



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

Hídépítés

3. előadás

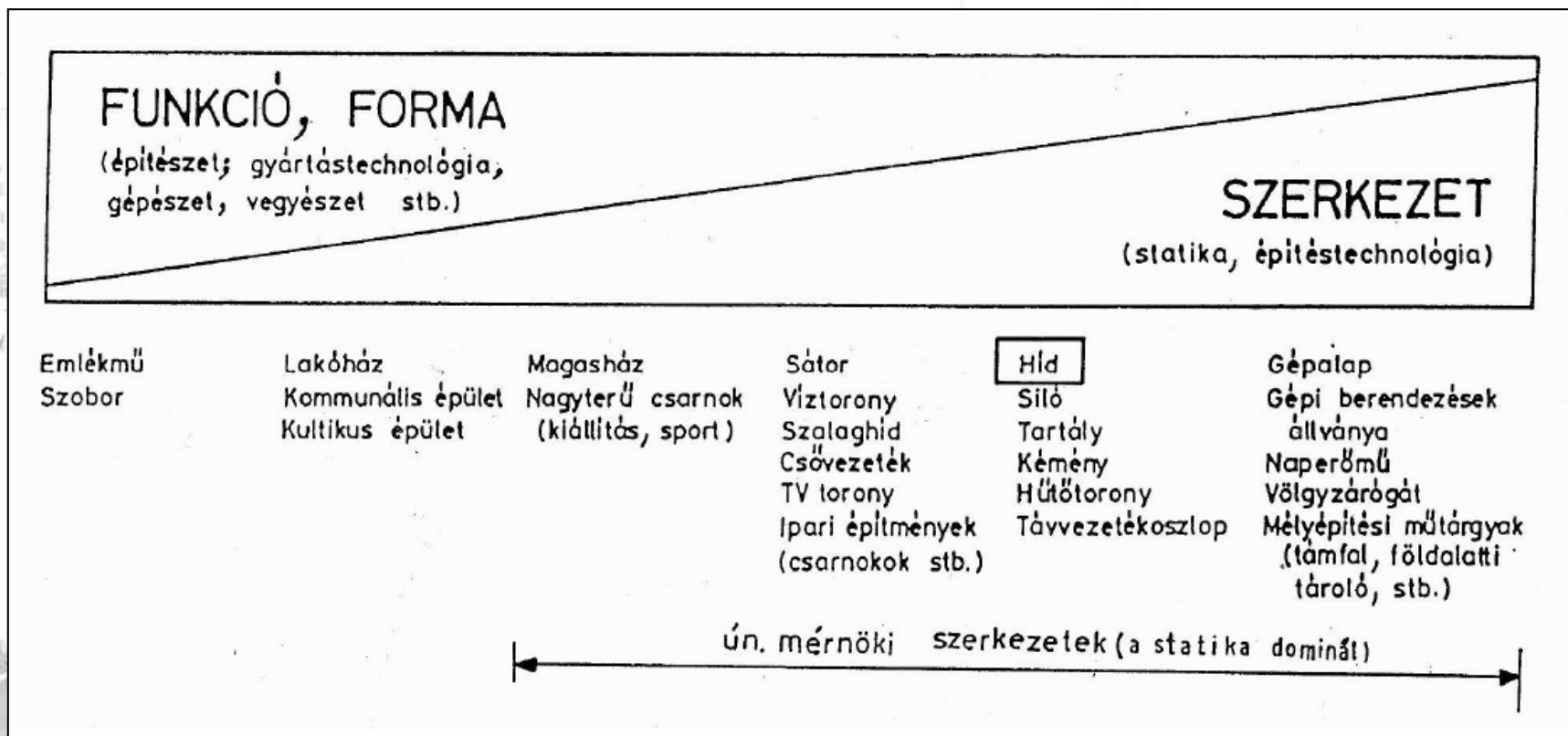
Tervezési alapelvek

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék

1. Funkció, forma, szerkezet összefüggései



1. ábra. Funkció, forma, szerkezet összefüggései [Orbán Z. 2017]



2. Hídtervezés legfontosabb céljai

1. A funkció ellátása

- a híd rendeltetésszerű, üzemszerű használhatósága, megfelelése,
- lehetővé kell tenni az átkelést, eleget kell tenni a forgalmi követelményeknek, át kell vezetni a közműveket, stb.

2. Műszaki követelmények teljesítése

- elsősorban a statikával, a stabilitással, a helyzeti állékonysággal és a szilárdságtannal kapcsolatos statikai (erőtani) követelményeket jelenti,
- saruk, a pályaburkolat, a dilatációs szerkezetek, a vízszigetelés, stb. műszaki használhatósága.

3. Gazdaságos szerkezetek tervezése

4. Esztétikai igények kielégítése

A felsorolt célokat a korszerűség szem előtt tartásával kell elérni.

Az 1. és 2. tervezési alapcélokhoz tartozó ismereteket szabályzatok, szabványok, műszaki előírások formájában pontosan rögzítik.

A 3. és 4. feladatok a tervezési munka nem szabványosítható, kreatív és intuitív részei.

3. Általános elvek

Az 1. és 4. szempontok (funkció és esztétika) sokszor ellentétesek egymással, így a jó megoldás megfelelő kompromisszum eredményeképpen jön létre.

A híd tervezés az építészeti és a statikai tervezés (szerkezet) együttese. Az építészeti tervezést a szerkezettervezéstől általában nem lehet élesen elválasztani. A két tevékenység esetenként különböző mértékben átfedi egymást.



1. kép. Sheikh Zayed Bridge (Abu Dhabi, Egyesült Arab Emírségek) [www.architecturaldigest.com]



2. kép. Khaju Bridge (Isfaham, Irán) [www.architecturaldigest.com]

4. Mérnöki tervezési folyamat

Döntési esetek:

- Kell-e híd egyáltalán?
- Ha kell híd, milyen anyag(ok)ból legyen?
- Milyen szerkezetű legyen a híd?
- Milyen építéstechnológia a legmegfelelőbb?

Tervezési teendők

1. Tanulmányozni kell a feladatot, a híddal szemben támasztott követelményeket

- be kell szerezni az összes szükséges tervezési alapadatot,
- célszerű felállítani egy fontossági sorrendet és hierarchikusan rendezni a követelményeket.

2. Ki kell alakítani a koncepciót

- a statikai szempontokon kívül figyelembe kell venni az összes egyéb szempontot is pl. útépitési, közmű adatok,
- tervváltozatokat kell kidolgoznunk és azok közül választani,

- egy beruházási programtervet kell kiadni, majd a szakhatóságoknak kell bemutatni a műszaki dokumentációt,
- ezek alapján indulhatnak meg a tényleges tervezés előmunkálatai.

3. Az engedélyezési terv (vázlatterv) elkészítése

Ehhez a szerkezet fő méreteinek realitását igazoló közelítő számítást kell készíteni. Ez igen fontos művelet, mert a fő méretek későbbi lényeges megváltoztatására alig nyílik lehetőség.

4. Az engedélyezési tervet a beruházóval el kell fogadtatni

A tervnek a szakhatóságokkal való egyeztetése, valamint az engedélyező hatóságokkal történő jóváhagyása után kerül sor a részletes (pontos) statikai számításra. Ennek eredményeképpen előállnak a végleges méretek. Ezután elkészülhet az általános terv, illetve a teljes kiviteli terv.

5. A statikai számításokról általánosan

A műszaki feladatok megoldási menetének egyik legfontosabb lépése a modellfelvétel.

A statikai számítások végrehajtására léteznek analitikus módszerek és numerikus eljárások (pl.: VEM)

Az analitikus módszereket elsősorban közelítő számításokhoz (engedélyezési tervhez) használják. A pontos (részletes) számításokat (kiviteli tervhez) számítógépi programok segítségével végezzük.

A gépi számításokhoz azonban a szerkezet statikai modelljét és a közelítő méreteit a tervezőnek kell felvennie. Ezek a pontos gépi számítás kiinduló adatai.

A közelítő méretek felvételéhez jó hasznát lehet venni:

- a tapasztalatoknak, az ún. „ökölszabályoknak”,
- a klasszikus analitikus módszerekkel előállított tervezési diagramoknak, képleteknek.

A jó statikai számítás alapfeltétele a helyes statikai modell felvétele. A jó statikai modell egyrészt lehetőleg egyszerű és hagyományos kézi módszerekkel könnyen számítható, másrészt kellően valóságos.

Közelítő számítás:

Lehetővé teszi egy reális méretekkel bíró szerkezet engedélyezési tervének elkészítését, másrészt a pontos számítás ellenőrzésére is felhasználható.

Fontos, hogy a közelítő és a részletes számítás eredménye lényegesen ne térjen el egymástól.

A részletes számítások mellett nagy szükség van egyszerű, szemléletes, áttekinthető közelítő eljárások alkalmazására.

Pontos (részletes) számítás:

Általában a gépi számítással nyert eredményeket tekintjük pontosnak, de ez természetesen csak akkor igaz, ha meggyőződünk arról, hogy:

- a program alapjául szolgáló statikai modell és a numerikus algoritmus helyes és kellően pontos,
- a programban nincs programozási hiba,
- a felhasználó (tervező) nem követett el adatbeviteli vagy modellfelvételi hibát.

Nem az a jó eljárás, amelyik a lehetséges hatások egy részét a matematika legmagasabb szintjén veszi figyelembe, a többit meg elhanyagolja, hanem az, amelyik (majdnem) minden lehetséges hatást be tud vonni a számításba, továbbá meg tudja adni az eljárás alkalmazási korlátait.

A program helyességéről a tervezőnek különféle tesztekkel saját magának is meg kell győződnie.

A gépi számítást mindig ellenőriznünk kell, mégpedig elsősorban az adatbevitelt és az eredmények nagyságrendjét. Sokszor igen egyszerű ellenőrzésre nyílik mód a számítógép szolgáltatta reakcióerők és a terhelő külső erők egyensúlyának vizsgálata alapján is.

Nagy jelentősége van a statikai tervezés egyes területei közötti megfelelő arányok betartásának (milyen mélyen merüljünk el a számításokban, hol az a határ, ahonnan a konstrukcióra, a tervekre kell koncentrálni)

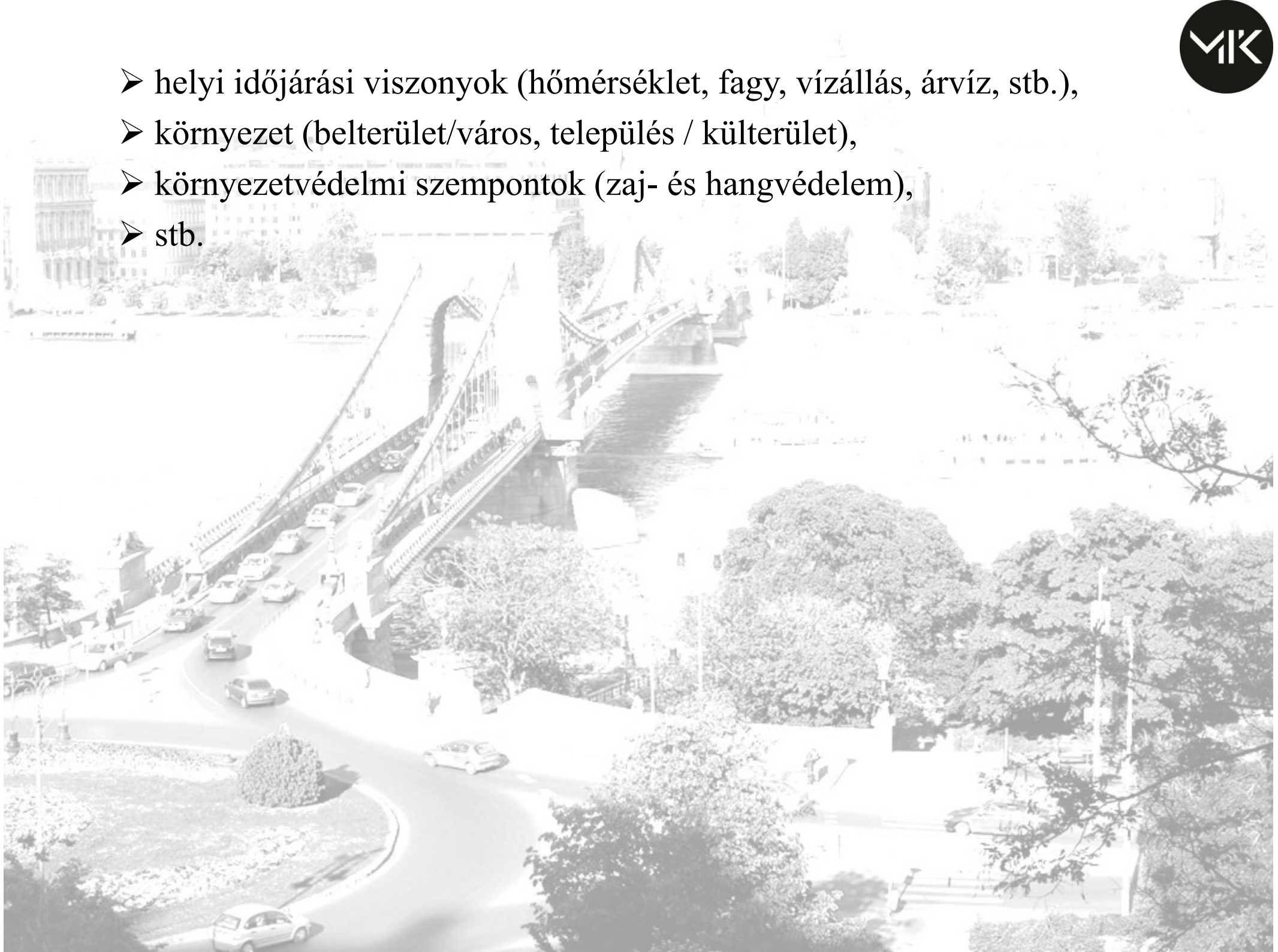
Elsődleges, hogy jól áttekinthető, jó szerkezetet tervezzünk.

Egy-egy jó szerkezeti megoldás kivitelezési és funkcionális szempontból is nagy jelentőségű. (pl. egy jól működő dilatáció, vagy vízelvezetés, helyes vasalás, kapcsolatok, stb.).

6. Tervezési adatok

- helyszínrajz (az út vízszintes vonalvezetése, terep adatok),
- az átvezetett út keresztmetsvényei és hossz-szelvénye,
- fix pontok (melyek a híd helyét vízszintesen és magasságilag rögzítik),
- hídszélesség, pályabeosztás- az áthidalt út vagy vasút adatai (az út vagy vasút űrszelvénye, vízszintes, magassági és keresztmetszeti adatok, terep adatok),
- az áthidalt (hajózható) vízfolyással kapcsolatos adatok,
- terhelési adatok,
- talajmechanikai adatok (geológiai adatok, fúrásszelvények, talajvíz, határfeszültségek, stb.),
- az átvezetendő és a meglévő közművek adatai,
- egyéb: pl. hídvilágítás, lejárólépcső, stb.,
- helyi közlekedési viszonyok (gépeknek, anyagoknak, szerkezeteknek az építési területre való szállításának lehetőségei, az építés alatti forgalom biztosítása, stb.),

- helyi időjárási viszonyok (hőmérséklet, fagy, vízállás, árvíz, stb.),
- környezet (belterület/város, település / külterület),
- környezetvédelmi szempontok (zaj- és hangvédelem),
- stb.



7. Tervfajták, hatósági egyeztetések és jóváhagyások

1. Mindenekelőtt be kell szerezni a tervezési alapadatokat.
2. Ezután megállapítjuk, hogy mit, mikor és hogyan akarunk létrehozni, tervváltozatokat dolgozunk ki, és elkészítjük a beruházási programtervet:
 - Mit kell létrehozni? Rögzítjük a beruházás célját, helyét, a létesítmény típusát (híd) és az üzemi és technológiai adatokat.
 - Mikor kezdődhet a tervezés, meddig tart, mikor kezdődhet a kivitelezés és milyen időtartamú lesz?
 - Hogyan készüljön a híd? Leírjuk az építési, kivitelezési elképzeléseket, a lehetőségeket.
3. A beruházási program összeállítása után következő közigazgatási eljárás során:
 - a szakhatóságoknak (építésügyi és útügyi hatóságok, önkormányzatok [terület felhasználás, kisajátítás, közút igénybevétele, járdabontás, stb.], közművek [víz, gáz, elektromos, hírközlési, stb.], energiafelügyelet [közvilágítás, stb.], tűzoltóság, vízügyi hatóságok, érdekelt magánfelek, stb.) bemutatjuk a tervezési feladatot a műszaki tervdokumentációt, a kiviteli elképzeléseinket,

- a hatóságok ezt véleményezik és közlik a kívánásaikat a módosításokra, javításokra, stb., ezután beszerezzük az egyeztetés következményeként még felmerülő további adatokat.

Ezek alapján megindulhatnak a tényleges részletes tervezés előmunkálatai:

- a helyszíni bejárás (ha a kérelem elbírálásához a helyi viszonyok ismerete szükséges),
- geodéziai mérések,
- geológiai és geotechnikai feltárások, fúrások,
- hidrológiai és hidraulikai kutatások.

4. Részletes tervezés

Hidat építeni csak jóváhagyott műszaki tervek alapján és érvényes építési engedély birtokában szabad, így először az engedélyezési tervet (tanulmánytervet, vázlattervet) kell elkészíteni. Mivel az engedélyezési terv a híd (építmény) műszaki-gazdasági megoldásának elbírálása céljából készül, ehhez csak a szerkezet fő méreteinek realitását igazoló közelítő számítást kell kidolgozni.

Az engedélyezési tervdokumentáció részei:

- a műszaki leírás, amely abban tér el a kiviteli tervi műszaki leírástól, hogy jóval kevésbé részletes; (ha szükséges közelítő számítás is mellékelhető),
- a vázlattelev (általában 1:100 léptékben) az általános helyszínrajzzal (általában 1:500 léptékben), általános terv előtervi szinten kidolgozva,
- általános (tájékoztató) talajmechanikai szakvélemény,
- az érdekelt szervek név- és címjegyzéke,
- költségbecslés, előtervi organizációs terv.

Az engedélyezési tervet az építtetővel (beruházóval) el kell fogadtatni és a *3. pontnál* felsorolt szakhatóságokkal egyeztetni kell, majd az engedélyező hatósággal jóvá kell hagyatni. Az építési engedélyt az építtetőnek (beruházónak) kell kérnie az engedélyező hatóságtól.

5. Az engedélyezési terv jóváhagyása után készítjük el a kiviteli tervet.

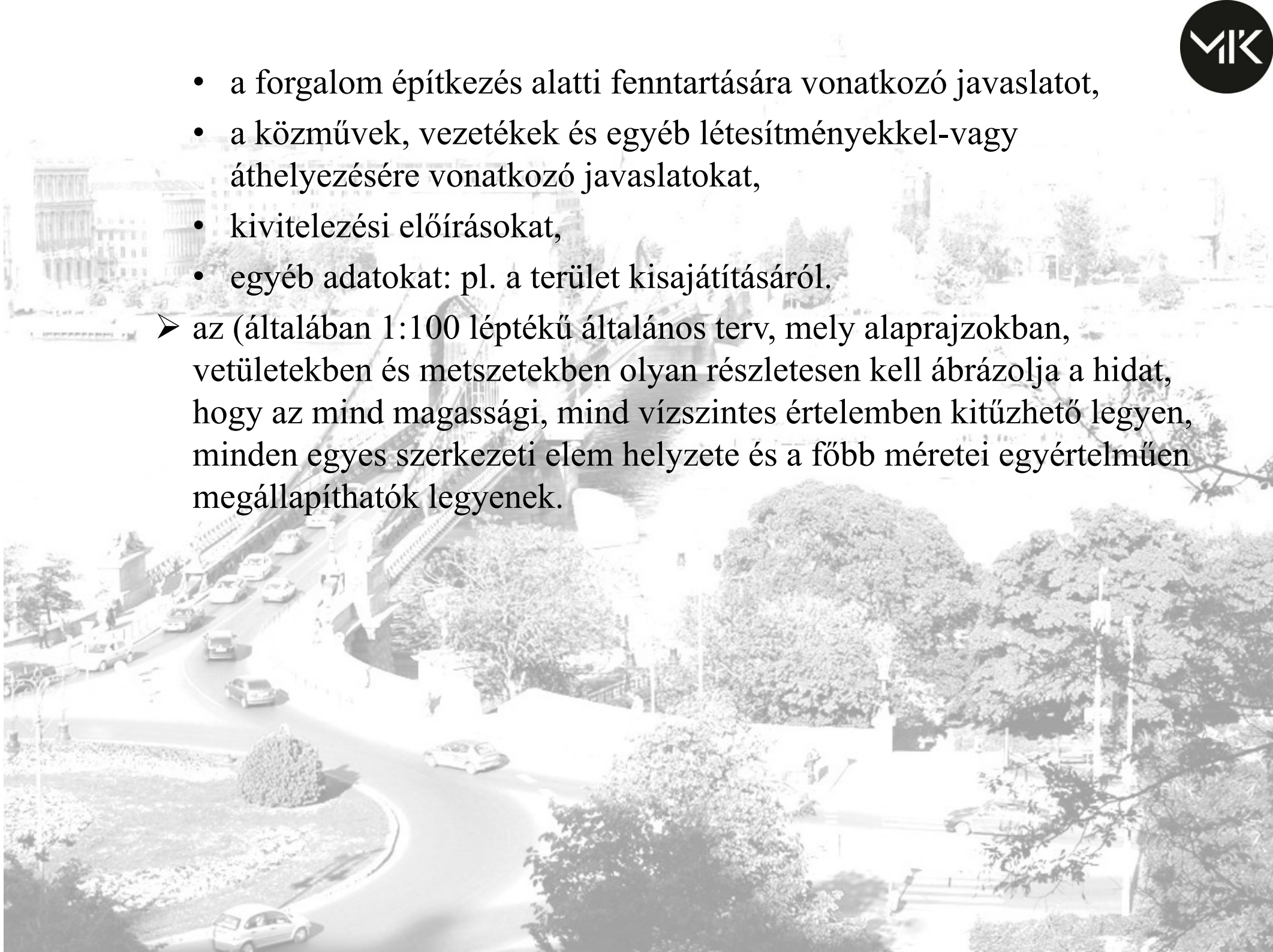
A kiviteli (műszaki) terv minden tervlapján és tartozékán fel kell tüntetni a híd nevét és helyét, hídközépi szelvényszámát, valamint a tervlapon ábrázolt tervrész megnevezését.

A kiviteli tervdokumentáció részei:

- a műszaki leírás, amely tartalmazza
 - a híd elhelyezését (az út számát és nevét, hídközépi szelvényszámát), ferdeségét, az áthidalt akadály megnevezését,
 - a vízszintes és magassági fixpontokat (melyek a híd helyét vízszintesen és magasságilag rögzítik),
 - a híd irányát és emelkedési viszonyait,
 - a híd jellemző magassági adatait (a híd pályaszintjeinek és a felszerkezet alsó élének magasságát; az alaptestek alsó síkjának szintjét stb.),
 - az áthidalt út vagy vasút pályaszintjét, az űrszelvényt,

- (hajózható) vízfolyás áthidalásánál a legkisebb vízszintet, a legkisebb és legnagyobb hajózási vízszintet, az építési vízszintet, a mértékadó és az eddig észlelt legmagasabb árvízszintet, stb., a jelenlegi és a tervezett mederfenék magasságát, a hajózási úrszelvényt, stb.,
- a vízműtani adatokat és számításokat,
- a híd támaszközeit,
- a híd merőleges és ferde nyílásait,
- a híd szélességét és pályabeosztását,
- a híd terhelési osztályát, teherbírását,
- a felszerkezet statikai rendszerét,
- próbaterhelési adatokat,
- az alapozás módját, talajmechanikai adatokat,
- a hídfeljárók adatait,
- az útpályához való csatlakozás módját,
- a lejárók és a párhuzamos utak adatait,
- a partbiztosítási és mederszabályozási munkák ismertetését,

- a forgalom építkezés alatti fenntartására vonatkozó javaslatot,
 - a közművek, vezetékek és egyéb létesítményekkel-vagy áthelyezésére vonatkozó javaslatokat,
 - kivitelezési előírásokat,
 - egyéb adatokat: pl. a terület kisajátításáról.
- az (általában 1:100 léptékű általános terv, mely alaprajzokban, vetületekben és metszetekben olyan részletesen kell ábrázolja a hidat, hogy az mind magassági, mind vízszintes értelemben kitűzhető legyen, minden egyes szerkezeti elem helyzete és a főbb méretei egyértelműen megállapíthatók legyenek.



Az általános tervnek tartalmaznia kell:

- az átnézeti helyszínrajzot (a legközelebbi lakott hely, az áthidalt akadály és az átvezetett út bejelölésével, mindkettőnek a keresztezési pontra vonatkozó szelvénytípusának megadásával és a szelvényezés irányának feltüntetésével, az északi irány megjelölésével),
- a kitűzési vázlatot a vízszintes és magassági alappontok feltüntetésével,
- a híd fő méreteit,
- a térszint és az áthidalt akadály keresztmetszét a hídtengelyben,
- a hídon átvezetett út pályaszintjét, illetve hossz-szelvényét,
- a szerkezeti gerendák, sarufészek magassági adatait,
- a hídszerkezet alsó élének szintjét,
- a szerkezeti magasságot,
- az áthidalt út vagy vasút adatait (pályaszint, sínkorona-szint, szelvénytípus, úrszelvény, burkolati adatok),

- az áthidalt (hajózható) vízfolyás szintjeit (a legkisebb vízszint, a legkisebb és legnagyobb hajózási vízszint, az építési vízszint, a mértékadó és az eddig észlelt legmagasabb árvízszint, stb. ; hajózási űrszelvény, stb.),
- a hídpálya és a járda burkolatát, szigetelését,
- a vízelvezetést (a burkolat keresztesése, a vízelvezető vápa hosszesése, víznyelők, folyókák, szivárgók),
- az átvezetett és érintett közművek (víz, gáz, elektromos, távközlési, stb.) és egyéb létesítmények főbb adatait,
- a talaj (rétegszelvény), talajvíz és alapozási adatokat,
- a híd terhelési osztályát (A,B,C),
- az anyagok pontos megnevezését,
- az önsúlyból számított alakváltozási (lehajlási) ábrát (a $t=0$ és a $t=\text{végtelen}$ időpontra),
- a túlemelési vázlatot,

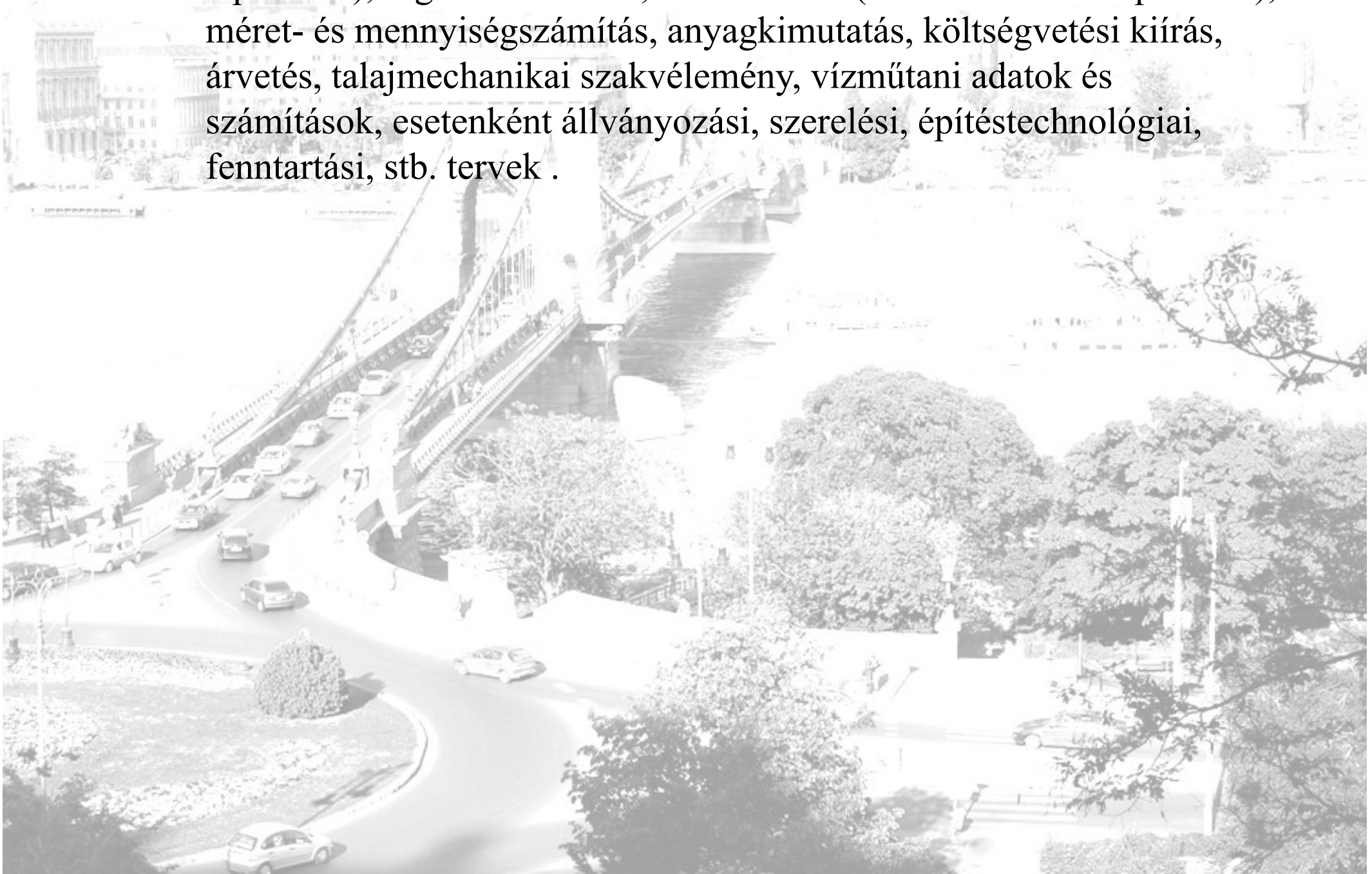
➤ a részletes (pontos) statikai számítás:

Alapkövetelmény, hogy a számítás áttekinthető és ellenőrizhető kell legyen. Tartalmaznia kell:

- a terhelő erőket és hatásokat,
- az anyagok pontos megnevezését, a határ-és megengedett feszültségeket,
- a geometriai adatokat,
- a statikai modellt,
- a részletes számítást (repedéskorlátozás, alakváltozások és süllyedések korlátozása, próbaterhelési lehajlás, túlemelés, teherbírási határállapot, stabilitás és állékonyság), szakirodalmi hivatkozásokkal, a gépi számítások programjának megnevezésével.

➤ a részletes terveket, részletterveket (általában 1:50, 1:25 vagy 1:10 léptékben): a felszerkezet és az alépítmény vasalása, szigetelés, dilatáció, burkolat, vízelvezetés, korlát, stb. Mindezt olyan részletességgel, hogy a híd minden részletében pontosan és egyértelműen megépíthető legyen.

- tartozékokat: tervezői nyilatkozat, helyszínrajz (általában 1:500 léptékben), organizációs terv, kitűzési terv (általában 1:200 léptékben), méret- és mennyiségszámítás, anyagkimutatás, költségvetési kiírás, árvetés, talajmechanikai szakvélemény, vízműtani adatok és számítások, esetenként állványozási, szerelési, építéstechnológiai, fenntartási, stb. tervek .



8. Statikai szempontok

Statikai (erőtani) követelmények csoportjai:

1. üzemi, illetve használati követelmények:

1.1 repedéstágasságra,

1.2 alakváltozásokra,

1.3 fáradásra.

2. teherbírési követelmények:

2.1 a szélső szálfeszültségek megfelelése,

2.2 megfelelés törési határállapotban.

3. stabilitási megfelelés:

3.1 kihajlásra,

3.2 horpadásra,

3.3 kifordulásra, stb.

4. helyzeti állékonysági megfelelés:

4.1 kibillenésre (felborulásra),

4.2 elcsúszásra,

4.3 felúszásra, stb.

Statikai (erőtani) számítással kell igazolni, hogy a szerkezet a fenti követelmények mindegyikének megfelel.

A statikai számítást a híd létesítésére, használati körülményeinek kedvezőtlen megváltozása, átalakítása és bontása esetére, valamint a híd építés alatti és egyéb ideiglenes állapotára is el kell végezni.

A terhelő erők és mozgások (hatások) okozta igénybevételek, valamint alakváltozások meghatározásához általában a homogén, repedésmentes lineárisan rugalmas anyagú tartókra vonatkozó módszereket szabad alkalmazni.

A statikai számítás készítése során csak olyan egyszerűsítő eljárásokat szabad alkalmazni, amelyek nem mutatják a szerkezetet a várhatónál kedvezőbbnek, azaz mindig olyanokat, melyek a biztonság javára tévednek.

A végleges jellegű hidak élettartama 100 év. A félállandó jellegű hidak 15 éves időtartamra tervezhetők. Ideiglenes hidakat 5 éves élettartamra szabad tervezni. Valamennyi megadott teher és hatás mértéke 100 éves tervezett élettartamra vonatkozik.

9. Gazdaságossági szempontok

Egy híd gazdaságossága szempontjából elsősorban a tervezési koncepció a döntő

- az alépítmény és a felszerkezet összhangban történő megválasztása,
- a hídkeresztmetszet megfelelő alakjának felvétele, megfelelő építési technológia kidolgozása.

A szükségesnél költségesebb, tehát gazdaságtalan szerkezet tervezését hibának kell tekinteni.

Sok esetben a szerkezet kiválasztásának legfontosabb szempontjaul a gazdaságosságot tekintjük.

Sok esetben a gazdaságosság ellentétben áll a hídtervezés legfontosabb céljaival (funkció ellátása, műszaki követelmények teljesítése, esztétikai igények).

Gyakran előfordul, hogy valamely szerkezetet egy másiknál gazdaságosabbnak vélünk, mégis az bizonyult költségesebbnek, mert valamely okból irreálisan magas volt az anyagár vagy a munkabér.

Lehet, hogy egy szerkezet típus az adott mai körülmények között a leggazdaságosabbnak bizonyul, egy idő után már egyáltalán nem biztos, hogy az is marad. Ennek az az oka, hogy egyrészt a technológiák, másrészt az egységárak és a munkabérek az idők során változnak.

A gazdaságosság megítélése körében lényegében a beruházónak kell döntenie, a tervező szerepe itt elsősorban az, hogy felhívja a beruházó figyelmét mindezekre a szempontokra, és meghatározza a különböző megoldások költségeit.

A hídszerkezetek gazdaságosságát befolyásoló tényezők:

- A híd funkciója (rendeltetése), pl. mások a költségvonzatai egy gyaloghídnak, mint egy vasúti felüljárónak.
- A híd geometriai elhelyezkedése, helye, városban a hídfők és pillérek megfelelő elrendezésével pl. a közmű áthelyezések mértéke és a terelőutak hossza minimálisra szorítható, ami által sok pénzt meg lehet takarítani.
- Az alkalmazott anyagok. Mikor alkalmasabb, gazdaságosabb hídépítésre a vasbeton, mint az acél? Az acélhidak kis önsúlyuk miatt elsősorban nagyobb nyílások esetén lehetnek gazdaságosak.

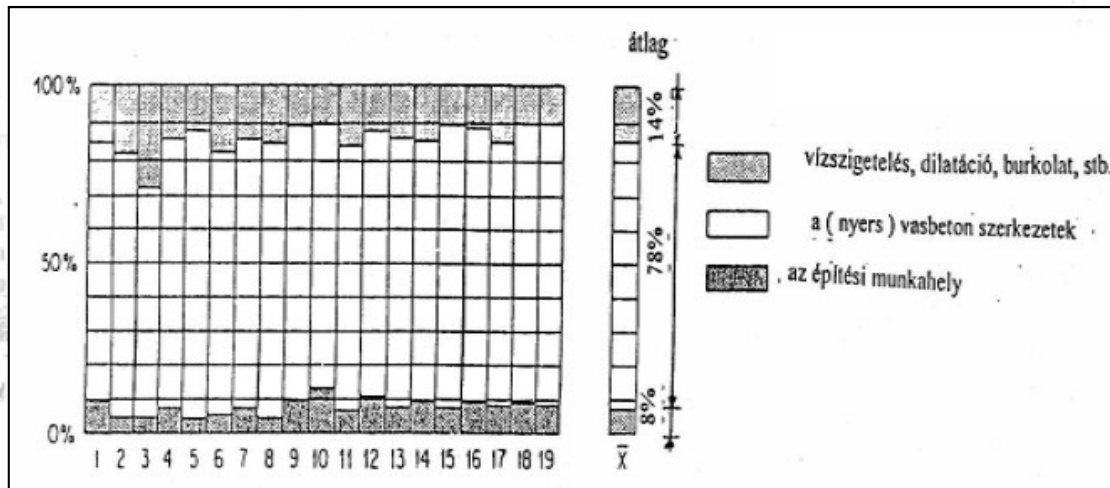
A feszített vasbeton és a korszerű építési technológiák térhódításával a vasbeton hidak már olyan nyílástartományokban is versenyképesnek bizonyultak, ahol korábban kizárólag acélszerkezetek épültek.

Anyagminőségek megválasztása: az anyagmegtakarítás fedezi-e a magasabb fajlagos anyag árat?

- A szállítási lehetőségek (építőanyagok, gépek, stb.) Gondoskodni kell róla, hogy az alkalmazott építőanyagot, illetve annak elemeit az építés helyszínéhez minél közelebb fekvő helyről szállítsák. (A gépek, berendezések, előregyártott elemek, stb. helyszínre szállítását is át kell gondolni.)
- A felszerkezet típusa, kialakítása, nyílásbeosztása, a szerkezeti magasság, stb. Törekedni kell a leggazdaságosabb nyílásbeosztás, keresztmetszeti elrendezés és szerkezeti magasság felvételére. Már a tervezés első fázisában gondolni kell a felszerkezet és az alapozás (és az alépítmény) összhangjára (pl. ha növeljük egy többtámaszú tartó alátámasztásainak a számát, akkor az alapozási költség növekszik, de a felszerkezet költsége csökken).
- A támaszok (hídfelek, pillérek) kialakítása.

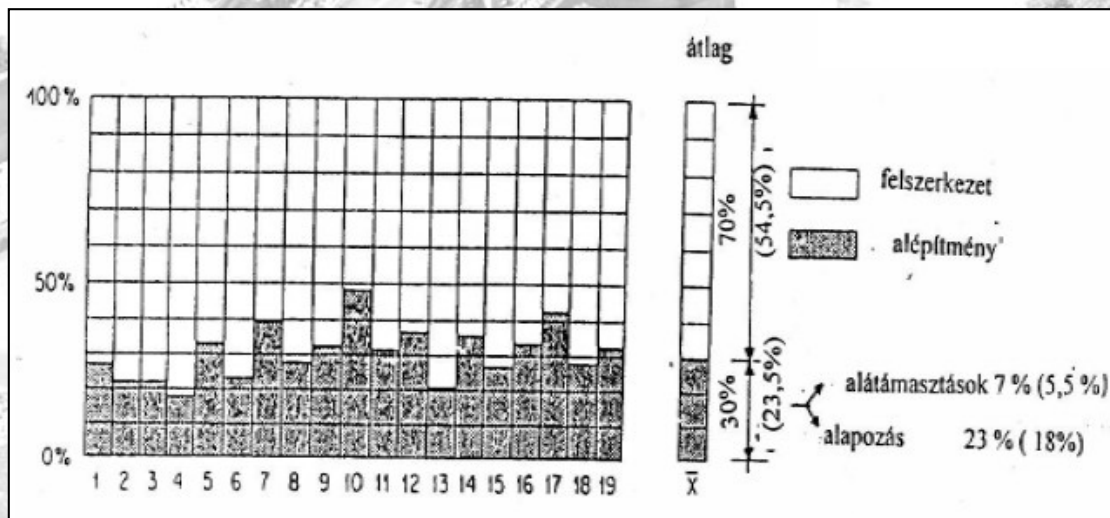
- Az alapozás módja; a terep-, a talaj- és talajvízviszonyok.
- Az építéstechnológia, az előregyártás, tipizálás lehetősége.
- Az építési idő (pl. egy drágább, de gyorsabb alapozási mód alkalmazásával idő takarítható meg s így a híd hamarabb adható át a forgalomnak, így az alapozás viszonylag magas többletköltsége megtérülhet).
- Az építés alatti forgalom biztosítása (járulékos költséget igényelhet).
- A hídhoz csatlakozó létesítmények (feljárók, támfalak, stb.).
- Az építési munkahely létesítményei (műhelyek, irodák, raktárak, szociális épületek, stb.), általában kb. 8%.
- A kisajátítási költségek.
- A fenntartási költségek, hosszabb időre eléggé bizonytalanul lehet előre megbecsülni.

A teljes építési költség fő összetevői:



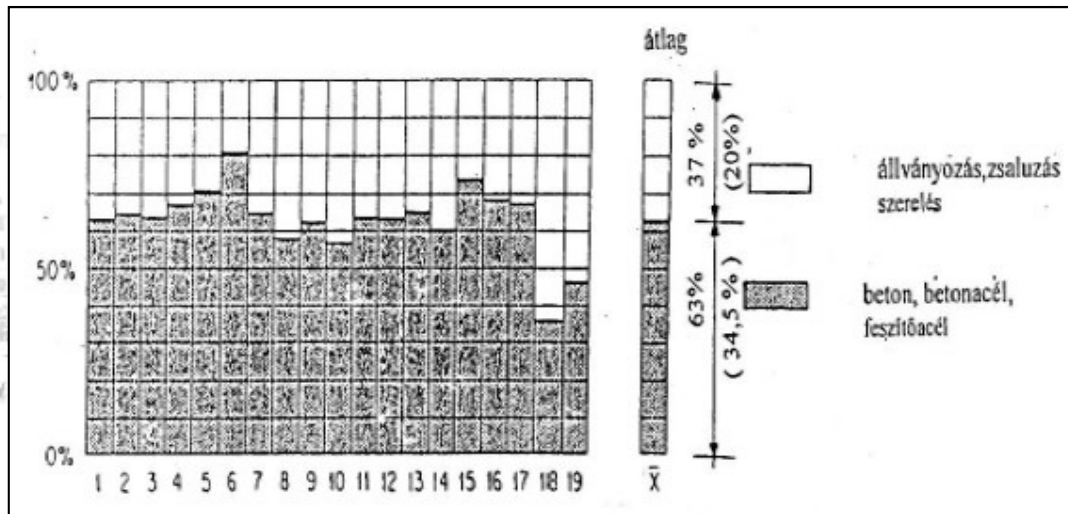
2. ábra. A teljes építési költség fő összetevői [Orbán Z. 2017]

A vasbetonszerkezetek költségének felosztása:



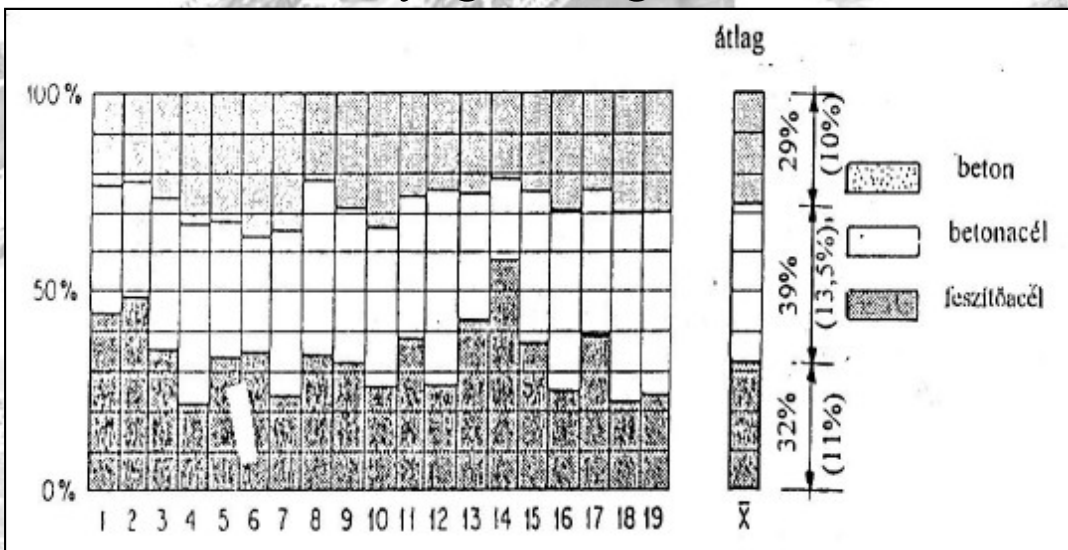
3. ábra. A vasbetonszerkezetek költségének felosztása [Orbán Z. 2017]

A felszerkezet költségének felosztása:



4. ábra. A felszerkezet költségének felosztása [Orbán Z. 2017]

A felszerkezet anyagköltségeinek összetevői:



5. ábra. A felszerkezet anyagköltségeinek összetevői [Orbán Z. 2017]

A gazdaságos szerkezetekre való törekvés, optimális tervezés négy szintje különböztethető meg hídszerkezet esetén:

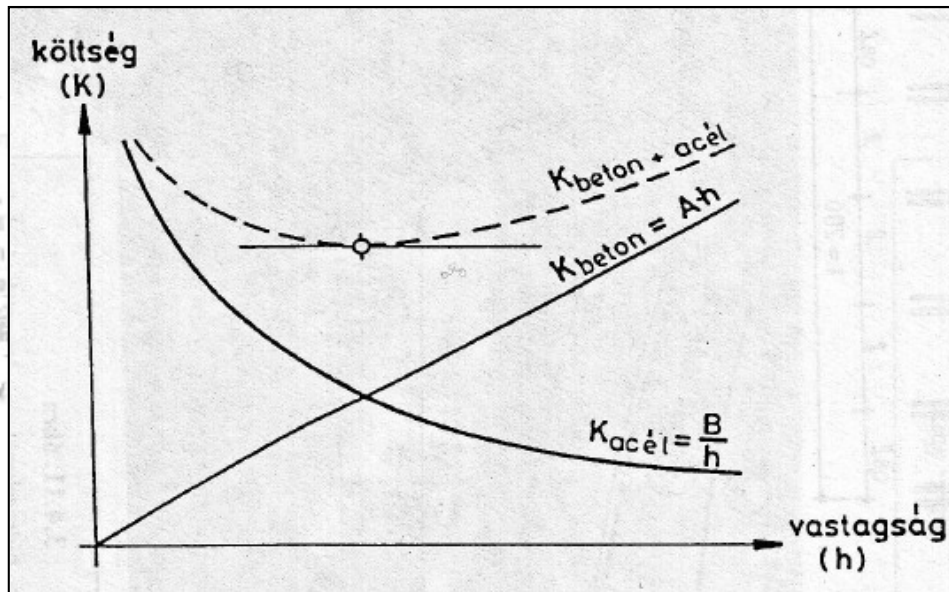
- optimalizálhatók a keresztmetszetek (méretezés),
- optimalizálható maga a szerkezet (pl. szekrénytartónál a cellák vagy a kereszttartók darabszáma szerint),
- megkereshető a leg gazdaságosabb szerkezet típus,
- a koncepció is optimalizálható (pl. városi híd esetén alkalmazunk-e közbenső pillért, vagy ne).

Egy felvett, adott szerkezet optimálása általában jóval kevesebb megtakarításhoz vezet, mint egy más, helyesebb, célszerűbb szerkezet felvétele.

A koncepció optimálás a legfontosabb tervezési tevékenységek egyike: alternatívák, variánsok kidolgozása és közülük a legjobb kiválasztása.

Egyes szerkezeti megoldások önmagukban drágák lehetnek ugyan, de ha figyelembe vesszük, hogy a járulékos költségei minimálisak, akkor végeredményben a látszólag drágább szerkezet is lehet gazdaságos.

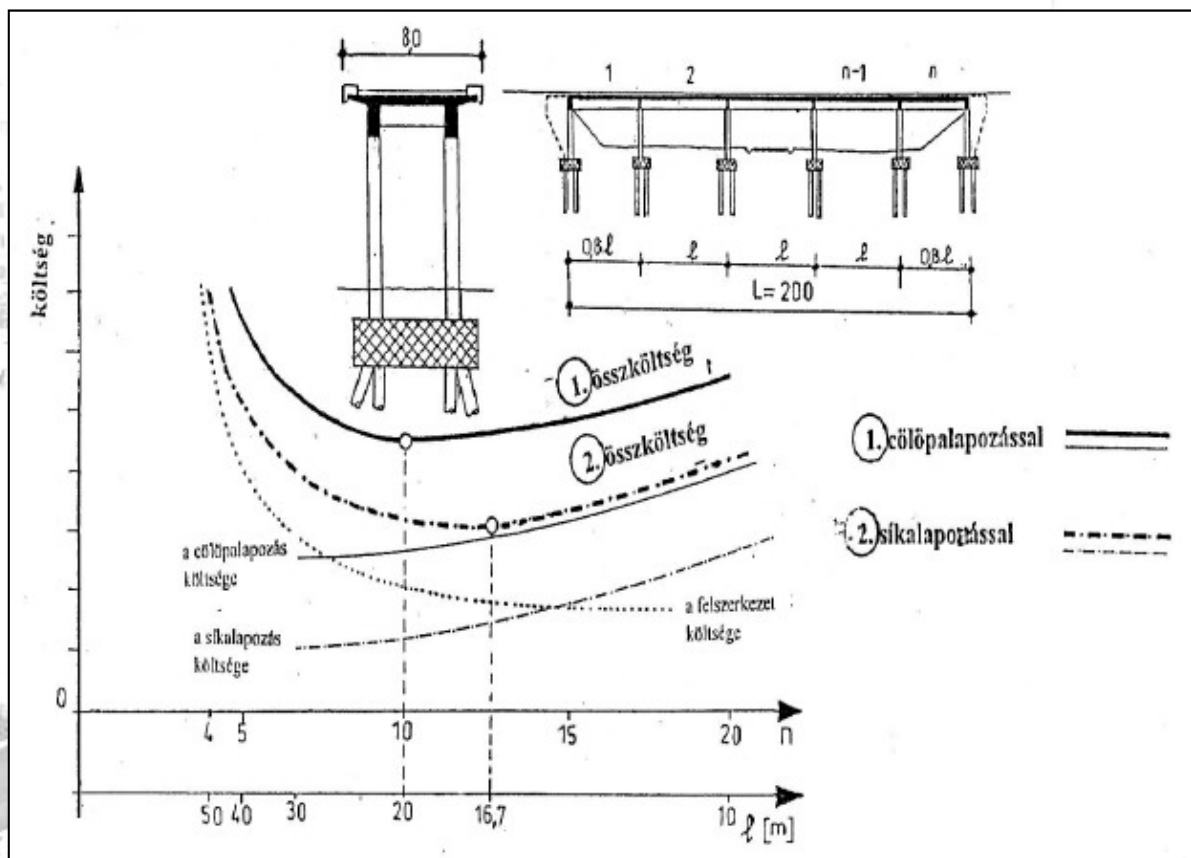
Hajlított vasbetonszerkezet leggazdaságosabb vastagsága:



6. ábra. Hajlított vasbetonszerkezet leggazdaságosabb vastagsága [Orbán Z. 2017]

Fontos, hogy az optimalás ne csupán a felhasznált anyag súlyának minimumát jelentse, hanem a teljes építési és fenntartási költséget kell minimummá tenni!

Többtámaszú hídszerkezet leggazdaságosabb fesztávjának megkeresése:



7. ábra. Többtámaszú hídszerkezet leggazdaságosabb fesztávjának megkeresése [Orbán Z. 2017]

10. Hidak esztétikája

Kétféle lehetőség kínálkozik egy építmény esztétikussá tételére:

- díszítéssel,
- az építmény alakjával.

Néhány alapvető, egyszerű szabály betartása révén a híd megjelenése várhatóan esztétikus lesz.

10.1 Funkció

A jó terv alapja a funkció hű kifejezése. Minden az esztétikusabb megjelenés érdekében hozzáadott többlet ezt az alapelvet kell szolgálja.

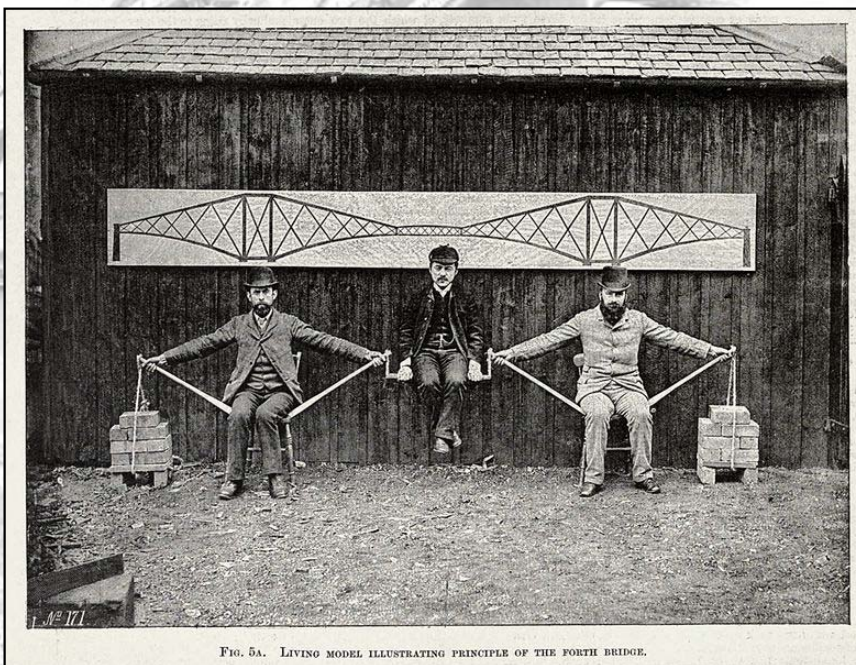
10.2 Szerkezetszerűség

Meg kell mutatni a szerkezetet. A szerkezetszerűség magában kell foglalja a korszerűség követelményeit is. A szerkezeteket úgy kell megtervezni, hogy a híd összességében könnyednek tűnjön.

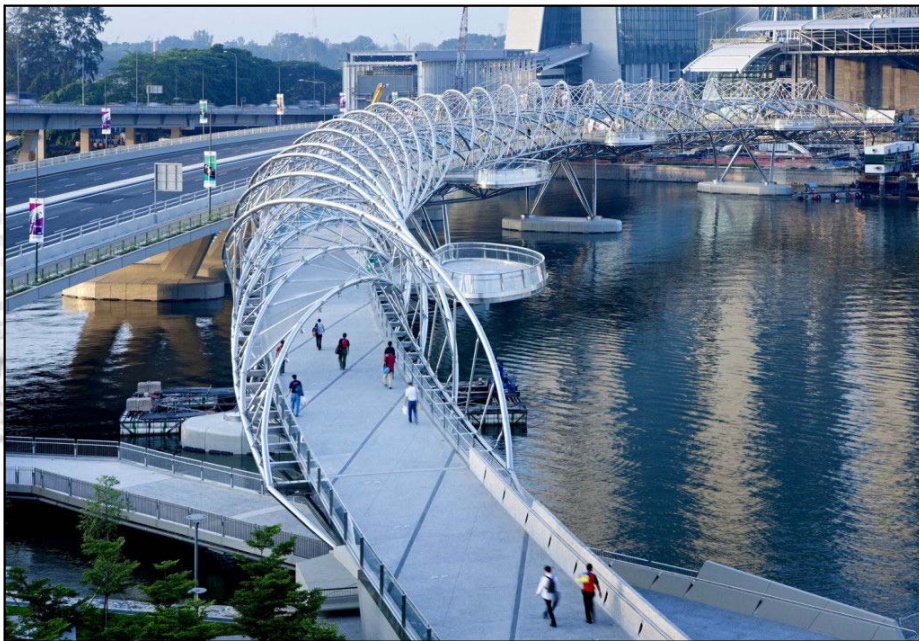
Elterjedt alapelv, hogy ha egy mérnöki szerkezet a statikai igényeknek megfelelően van kialakítva, akkor az automatikusan szép is.



3. kép. Forth Bridge (Skócia) [www.majhevarhad.in]



4. kép. Forth Bridge statikai modellje (Skócia) [www.wikipedia.org]



5-6. kép. Helix Bridge (Szingapúr) [www.arch2o.com]

10.3 Anyagszerűség

Bántó hiba ha egy híd szerkezeti vagy/és anyagszerű lényegét erőltetett díszítő szándékkal meghamisítják.

10.4 Biztonságérzet, stabilitás

Rendkívül fontos, hogy a hídszerkezet a szemlélőben a biztonságérzetét keltse. Ezt a célt szolgálja egyebek mellett a túlemelés. Kerülni kell a túlzottan karcsú szerkezeti elemeket.

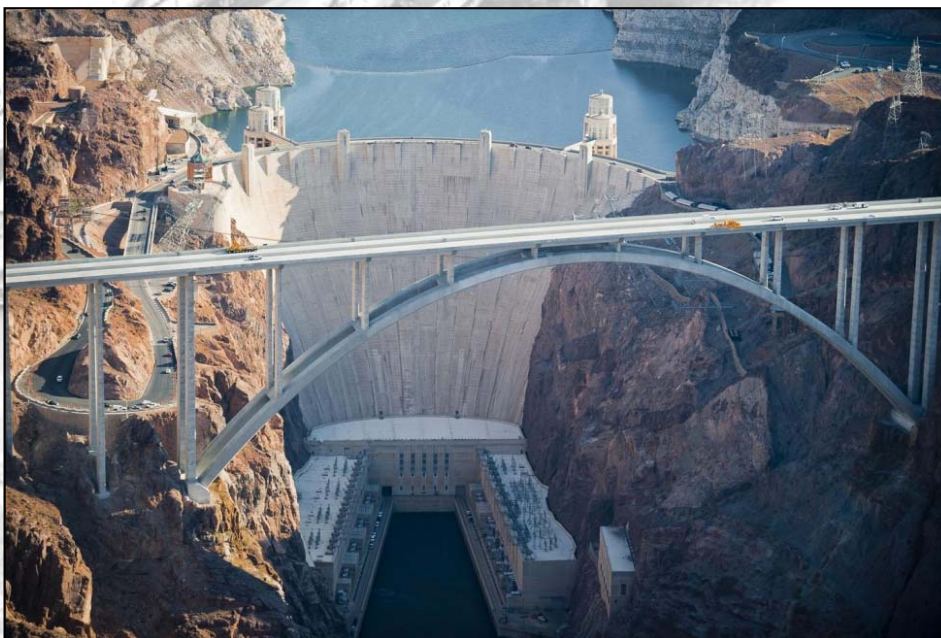
10.5 Beleillik-e a híd a környezetébe?

A hídnak alkalmazkodnia kell a környezetéhez, azzal harmóniában, összhangban kell lennie. A táj karaktere meg kell jelenjen a szerkezetben. Helyes, ha a fő akadály megfelelően kihangsúlyozott főnyílás révén visszatükröződik.

Különös hangsúlyt kell helyezni a domborzat jellegének megfelelő figyelembevételére. Például dombos, hegyes vidéken különösen jól mutatnak az ívhidak.



7-8. kép. Natchez Trace Parkway Bridge (Tennessee, USA) [www.wikipedia.org]

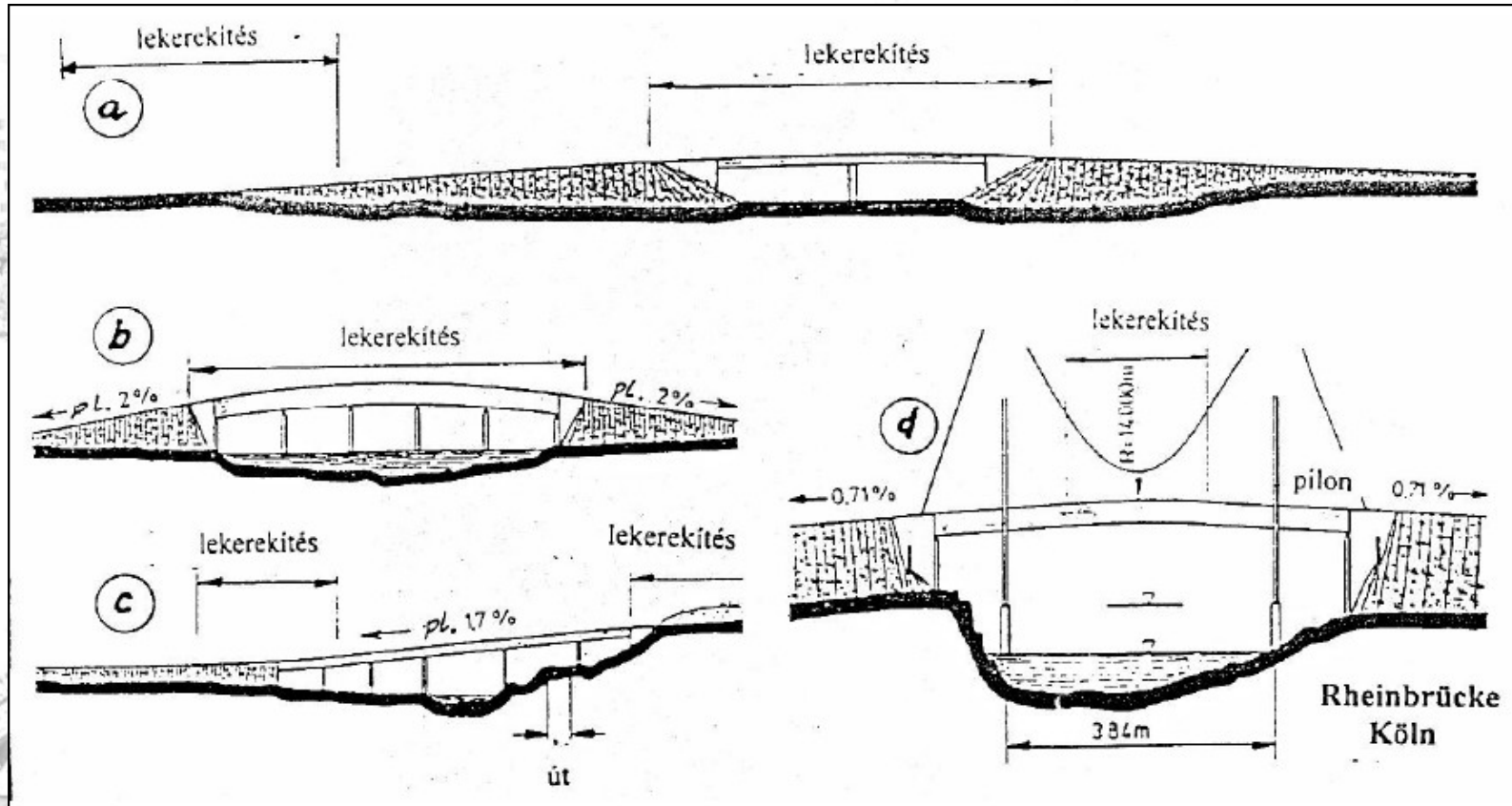


9-10. kép. Hoover Dam, Bypass Bridge (Nevada/Arizona, USA) [www.gc.tours.com, www.hdrinc.com]

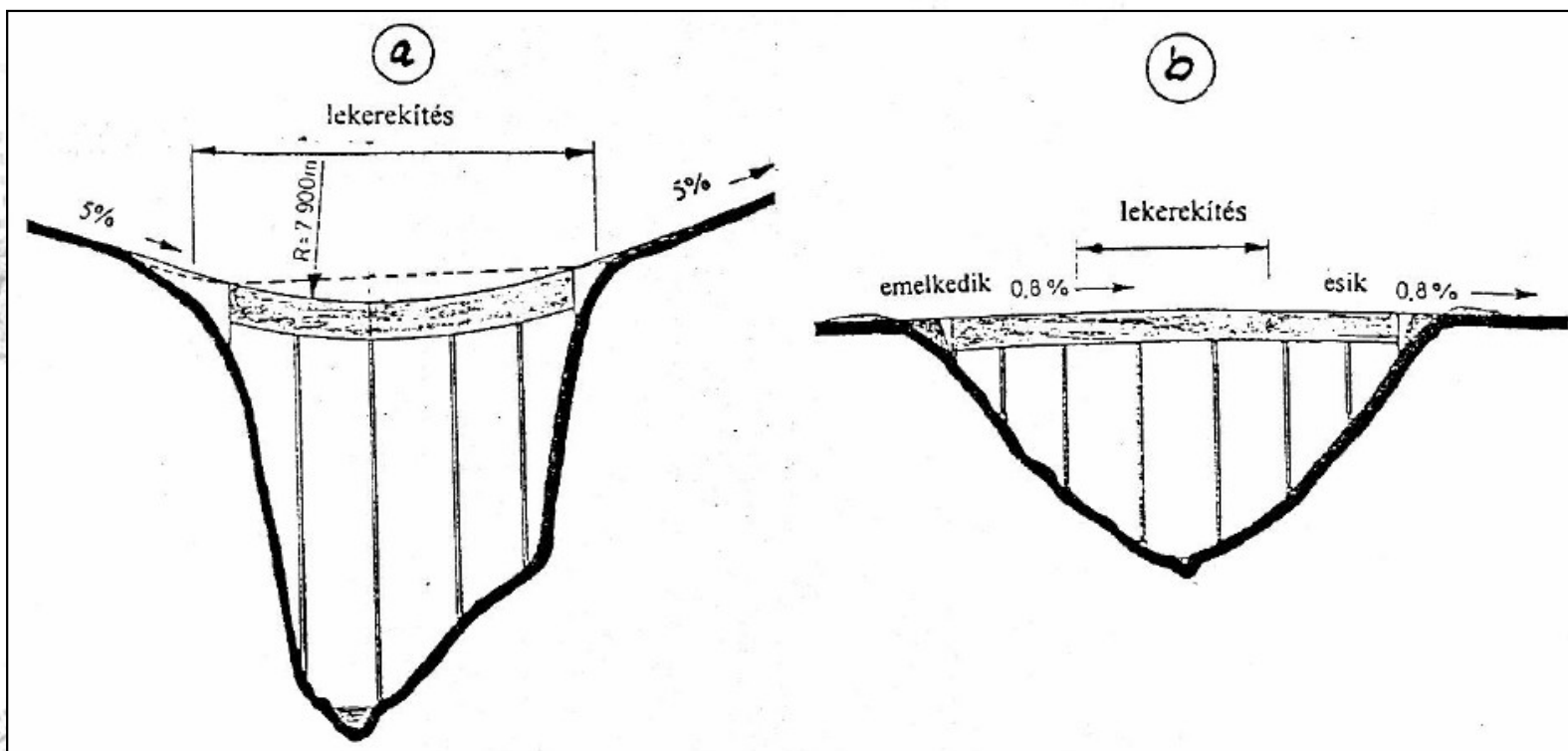


11-12. kép. Salginatobel híd (Schiers, Svájc) [www.wikipedia.org]

10.6 Megfelelő-e a hossz-szelvény lekerekítés?



8. ábra. A hossz-szelvény lekerekítés szokásos kialakítása síkvidéken [Orbán Z. 2017]



9. ábra. A hossz-szelvény lekerekítés néhány esete völgyhidaknál [Orbán Z. 2017]



10.7 Jó-e a nyitva tartandó tér szélességének a magassághoz viszonyított aránya?

Akkor szép egy hídszerkezet, ha ez az arány vagy sokkal nagyobb, vagy sokkal kisebb, mint egy.

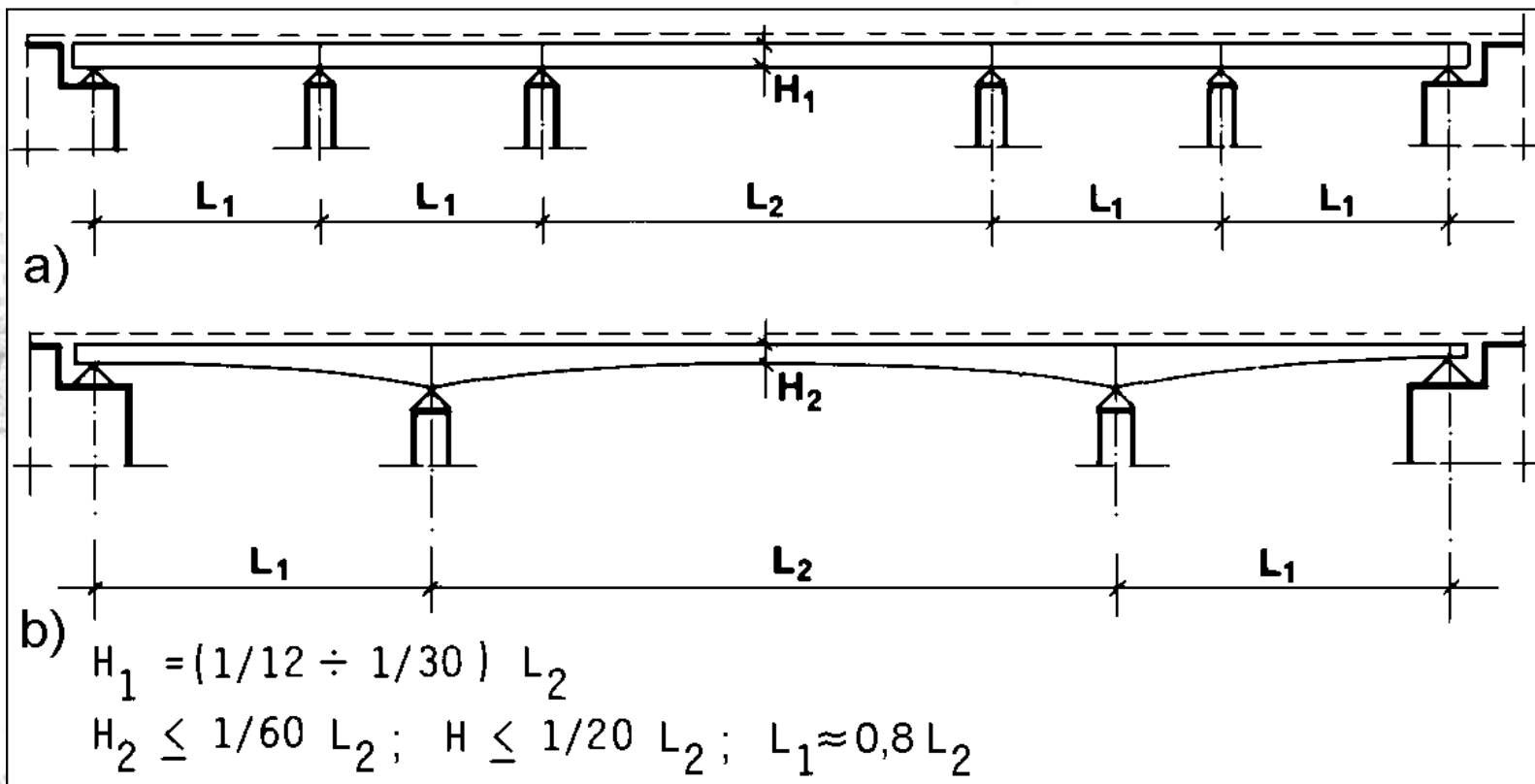
10.8 Harmonikus-e a nyílásbeosztás?

Ha a szélső nyílásokat a statikai követelményeknek megfelelően a középső nyílások 0,8-0,85-szörösére választjuk, akkor ez esztétikai szempontból is kedvező.

Kerülni kell a nagyon egyenlőtlen nyílásokat, mert az ily módon felváltva kialakuló fekvő és álló téglalapok nyomasztó benyomást gyakorolnak a szemlélőre.

Lehetőleg páratlan számú nyílást alakítsunk ki, közép felé növekvő nyílásméretekkel. Egyenlő nyílásméretetek is megengedhetők, különösen hosszú hidaknál, mert a szemlélő a hidat teljes egészében egyszerre úgysem tudja látni.

Legszebb a háromnyílású áthidalás, de ez általában nem eléggé gazdaságos.



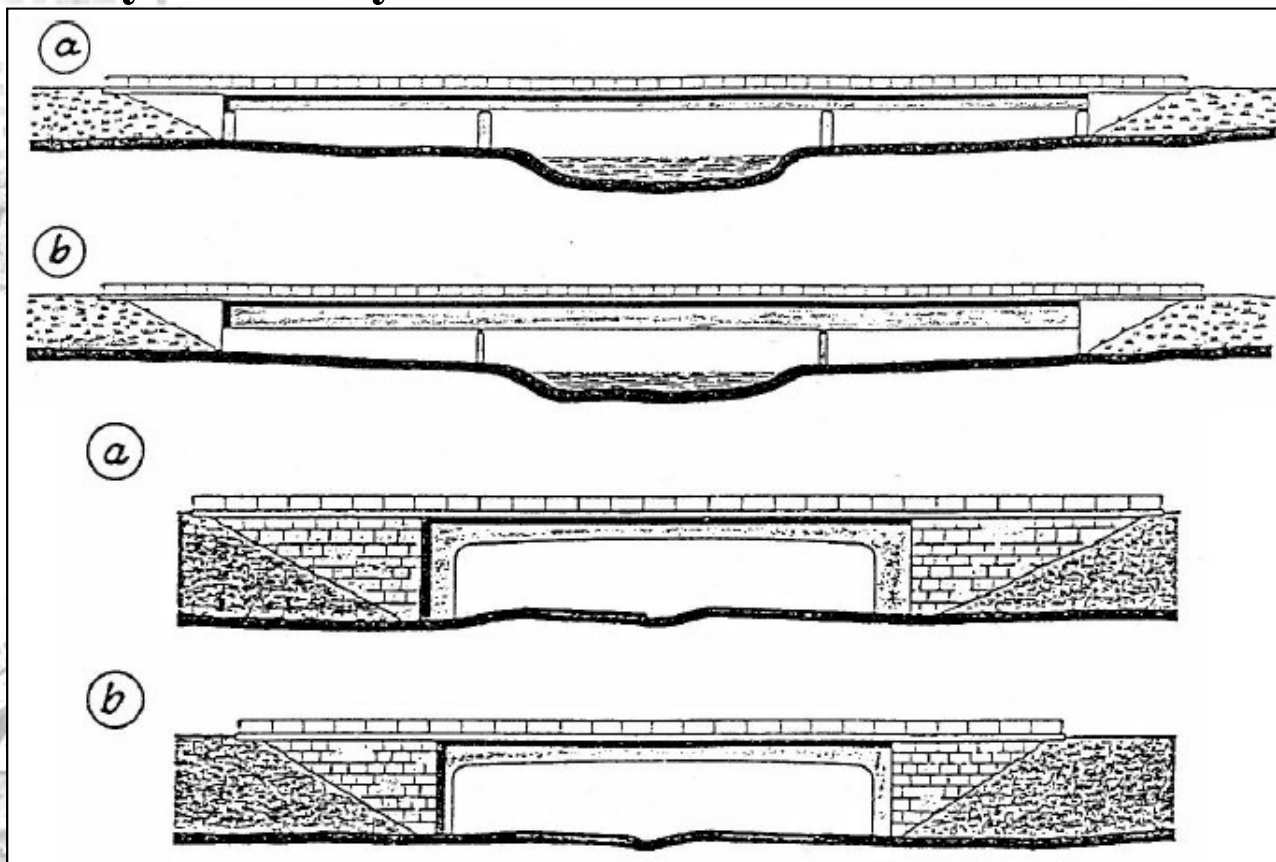
10. ábra. Töbdtámaszú tömör gerendahíd [Iványi M. 2008]





13. kép. Árpád híd [www.static.panoramio.com]

10.9 A fő szerkezeti elemek és nyílásméretek egymáshoz viszonyított aránya? Szárnyfalméretetek?



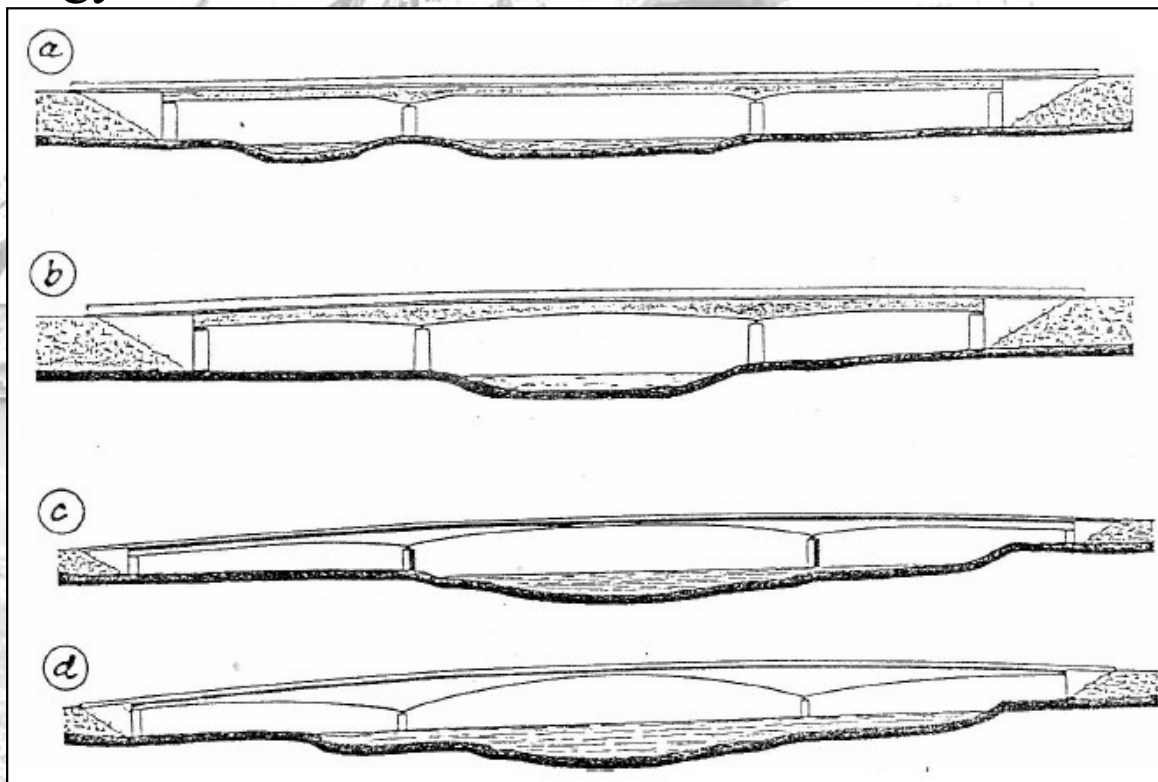
11. ábra. Nyílásméretetek, szárnyfalak [Orbán Z. 2017]

10.10 Szimmetria?

A szimmetrikus elrendezés a kiegyensúlyozottság érzetét kelti. Általában szimmetrikus szerkezeteket tervezünk (ha lehet), de ügyelni kell arra, hogy a hídközepet ne hangsúlyozzuk ki túlzottan.

10.11 Kellően nyugodt-e a híd vonalazása (kontúrja)?

Az igazán szép mérnöki szerkezet megjelenésében megnyugtató érzést kelt és világosan utal az erőjáték lényegére. Különösen fontos, hogy a szerkezet alsó élének vonala esztétikus kialakítású legyen.



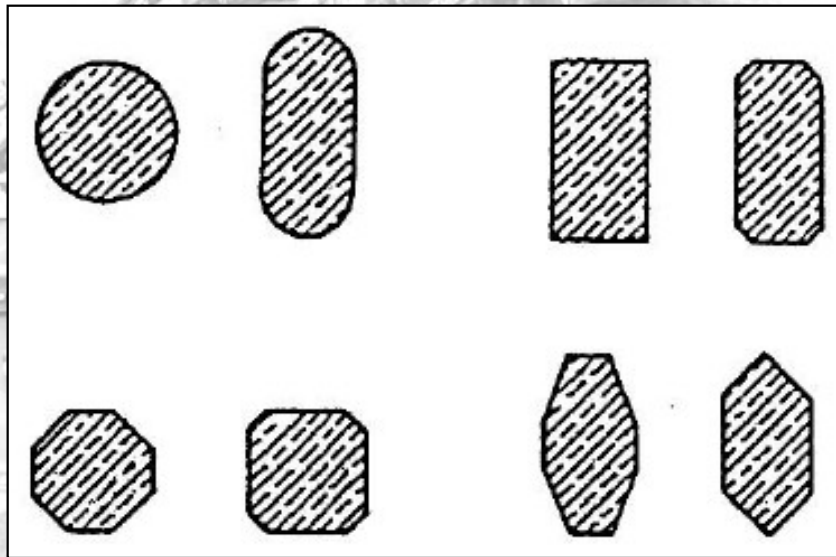
12. ábra. A szerkezet alsó élének vonalazása (különböző típusok) [Orbán Z. 2017]

10.12 Jól illeszkednek-e a pillérek egymáshoz, a felszerkezethez és a tájhoz? Szabad-e a kilátás?

A nyílások és a pillérek mérete között megfelelő arány álljon fenn. Ügyelni kell arra is, hogy ne legyenek túl karcsúak, illetve túl szélesek a pillérek.

A pillérek lehetnek falszerűek (tömörek) vagy feloldottak (áttörtek), illetve oszlopokból összetettek.

A pillérek általában esztétikusabbak, ha kör vagy szabályos sokszög alakúak.

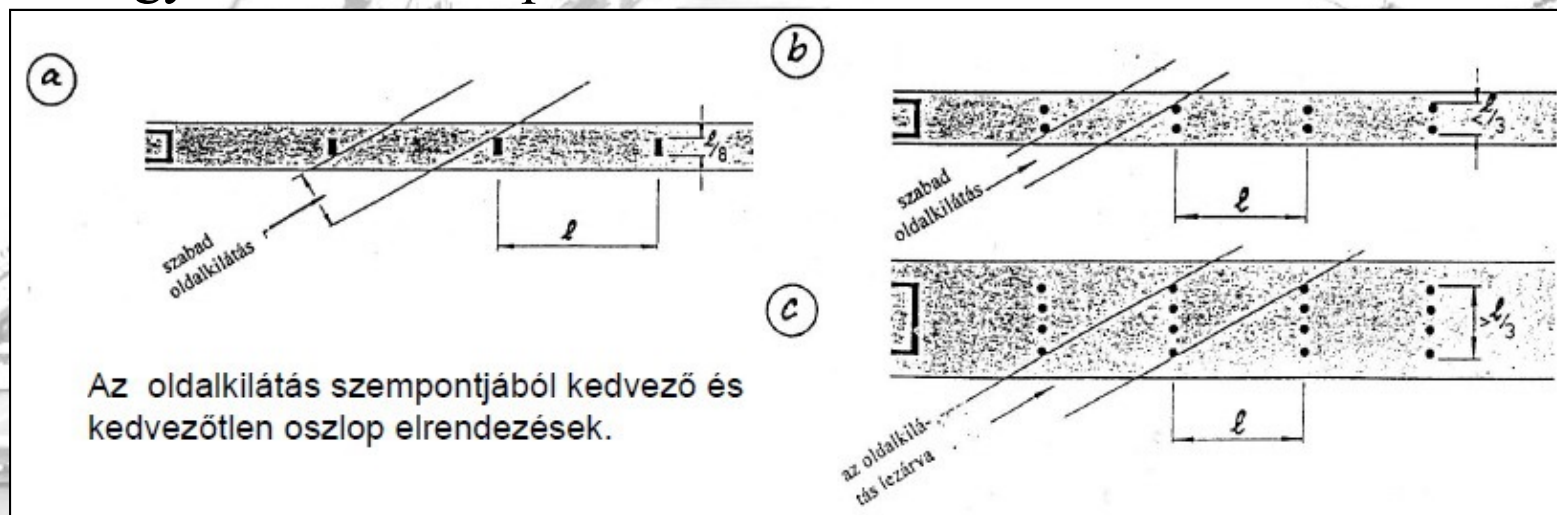


13. ábra. Néhány ajánlott megjelenésű pillér keresztmetszet [Orbán Z. 2017]

A pillérek elrendezése olyan kell legyen, hogy oldalirányban ne gátolja a szabad kilátást. Különösen völgyhidaknál és magasan futó felüljáróknál szokott ez nehézséget okozni.

Az átláthatóság érdekében a pillérszélesség nem haladhatja meg a fesztáv $1/8$ -át.

Javul az átláthatóság, ha a tömör pillért több oszlopra felbontjuk, de négynél több oszlopot semmi esetre se alkalmazzunk.



14. ábra. Az oldalkilátás szempontjából kedvező és kedvezőtlen oszlop elrendezések [Orbán Z. 2017]

10.13 Összhangban van-e a felszerkezet az alépítménnyel?

Nagyon fontos, hogy a hídfő és a felszerkezet esztétikailag kedvező módon csatlakozzon egymáshoz.

A felszerkezet és az alépítmény egységét jól hangsúlyozza a szárnyfalakon végigvitt korlát, konzolos gyalogjárda és kiemelt szegély. Ugyanakkor a felszerkezet és az alépítmény felületi kiképzése erősen térjen el egymástól.

A modern hídépítésben a hídfő és a szárnyfal ritkán hangsúlyos.

10.14 Milyen képet mutat alulnézetben a híd?

A szekrényes híd, a lemez híd és a lemezkonzol alulnézeti megjelenése igen kedvező.

10.15 Burkolatok, festés

A hídon haladók számára alapvető jelentőségű a hídpálya és a járda burkolatának esztétikus kiképzése.

Míg hegyes, dombos vidéken a pillérek, stb. kőburkolata igen jó természetes hatást kelt, addig városban ugyanez eléggé mesterkéltnek tűnik.

A nagy tömegű beton durvább, a vasbeton szerkezet finomabb felületkezelést igényel.

10.16 Esztétikus-e a szegély- és korlát kialakítás? Konzolméretek?

Jelentős mértékben javíthatják, illetve elcsúfíthatják a híd megjelenését, szépségét (pl. a korlát, a mellvédfal és a zajvédőfal).

Ügyeljünk arra, hogy vasbeton korlátot vagy mellvédfalat csak viszonylag nagy tömegű szerkezeteknél alkalmazzunk. Ma már egyre ritkább a vasbeton korlát.

A karcsú, könnyed szerkezetekkel az egyszerű, könnyű fémkorlátok vannak összhangban.

Gyakran előfordul, hogy nem sikerül olyan vékonyra, karcsúra tervezni a felszerkezetet, hogy az esztétikailag is megfelelő legyen. Azonban a felszerkezet konzolosításával és megfelelő szegélyképzéssel elérhető az, hogy a híd könnyednek, karcsúnak tűnjék.

Hosszú, magasban futó hidaknál viszonylag magas szegély kívánatos.

Előregyártott felszerkezetű hidaknál a szélső gerendák mellett gyakran szegélyről lelógatott előregyártott szegélyelemet helyeznek el.

10.17 Milyen a híd megvilágítása?

Fontos, hogy a lámpaoszlopok formai kialakítása és kiosztása megfelelő legyen.



14. kép. Rákóczi híd [www.wikipedia.org]

10.18 Egyszerűség

A jó terv egyben egyszerű is. Az egyszerűségre való törekvés nemcsak az esztétikai kialakítás, hanem minden egyes tervezési részfolyamat alapelve kell legyen.



Felhasznált irodalom

DR. IVÁNYI MIKLÓS Hídépítés című tantárgy előadásanyagai felhasználásával.

DR. ORBÁN ZOLTÁN Hídépítés című tantárgy előadásanyagai felhasználásával.

www.arch2o.com

www.architecturaldigest.com

www.gc.tours.com

www.hdrinc.com

www.majhevarhad.in

www.static.panoramio.com

www.wikipedia.org

