



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

Hídépítés

4. előadás

Hídépítési módszerek, szerelés,
kivitelezés

Szabó Imre Gábor

Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék

1. A hídépítési módszerek csoportosítása

Monolitikus építés:

- hagyományos állványzattal,
- korszerű állványzattal,
- szabad betonozás,
- szakaszos előretolás.

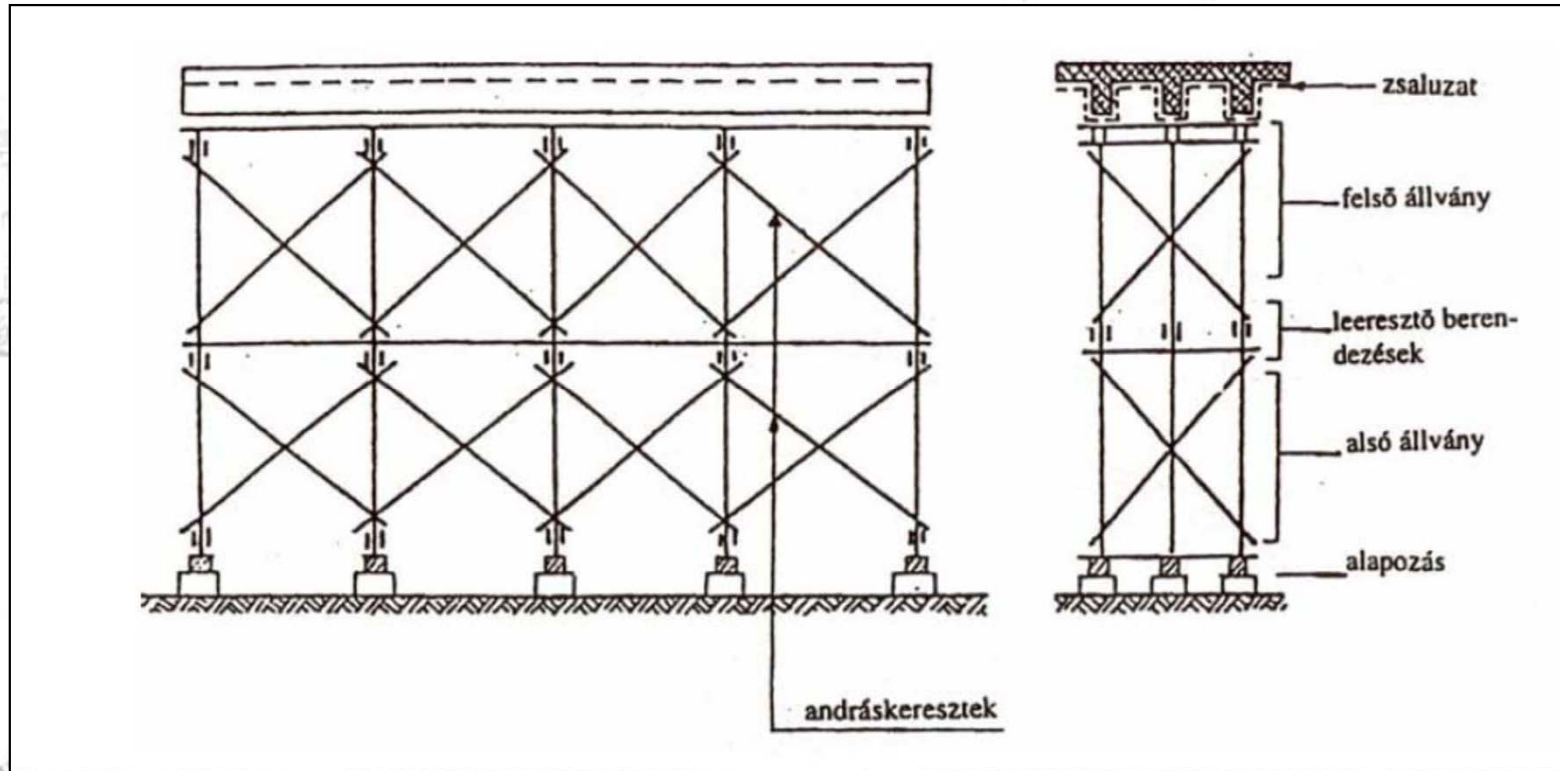
Előregyártással történő építés:

- előregyártott elemek beemelése,
- szabad szerelés.

Hagyományos és korszerű építési módok



1.1 Hagyományos (monolitikus) építési módszerek



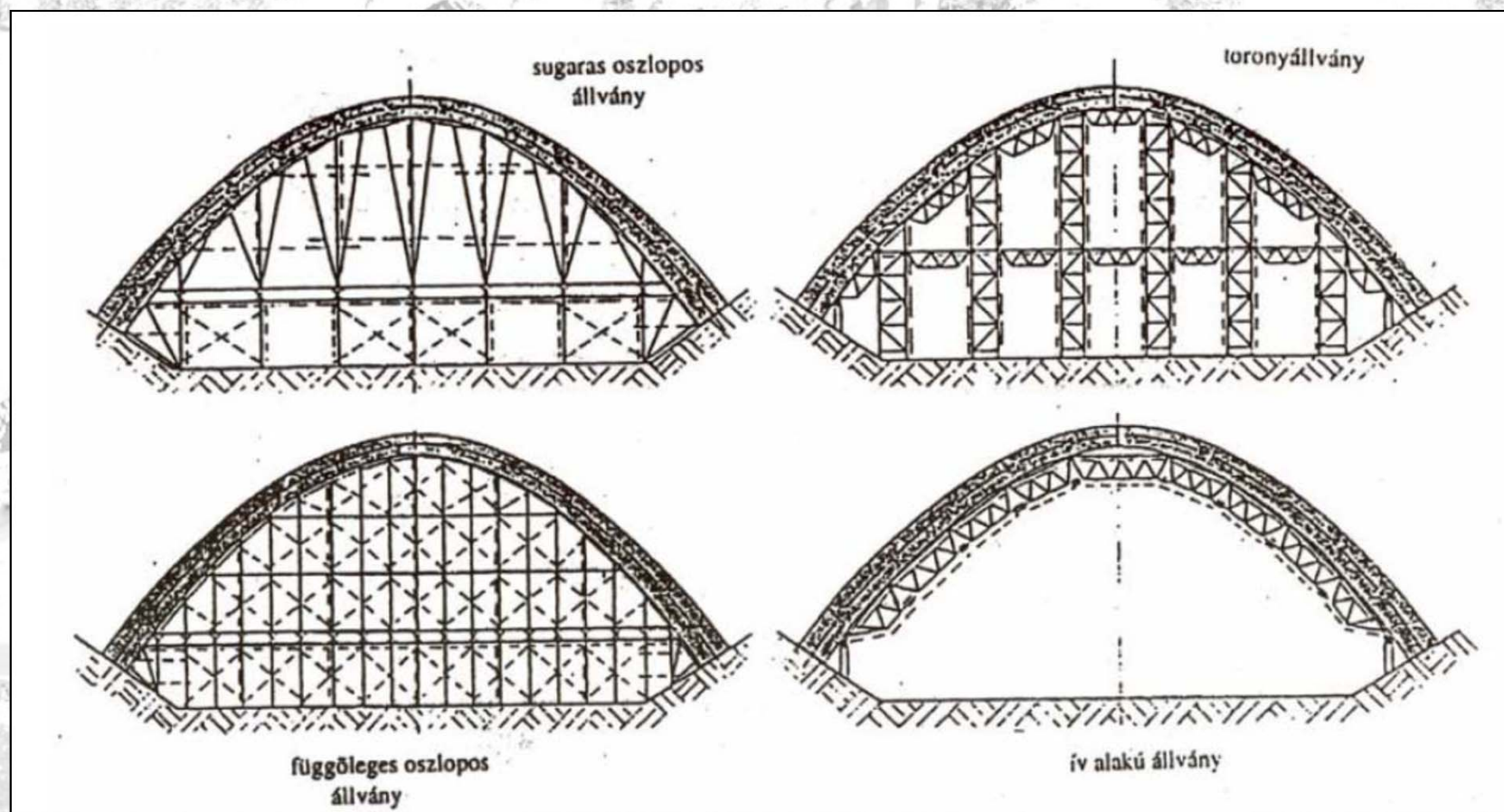
1. ábra. Monolit bordás vasbeton lemez építése teljes beállványozással [Orbán Z. 2017]

A zsaluzatkialakítás szempontjai:

- anyagtakarékosság, szétszerelhetőség,
- süllyedés minimalizálása,
- állvány leereszthetősége.

A hagyományos építési mód hátrányai:

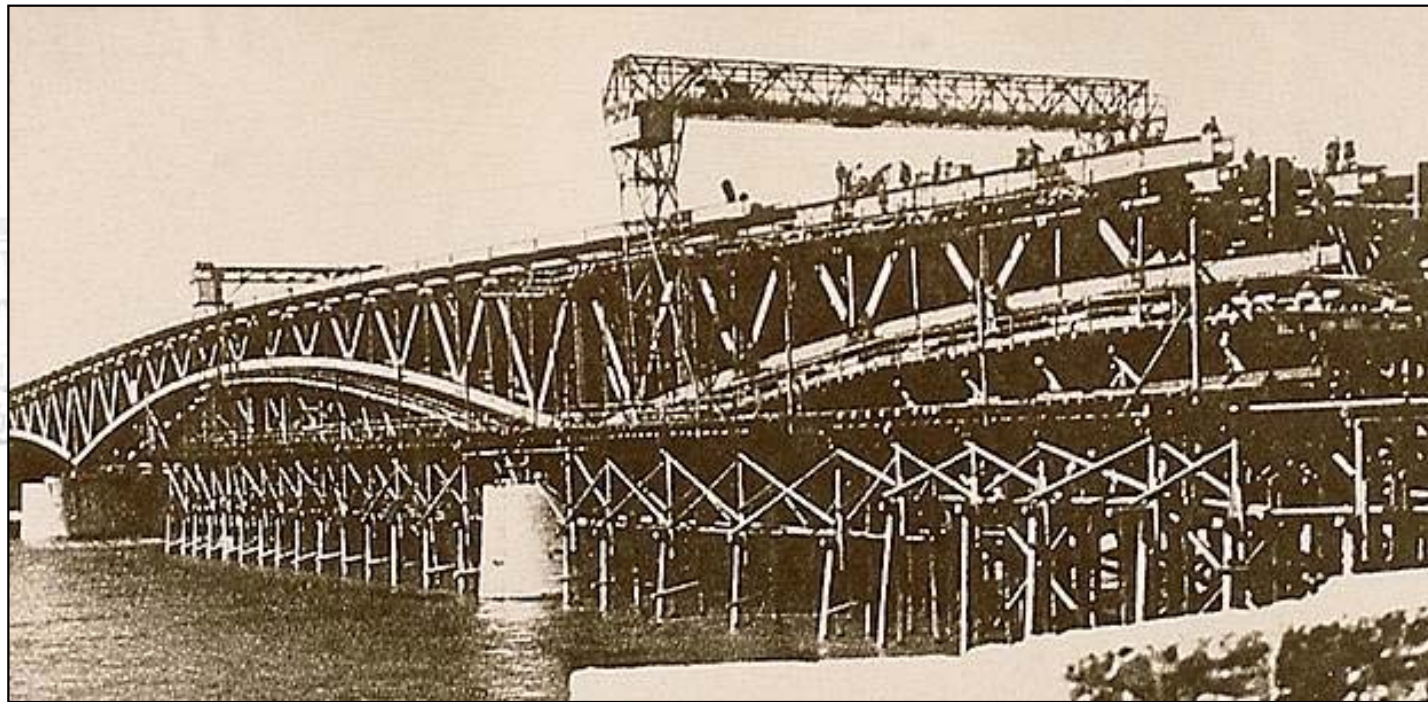
- A hagyományos faanyagú zsaluzat készítése sok (egyszer vagy legfeljebb néhányszor használható) faanyagot és sok helyszíni élőmunkát igényel,
- hosszabb építési idő



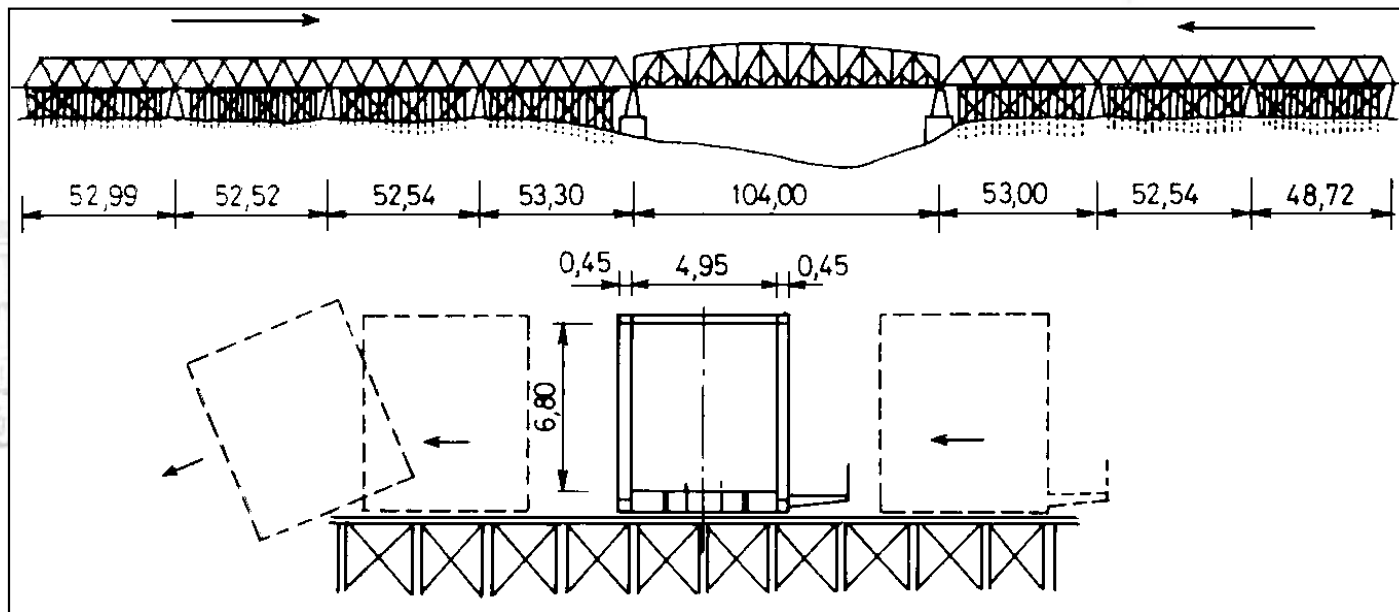
2. ábra. Ívhidak építése hagyományos és korszerű állványzattal [Orbán Z. 2017]



1-2. kép. Ívhidak építése hagyományos és korszerű állványzattal [Orbán Z. 2017]



3-4. kép. Horthy Miklós (Petőfi) híd állványzata (1936) [Iványi M. 2008, www.sulinet.hu]



3. ábra. Algyő Tisza-híd szerelése (1960) [Iványi M. 2008]



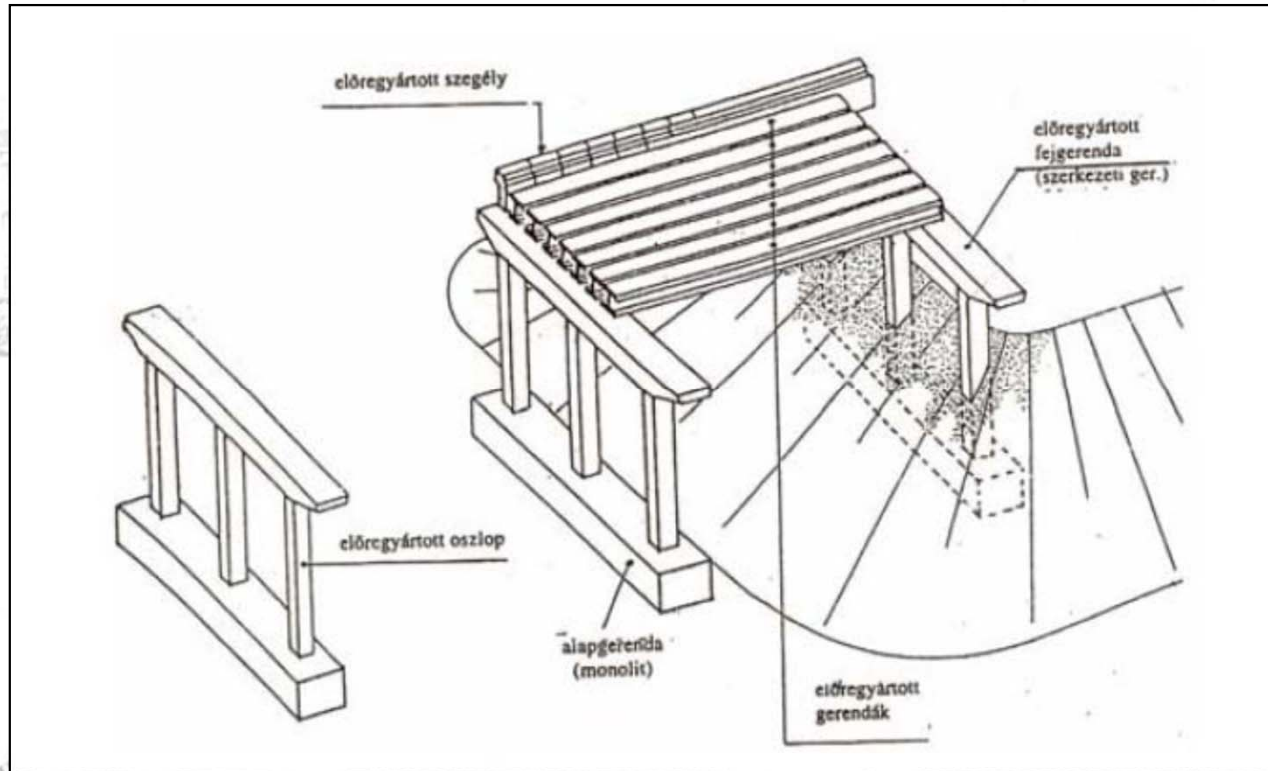
5-6. kép. Algyő Tisza-híd szerelése (1960) [Iványi M. 2008]



7. kép. Algyő Tisza-híd [www.wikipedia.org]

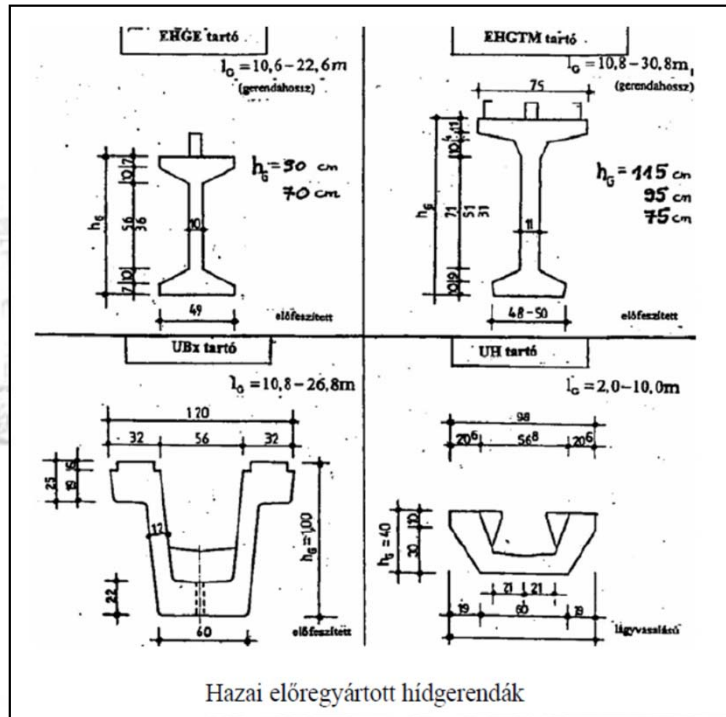


1.2 Korszerű építési módszerek



4. ábra. Előregyártott építés [Orbán Z. 2017]

- Előregyártott gerendák beemelése,
- vegyes (előregyártott, monolit) építési mód.



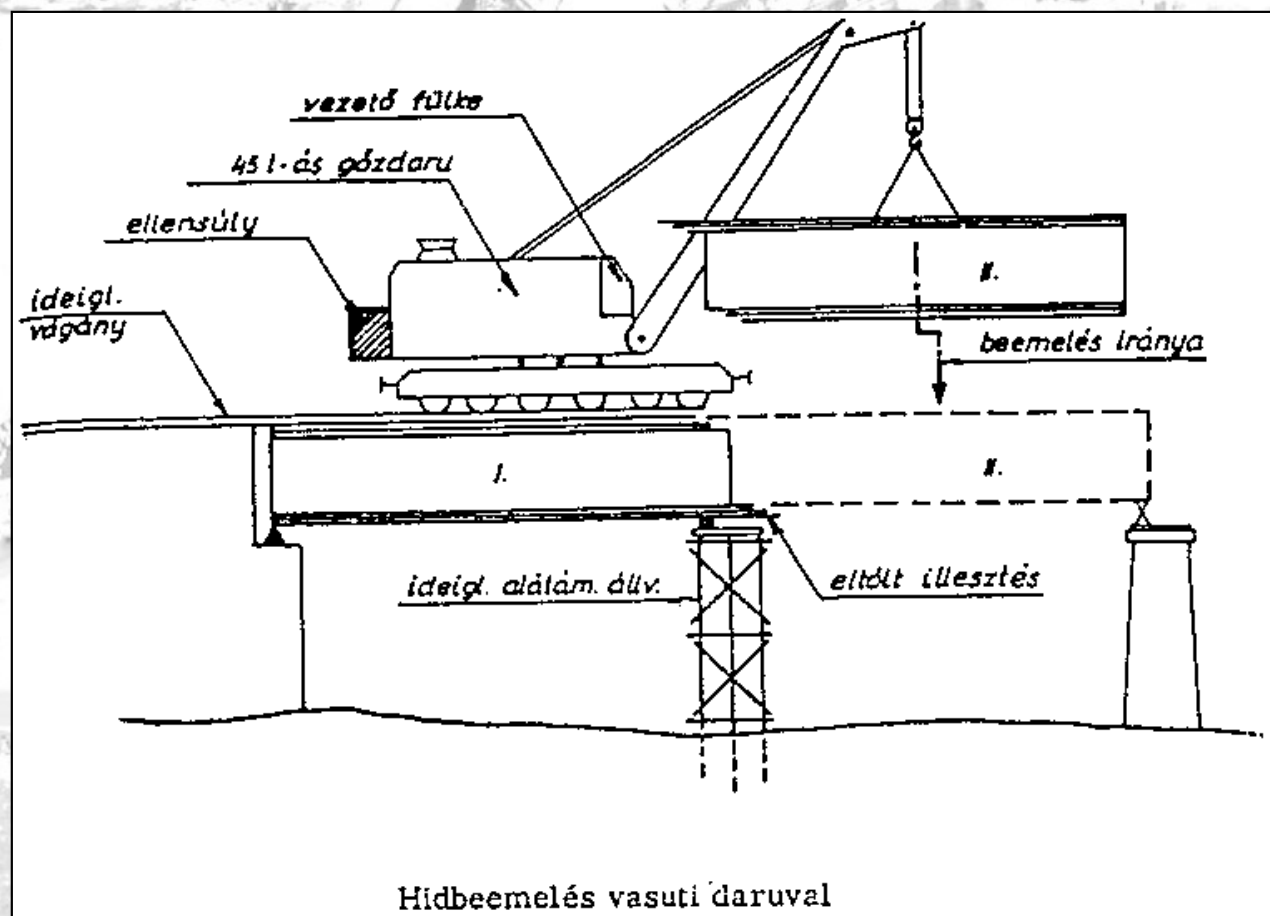
5. ábra. Hazai előregyártott hídgerendák [Orbán Z. 2017]

Az előregyártásból származó előny:

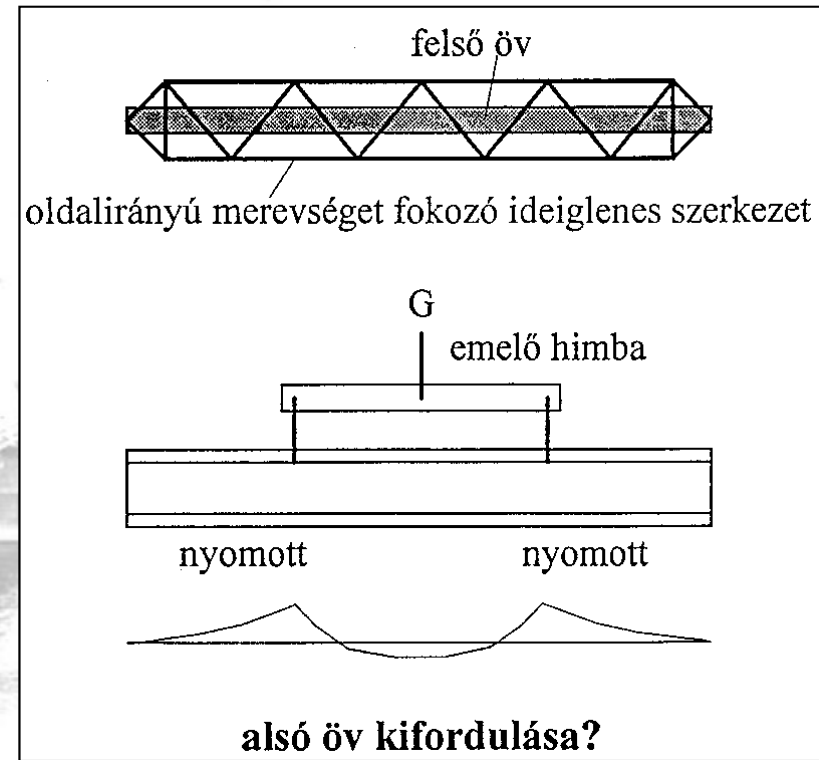
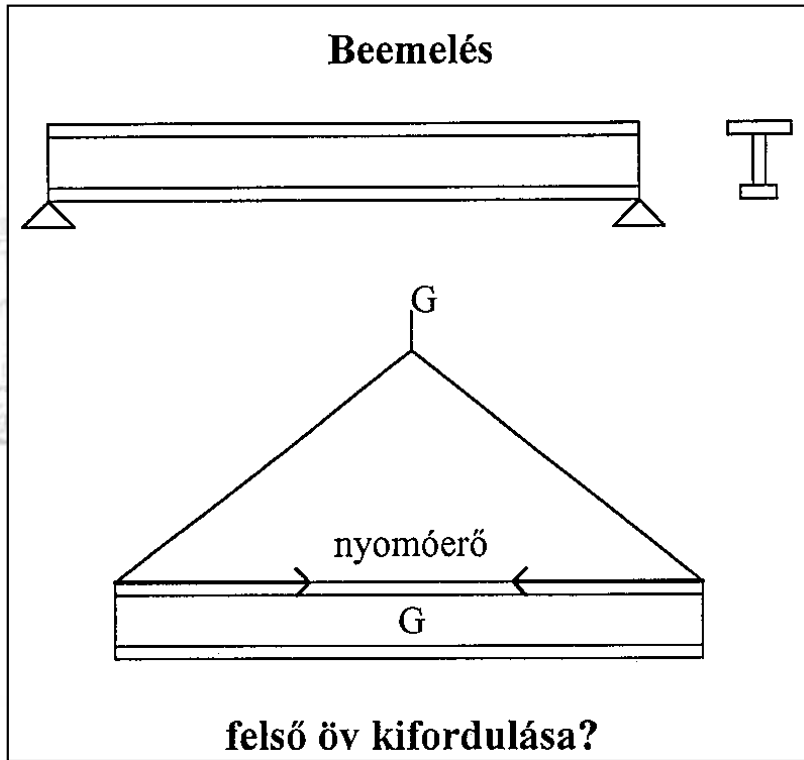
- zsaluzó anyag megtakarítása,
- élőmunka csökkentés,
- szerelő jelleg,
- építési idő rövidítése,
- időjárástól kevesebb függőség,
- tipizálás, jobb, egyenletesebb minőség.

Hátrány:

- nagyobb beszerzési költségek,
- nagyobb technológiai fegyelem szükséges,
- nagyobb fajlagos acéligény,
- kényes kapcsolatok.



6. ábra. Hídbeemelés vasúti daruval [Iványi M. 2008]



7-8. ábra. Kifordulás beemeléskor [Iványi M. 2008]



1.3 Hídépítés szabadszereléssel

Előregyártott elemek állvány nélküli helyszíni összeépítése.

Változatok:

- talajon mozgó szerelődaru (ritka),
- felszerkezeten mozgó szerelődaru (leggyakoribb),
- szerelőhíd alkalmazása.

Szerelőberendezések:

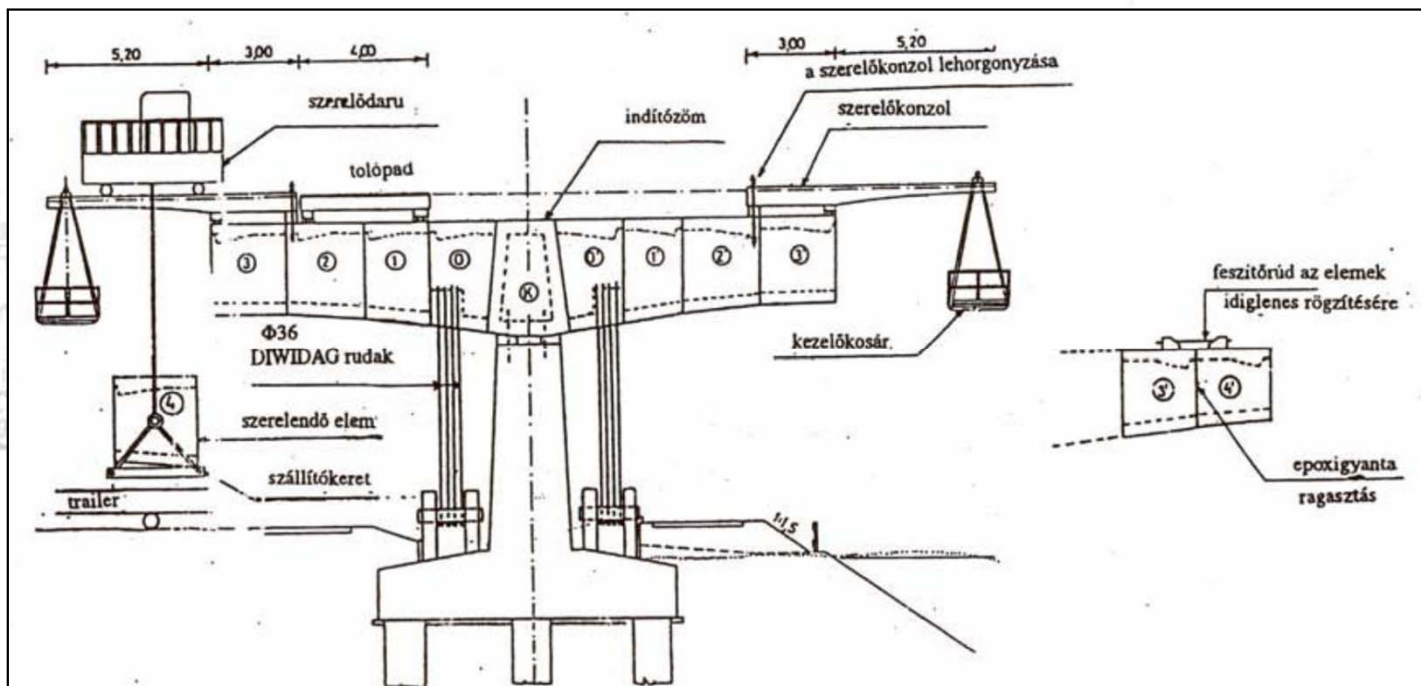
- szerelődaru,
- szerelőkonzol,
- sínpálya vagy tolópad.

Max. nyílástartomány 50-140 m.

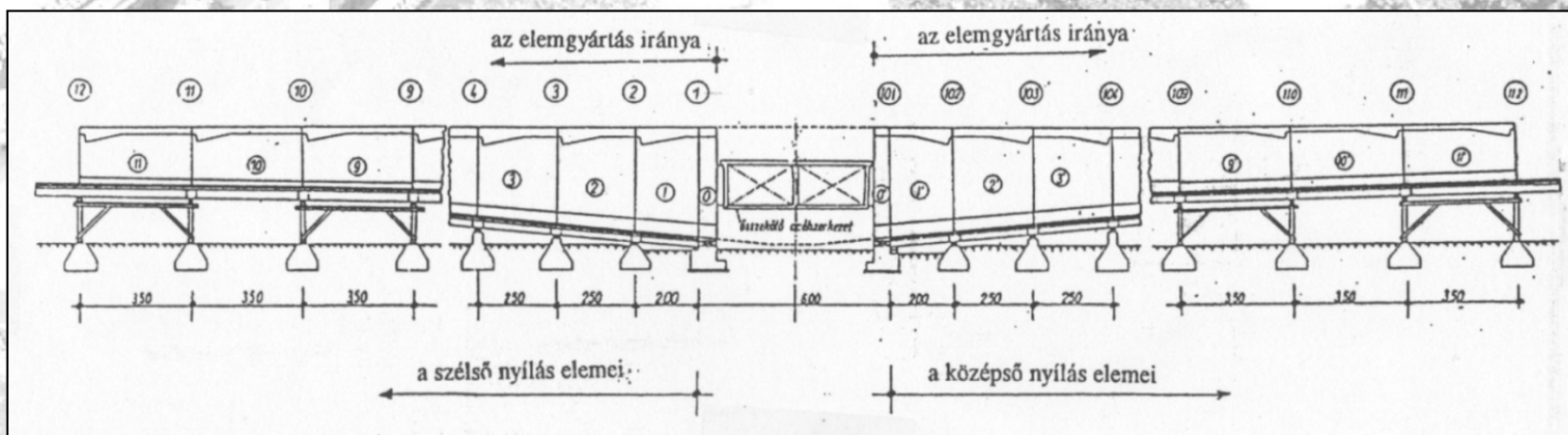
Előny: állványzat elhagyása, rövidebb építési idő, előregyártás és az alapozás egyidejűleg történhet, gépesített építés kis létszámmal, jégzajlás árvíz nem zavar.

Hátrány: nagy súlyú elemek, jól képzett szakemberek kellenek, fűgák kényesek.

Elemek előregyártása kontakt módszerrel.



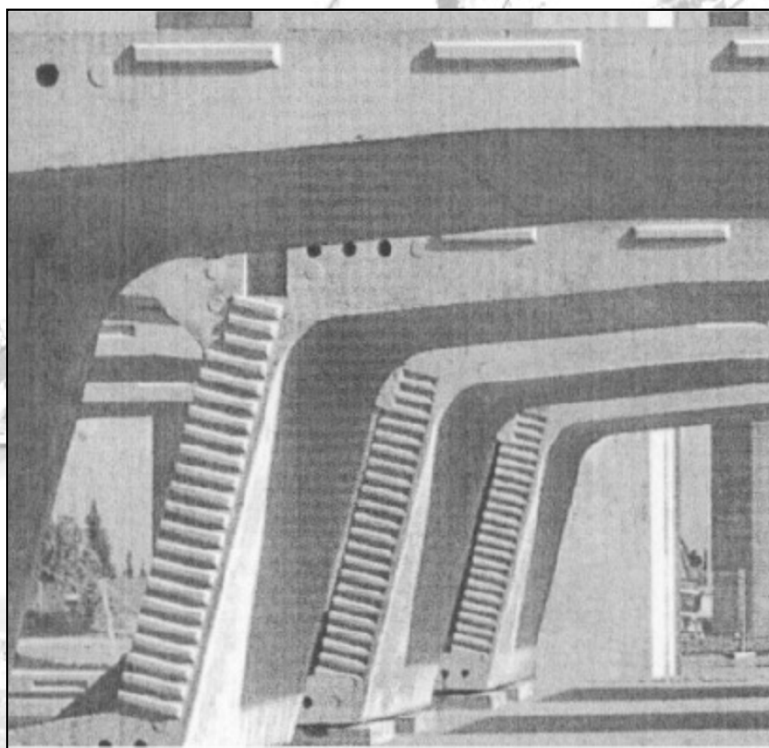
9. ábra. Szabad szerelés részletei I. [Orbán Z. 2017]



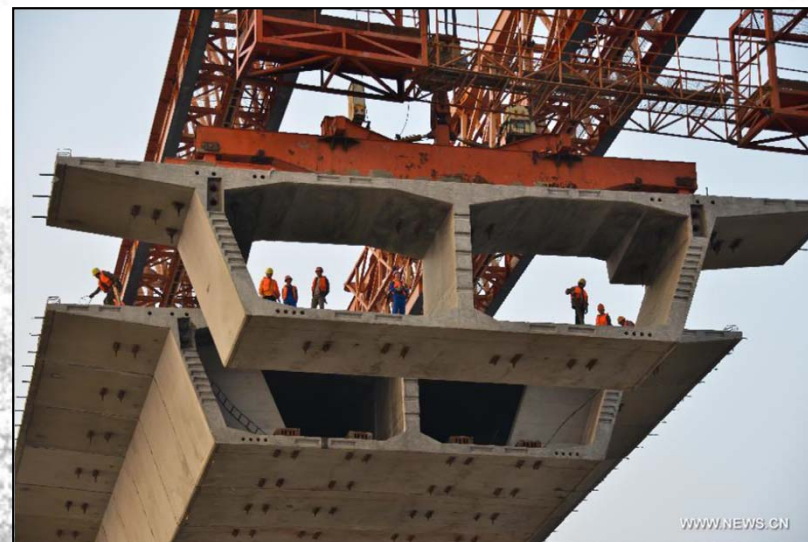
10. ábra. Szabad szerelés részletei II. [Orbán Z. 2017]

Kontakt betonozás:

- állítható zsaluzat,
- a már elkészült elem jelenti a zsaluzat egyik oldalát,
- tapadásgátló kapcsolat (pl. gipsz),
- pozitív és negatív fogak,
- tömlős gumizsaluzat a feszítőbetétek helyén.

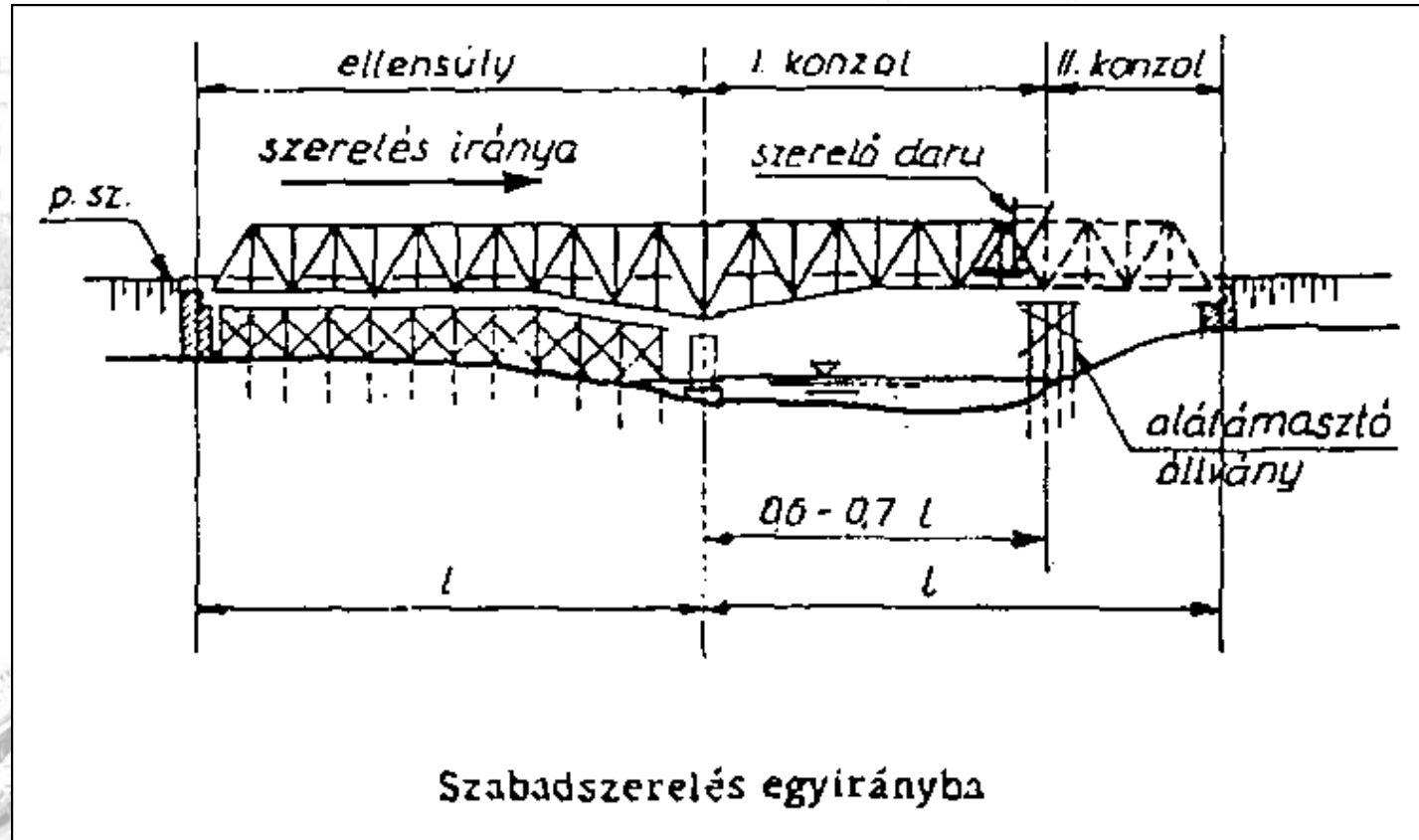


11. ábra. Elem kialakítása [Orbán Z. 2017]

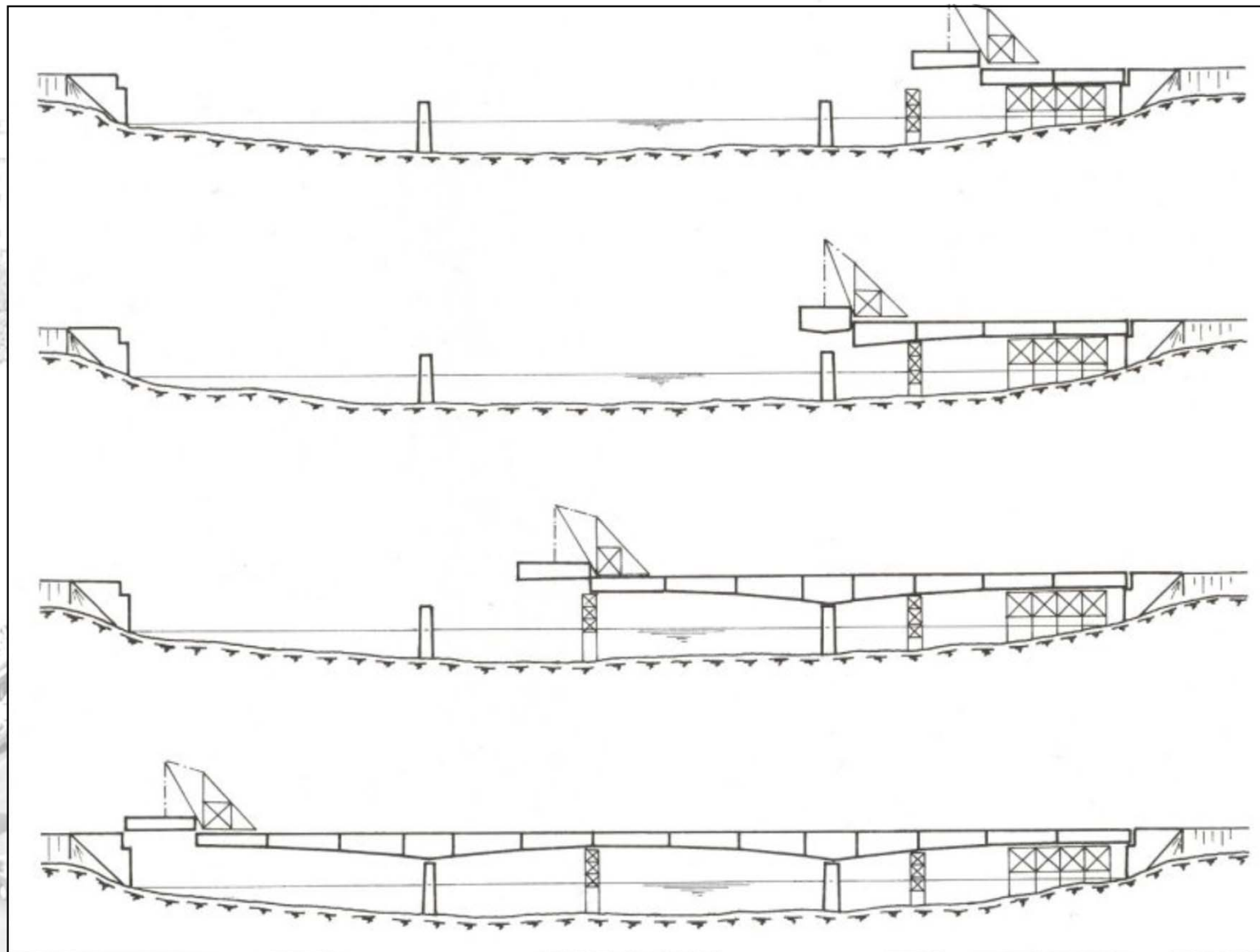


8-10. kép. Előregyártott hídelemek [Orbán Z. 2017]

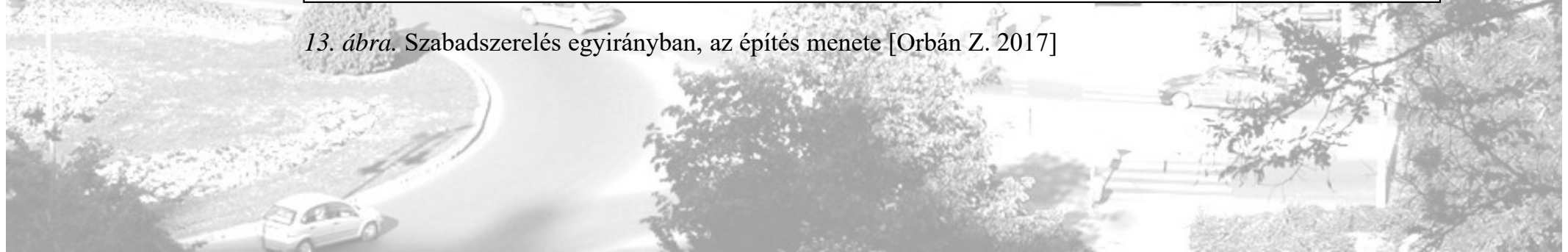
1.3.1 Szabadszerelés egyirányban

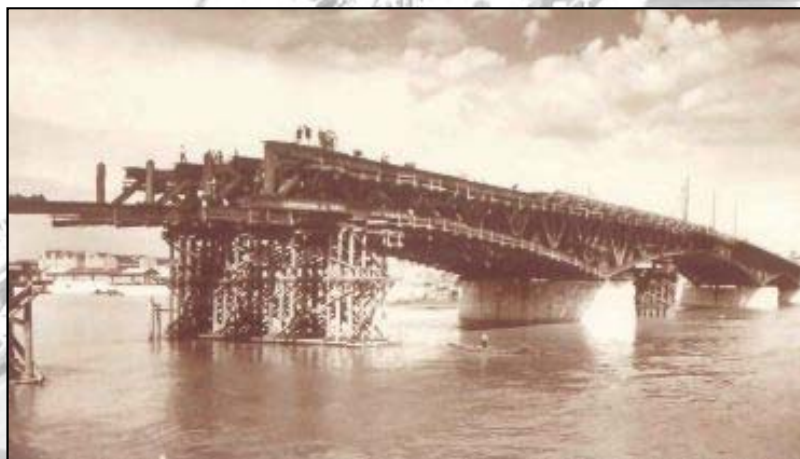


12. ábra. Szabadszerelés egyirányban [Iványi M. 2008]



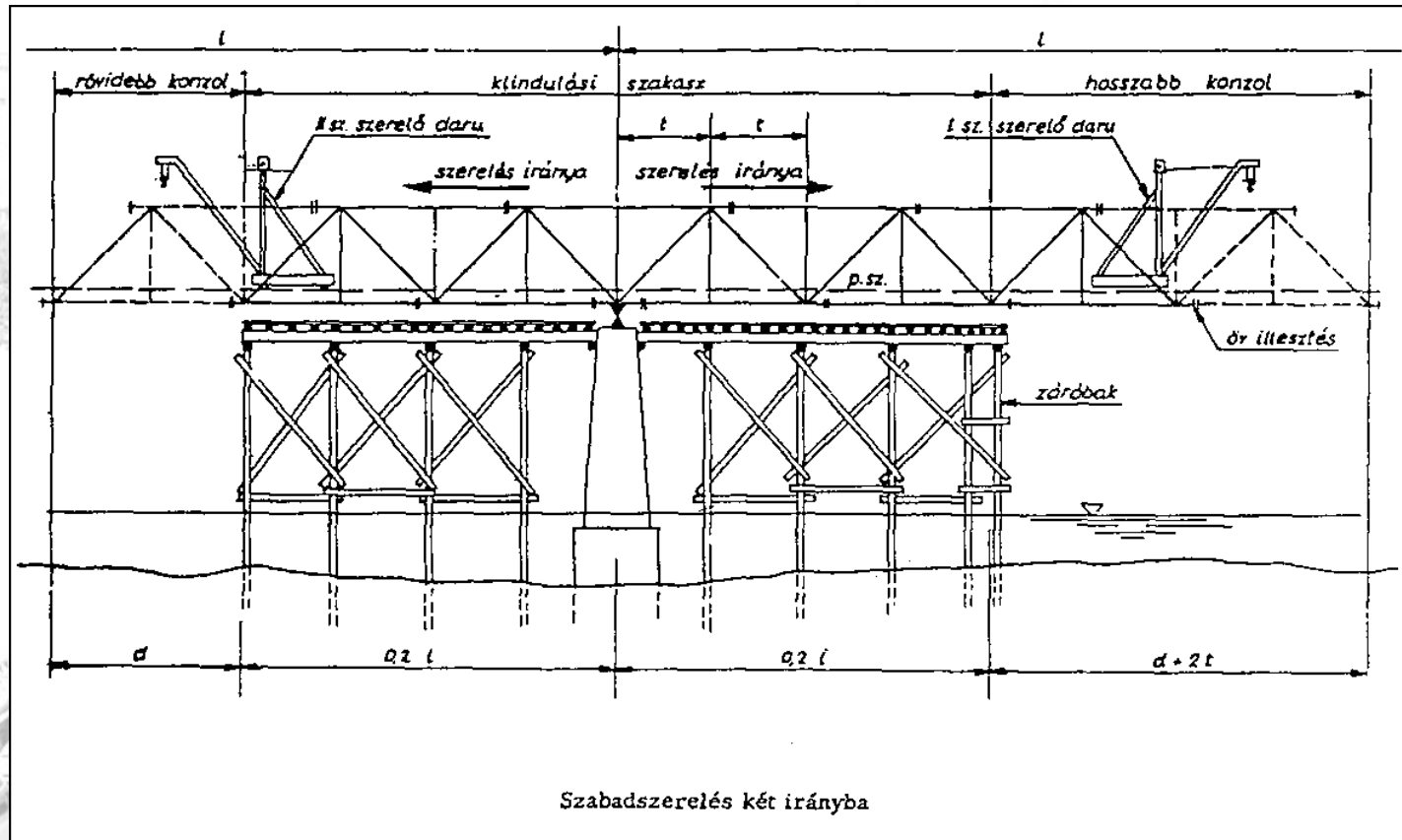
13. ábra. Szabadszerelés egyirányban, az építés menete [Orbán Z. 2017]



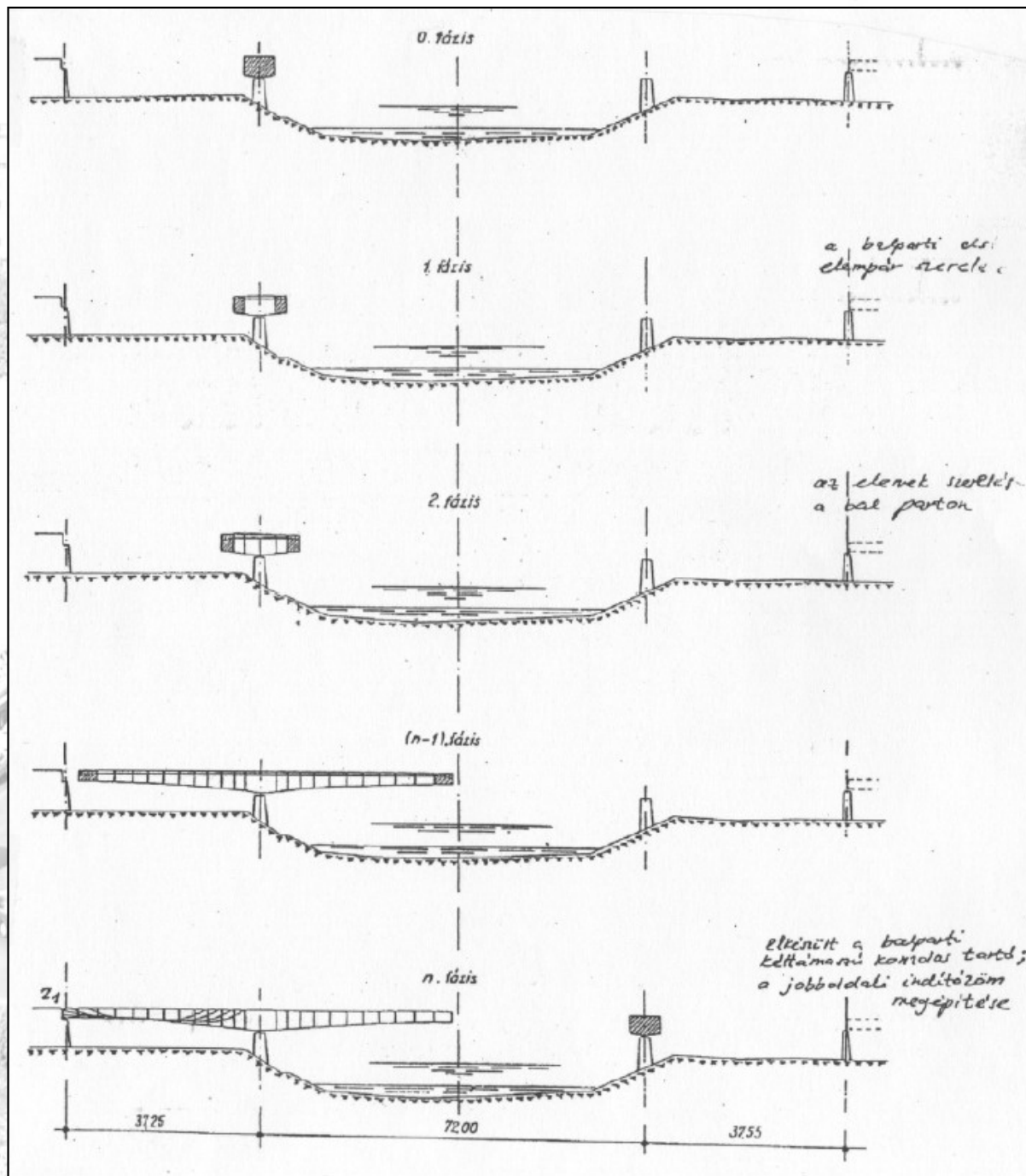


11-13. kép. Petőfi (Horthy Miklós) híd újjáépítése, szabadszerelés egyirányban (1951) [www.sulinet.hu]

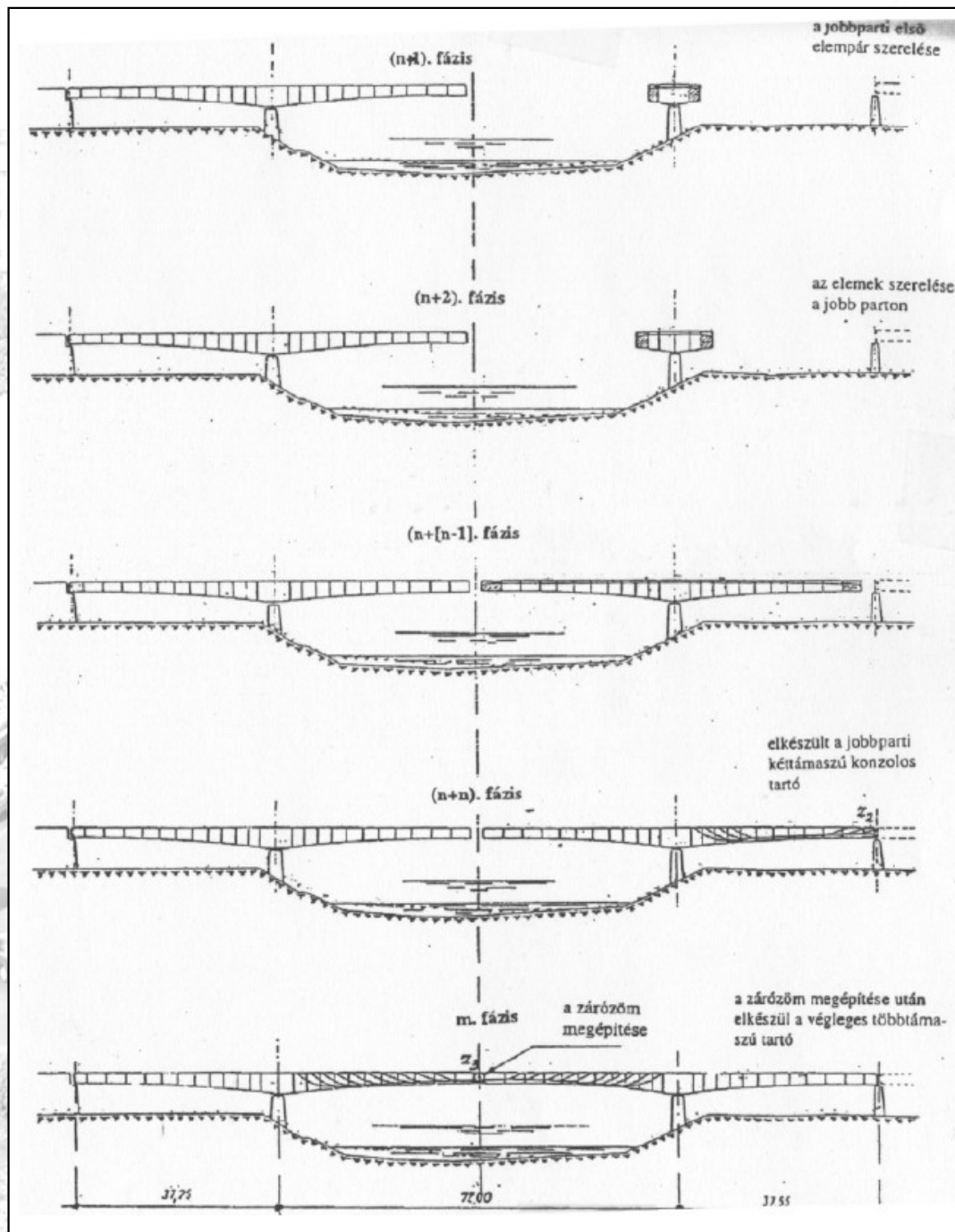
1.3.2 Szabadszerelés kétirányban



14. ábra. Szabadszerelés két irányban [Iványi M. 2008]

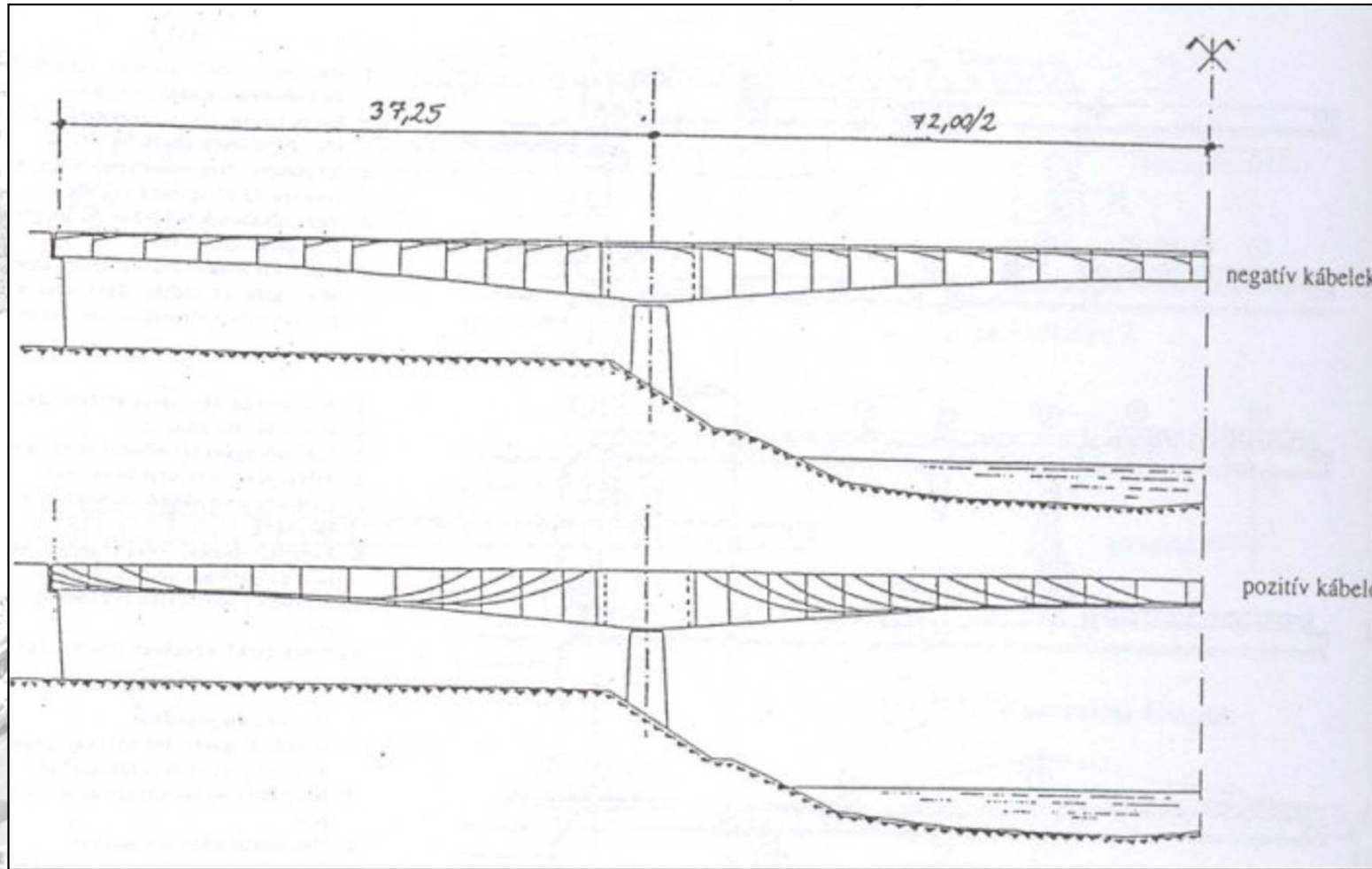


15. ábra. Szabadszerelés két irányban, az építés menete I. [Orbán Z. 2017]



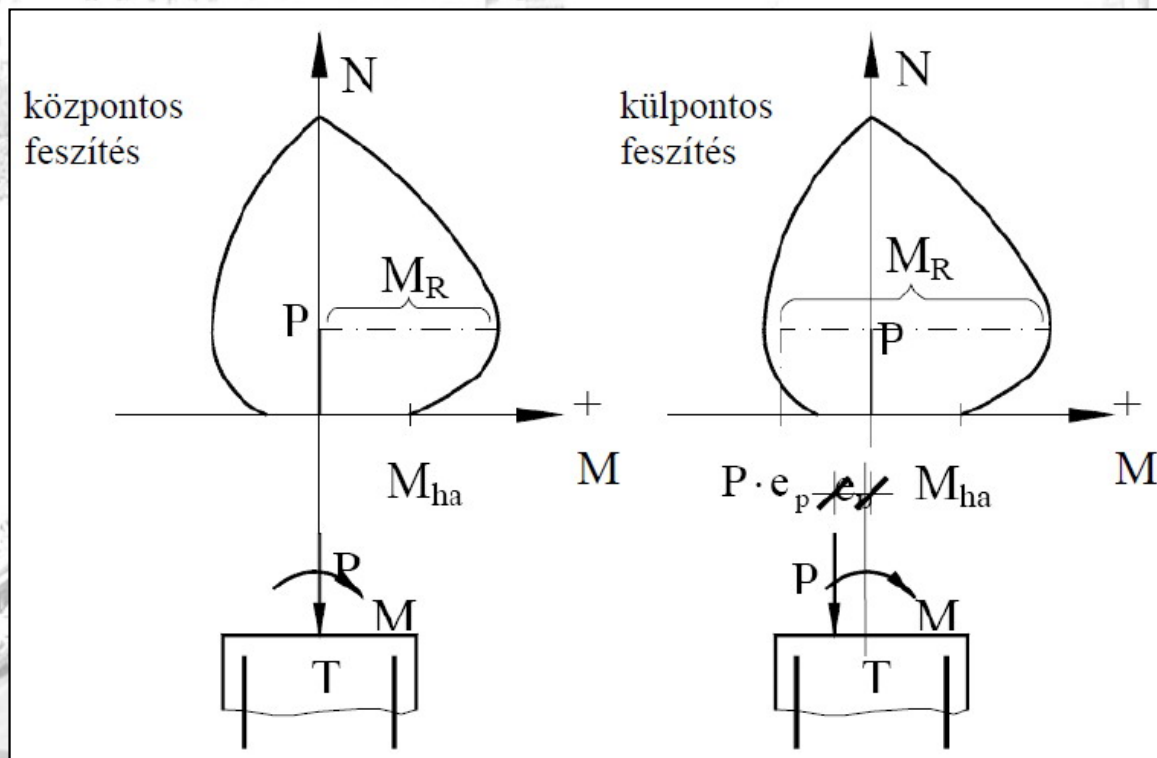
16. ábra. Szabadszerelés két irányban, az építés menete II. [Orbán Z. 2017]

1.3.3 Feszítés



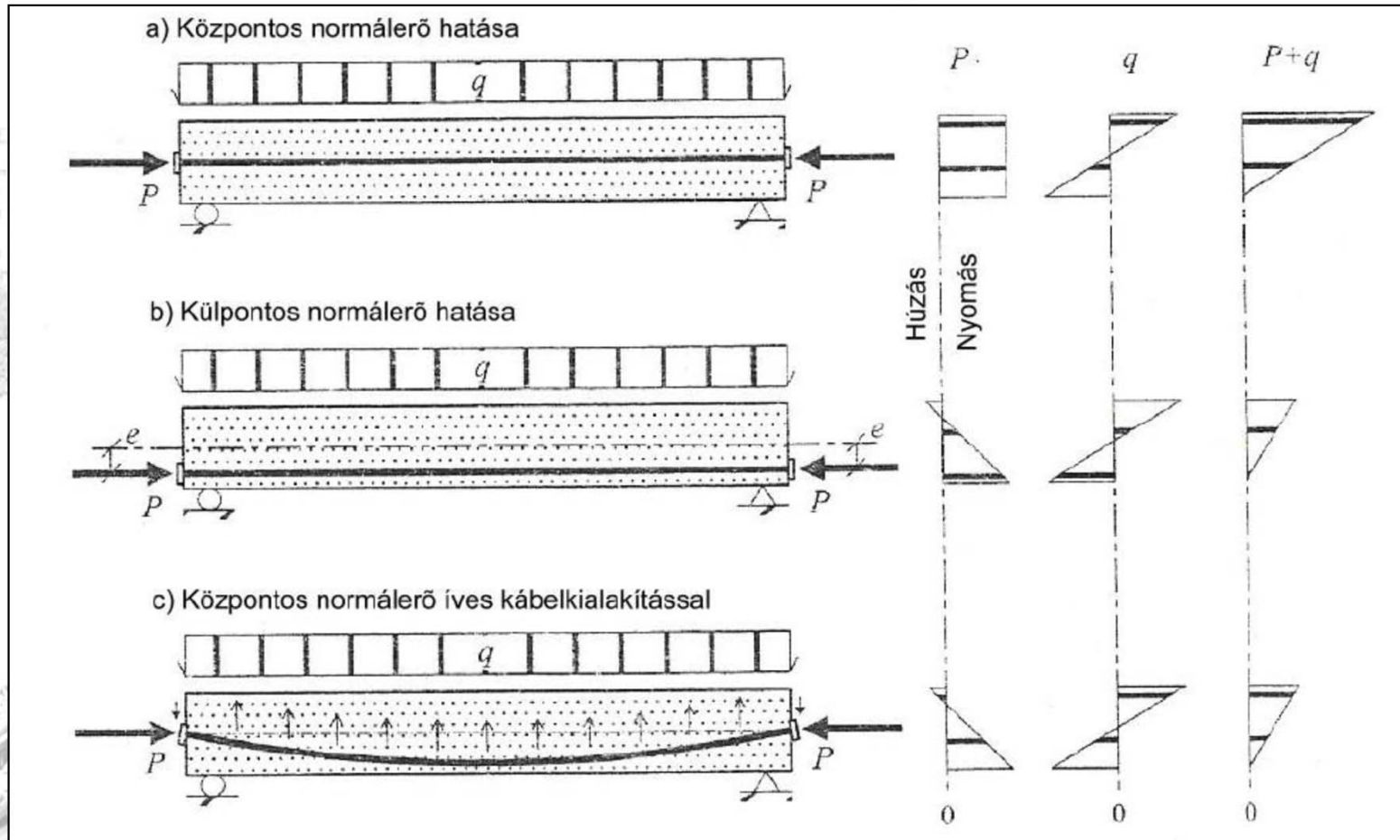
17. ábra. Feszítőkábelek elrendezése konzolos építésnél [Orbán Z. 2017]

A hajlított keresztmetszetre hárítható legnagyobb nyomaték értéke növekszik, ha a keresztmetszetre a nyomatékkal egyidejűleg nyomóerőt is működtetünk.



18. ábra. A feszítés alapelve [Orbán Z. 2017]

$$M_R > M_{hajl.} (N = 0)$$



19. ábra. A feszítés hatása a normál feszültségek eloszlására [Orbán Z. 2017]

Feszítési rendszerek

A feszítőerő létrehozásának lehetőségei:

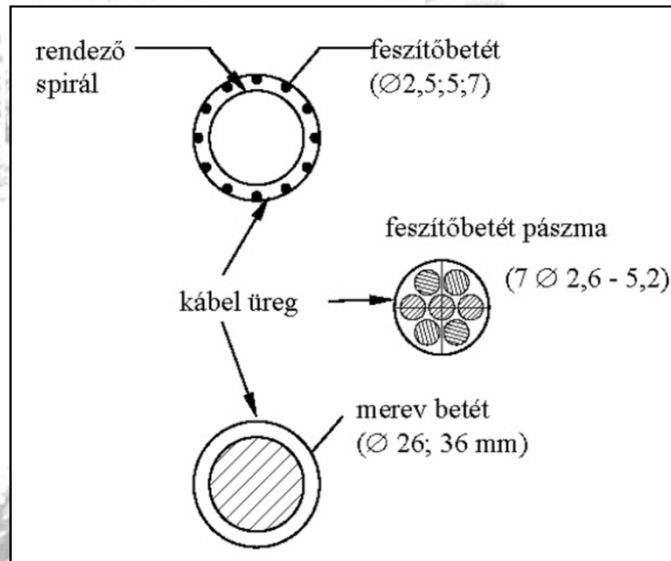
- tapadóbetétes feszített szerkezetek:
 - a feszítőbetét teljes hosszában felületi kötésben van a betonnal,
 - a feszítőerő a tapadási súrlódás révén adódik át a betonra.
- véglehorgonyzásos feszített szerkezetek:
 - szabadkábeles szerkezetek: a feszítőbetétek a szerkezeten kívül szabadon haladnak,
 - csúszókábeles szerkezetek: a feszítőbetétek a szerkezeten belül, erre a célra szolgáló üregekben haladnak (ezek a szerkezetek az üregek kiinjektálásával utólag tapadóbetétesé tehetők).

A feszítőerő a csúszó betétes esetben a véglehorgonyzás, míg tapadó betétes esetben, pedig a kapcsolati feszültség révén adódik át a betonra.

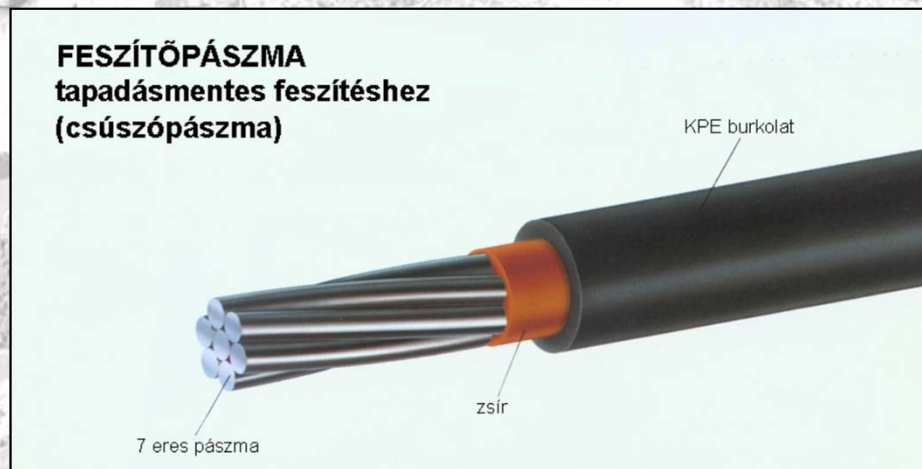
Az (M,N) teherbírasi vonalat - tapadóbetétesnél a betonacél és a feszítőbetét - csúszóbetétes kialakításnál: csak a betonacél figyelembe vételével kell meghatározni.

Feszítőelemek utófeszítésnél

1. több (kisebb átmérőjű) szálból álló kábel (pl. Freyssinet-rendszer)



20. ábra. Feszítőpászma kialakítása I. [Orbán Z. 2017]

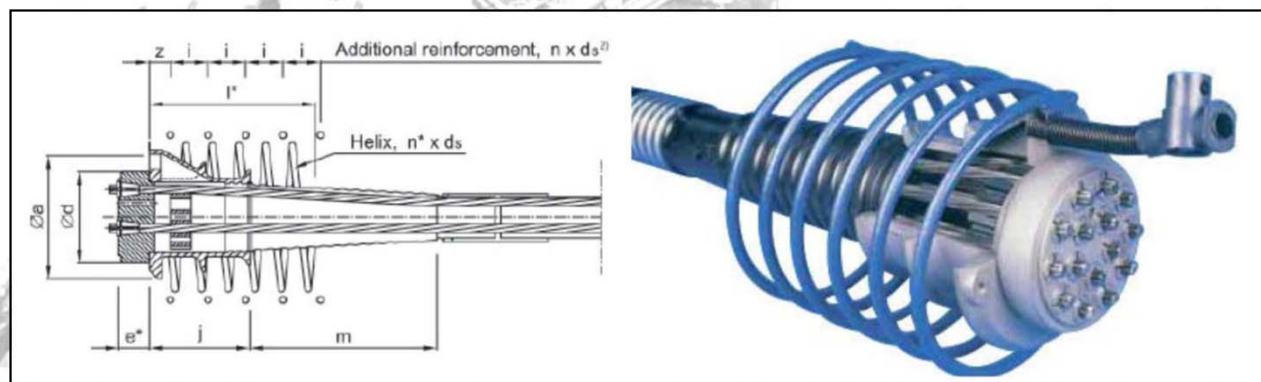


21. ábra. Feszítőpászma kialakítása II. [Orbán Z. 2017]

2. egy nagyobb átmérőjű feszítőbetét (pl. Dywidag-féle rendszer)



22. ábra. Feszítőpászma kialakítása III. [Orbán Z. 2017]

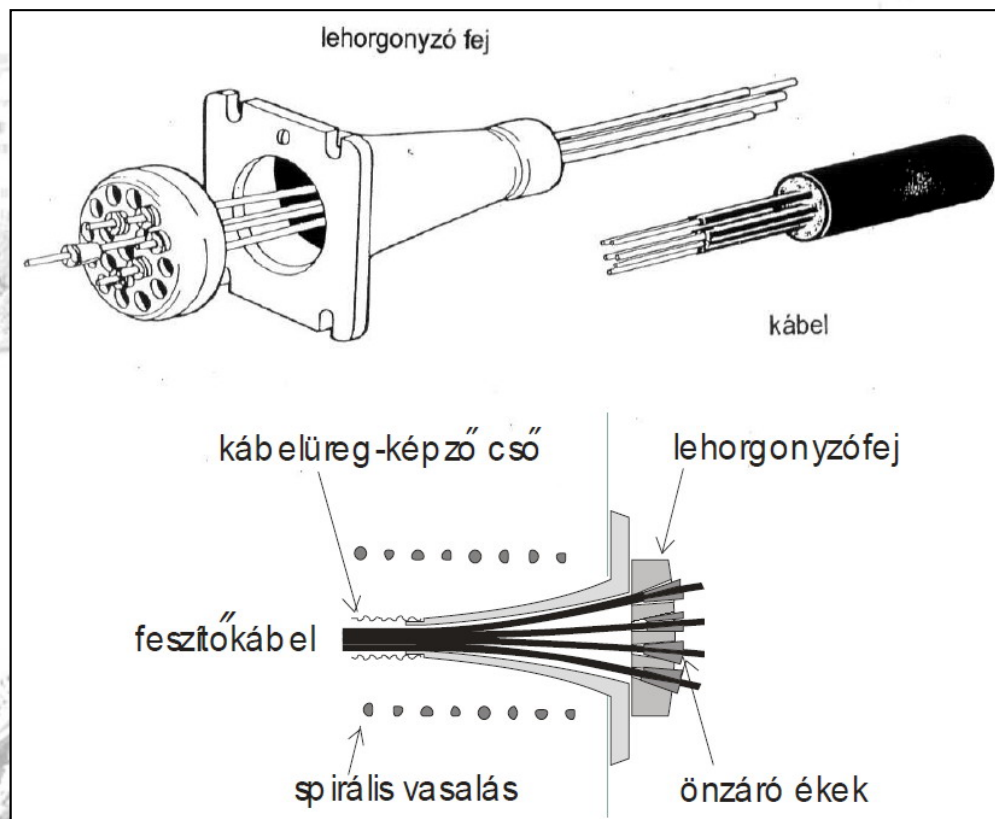


21. ábra. Feszítőpászma kialakítása IV. [Orbán Z. 2017]



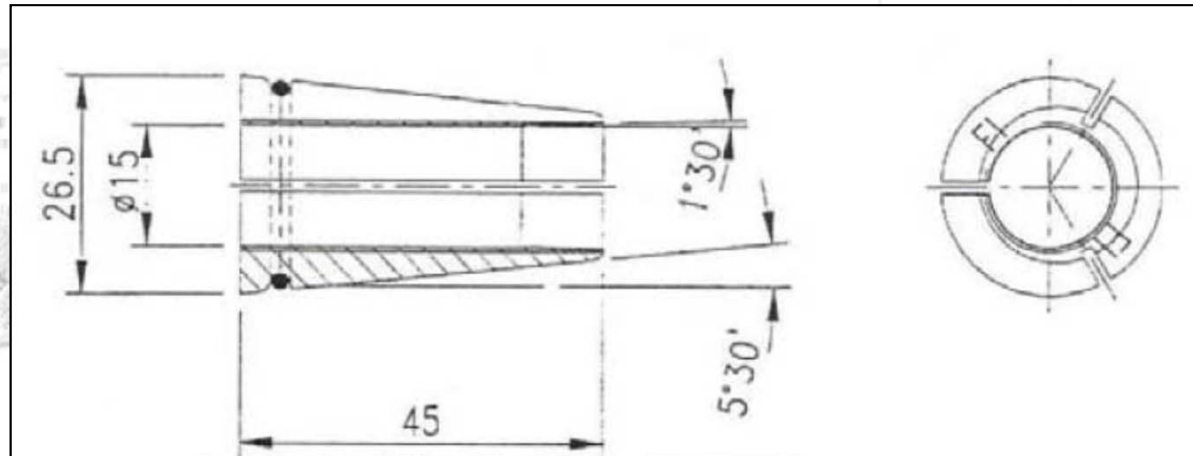
14. kép. Feszítőpászmaék elhelyezése [Orbán Z. 2017]

Lehorgonyzó elemek (utófesztítés)

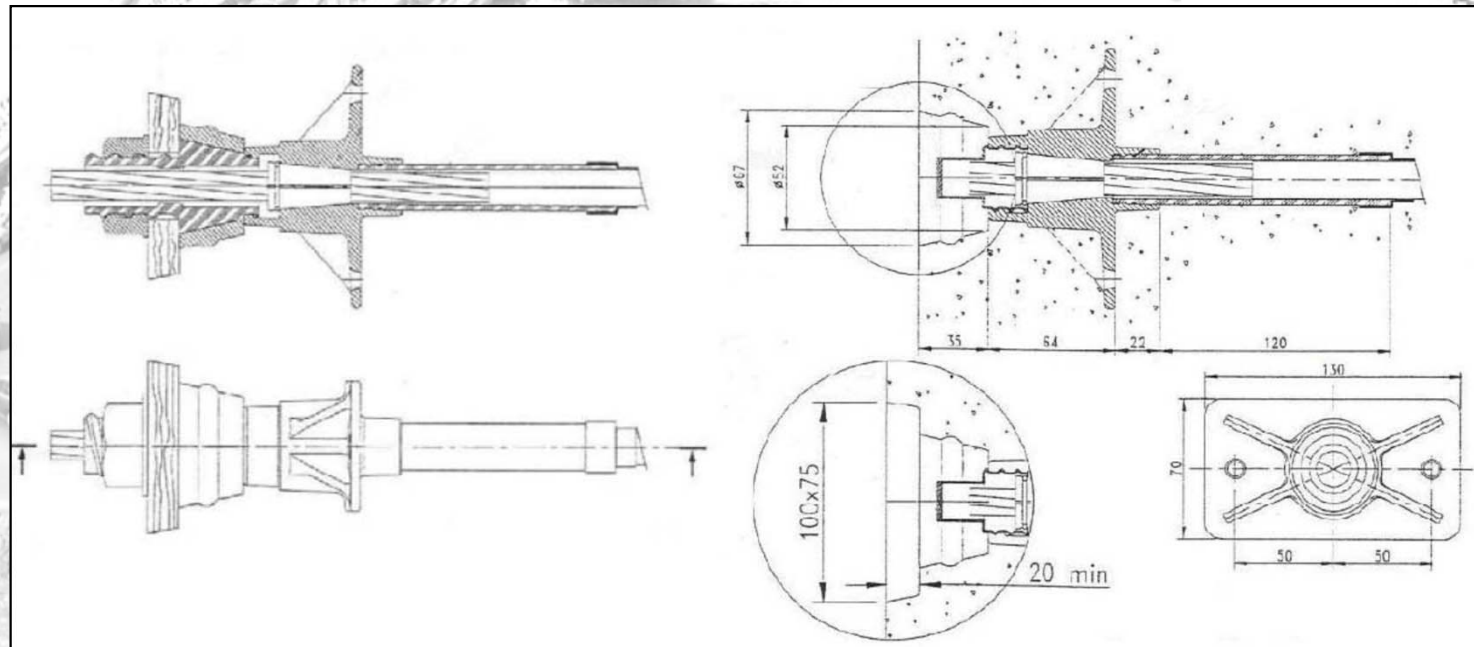


22. ábra. Lehorgonyzó elemek [Orbán Z. 2017]

Lehorgonyzások



23. ábra. Kiékeléshorgonyzás [Orbán Z. 2017]



24. ábra. Csavaroshorgonyzás [Orbán Z. 2017]

A lehorgonyzás részei:

- trombita (csatlakozás a bukócsővel, hőre zsugorodó muffal kialakítva),
- rendezőrács (pázmák rendezésére szolgál),
- bebetonozandó ötvény,
- lehorgonyzó fej,
- ékek,
- injektáláshoz szükséges légtelenítő alkatrészek.

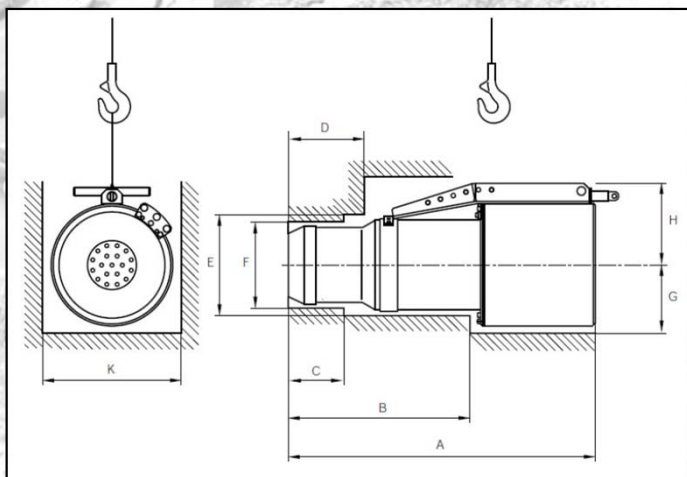


25-26. ábra. Kuplungos lehorgonyzás részei [Orbán Z. 2017]

Feszítősajtók

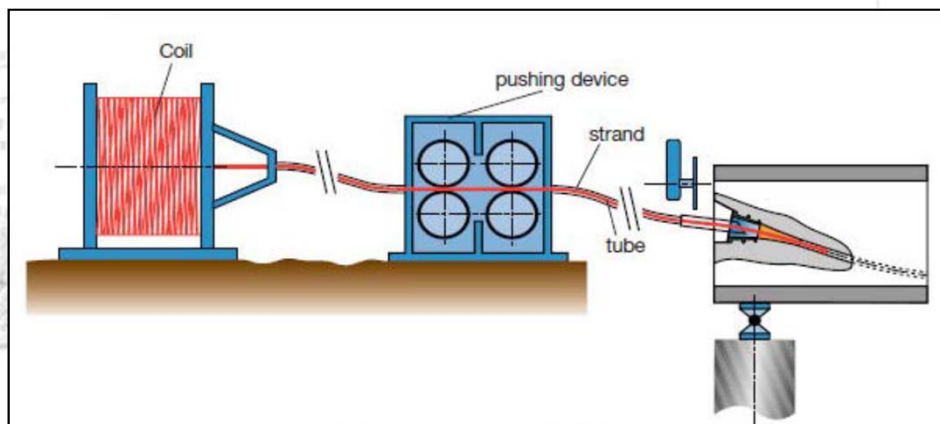


27. ábra. 1 pászmas feszítősajtó – SM 240 [Orbán Z. 2017]



28-29. ábra. 15-20 pászmas feszítősajtó – HOZ 4000 [Orbán Z. 2017]

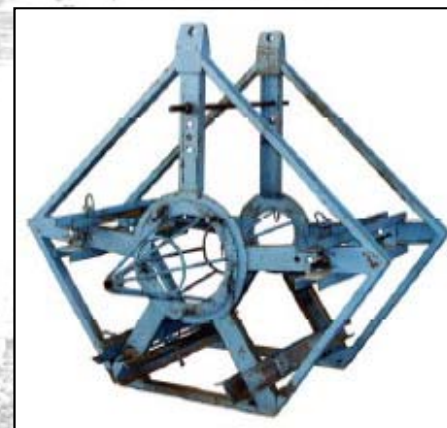
Fűzőberendezés, fűzés menete



30. ábra. Fűzés menete [Orbán Z. 2017]

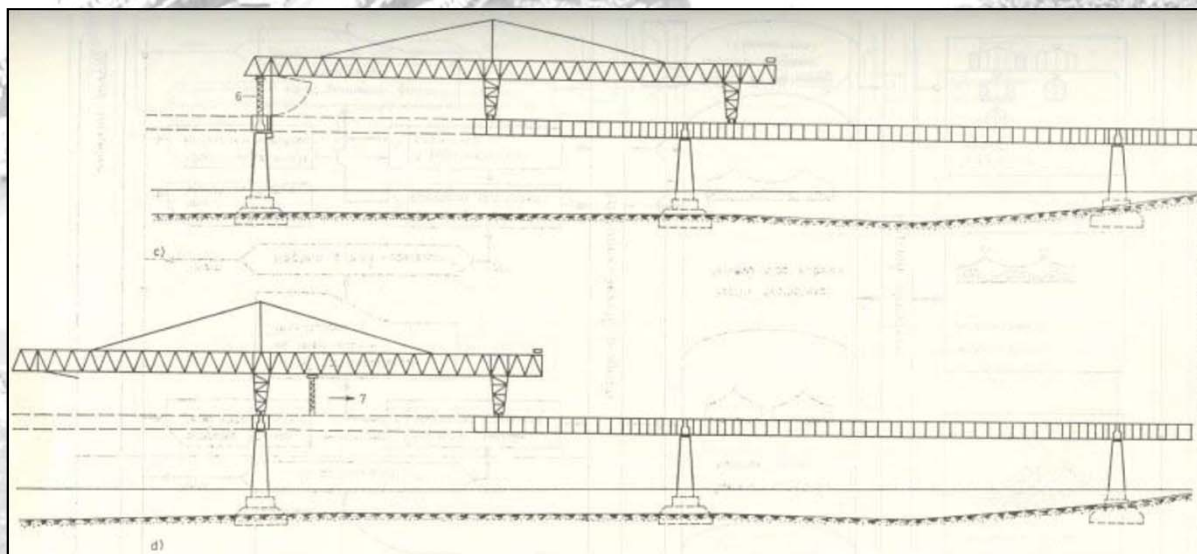
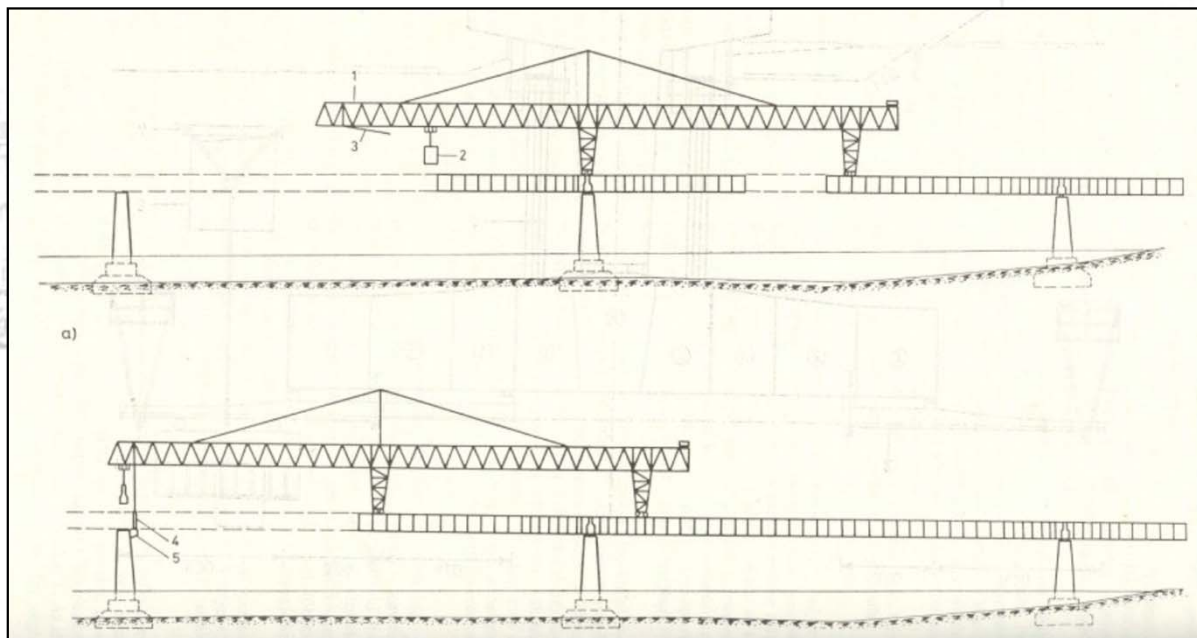


31. ábra. Injektálás [Orbán Z. 2017]

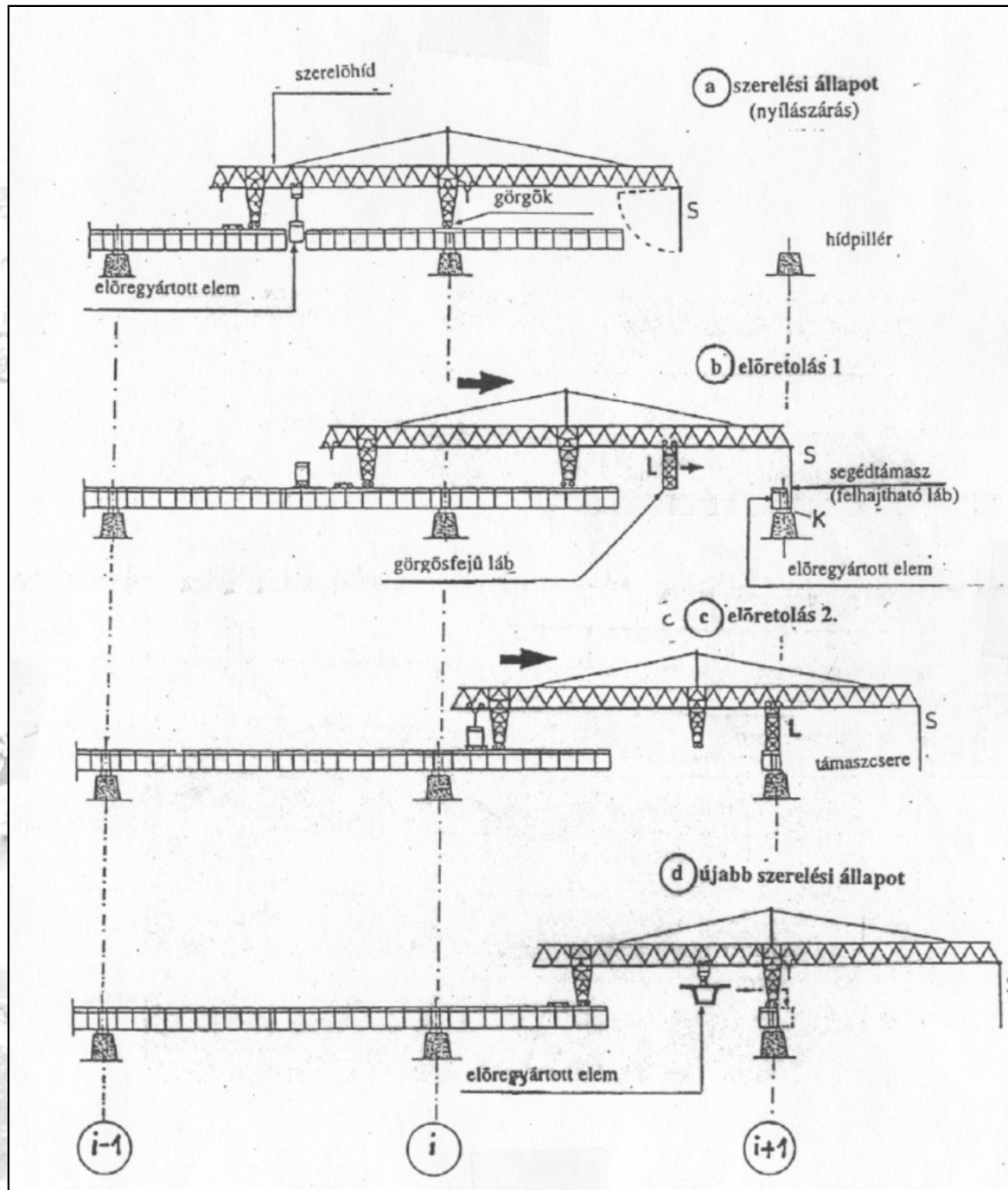


32. ábra. Kábeldob [Orbán Z. 2017]

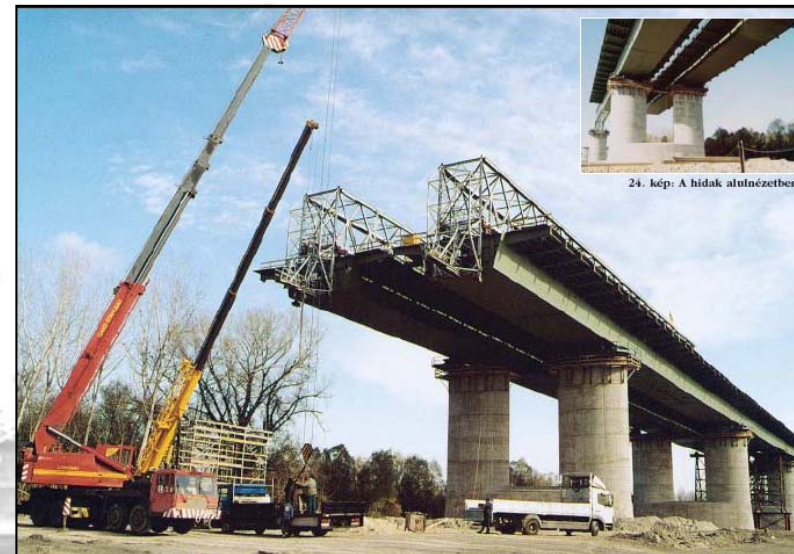
1.4 Építés szerelőhíddal



33-34. ábra. Építés szerelőhíddal [Orbán Z. 2017]



35. ábra. Építés szerelőhíddal, az építés menete [Orbán Z. 2017]



24. kép: A hídak alulnézetben



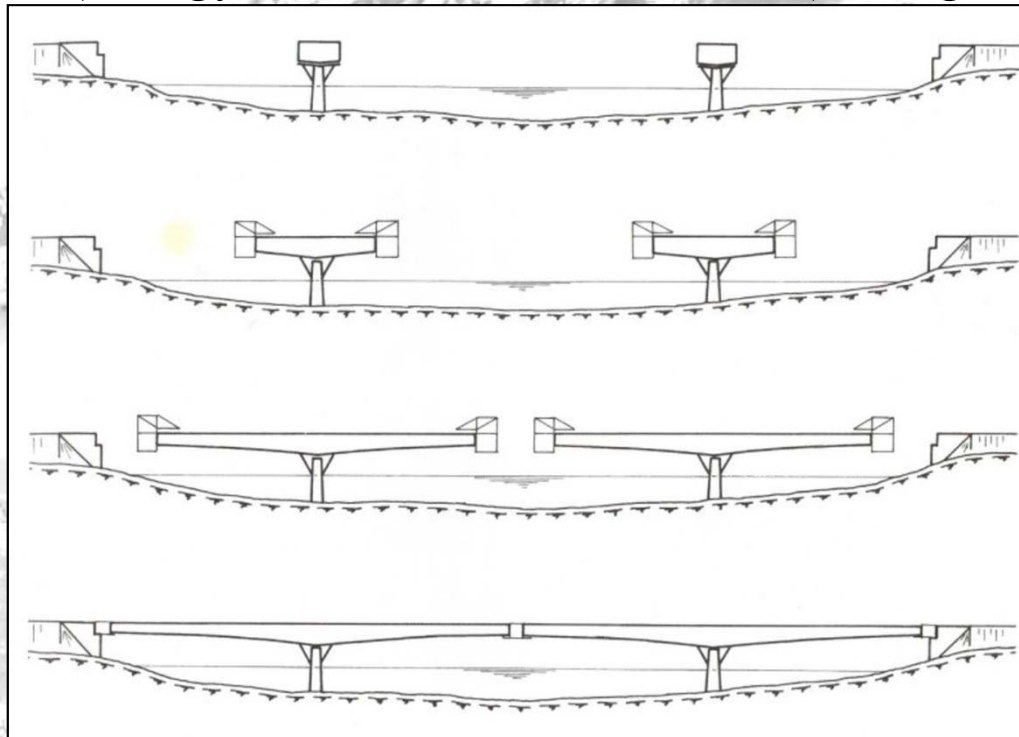
15-18. kép. Pentele híd építése vendéghíddal [MAGÉSZ 2005, www.nagydaniel.wordpress.com, www.matud.iif.hu]

Kiemelt figyelem szükséges:

- építési állapotok (egyensúly, stabilitás),
- terhelő mozgások (kúszás, zsugorodás, támaszsüllyedés),
- túlemelések kialakítása,
- fugák (1-3 mm)
 - epoxigyanta kenés (korábban cementhabarcs),
 - feszítőkábel-átvezetések,
 - keresztező lágyvasalás nincs (feszítés szerepe kiemelt),
- feszítés időpontja és mértéke,
- változó statikai váz (igénybevétel-átrendeződés).

1.5 Hídépítés szabad betonozással

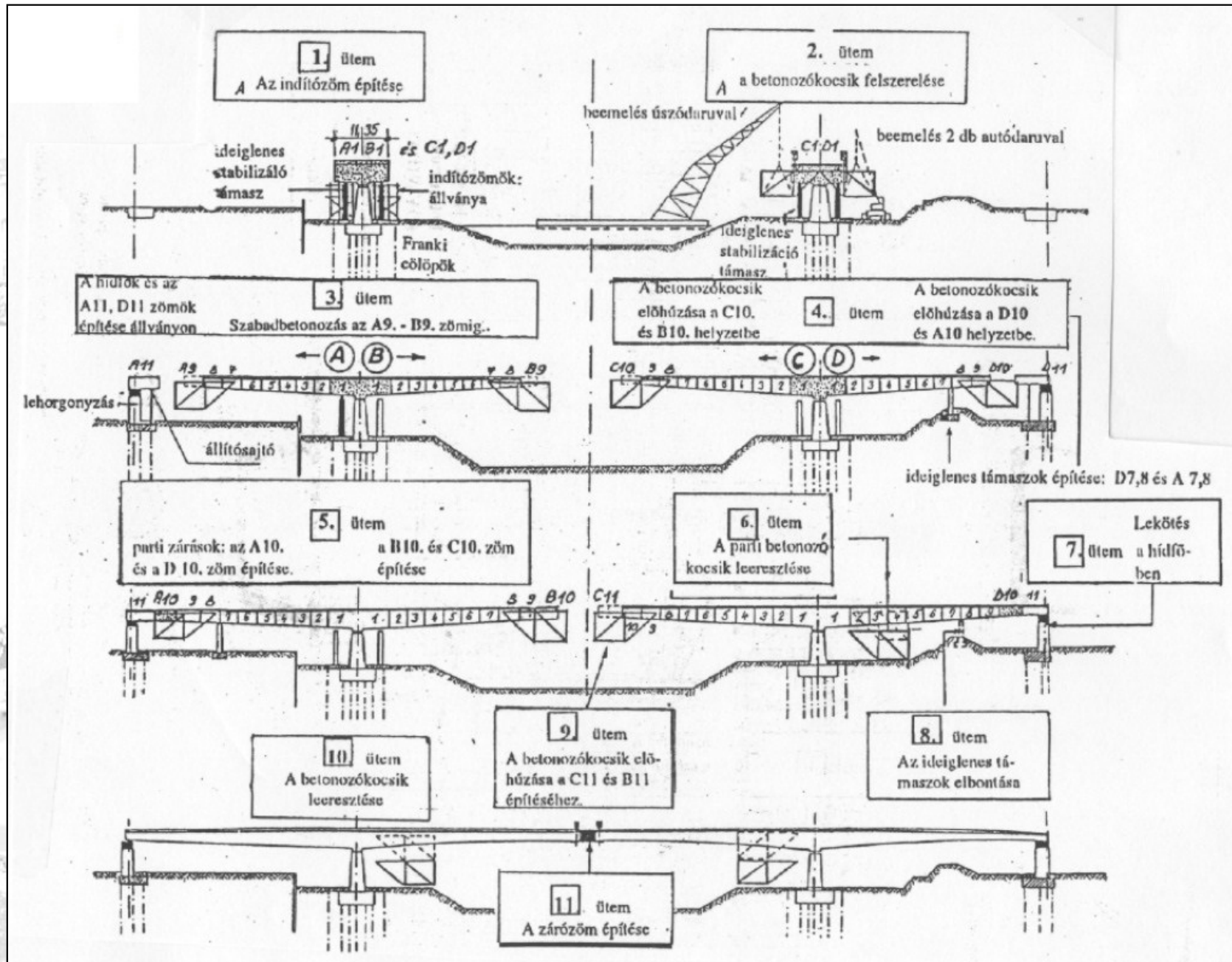
A szabadbetonozás a DYWIDAG cég szabadalma, melynek segítségével nagyméretű feszített vasbeton hidak állványzat nélkül készíthetők. A konzolos szabadbetonozásos hídépítési technológiával eddig megépített hidak legnagyobb támaszköze $l_t = 60-260$ m. A szabadszereléshez képest előnyös, hogy elmaradnak a kényes fugák. A betonozókocsi téliesíthető, így az építés télen is folytatódhat. A zömök mérlegszerű betonozása történhet a szimmetrikusan (Győri Kis-Duna-híd), vagy felváltva a két oldalon (Csongrádi Tisza-híd).



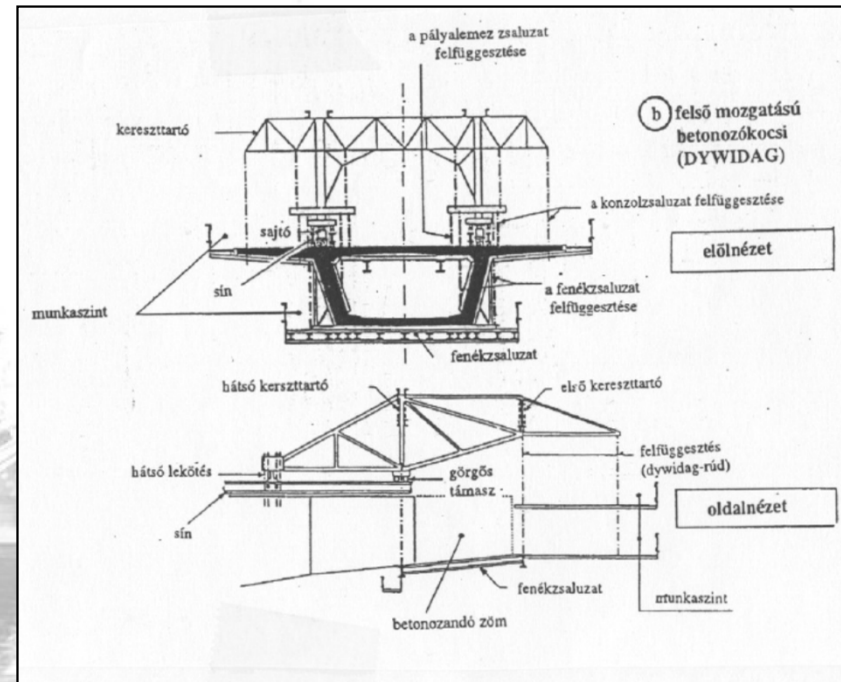
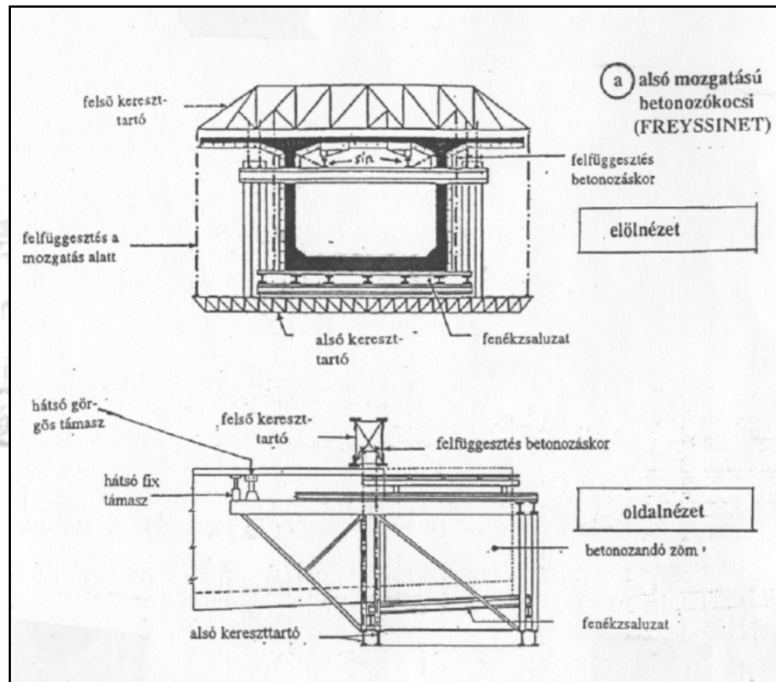
35. ábra. Építés szerelőhíddal, az építés menete [Orbán Z. 2017]



19. kép. Hídépítés szabad betonozással [Orbán Z. 2017]



36. ábra. Építés szabad betonozással, az építés menete [Orbán Z. 2017]



37. ábra. Alsó mozgatusú betonozókocsi [Orbán Z. 2017] 38. ábra. Felső mozgatusú betonozókocsi [Orbán Z. 2017]

Alsó mozgatusú betonozókocsinál a tartószervezet a híd alatt van, erre fekszik fel a zsaluzat és a munkatér eleme.

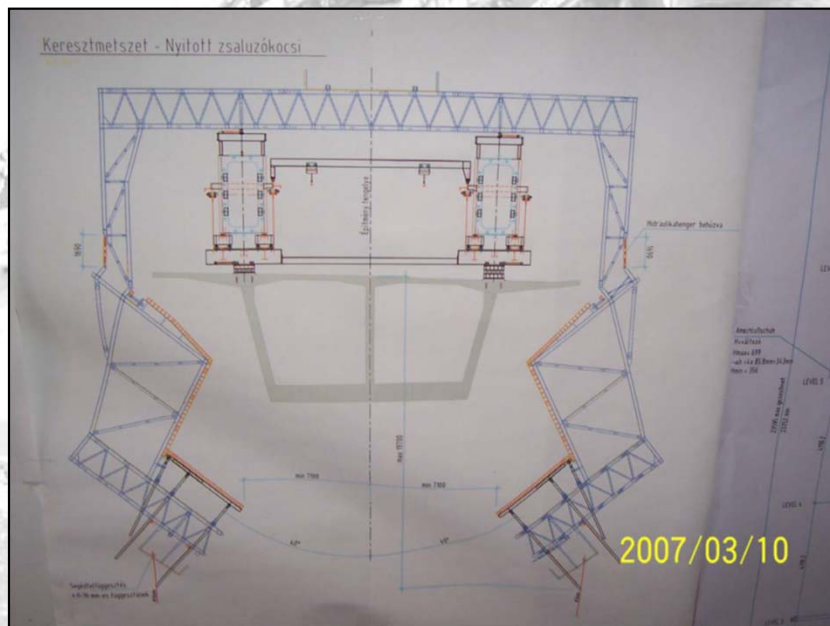
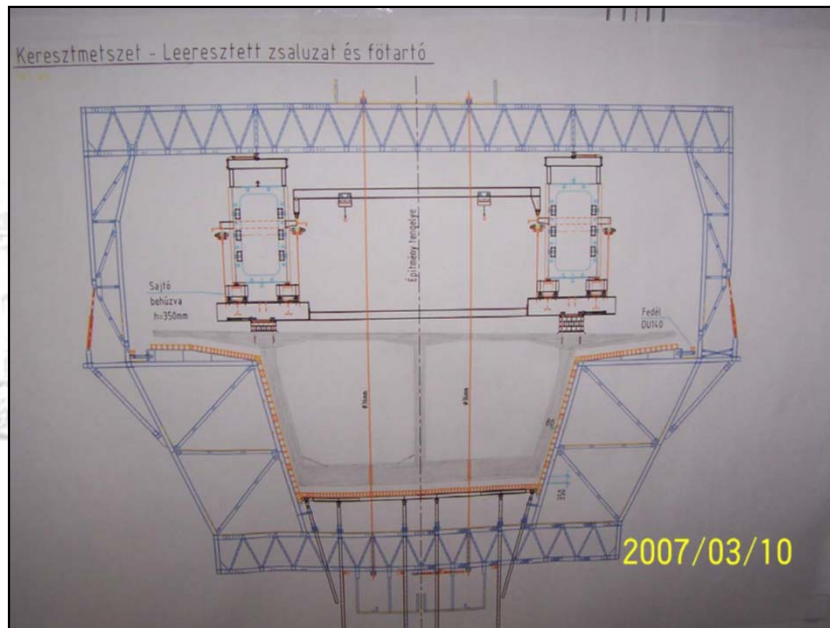
Felső mozgatusú betonozókocsinál a hídpálya felett van a tartószervezet, és a munkatér erre van felfüggesztve. Előnye, hogy az építés alatt az űrszelvényt nem csökkenti számottevően.



20-23. kép. Szabad betonozás, Köröshegyi völgyhíd építése



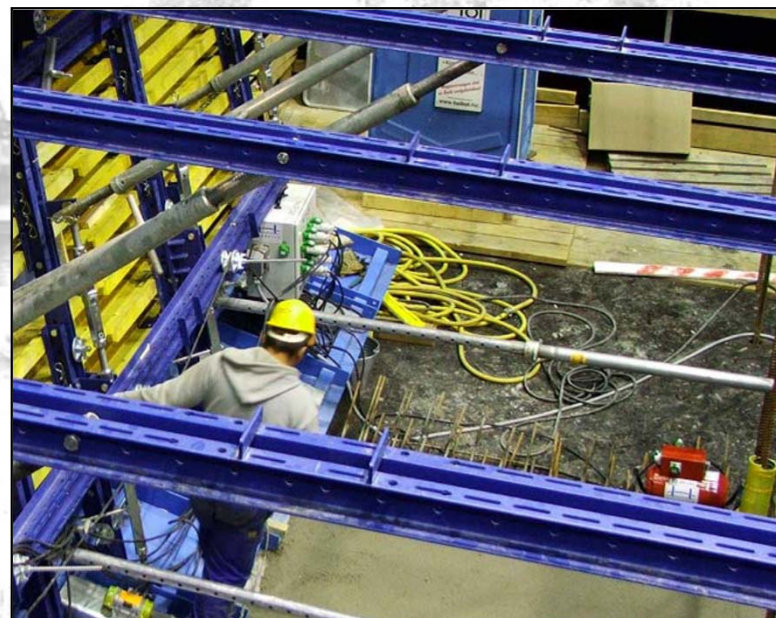
24-25. kép. Betonozó kocs szerkezete és mozgása, Kőröshegyi völgyhíd [Orbán Z. 2017]



39-40. ábra. Betonozó kocsi szerkezete és mozgatása, Kőröshegyi völgyhíd [Orbán Z. 2017]

Előretolás után a hátsó támaszoknál lekötésekkel veszik fel a zöm betonozásakor szükséges erőket.

A korszerű betonozókocsiknál hidraulikus sajtók emelik és süllyeszti a zsaluzatot, továbbítják a kocsit, stb.



26-27. kép. Betonozó kocsik szerkezete és mozgatása, Kőröshegyi völgyhíd [Orbán Z. 2017]

A betonozókocsra támaszkodik (vagy fel van függesztve) a szekrényes tartó külső zsaluzata, és a kocsival együtt halad.



28-29. kép. Betonozó kocs szerkezete és mozgatása, Kőröshegyi völgyhíd [Orbán Z. 2017]

Építési ciklusok:

- 1 hetes ciklusok,
- feszítés kb. 3 napos korban,
- adalékszerek (kötésgyorsító, plasztifikátor),
- zömönként folyamatos betonozás.

Vasszerelés:

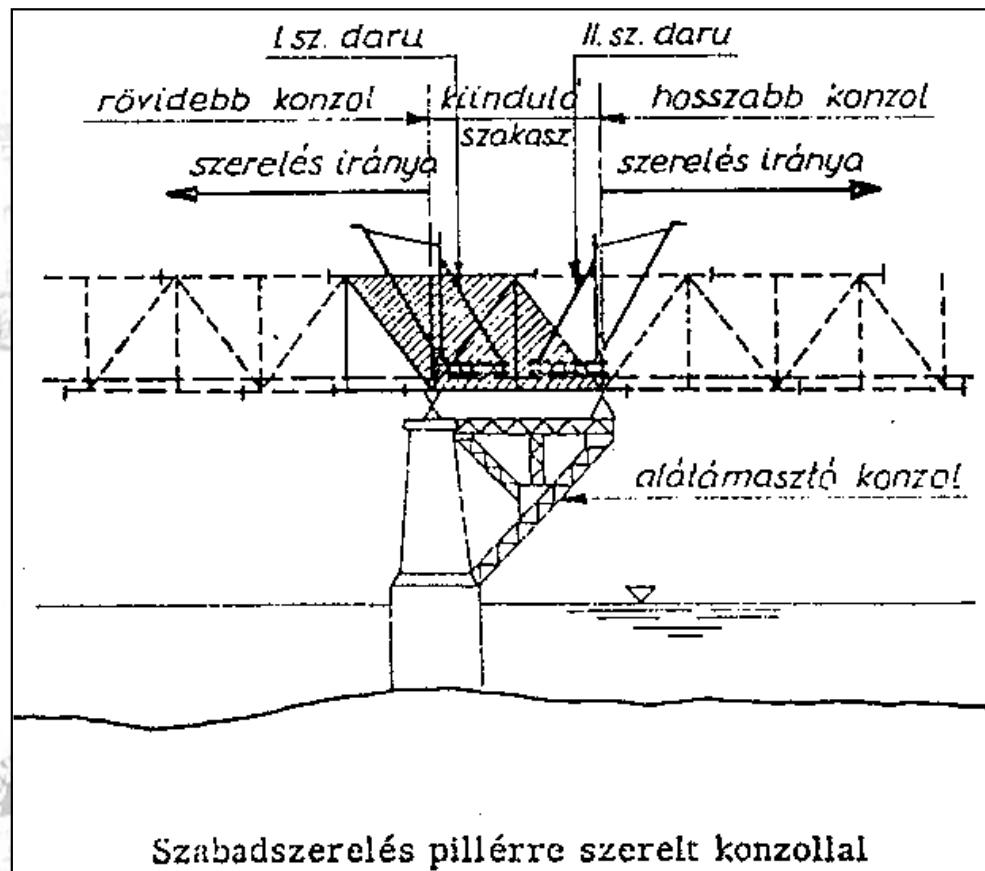
- armatúrák összeállítása zömönként,
- lágyacélbetétek 100%-ának toldása zömhatáronként,
- kábelcsatornák toldása,
- kábelcsatornák kiinjektálása.

Az előrehaladás után kell a zsaluzatot a terv szerint beállítani.

A belső oldalzsaluzatokat általában második ütemben húzzák előre, ugyanis változó magasságú szekrényes tartók esetében ezeket a kizsaluzás után a következő szakasz részére alacsonyabbá kell tenni.

A bordák vasalásának elhelyezése után kell előregördíteni a belső zsaluzatot.

1.6 Szabadszerelés pillérre szerelt konzollal

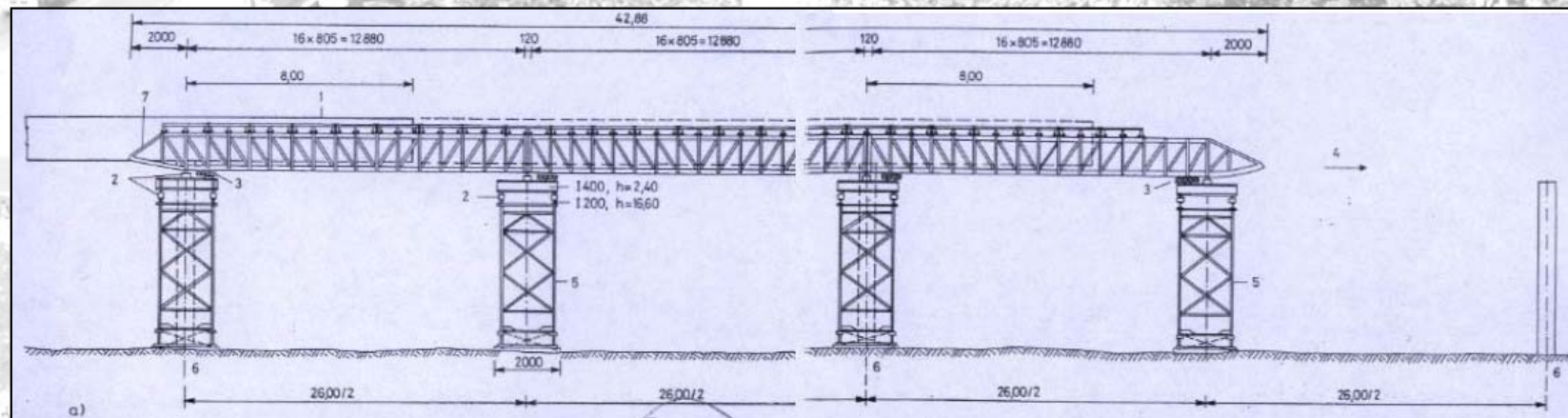


41. ábra. Szabadszerelés pillérre szerelt konzollal [Iványi M. 2008]

1.7 Kúszó állványozással készülő feszített vasbeton hidak

Az építés fázisai:

- a gördülő állvány összeszerelése a szükséges közbenső ideiglenes alátámasztásokkal, a zsaluzat elhelyezése,
- vasszerelés,
- betonozás, a betonozási szakasz határa célszerűen a következő nyílás 1/3-a körül van,
- a beton megszilárdulása után a szükséges feszítés,
- a következő ütemhez az állványt görgőkre eresztik, és a már előzően elkészített alátámasztásokon előrehúzzák,
- a zsaluzat pontos beállítása után a szomszédos nyílásban vasszerelés, betonozás és feszítés.



42. ábra. Kúszó állványozás [Orbán Z. 2017]

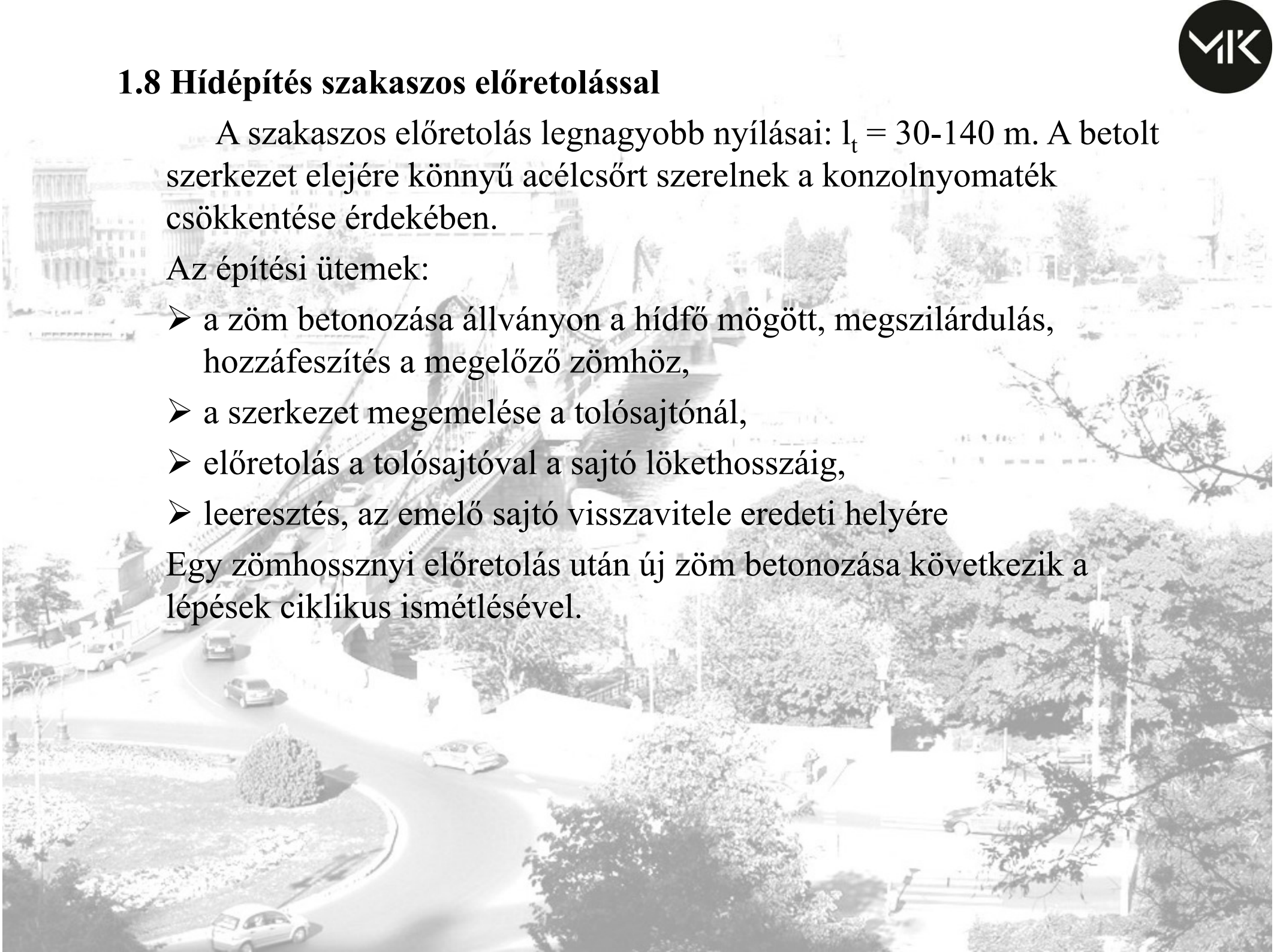
1.8 Hídépítés szakaszos előretolással

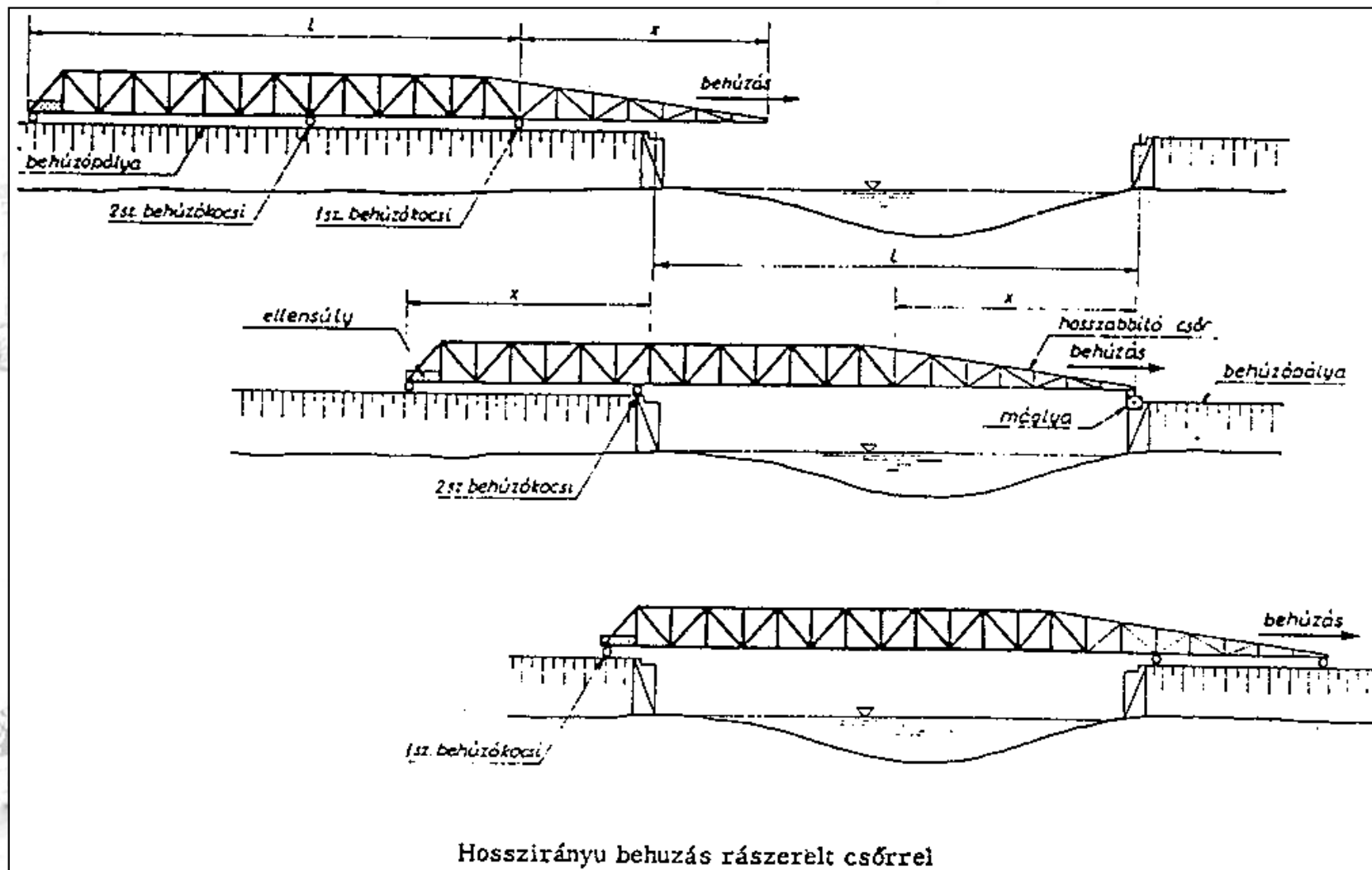
A szakaszos előretolás legnagyobb nyílásai: $l_t = 30-140$ m. A betolt szerkezet elejére könnyű acélcsőrt szerelnek a konzolnyomaték csökkentése érdekében.

Az építési ütemek:

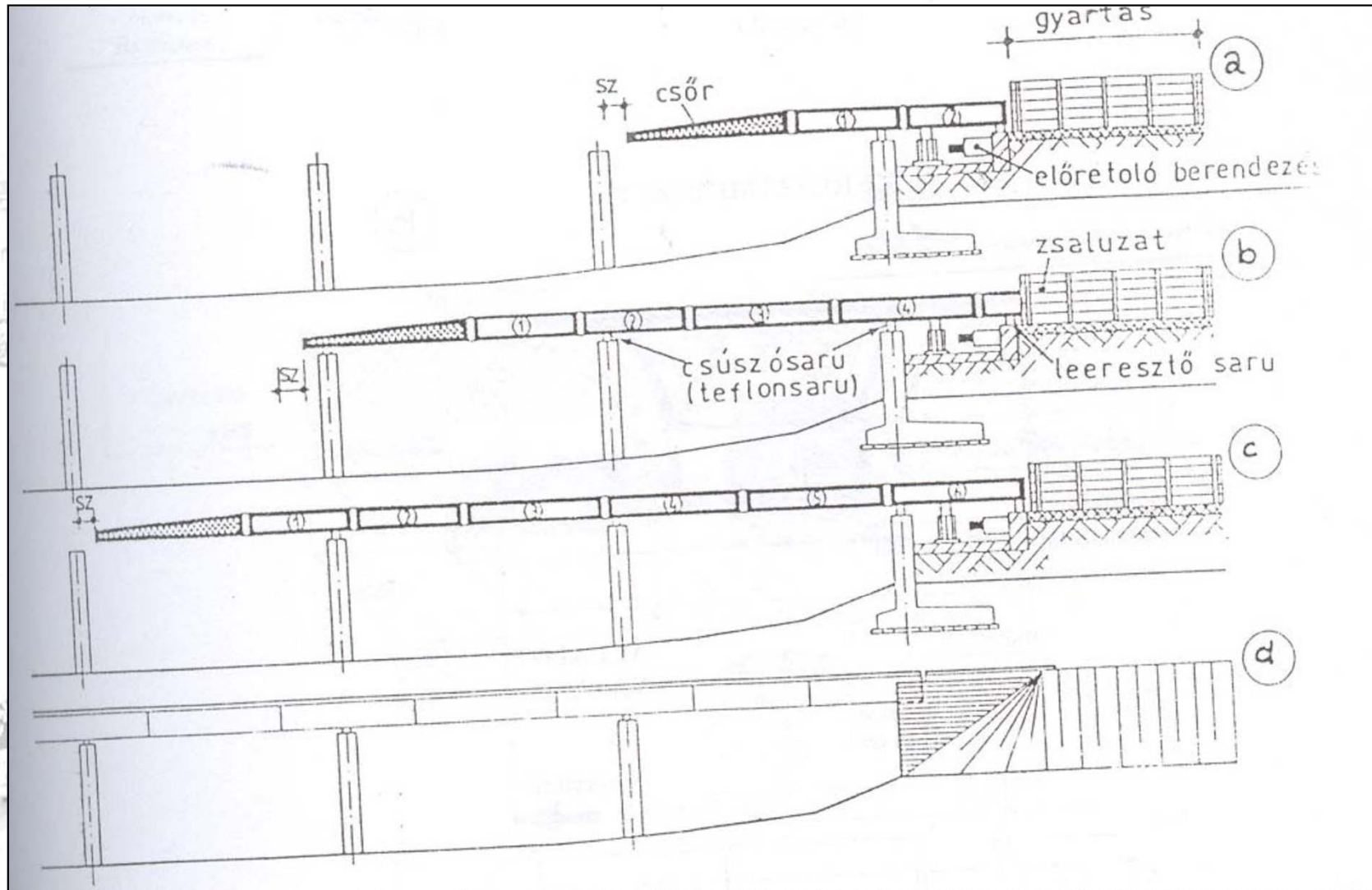
- a zöm betonozása állványon a hídfő mögött, megszilárdulás, hozzáfeszítés a megelőző zömhöz,
- a szerkezet megemelése a tolósajtónál,
- előretolás a tolósajtóval a sajtó lökethosszáig,
- leeresztés, az emelő sajtó visszavitele eredeti helyére

Egy zömhossznyi előretolás után új zöm betonozása következik a lépések ciklikus ismétlésével.

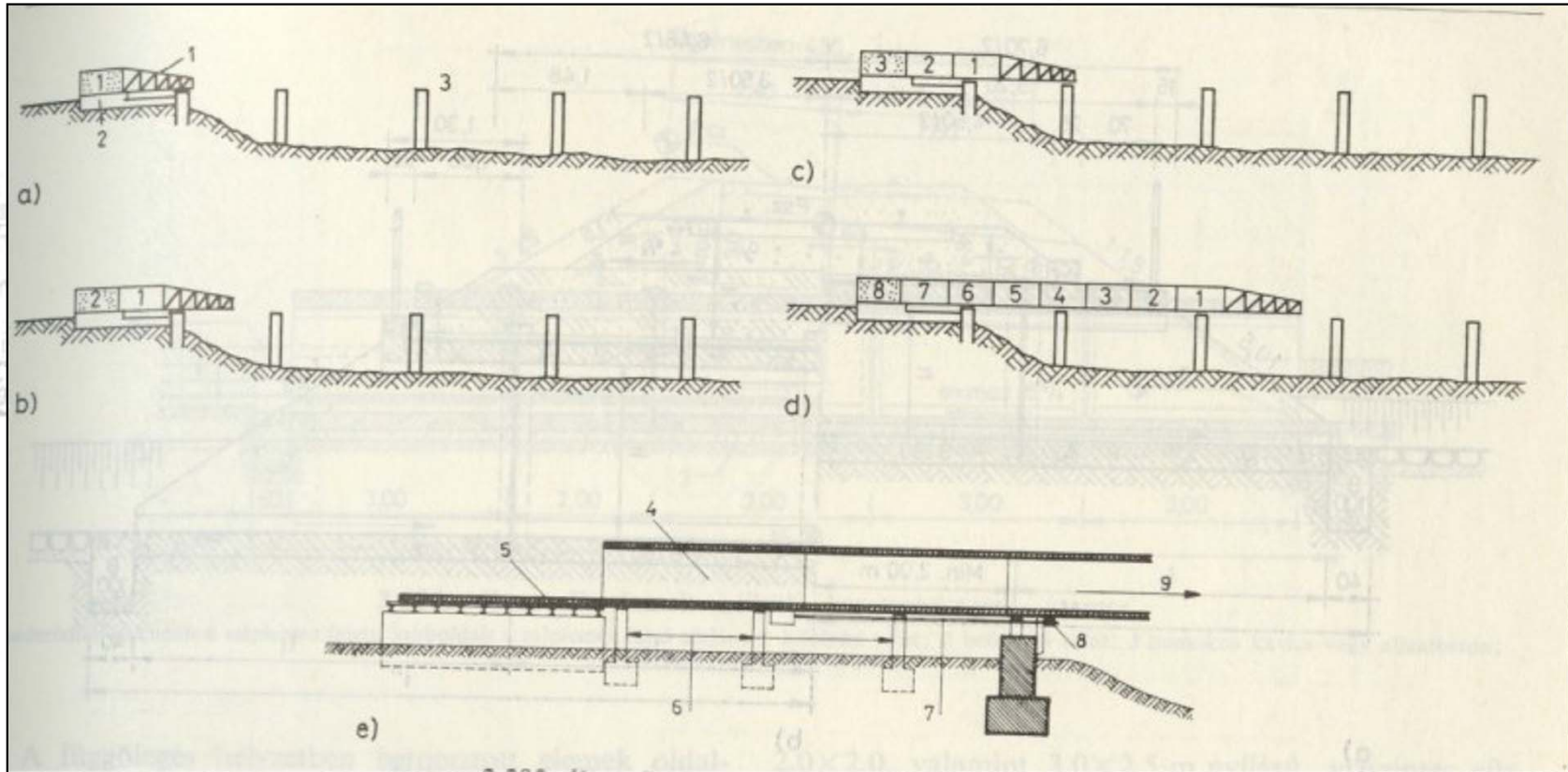




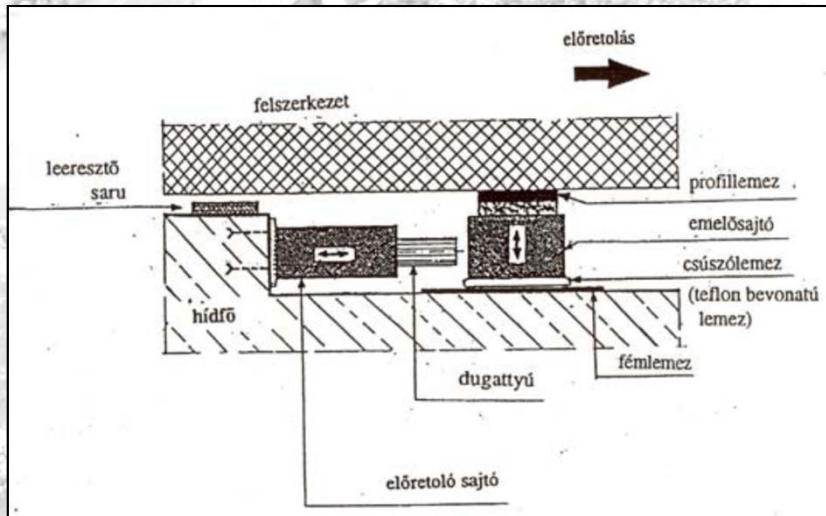
43. ábra. Hosszirányú behúzás rászertelt csőrrel [Iványi M. 2008]



44. ábra. Hídépítés szakaszos előretolással [Orbán Z. 2017]



45. ábra. Hídépítés szakaszos előretolással, az építés menete [Orbán Z. 2017]

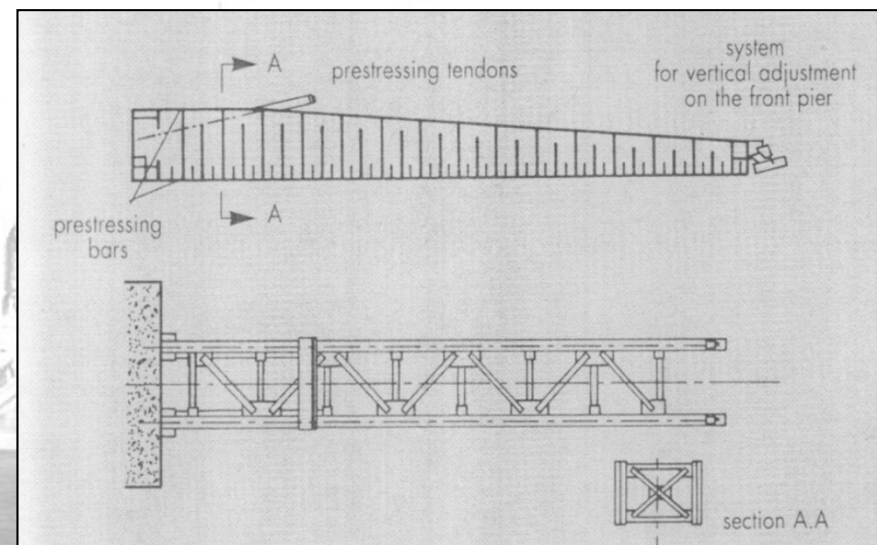
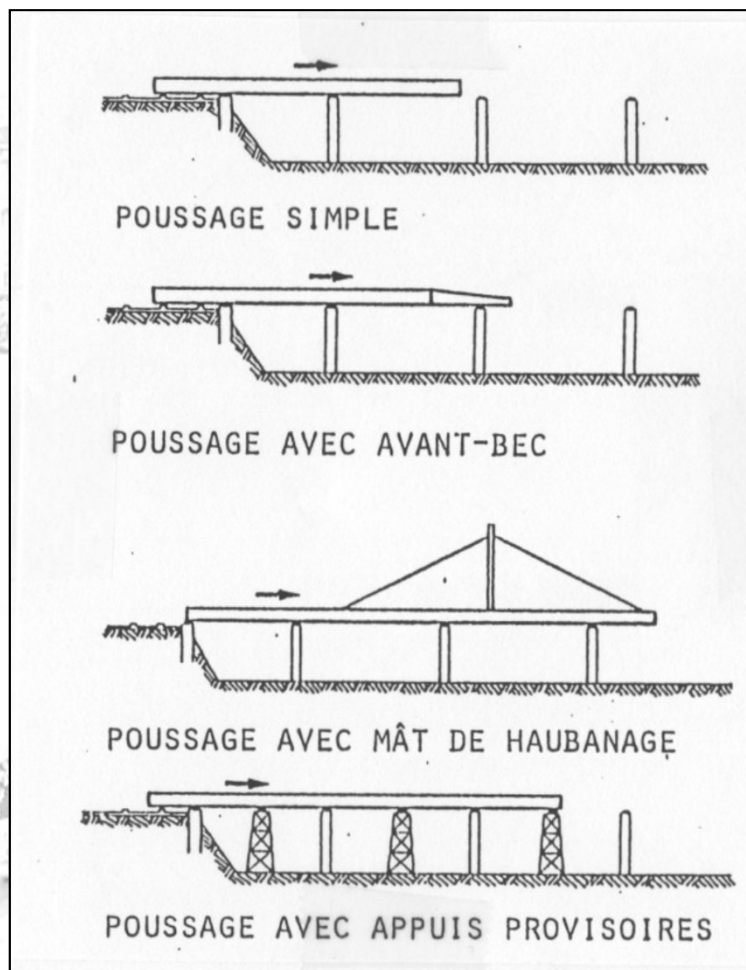


46. ábra. Toló-emelő sjató [Orbán Z. 2017]

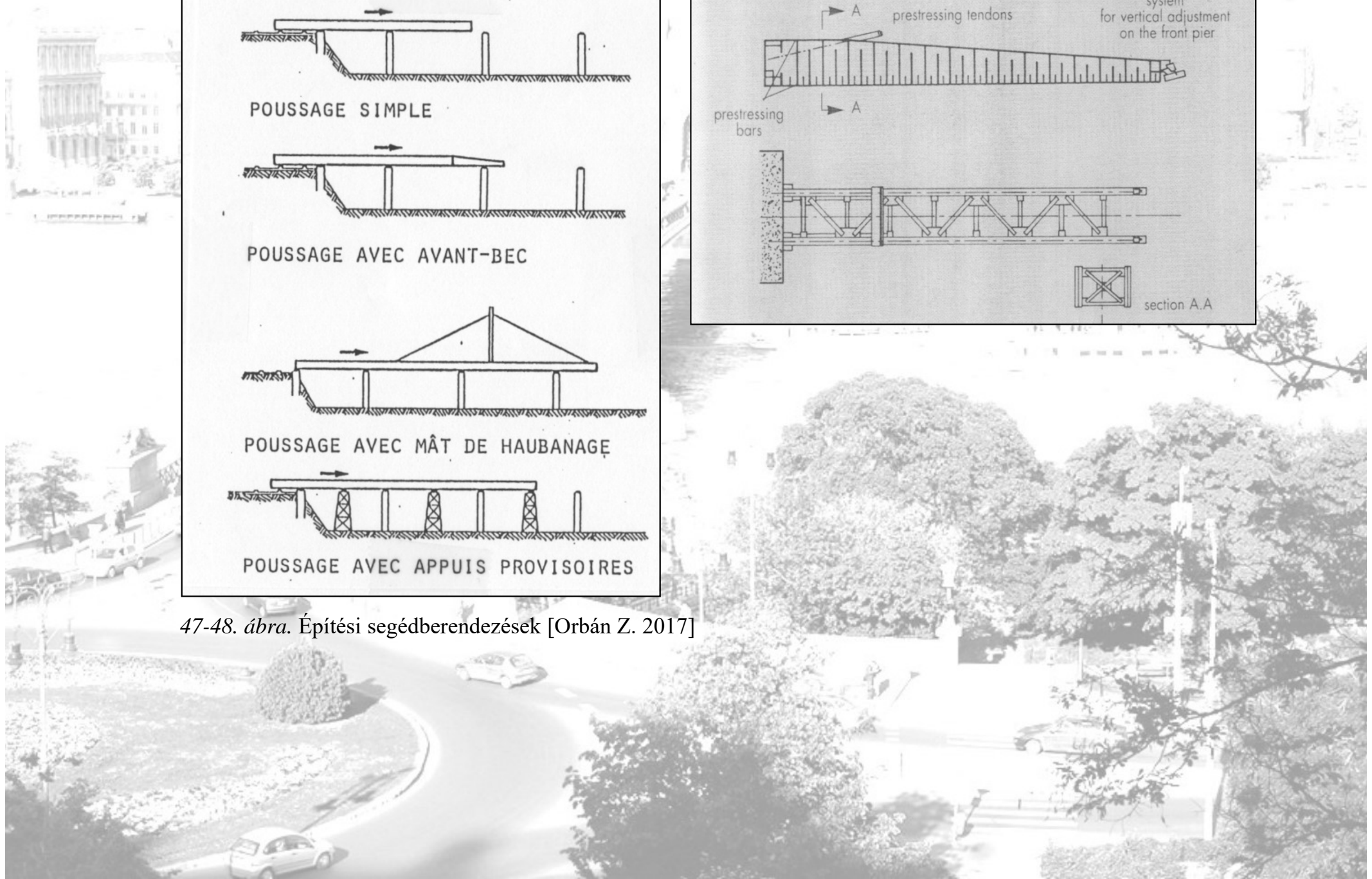
A szerkezet előretolása:

- a csúsztatást csiszolt króm-nikkel-acél lemezzel bevont betontámaszokon végzik,
- a felszerkezet és a csúsztatótámasz közé acéllemezes neoprénlemezt helyeznek, aminek a felületén 1 mm vastag teflonréteg van,
- a teflonlemezek előrecsúsztatáskor a felszerkezettel együtt mozognak,
- az előretoláshoz szükséges erőt hidraulikus sajtókkal fejtik ki, amelyeket párosával helyeznek el,
- egy 20-30 m hosszúságú előrecsúsztatás ideje 5-6 óra.

Építési segédberendezések:



47-48. ábra. Építési segédberendezések [Orbán Z. 2017]

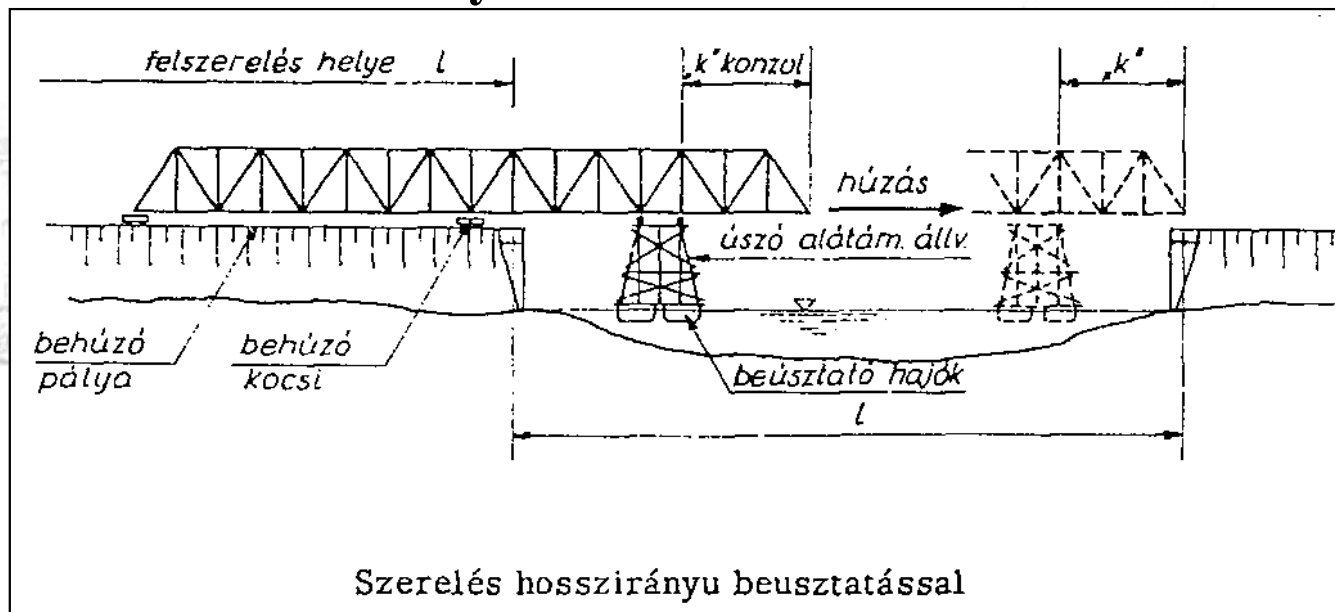




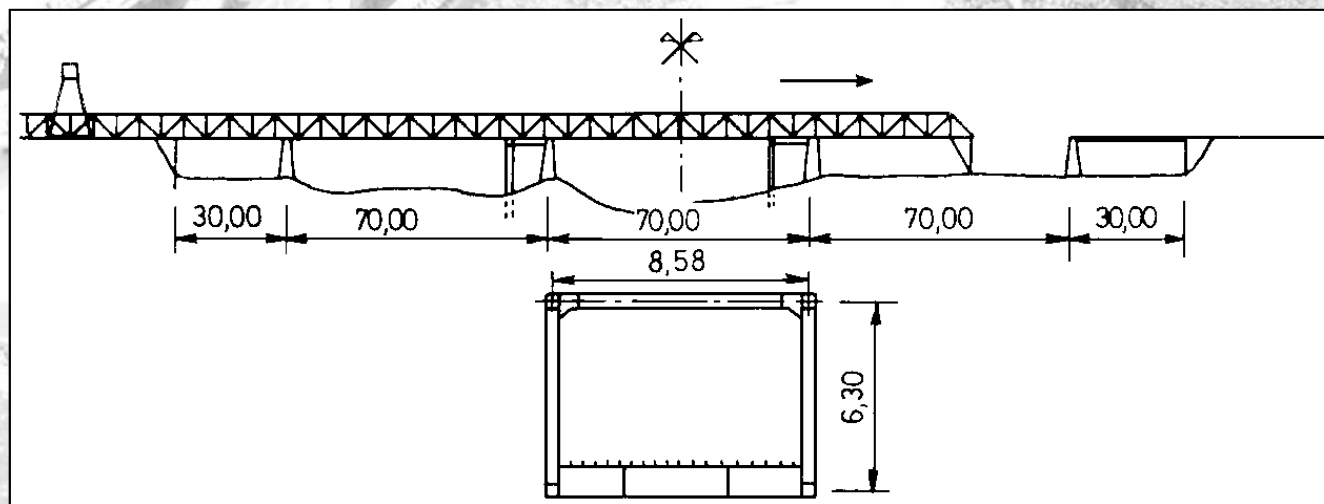
30. kép. Előretoló acélsőr [Orbán Z. 2017]



1.9 Szerelés hosszirányú beúsztatással

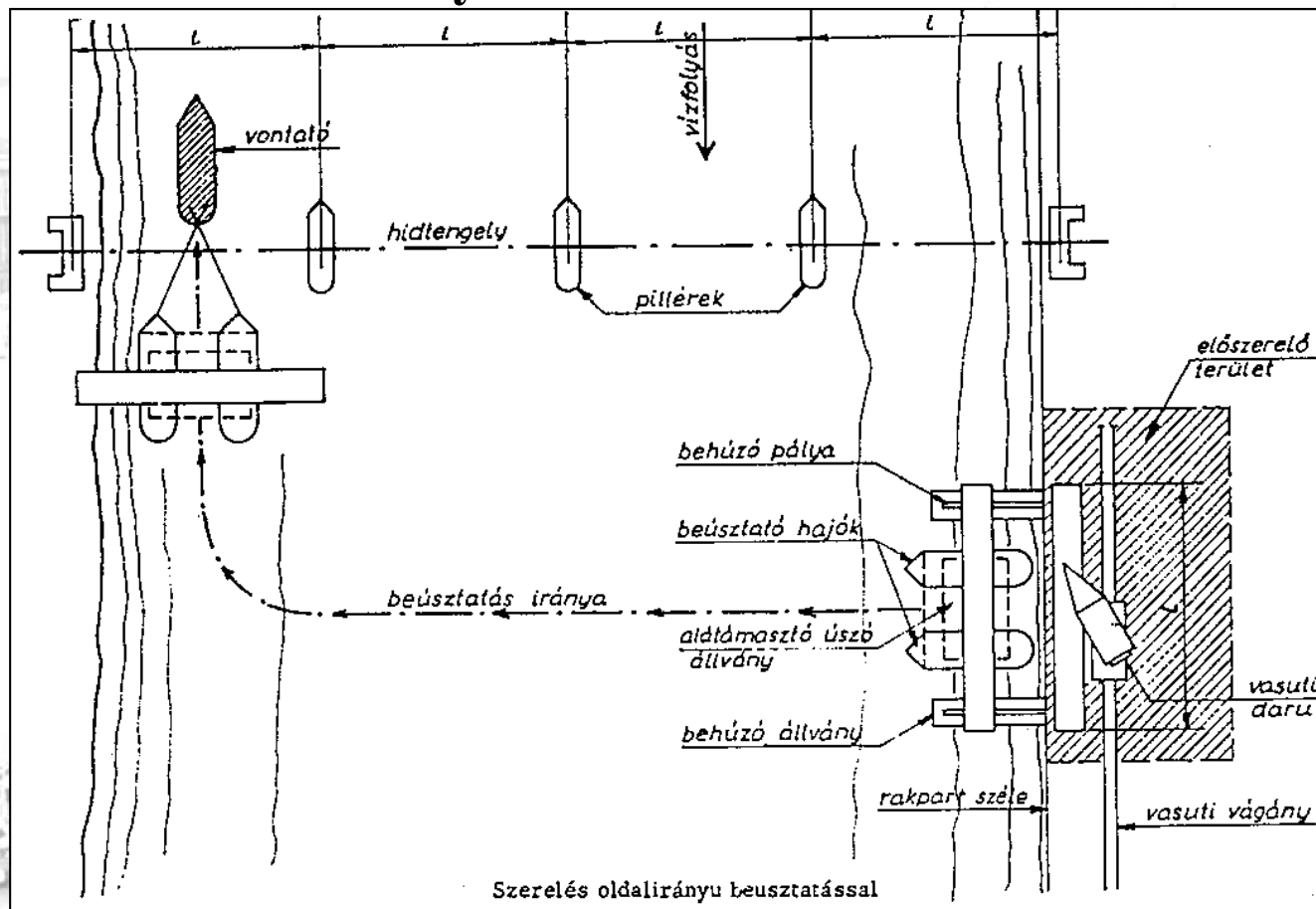


49. ábra. Szerelés hosszirányú beúsztatással [Iványi M. 2008]



50. ábra. Tiszafüredi közúti Tisza-híd szerelése [Iványi M. 2008]

1.10 Szerelés oldalirányú beúsztatással



51. ábra. Szerelés oldalirányú beúsztatással [Iványi M. 2008]



31-32. kép. Esztergom-Párkány, Mária Valéria híd építése [Iványi M. 2008]

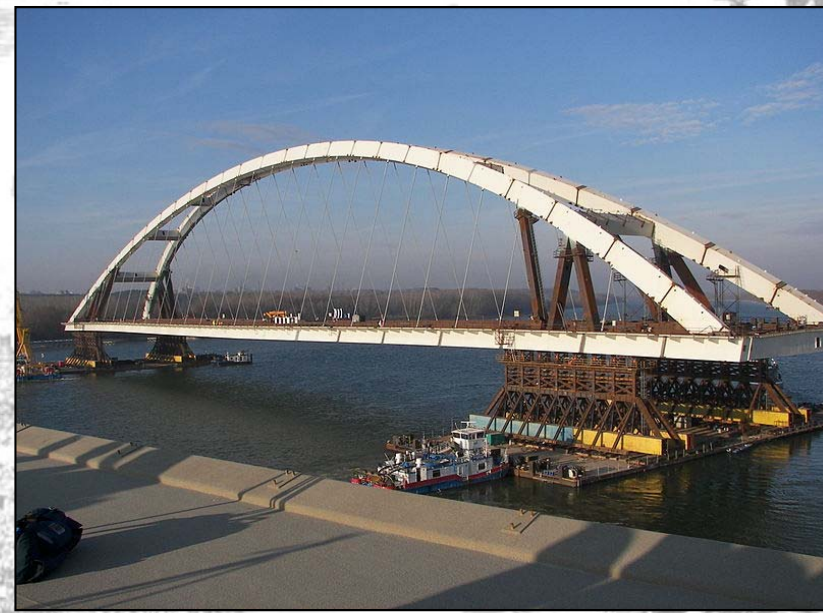


33-34. kép. A szekszárdi Szent László híd elemeinek szállítása a Dunán [Iványi M. 2008]



35. kép. Dunaújváros, Pentele-híd beúsztatása [www.hidepito.hu]





36-39. kép. Dunaújváros, Pentele-híd beúsztatása [www.wikipedia.org]



Felhasznált irodalom

DR. IVÁNYI MIKLÓS Hídépítés című tantárgy előadásanyagai felhasználásával.

DR. ORBÁN ZOLTÁN Hídépítés című tantárgy előadásanyagai felhasználásával.

MAGÉSZ Acélszerkezetek 2005 II. évfolyam, 4. szám

www.hidepito.hu

www.matud.iif.hu

www.nagydaniel.wordpress.com

www.sulinet.hu

www.wikipedia.org

www.youtube.com/watch?v=dL0X7tST8fQ

www.youtube.com/watch?v=9uKzPf6XYfI