 mm-el nagyobb a csavar névleges átmérőjénél. A nyers csavarokat kizárólag ideiglenes jellegű szerkezeteken, vagy alárendelt hídszelvényeken szabad alkalmazni. Legfontosabb alkalmazási területük a kapcsolatok szerelése.

– Az *illesztett vagy esztergályozott csavar* anyaga az MSZ 229 szerint 5D minőségű. Az orsó átmérője egyezik a csavarlyuk átmérőjével, gyakorlatilag 0,1 mm-el kisebb lehet. A pontos illeszkedés következtében egyaránt dolgozik nyírásra és palástnyomásra. Ezért hasznos keresztmetszetét ezekre az igénybevételekre, az orsó átmérőt pedig a csavartengely irányú húzásra kell méretezni a magkeresztmetszet alapján. Az illesztett csavarok végleges szerkezetekben is alkalmazhatók.

– Nagy szilárdságú *feszített (NF) csavar* esetén a csavarorsók anyagának névleges folyási határa minimum 900 N/mm^2 , az MSZ 229 szerint 10D minőségű. A csavaranyák minősége az MSZ 229 szerint 8D. Az alátétlemezek keménysége legalább HB 285. Az NF csavarokra vonatkozó előírásokat az MSZ 07-3203 tartalmazza.

Az Eurocode 3/2-1997 szabvány 6. fejezete tartalmazza az ide vonatkozó előírásokat.

H.14.5 Szegecs és csavarok együttes alkalmazása

Hídfenntartási és erősítési munkák során gyakran alkalmaznak a szegecselt kapcsolatokhoz csavarokat, vagy akár a teljes szegecselt kapcsolatot csavarozottra cserélik ki. Ennek okai a következők lehetnek:

- olyan szegecsket kell kicserélni, amelyek elkészítésére szerkezeti okokból nincs lehetőség (pl. a kereszttartó–hossztartó kapcsolat felső szegecsei a pályalemez miatt nem készíthetők el);
- kevés szegecs kell kicserélni;
- a szerkezetet csak ideiglenesen kell megerősíteni.

Csak olyan illesztett csavarok alkalmazhatók, amelyeknek az anyaga igazodik az alapanyag, ill. a szegecs anyagához.

H.14.6 Hegesztés

A hegesztés nagy hozzáértést, gyakorlatot és technológiai fegyelmet igényel. Fenntartási munkáknál a helyszíni hegesztés alkalmazhatóságának eldöntésénél, a hegesztőanyag megválasztásánál, valamint a hegesztő szakmunkások kijelölésénél fokozott körültekintés, megalapozott műszaki megfontolás szükséges.

Acélszerkezet hegesztés javításakor első és legdöntőbb a szerkezeti anyag hegeszthetőségének az eldöntése. Ez különösen azért nehéz, mert esetleg 50...60 éves szerkezetről lehet szó. A hegeszthetőség eldöntését a következő tapasztalati adatok és szabványösszehasonlítások könnyítik meg:

– Régi hegeszvas és folytvas szerkezetek anyaga nem hegeszthető. Ezek az anyagok hengerléstechnológiai okokból rétegesek, és a hegesztési hő hatására a rétegek elválhatnak egymástól.

– A régi szabvány szerint a hegeszthetőség csak az MSZ 4305 szerinti *S* jelzésű acélnál volt követelmény, ilyenek az *A 36-24-12 S*, az *A 49-29-12 S* és az *A 50-35-12 S*. A szabvány még az egyes *S* minőségű acélok karbon-, foszfor- és kéntartalmát sem írta elő. Az ilyen acélok hegesztése kifejezetten veszélyes, mert a varrat bármikor megrepedhet.

– Az 1967-ben hatályba lépett MSZ 500 a kereskedelmi minőségnek számító *A 38* acél kivételével az anyag gyártási módszerét, összetételét is megadja. A gyártási módszerre utaló kiegészítő jelöléseket egyeztetették az MSZ 6280 szabvánnyal. Sajnálatos módon a 37-es szerkezeti acélok családjában a két szabvány átfedést tartalmaz, de hatálybalépése óta az *A 38* kivételével valamennyi 37-es acél hegeszthető. Az alapanyagra vonatkozó részletes előírásokat az MSZ 6442 2. pontja tartalmazza.

– Ha az alapanyag minősége a dokumentációból nem derül ki, akkor a szerkezetből próbadarabot kell venni, amelynek vizsgálata után a mechanikai jellemzők és a vegyi összetétel alapján a szabványba az anyagot be kell helyettesíteni.

Fenntartási, javítási munkákhoz kizárólag kézi, elektromos ívhegesztés alkalmazható, hegesztőanyaga a bevonatos kézi ívhegesztő-elektroda. Az elektródát az alapanyag, a varratfajta, a hegesztési pozíció, a rendelkezésre álló áramforrás figyelembevételével az elektródagyárak katalógusa alapján lehet kiválasztani.

Hegesztéseket – jelentőségükre való tekintettel – csak hegesztő szakmunkás végezhet, teherviselő varratokat pedig csak minősített hegesztő. A hegesztőket az MSZ 6442 8.2. pontja szerint kell vizsgáztatni és ellenőrizni.

A készített varratoknak meg kell felelniük az MSZ 6442 3. pontjában előírtaknak.

Fenntartási munkáknál a varrathibák közül a varratrepedések fordulnak elő. Repedt tompavarrat esetében a repedt részt a gyökköszörűvel kell eltávolítani úgy, hogy a varrat ép részeiből legalább 50-50 mm a kiköszörült szakaszba essék. A kiköszörült szakaszt ismét meg kell hegeszteni. Abban az esetben, ha a repedt varrat csak az egyik irányban távolítható el, a repedés másik végét megbízhatóan le kell zárni. A kiköszörült részt meghegesztve, végébe min. Ø19 mm-es lyukat kell fűrni, a szabályos furat megszünteti a repedés éles bemetszés jellegét.

A sarokvarrat-repedést szintén hegesztéssel, a sarokvarrat végeinél az elemek szabályos kivágásával és a varrat körbevezetésével lehet javítani.

Varratok javításához hegesztéstechnológiát kell kidolgozni.

Nagyméretű varratjavítás helyett célszerűbb a szerkezeti elemet – rácsrudat, hossztartót stb. – kicserélni.

Varratok ellenőrzése

Hídvizsgálatkor a varratokat szemrevételezéssel, a repedésre gyanús helyeken nagyítóval kell ellenőrizni. Régi szerkezeteken a varratrepedés nagy biztonsággal felismerhető. A repedés mentén a festékréteg is megreped, és a bejutó víz miatti rozsdásodás markánsan jelöli a hiba teljes vonalát.

A varratok ellenőrzésére alkalmazhatók még a mágneses repedésvizsgálatok és a különböző diffuzerm eljárások, de ezek csak fémtiszta felületen adnak megbízható eredményt.

A javított varratot szemrevételezéssel mindig, és a megkívánt varratminőségtől függően az MSZ 6442-ben előírt roncsolásmentes vizsgálatokkal is ellenőrizni kell.

Nagyon fontos, hogy a javított varrat környezetét ismételtelen megvizsgáljuk, mert a javítás során bevitt hő hatására létrejövő zsugorodási feszültségek miatt az eddig ép varratok is károsodhatnak.

Szegecselt és csavarozott szerkezetek hegesztéses javítása, erősítése csak alárendelt elemeknél engedhető meg. A hegesztéssel bevitt nagy helyi feszültségek a kapcsolódó elemek többlet-igénybevételéhez vezethetnek. A varrat növeli a fáradási és ridegtörési érzékenységet is.

Az Eurocode 3/2-1997 szabvány 6. fejezete tartalmazza az ide vonatkozó előírásokat.

H.14.7 Acélhidak javítása, korrózióvédelem

H.14.7.1 Öntöttvas hídsaruk ellenőrzése

A rendeltetésének nem megfelelő, rosszul vagy egyáltalán nem karbantartott saru a szerkezeti gerendában, ellenfalban, pályaszerkezetben és pályadilatációban olyan károsodásokat okozhat, amelyek csak nagy költséggel és munkaráfordítással javíthatók.

Az alátámasztó szerkezeteknél a felfekvést forgalom közben kell vizsgálni. Az acélsaruk alkatrészei, valamint a falazat és az alsó öntvény között nem lehet érzékelhető függőleges mozgás. Mégis előfordul, hogy a saruk forgalomba helyezéskori pontos elhelyezése ellenére később felfekvési hibák mutatkoznak. Ezek általában az alsó öntvény felfekvési helyzetének megváltoztatására vezethetők vissza. A sarura ható ferde erők hatására az egyenletes felfekvést biztosító ólomlemez a nagyobb igénybevételű helyen elvékonyodik, a saru alól kinyomódik. A rendellenes mozgást jellemzően mutatja az öntvény körüli habarcskiöntés töredezettsége, a kinyomódó víz. Káros sarumozgás észlelése esetén a sarukat rendezni kell.

Többtámaszú tartóknál előfordulhat a támaszról való felemelkedés is. Ilyen mozgás az állandó teherből

származó nyomóerő elégtelen voltára, a lehorgonyzás hibájára vagy a falazat süllyedésére vezethető vissza.

Régi típusú görgős saru görgőinek függőleges tengely körüli elfordulása a saru beszorulásához vezet. Vizsgálatkor az egyes elemeket a saru középvonatához képest be kell mérni.

A saruk vizsgálata során meg kell győződni, hogy a saruk alkatrészein nincsenek-e repedések, törések, berágódások, a sarucsavarok épek-e, megfelelő-e az alsó öntvény rögzítése és a sarufészek kiöntése.

A saruk vizsgálatakor a sarukat és környezetüket meg kell tisztítani, és korrózió elleni bevonatukat is fel kell újítani.

Sarurendezéskor a szerkezetet hidraulikus sajtókkal meg kell emelni, a hibásnak vélt sarukat a szerkezet alól ki kell emelni. A sajtókkal való mozgatást csak teljes forgalomleállítás alatt szabad végezni. A javítás idejére a szerkezetet ideiglenes alátámasztásra, keményfa máglyára kell helyezni súly-, ill. sebességkorlátozás bevezetése mellett. Az ideiglenes alátámasztás esetében is gondoskodni kell a szerkezet oldalirányú rögzítéséről és a dilatációs mozgás biztosításáról.

A saruk javítása során a sérült sarucsavarokat ki kell cserélni. Az öntvények felfekvő felületeit meg kell tisztítani, szükség esetén ismét síkba munkálni. Csapok és görgők esetében szükség lehet kisebb átmérőre történő esztergálásra. A saru alkatrészeinek teherbírását a megmunkálás utáni méreteinek megfelelően ellenőrizni kell.

Sarurendezést célszerű semleges hőmérsékleten (+10 és -12°C) között végezni. A mozgó sarut mindig a

tényleges hőmérsékletnek megfelelően kell beállítani. A saruk alá minden esetben új ólomlemez vagy habarcsot kell helyezni.

Sarurendezéskor a sarufészeket ellenőrizni kell, nincsenek-e kitöredezések, az alsó öntvény rögzítése megfelelő-e, elegendő-e a sarufészek mélysége. Régi hidaknál 2...3 cm mély fészek is előfordulnak. Ha a szerkezeti gerenda vasalása miatt lehetséges, az ilyen fészek mélyítését feltétlenül el kell végezni. Nem működő mozgó saru esetében előfordul, hogy az álló saru alsó öntvénye lerepeszti a szerkezeti gerenda élet. Végleges megoldást csak új szerkezeti gerenda készítése ad. Amennyiben ennek forgalmi vagy gazdasági okokból nincs meg a lehetősége, az alsó öntvényeket idomvasból vagy lemezből készült kalodával lehet rögzíteni (H.14.2. ábra).

H.14.7.2 Acélszerkezetek korrózióvédelme

A szerkezeti acélok nem, vagy csak igen kis százalékban tartalmaznak olyan ötvözőket, amelyek az anyagot korrózióállóvá tennék. A korróziót csak lassítani lehet, de megszüntetni nem. A korrózió ellen nem védett felületekről évente 0,1...0,2 mm vastagságú réteg válik le. A veszteség mértéke a helyi körülmények, a levegőszennyezettség, a szennyezők eloszlásának és összetételének a függvénye.

Acélszerkezetek állagmegóvásának leghatékonyabb, de legtöbb gondot okozó módja a korrózióvédelem. A korrózióvédelem leggyakrabban mázolásal, ritkábban – főként vízépítési műtárgyaknál – fémszórással érhető el.

Mázolási hiányok

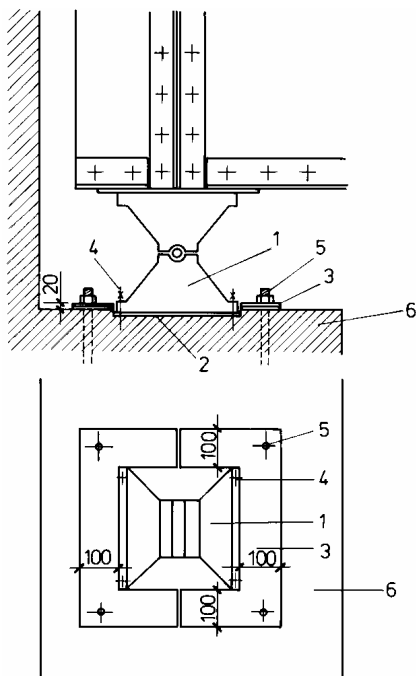
A hidakat általában tíz évenként kell újramázolni. A rendszeres vagy esetenkénti hidvizsgálatok alkalmával a mázolás állapotára is ki kell térni. A leggyakrabban előforduló hiányok a következők:

- A szerkezetek vízszintes felületei, a rácsos tartók övszelvényei, csomópontjai szennyezettek. Az acélszerkezetek fenntartása során egyik legfontosabb a szerkezet tisztántartása. A szerkezeten a por, korom, a forgalomból adódó szerves és szervetlen szennyeződések megtapadnak, a zugokban összegyűlnek. Az összegyűlt szenny rövid idő alatt hihetetlen károkat tud okozni. Már a tervezéskor figyelemmel kell lenni arra, hogy hozzáférhetetlen zugok ne legyenek, a szerkezet könnyen tisztítható legyen. A szerkezet tisztántartása nem is fenntartási, inkább megelőző tevékenység, és mint ilyentől nem szabad sajnálni a fáradságot, munkát, mert költsége elenyésző hányada az esetleges javításnak.

- A festett felületeken rozsdátütések mutatkoznak. Ez annak a jele, hogy a szerkezetet rövidesen újra mázolni kell.

- Egyes felületeken a festékréteg felhólyagosodik, levelesen lehúzható. Az ilyen részeken a korábbi mázolások alkalmával technológiai hibát követtek el. A hibás részeken a mázolást sürgősen ki kell javítani.

- Külső hatás következtében a mázolás megsérült. A sérülés helyén a mázolást ki kell javítani. Igen fontos, hogy szegecsvizsgálat után a vizsgálókalapács okozta



H.14.2. ábra. Álló saru alsó öntvényének rögzítése kalodával [CSOHÁNY, 1988]

1 – saru alsó öntvénye; 2 – ólomlemez; 3 – sarurögzítő kaloda; 4 – sarucsavar; 5 – M30 köcsavar Ø40 furatban, ólommal kiöntve; 6 – szerkezeti gerenda

sérülések miatt, a megvizsgált és cserére ki nem jelölt szegecsnek fejét újra lemázzolják.

Mázolás végrehajtása

– *Fémesítés.* A korrózióvédelem alapja a felület előkészítése. Ettől függ a bevonat megfelelő tapadása, a rozsdaképződés lehetőségének minimumra csökkentése. Fenntartási munkák esetében a fémesítés a szennyeződés, a régi festékréteg és a rozsdá eltávolítását jelenti.

Kémiai úton végbemenő fémesítés során a szerkezetet olyan szerrel – általában Kromofággal – kezelik, amely a festéket oldja, fellazítja, tapadását megszünteti. A vegyszeres kezelést mindig a hagyományos mechanikai fémesítés követi, amely a felázott festékréteget eltávolítja.

Mechanikai fémesítés végezhető homokfúvással, szemcseszóróval, rozsdaverő prészlerszámmal való tüskézéssel, drótkorongos kézi köszörűvel, rozsdaverő kalapáccsal, kaparóvassal (rasketta), drótkéfével. A durva szennyezettségtől megtisztított, Kromofággal kezelt felületen a festékréteget rozsdaverő kalapáccsal vagy tüskézéssel le kell verni, fel kell durvítani, ezután kaparóvassal (raskettával), drótkorongos köszörűvel, drótkéfével a régi festéket és rozsdát el kell távolítani. A jól tapadó és ép eredeti alpmázolást nem szabad lekarni. A gépi fémesítőszerzők használatakor ügyelni kell arra, hogy az alapanyag ne sérüljön meg.

A mechanikus fémesítést követően az alpmázolandó felületet általában lakkbenzinnel kell zsírtalanítani. A felületi egyenetlenségeket, valamint az olyan hézagokat, ahol a bejutó víz károsodást okozhat, miniumos kittel gondosan ki kell kenni. Az övlemezkötegek közé bejutó víz okozta rozsdadudor egyáltalán nem, vagy csak igen nagy költséggel javítható.

– *Alpmázolás.* Hídszerkezeteken a kétrétegű miniumos alpmázolást alkalmazzák. A minium összetételére nézve ólom-dioxid (Pb_2O_5). A minium különösen érzékeny a hőmérsékletre. Hidegben merevvé válik, nem tapad és nem szárad. Ezért $+5^{\circ}C$ -nál hidegebb szerkezetet miniumozni nem szabad. Esős időben nem szabad mázolni, mert a még megkötetlen festéket a csapadék leáztatja.

Az alpmázolást a fémesítés után minél hamarabb, de mindenképpen 48 órán belül el kell végezni.

Újabban korszerűbb alapozófestékek is használatosak.

– *Fedőmázolás.* Az alpmázolás megszáradása után kerülhet sor a fedőmázolásra. Az 1970-es évek elejéig szintén ólom alapanyagú fedőfestékeket alkalmazták két rétegben (hídöld I., hídöld II.), majd a szintetikus Durolt (három rétegben) és a Trinátot (két rétegben) alkalmazták és alkalmazzák ma is, különböző színekben. A vegyipar fejlődésével egyre újabb festékeket hoznak forgalomba, ezért a fedőmázolás anyagára receptúrát adni nem célszerű.

Fedőmázoláshoz – főként nagy felületek esetében – gazdaságosan alkalmazhatók a festékszórók.

A fedőmázolás korrózióvédő hatásán túlmenően, szerkezeteink esztétikai megjelenését is döntően befolyásolja.

H.Irodalomjegyzék a H.1.-H.12.-hoz

- BUSCH, W.,
FAßBINDER, O. 1963 *Der Vorgespannte elastische Fahrbahnübergang*, Die Bautechnik, 40. évf., 3. sz., pp. 75-80
- BÖLCSKEI, E. 1968 *Beton-, vasbeton és feszítettbeton hidak*, Tankönyvkiadó, Budapest
- CALGARO, J. A.
SEDLACEK, G. 1992 *EC1: Traffic Loads on Road Bridges*, IABSE Conference Reports, Vol. 65, pp. 81-87
- HERMANN, H. 1968 *Entwicklung eines Fahrbahnüberganges als wasserdichte Lamellenkonstruktion*, Die Straße, 8. évf., 8. sz., pp. 390-393
- IVÁNYI, M. 1992 *Steel Frame Stability, Stability Problems of Steel Structures*, CISM Courses and Lectures No. 323., (szerk.: Iványi, M., Skaloud, M.), Springer-Verlag, Wien–New York, pp. 287-356
- IVÁNYI, M. 1995 *Általános megjegyzések az EUROCODE 3 nemzetközi szabványhoz*, Sínek Világa, 38. évf., 3. sz., pp. 147-156
- JANSS, J. 1994 *General principles of Eurocode 3 and 4. Eurocode 3 and 4 in the light of (i) other Design Philosophies and (ii) New Research Results*, Technical Report, TU Budapest, Dept. of Steel Structures (szerk.: Iványi, M. és Skaloud, M.), Budapest, pp. 1-36
- KOLLER, I. 1993 *„Európai szabványok szerkezetekre”* (Nemzetközi Konferencia Davosban), Közlekedésépítés- és Mélyépítéstudományi Szemle, 43. évf., 3. sz., pp. 105-113
- KORÁNYI, I. 1949 *Szerkezetek biztonsága*, Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés, 1. évf., 2. szám, pp. 76-85
- KORÁNYI, I. 1962 *Vashidak II.*, Jegyzetkiadó Vállalat, Budapest
- MAZZOLANI, F. M. 1992 *Stability of Steel Frames with Semi-Rigid Joints, Stability Problems of Steel Structures*, CISM Courses and Lectures No. 323., (szerk.: Iványi, M., Skaloud, M.), Springer-Verlag, Wien–New York, pp. 357-415
- RUSCHEWEYH, H. P. 1992 *EC1: Wind Loads*, IABSE Conference Reports, Vol. 65, pp. 65-70
- SPINDEL, J. E.,
TSCHUMI, M. A. 1992 *EC1: Traffic Loads on Bridges – Rail Traffic Loads*, IABSE Conference Reports, Vol. 65, pp. 89-96
- STAHLBAU 1974 *Handbuch für den STAHLBAU, Band IV* (szerk.: W. Hoyer); P. Hofmann: *Stahlbrücken* (Absch. 2.), VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
- STEEL 1997 *Steel Constructional Technology* (japánul), C.R.I. printed in Japan, ISBN4-7676-6301-6 C3051
- STIPANIČ, B.,
BUDEVAC, D. 1989 *Eelieni Mostovi*, Gradevinska Knjiga, Beograd
- SZÉPE, F. 1967 *Acélszerkezetek II., Acélhidak*, 1. füzet, Tankönyvkiadó, Budapest
- TASSI, G.,
KNÉBEL, J. 1984 *Általános hidépítés*, Mérnöki Kézikönyv, II. kötet, (szerk.: Palotás L.), Vasbeton hidak, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- TUSSING, P. 1964 *Die Stahlüberbauten der “Berliner Brücke” im Zuge der Stadtautobahn Duisburg*, Der Stahlbau, 33. évf., 5.sz., pp. 152-157

Irodalomjegyzék a H.13. és H.14.-hez

- CSOHÁNY, A. 1988 4.5 *Acélhidak fenntartása (Ámon T., Tóth E. (szerk.): Közúti hidak építési és fenntartási zsebkönyve)*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 214-227
- SZILÁGYI, G. 1988 4.2 *A hidvizsgálatok eredményeinek kiértékelése és hasznosítása (Ámon T., Tóth E. (szerk.): Közúti hidak építési és fenntartási zsebkönyve)*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 189-190
- TÓTH, E. 1988 4.3 *Alépítmények fenntartása (Ámon T., Tóth E. (szerk.): Közúti hidak építési és fenntartási zsebkönyve)*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 190-202
- TRÄGER, H. 1988 4.1 *A hidak hibái és ezek okai (Ámon T., Tóth E. (szerk.): Közúti hidak építési és fenntartási zsebkönyve)*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 185-189