



Propontis Mérnöki Tervező, Tanácsadó és Szakértő Kft.

Szabadon szerelt, utófeszített vasbeton hidak vizsgálata, a hibák javítása, a hidak erősítése, korszerű megoldások a szabad szerelésben

DR. DALMY DÉNES

okl. mérnök, ügyvezető igazgató

címzetes egyetemi docens

Budapest, 2017. március 21.

Tartalomjegyzék

- 1.) Bevezetés
- 2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelei
- 3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota
- 4.) A szegmensekből szabadon szerelt ...
- 5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
- 6.) Feszített kábelek vizsgálata
- 7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája
- 8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

1.) Bevezetés

1.1.) A szabadon szerelt hídépítés eltiltásának története

Feszített híd katasztrófák:

- Bickton Meadows gyaloghíd Hampshire UK 1967
Előregyártott szegmensből épített utó feszített híd a felső kábelek korróziója miatt,
- Ynis-y-Gwas közúti kéttámaszú utó feszített előregyártott szegmensekből 1953-ban épült híd 1985-ben leomlott,
- Schelde híd Belgium 1992 előregyártott utó feszített híd, az omlást megelőzően tűz érte a hidat.

Következmények:

- Angliában 1992-1996 között az utó feszített hidak építését megtiltották, 1996 után az előregyártott szegmensekből épült hidak építését tiltották,
- Németországban tapadásmentes feszítést részesítik előnyben
- Franciaország
 - / utó feszített hidak 1946-1960
 - / szabadon szerelt (konzolosan) belső tapadásos feszítéssel 1960-1980
 - / tapadásos feszítés és külső kábeles feszítés 1980-tól

2.) Hídmeghibásodások, utóeszített hidak kábelei

IABSE WC1 – 450 hídtönkremenetelt írt össze, mindezekből 21% vasbeton feszített szerkezet.

A FIP – CEB – FIB vezetésével kutatásokat végeztek Németországban, Franciaországban, Nagy-Britanniában, Belgiumban, Jugoszláviában, Ausztiában és az USA-ban.

A feszítőkábelek korróziója az elégtelen injektálás következménye, a lehoronyzó fejek nincsenek védve.



2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelelei



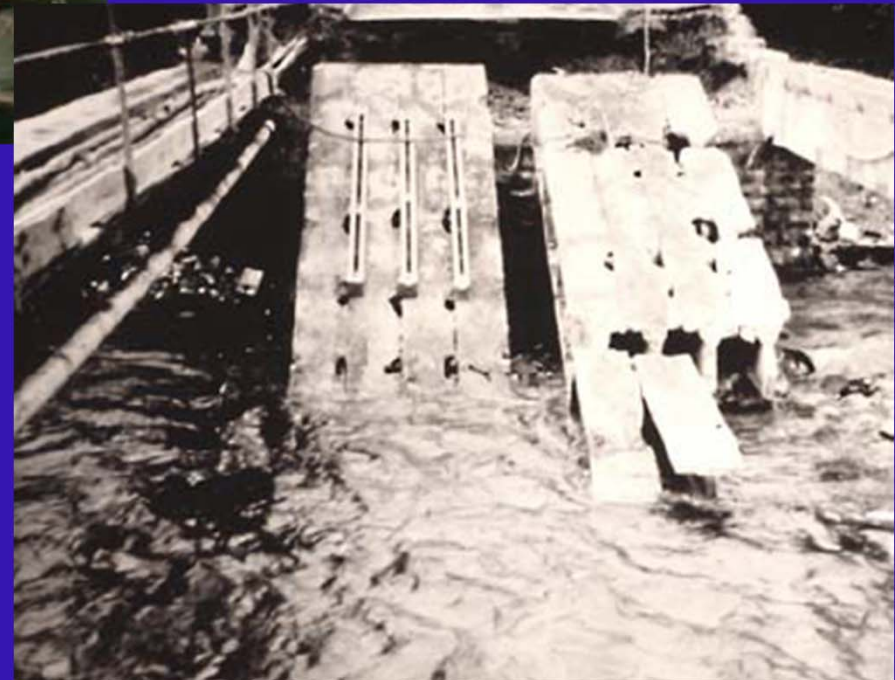
München-Schwabing
Mittleren körgyűrű hídja (1959)

2.) Hídmeghibásodások, utóeszített hidak kábelei



San Stefano híd Szicília

2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelelei



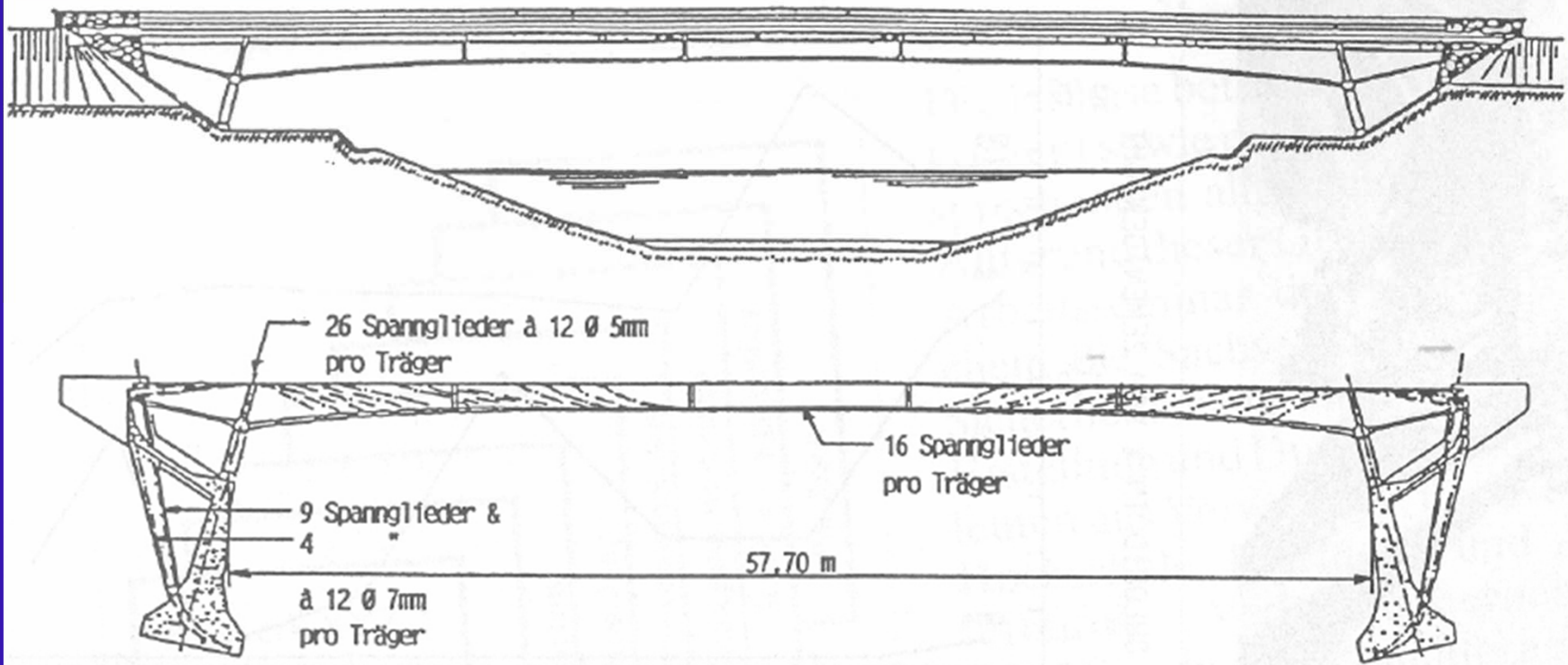
Ynis-y-Gwas híd Wales

2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelelei



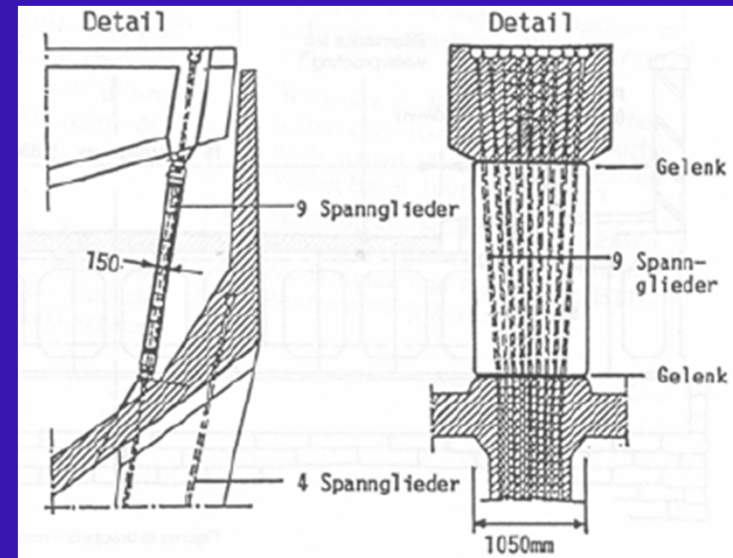
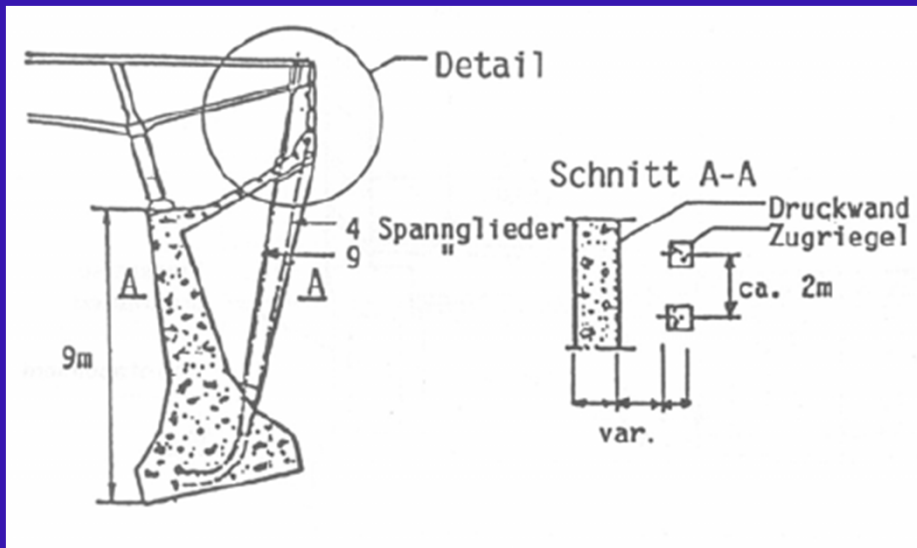
Ynis-y-Gwas híd Wales

2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelelei



Melle bei Gent híd Belgium

2.) Hídmeghibásodások, utóeszített hidak kábelelei



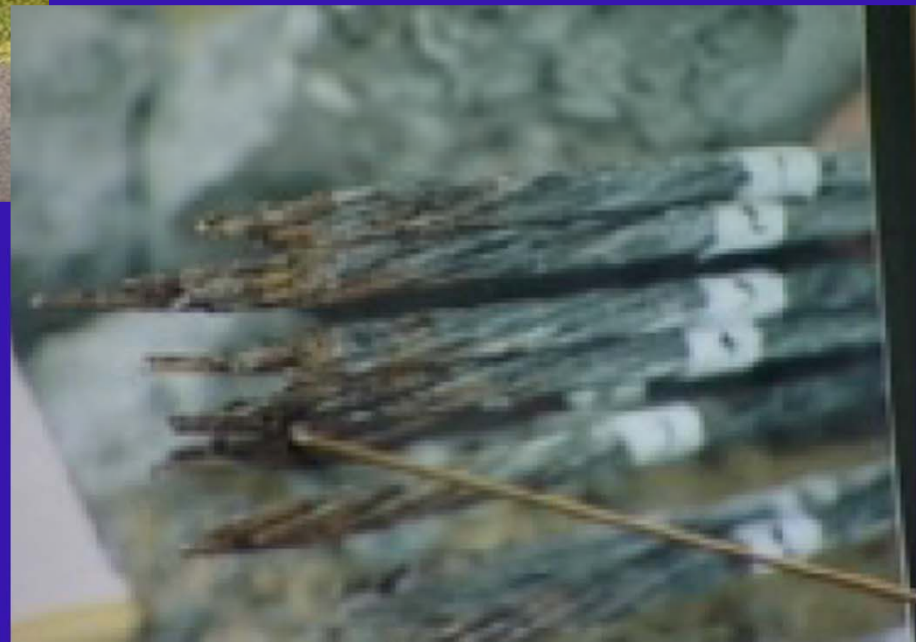
Melle bei Gent híd Belgium

2.) Hídmeghibásodások, utóeszített hidak kábelelei



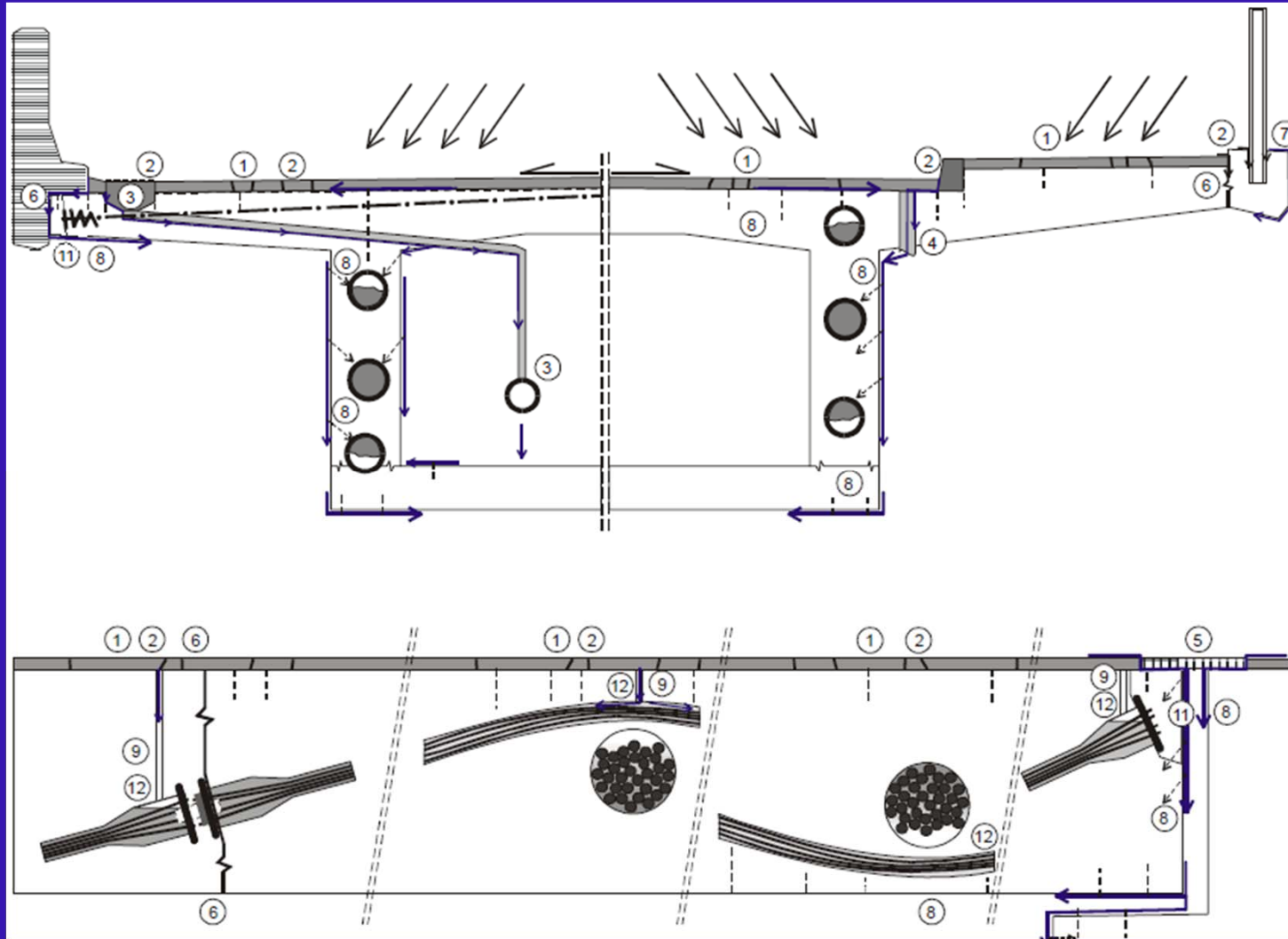
Melle bei Gent híd Belgium

2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelei



Concord híd Észak Karolina
Épült 1995-ben, összeomlott 2000-ben

2.) Hídmeghibásodások, utófeszített hidak kábelelei



A feszítőkábelek meghibásodásának (korróziójának) oka a hibás injektálás, a kloridion behatolása a kábelüregekbe.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.1.) Körös hidak jellemző adatai

	Forgalomba helyezés éve	Támaszközök (m)	Szerkezeti hossz (m)	Ferdeségi szög	Kocsipálya szélesség (m)	Szerkezeti magasság (m)
Kunszentmártoni Hármaskörös-híd	1975	36+70+36+ 3×24	223	90°	11,00	1,93 3,88
Köröstarcsai Kettőkörös-híd	1977	37,50+72,000+ 37,50+25,10	172,10	90°	11,00	1,94 3,89
Körösladányi Sebes-Körös-híd	1979	37,22+72,00+ 37,22	147,00	67°	9,00	1,98 3,93
Dobozi Kettőkörös-híd	1982	41,20+85,80+ 41,20+32,80+ 32,80	234,44	71°	10,00	1,93 4,74
Békési Kettőkörös-híd	1985	35,05+77,80+ 38,05+31,00+ 31,00	213,50	90°	10,00	1,96 4,77

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.2.) Átfogó vizsgálat 1998-ban

A résztvevők:

Pannon Freyssinet Kft.

- állapot felmérés,
- alakfelvétel,
- feszítőbetét korrózió kialakulása.

Isobau Rt., Teta Kft.

- anyagvizsgálatok,
- feszítőbetétek korróziós veszélyeztettsége.

BME Vasbetonszerkezetek Tanszéke

- dinamikus vizsgálatok,
- roncsolásmentes vizsgálati módszerek a feszítőbetét korróziója.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.2.) Átfogó vizsgálat 1998-ban

Megállapítások:

Általánosságban:

- a tervezettnél nagyobb lehajlások a medernyílásokban,
- fúga megnyílások – merevség csökkenés,
- jelentős lehajlás a kunszentmártoni és a dobozi hidaknál.

Előregyártott szerelési hibák:

- kontakthibás szélességi és magassági méretkülönbségek,
- a kábelvezető csövek tökéletlenül illeszkedtek (gumimuffok), a habarcsvirágzást gipsszel tömték el, a víz itt bejuthat.

Egyéb hibák:

- a lehorgonyzó fejek nem védettek,
- a dilatációknál ázás,
- a saruk viselkedése bizonytalan,
- a betonszilárdság a kunszentmártoni hídnál alacsonyabb a tervezettnél,
- a medernyílások belapultak, a magasságuk csökkent.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.2.) Átfogó vizsgálat 1998-ban

Megállapítások:

Számítási pontatlanság:

A feszítés okozta nyomaték leépül (feszítési veszteségek) a statikai váz változás (konzol – többtámaszú) csak becsülhető alakváltozást eredményez.

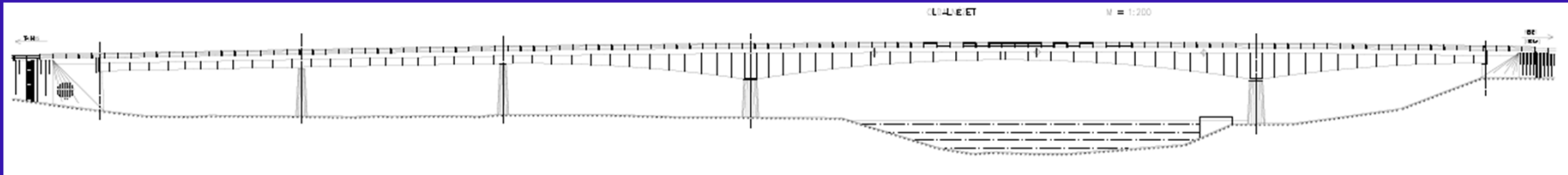
3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.) A békési Kettős-Kőrös híd állapotvizsgálata 2016-ban



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.1.) Az építés is időközi javítások



Építés:

- mederpillérek két oldalán konzolosan épített szerkezet, majd az ártéri nyílások szerelése,
- a szegmensek között epoxi habarcs 2-3 mm vastag,
- a Békés felőli hídfőnél 3-3 zömöt utólag bebetonoztak.

Időközi károsodások és javítások:

- a hídépítés után repedés a békési hídfő saruja felett,
- a felszerkezet megrövidült, a hídfők felmenő falát meghizlalták, a sarukat áthelyezték,
- a hídfőkön, a pillérekön zömében vízszintes repedések jelentkeztek,
- az 1995-ös szakvélemény a hídfők és pillérek süllyedését állapították meg,
- a pillérek és a felszerkezet hibáit kiinjektálták.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.) Az általunk végzett vizsgálatok (a felszerkezet szempontjából fontos megállapításhoz)

- fényképek a felszerkezet, az alépítmény hibáiról,
- geodéziai mérések elemzése,
- dinamikai mérések.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Pilléreken vízszintes (injektált) repedések a pillérek alsó harmadában függőleges szabálytalan hálós repedések. Mederpilléernél a fix saru alatt vízszintes repedések felül.

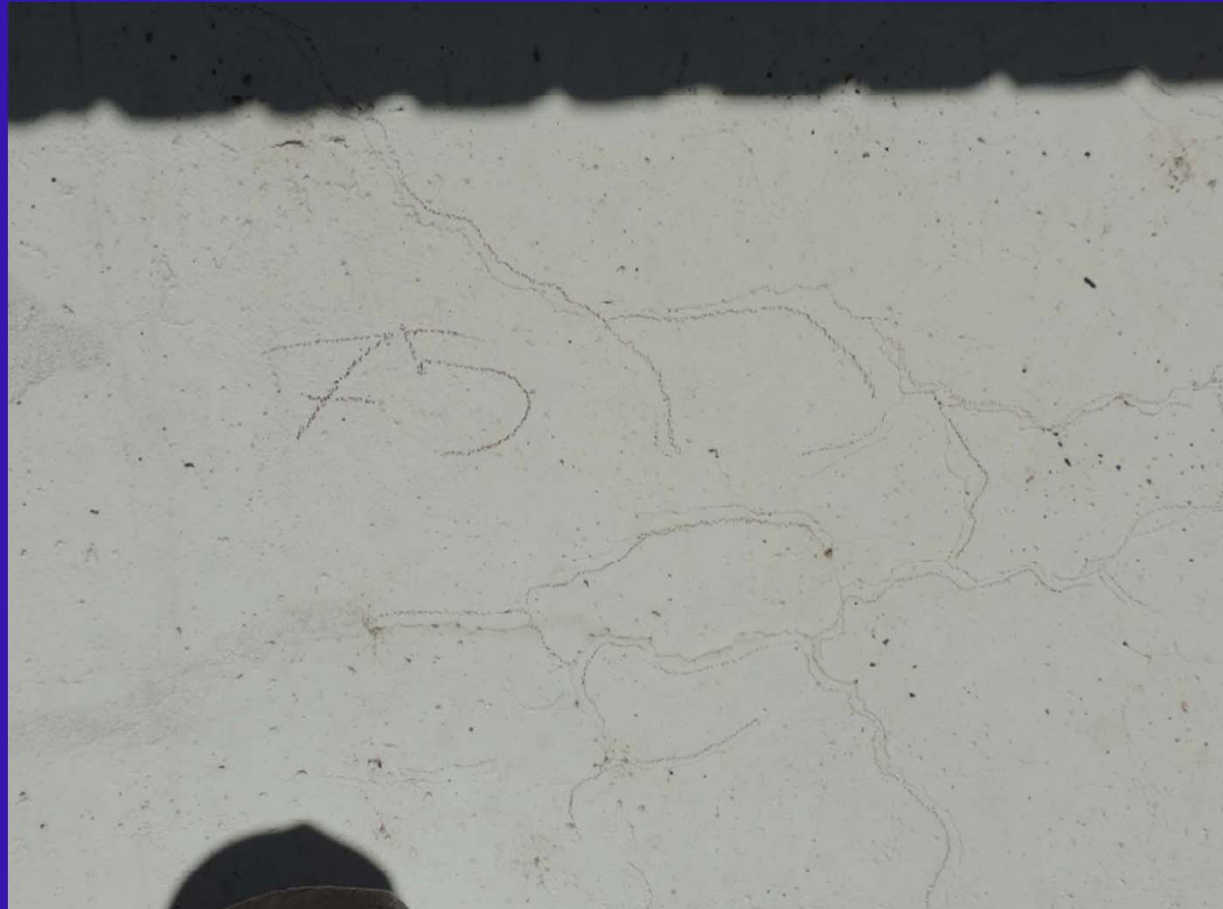


3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Felszerkezet repedései

- A békési hídfőnél ferde repedés.



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Felszerkezet repedései

- A Békés felöli nyílás mederpillére felett a csatlakozó hézag megnyílt (pozitív kábelcsalád felhajlításának hibája).



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Felszerkezet repedései

- A másik szekrényen ferdén felfelé irányuló repedés (kábelirány).



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Felszerkezet repedései

- Tartóvégi vízszintes repedések a bebetonozott üreg megnövekedett önsúly hatására.



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.1.) Fényképek 2016-ban

Felszerkezet repedései

- Belső javítások beázási nyomok.



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.2.) Geodéziai felvétel

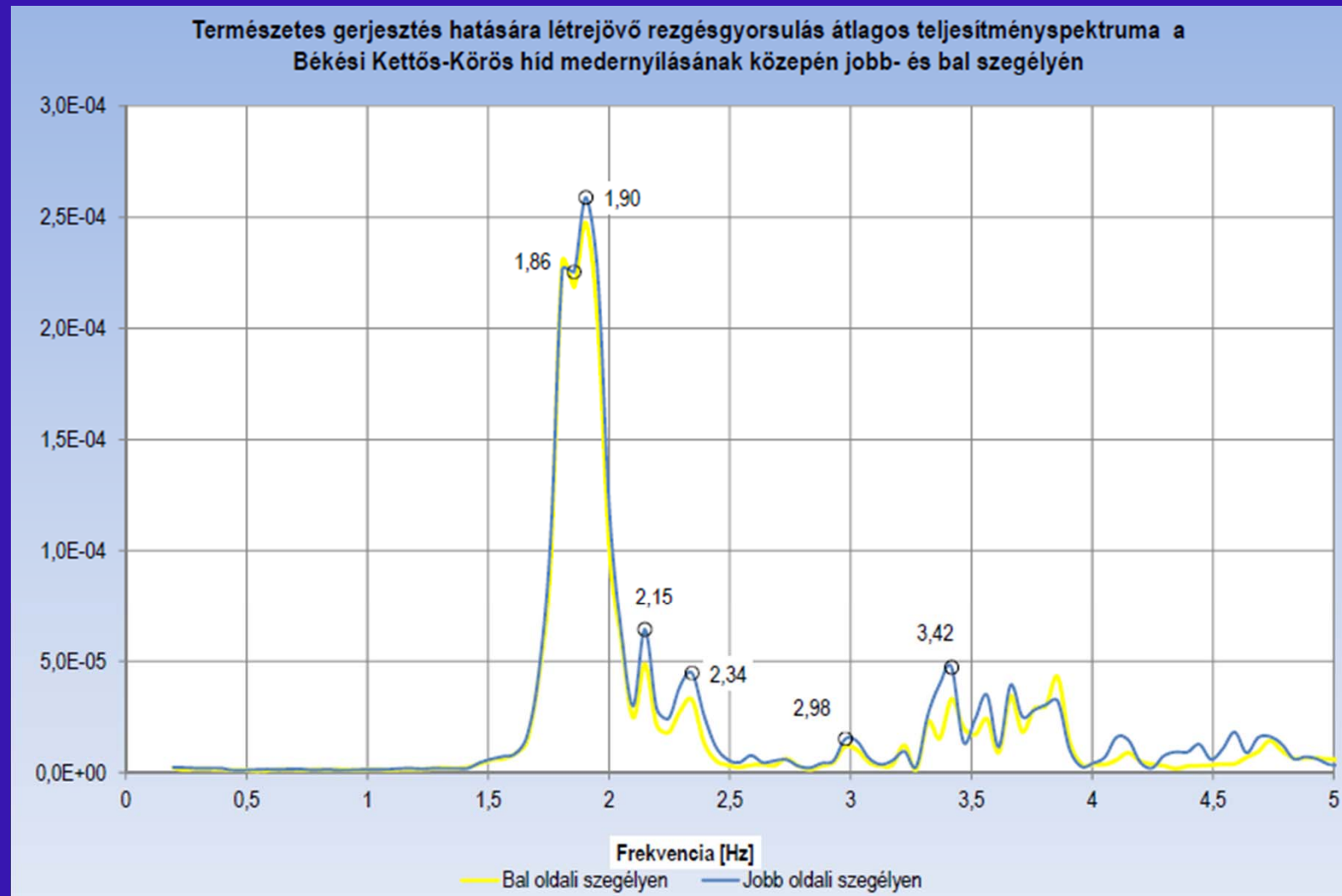
Békési Kettős Körös híd											
Észlelési pontok a szegélybe betonozott síncsavarok											
	A pont jele	2015. 06. 22- ei mérés eredményei (mBf)	2015. 09. 12- ei mérés eredményei (mBf)	2015. 06. 22- ei mérés eredményei (mBf)	2016. 03. 12- ei mérés eredményei (mBf)	2016. 06. 25- ei mérés eredményei (mBf)	Relatív magasságváltozás a 2015. 09. 12- ei és a 2015. 06. 22- ei mérés között (mm)	Relatív magasságváltozás a 2015. 12. 13- ai és a 2015. 09. 12- ei mérés között (mm)	Relatív magasságváltozás a 2016. 03. 12- ei és a 2015. 12. 13- ai mérés között (mm)	Relatív magasságváltozás a 2016. 06. 25- ei és a 2016. 03. 12- ei mérés között (mm)	Relatív magasságváltozás a 2016. 06. 25- ei és a 2015. 06. 22- ei mérés között (mm)
Bal, befolyási oldal	B1	95.594	95.597	95.594	95.588	95.586	3	-2	-7	-2	-8
	B2	95.815	95.818	95.814	95.808	95.807	3	-3	-6	-1	-8
	B3	95.957	95.959	95.956	95.949	95.949	2	-3	-7	0	-8
	B4	96.090	96.092	96.090	96.082	96.082	2	-2	-8	0	-8
	B5	96.162	96.164	96.160	96.153	96.153	2	-4	-7	0	-9
	B6	96.239	96.240	96.237	96.230	96.229	1	-4	-7	-1	-10
	B7	96.343	96.347	96.343	96.336	96.334	4	-5	-7	-2	-9
	B8	96.387	96.392	96.387	96.380	96.376	6	-5	-7	-4	-11
	B9	96.393	96.401	96.396	96.389	96.382	9	-5	-7	-7	-11
	B10	96.409	96.417	96.414	96.406	96.398	8	-4	-7	-8	-11
	B11	96.390	96.399	96.393	96.387	96.380	8	-5	-7	-7	-10
	B12	96.358	96.364	96.360	96.353	96.349	6	-4	-7	-4	-9
	B13	96.319	96.322	96.318	96.312	96.311	2	-4	-7	-1	-8
	B14	96.254	96.256	96.252	96.247	96.247	2	-4	-6	0	-7
	B15	96.190	96.191	96.187	96.182	96.183	1	-4	-5	1	-7
	B16	96.100	96.101	96.097	96.093	96.094	1	-3	-5	1	-6
	B17	95.960	95.958	95.956	95.952	95.952	-2	-2	-4	0	-8
	B18	95.846	95.845	95.843	95.839	95.838	-1	-2	-4	-1	-8
	B19	95.725	95.725	95.723	95.719	95.718	-1	-2	-4	-1	-7
	B20	95.597	95.598	95.596	95.592	95.591	0	-2	-4	-1	-6
	B21	95.454	95.454	95.452	95.449	95.448	-1	-2	-3	-1	-6
	B22	95.310	95.310	95.308	95.305	95.303	0	-3	-3	-2	-7
	B23	95.140	95.140	95.138	95.134	95.134	0	-2	-4	0	-6
	B24	94.967	94.967	94.964	94.960	94.960	0	-3	-4	0	-7
	B25	94.789	94.790	94.786	94.783	94.782	2	-4	-3	-1	-7
	B26	94.616	94.618	94.615	94.612	94.609	2	-3	-3	-3	-7
	B27	94.490	94.490	94.489	94.485	94.483	1	-2	-4	-2	-7

A negyedévi mérések összehasonlításából következik, hogy a nyári időszakban (06-09) a medernyílás emelkedik, a téli időszakban (09-12) süllyed.

3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.3.) Dinamikai mérések

A híd saját frekvenciáját ugyanazon a pontokon mértük, ahol 1998-ban



3.) A magyarországi szabadon szerelt hidak állapota

3.3.2.3.) Dinamikai mérések

A híd saját frekvenciáját ugyanazon a pontokon mértük, ahol 1998-ban

Mérés ideje	saját frekvencia (Hz)	
	első hajlító	második hajlító
1998	1,95	3,96
2016	1,90	3,42

A sajátfrekvencia némi csökkenése figyelhető meg.

A hídon az építéstechnológia következményeként nagyarányú meghibásodást nem találtunk (saru beállítás).

4.) A szegmensekből szabadon szerelt teljes mértékben tapadásos feszítéssel készített hidakkal kapcsolatos ismeretek összefoglalása

- Az 1960-1990 között szegmensekből, tapadásos feszítéssel épült hidak leomlása, tönkremenetele miatt Nagy-Britanniában az ilyen fajta hidak építését betiltották.
- Franciaországban 1980-tól áttértek a tapadásos és tapadásmentes (külsőkábeles) feszítés együttes alkalmazására.
- Németországban a tapadásos feszítés helyett a tapadásmentes feszítés engedélyezett.
- A hídhibákat a leszakadásokat a hibás injektálás, a kábelek feszültségvesztéseinek hibás számítása, a kontakt kapcsolatok hibás előregyártása okozta.
- A kábelburkoló csövek csatlakoztatása nem volt megoldott.

Összefoglalva: nem szabad kidobni egy jól működő technológiát, ha kezünkben van a javítás lehetősége.

5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

Megerősítési eljárások

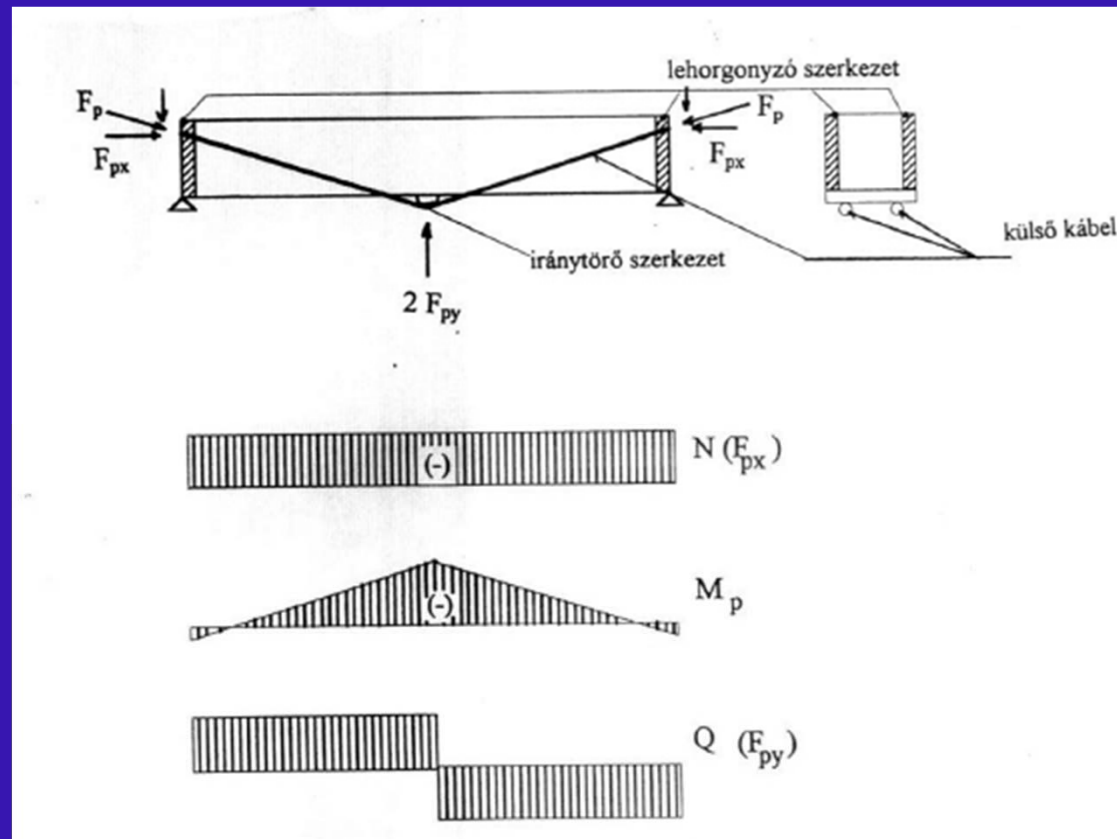
	tömegnöveléssel	tömegnövelés nélkül
passzív erősítés	<ul style="list-style-type: none">- együttdolgozó lemez, köpeny- lőtt beton köpeny- acélszerkezet	<ul style="list-style-type: none">- ragasztott acéllemez- szénszálak lamella- cementinjektálás- sliccelt vasbeton többlet acélbetét
aktív erősítés	-	feszítés: <ul style="list-style-type: none">- rúd- külsőkábeles

Az utófeszített hidaknál előnyben részesítik a feszítést:

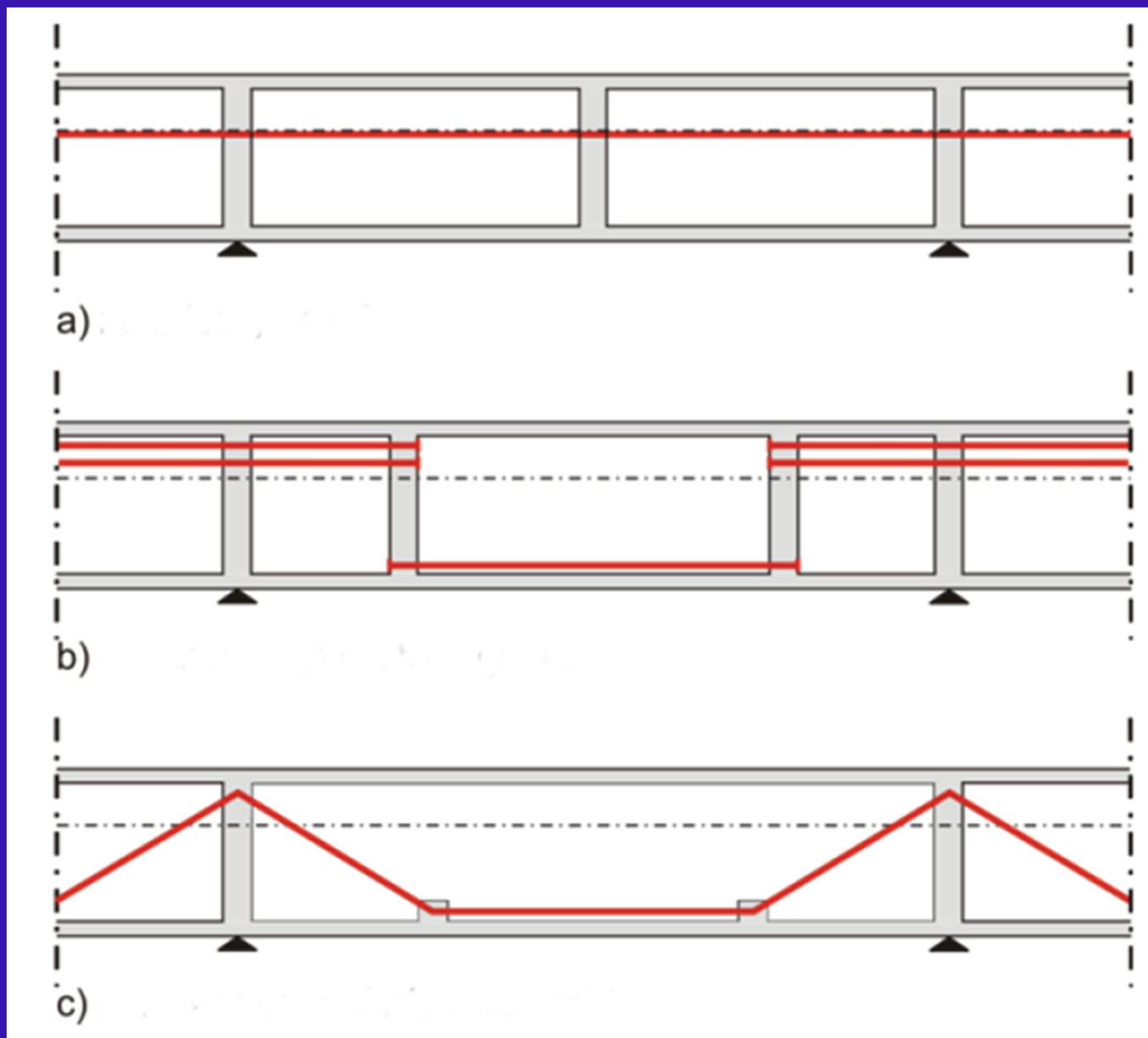
- külső kábeles eljárással,
- zsírozott pászmával.

5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

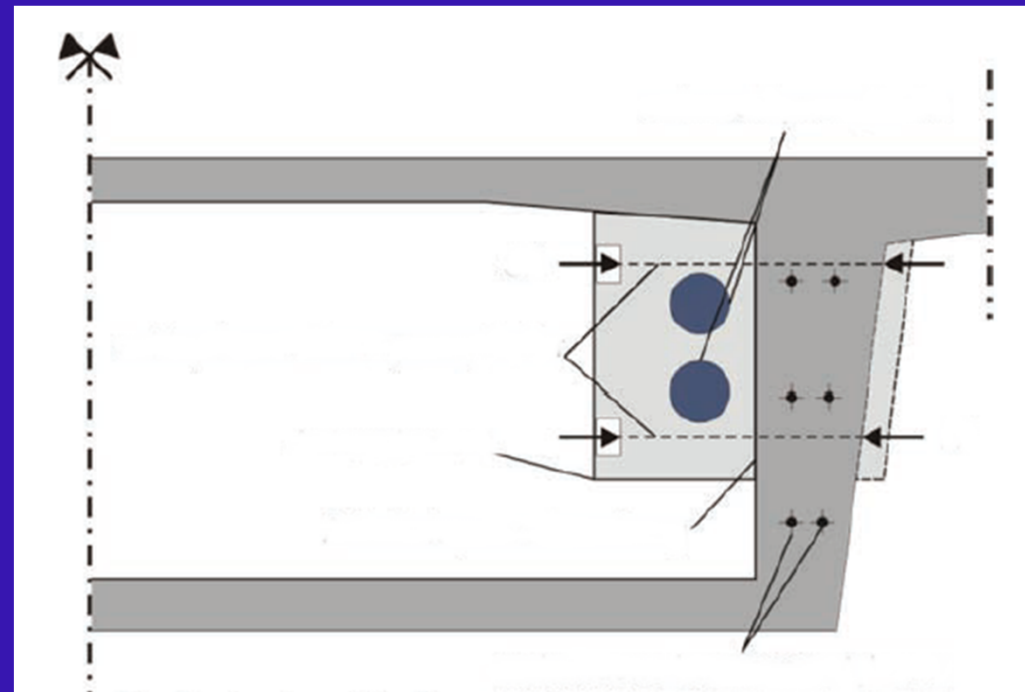
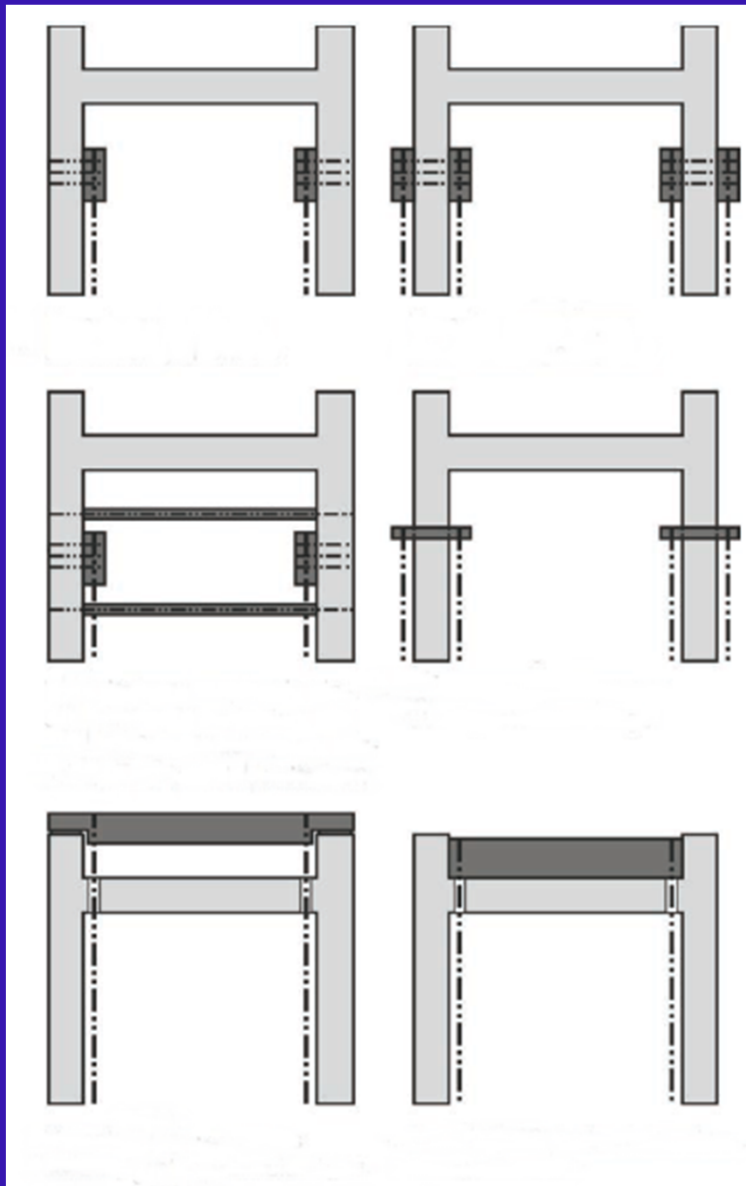
Magyarországon először 1993-ban alkalmazta a Pannon Freyssinet Kft. Elve excentrikusan elhelyezett kábelek, vagy egyenes, vagy poligonálisan vezetve, a szerkezeten kívül, ahol a szerkezettel érintkeznek ott adja át a feszítőerőt. Ellenőrizhető, cserélhető.



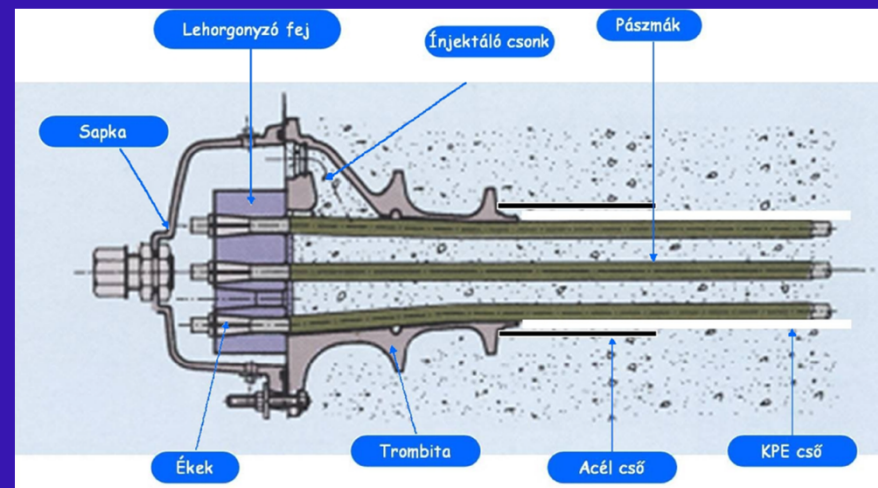
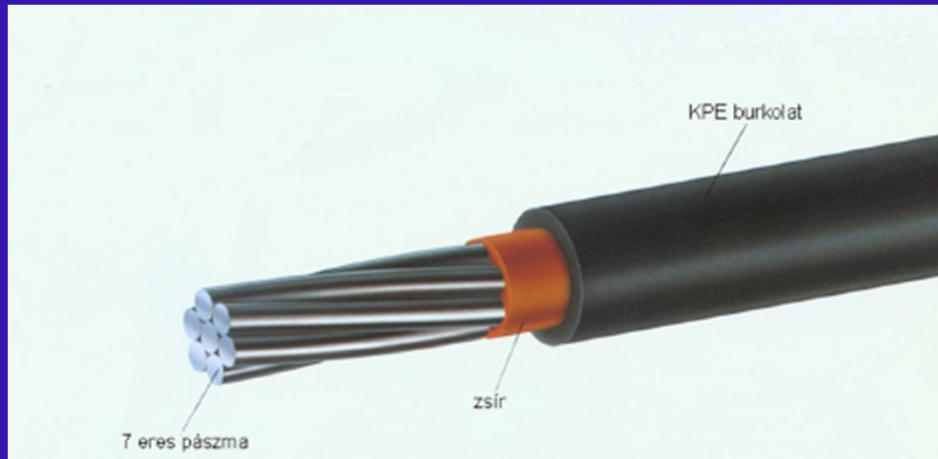
5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

Meglévő szerkezetek megerősítése

Zalabaksa, Cupi-patak híd 1993



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

Meglévő szerkezetek megerősítése

Sárvár Rába-híd 1995



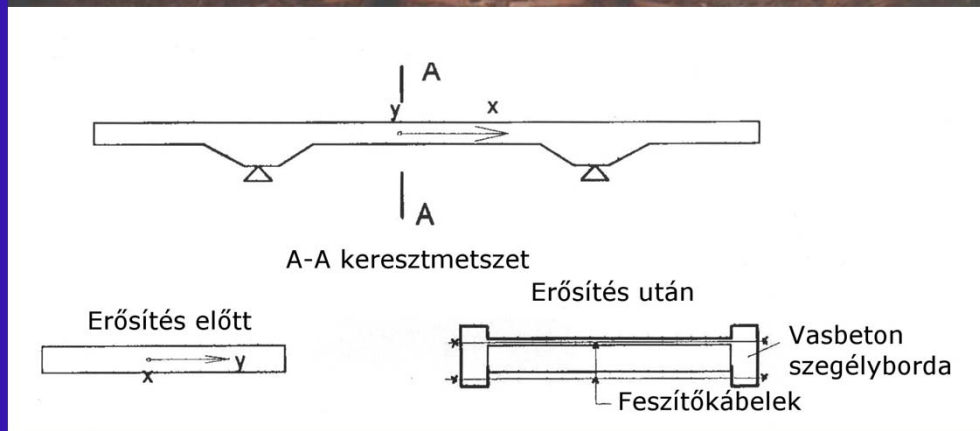
5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

Meglévő szerkezetek megerősítése

Békéscsaba, Szarvas úti felüljáró 1997



A kéttámaszú, konzolos lemezhídból a kétoldali szegélyborda ráfeszítésével az „A” jelű teherbírásra tettük alkalmassá a hidat.



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
33. számú főút KFCS híd 2005



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Westgate híd Ausztrália 2009



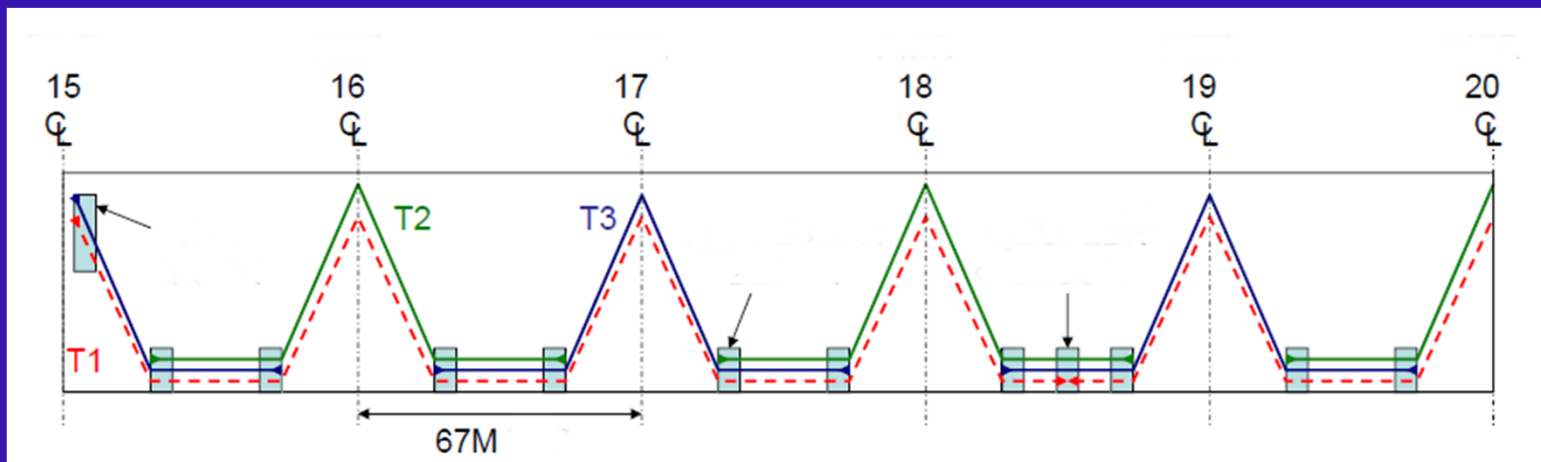
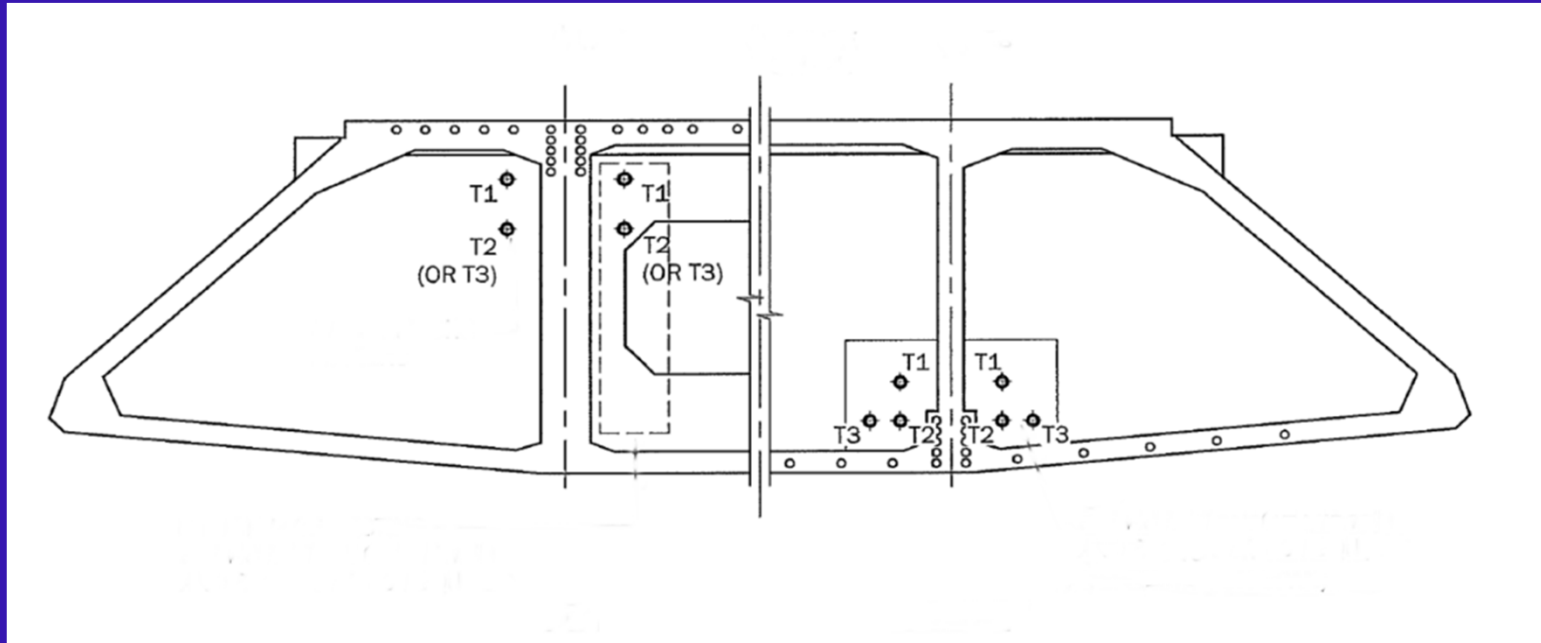
5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Westgate híd Ausztrália 2009



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése

Meglévő szerkezetek megerősítése

Westgate híd Ausztrália 2009



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Westgate híd Ausztrália 2009



Cső toldása



Iránytörő



Lehorgonyzás

5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Westgate híd Ausztrália 2009



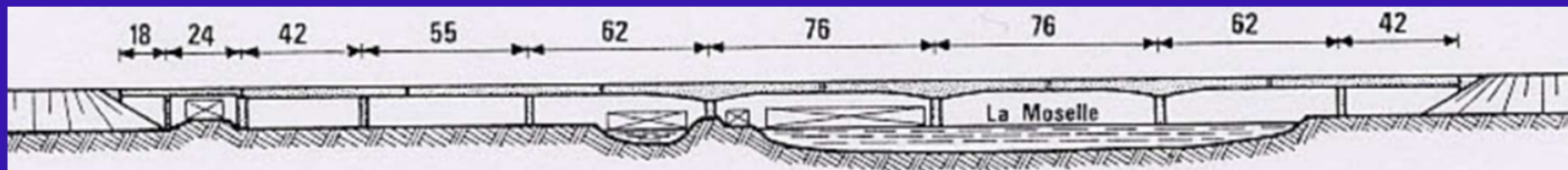
Közberső lehorgonyzás



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Westgate híd Ausztrália 2009



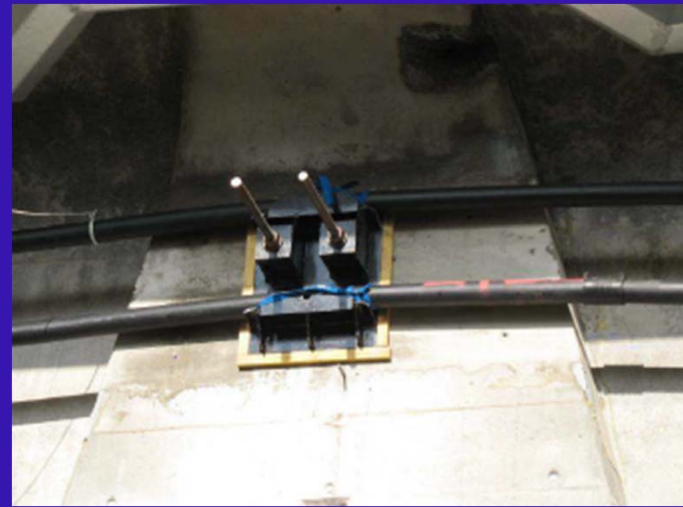
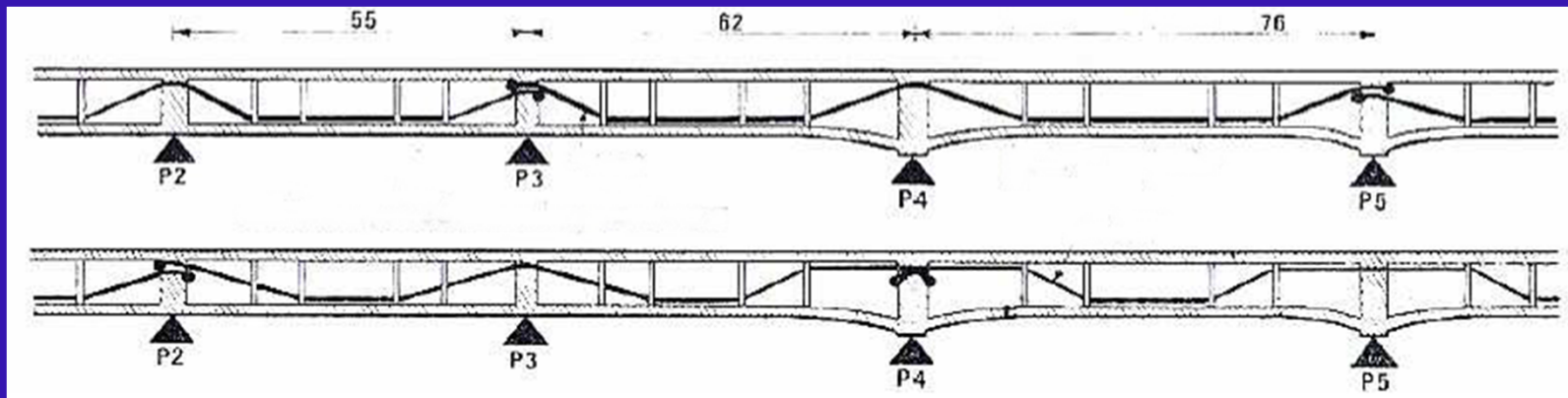
5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Pont-A-Mousson viadukt Franciaország 2006



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Pont-A-Mousson viadukt Franciaország 2006



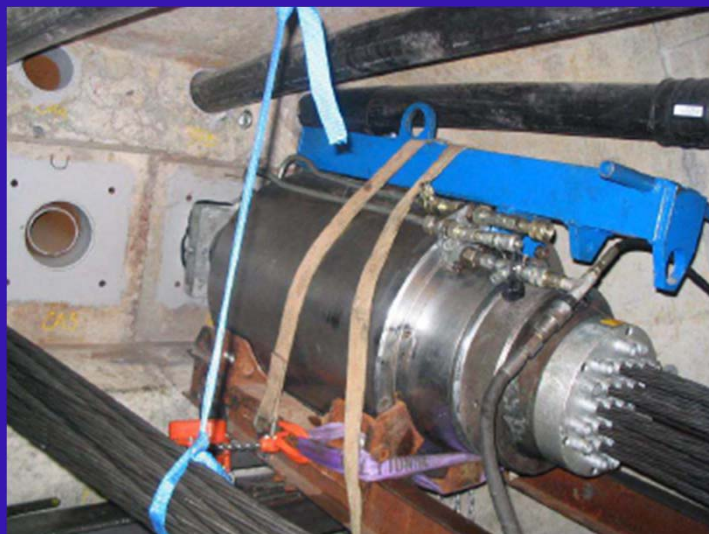
5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Pont-A-Mousson viadukt Franciaország 2006



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Pont-A-Mousson viadukt Franciaország 2006



5.) Szabadon szerelt utófeszített hidak erősítése
Meglévő szerkezetek megerősítése
Pont-A-Mousson viadukt Franciaország 2006



6.) Feszített kábelek vizsgálata

Megjegyzés: a szerkezet teljes állapotát kell ismerni, az egyedi pászmák állapotának vizsgálata nem ad teljes képet.

Vizsgálati módszerek:

- Külső kábeles feszítés: statikus, dinamikus vizsgálat.

- Belső tapadásos feszítés:

/ kábelvizsgálat főként kábelüreg és/vagy kábel korrózió,

// georadar,

// potenciál változás,

// hangelnyelés,

// mágneses mező változás,

// röntgen izotóp vizsgálattal.

/ szerkezet feszültségállapotának vizsgálata: vasbeton szerkezet feszültség ellenőrzése résösszenyomódás méréssel.

/ szerkezet ellenőrzése próbaterheléssel: a számítás bemenő adatainak identifikációja.

6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.1.) Külső kábelek ellenőrzése

- Statikus teherre a kábel lehajlás mérése a kábel két leeresztési pontja között,



Kábel sorszáma	V ₁ =114kg		
	számított lehajlás [mm]	mért lehajlás [mm]	kábelerő [kN]
1	11,80	1,06	1268
2	11,80	1,25	1056
3	11,80	1,23	1075
4	11,80	1,22	1085
5	11,80	1,19	1115
6	11,80	1,21	1095
7	8,52	0,74	1821
8	9,91	0,94	1421

6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.1.) Külső kábelek ellenőrzése

- Dinamikus vizsgálat a kábelrezgés méréséből következtetés a kábel-erőre.

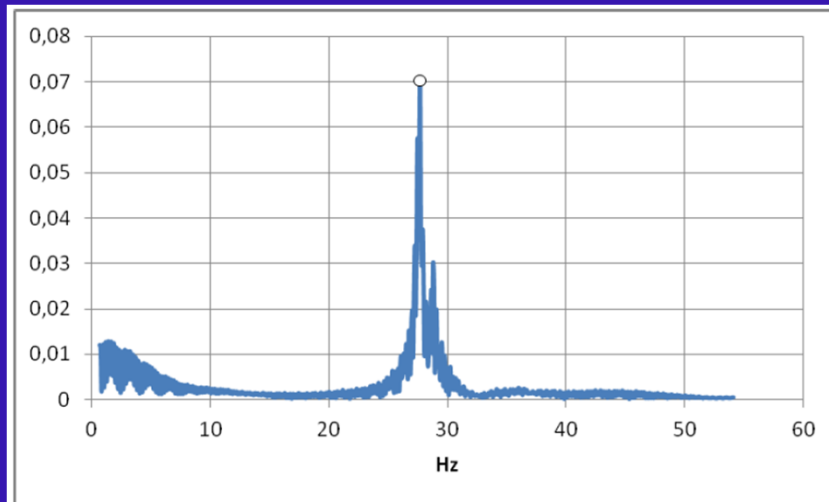


kötél száma	Mérés			átlag	Kábelerő [kN]
	1	2	3		
1	27,69	-	-	27,69	1218,8
2	23,80	23,80	-	23,80	900,4
3	25,05	25,05	-	25,05	997,4
4	25,63	25,63	25,63	25,51	1034,7
5	24,54	24,54	-	24,54	957,2
6	24,24	24,32	-	24,28	937,1
7	32,23	32,23	-	32,23	1951,1
8	29,11	29,31	28,79	29,07	1587,3

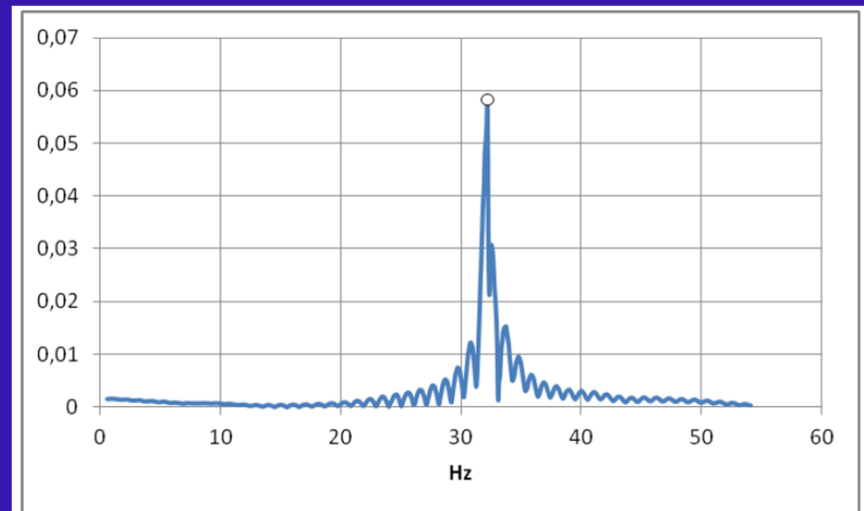
6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.1.) Külső kábelek ellenőrzése

- Dinamikus vizsgálat a kábelrezgés méréséből következtetés a kábel-erőre.



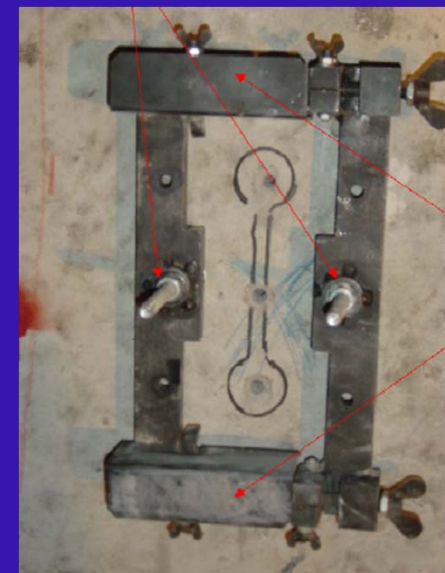
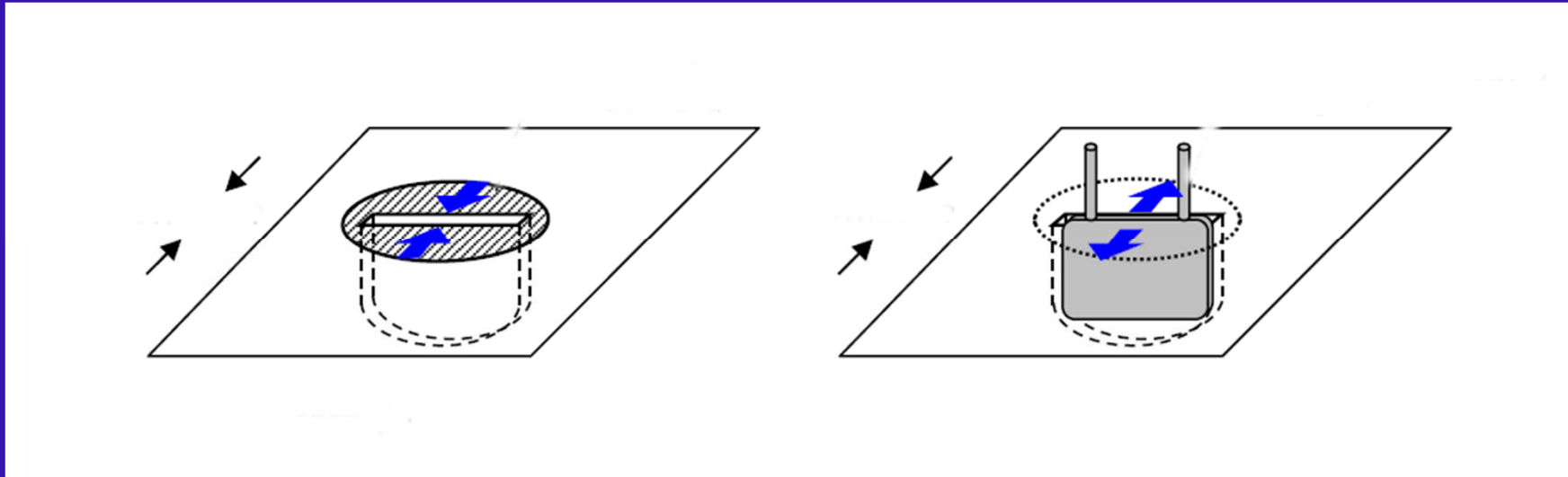
Az 1.-es kábel sajátfrekvenciája 27,69 Hz



A 7.-ik kábel sajátfrekvenciája 32,28 Hz

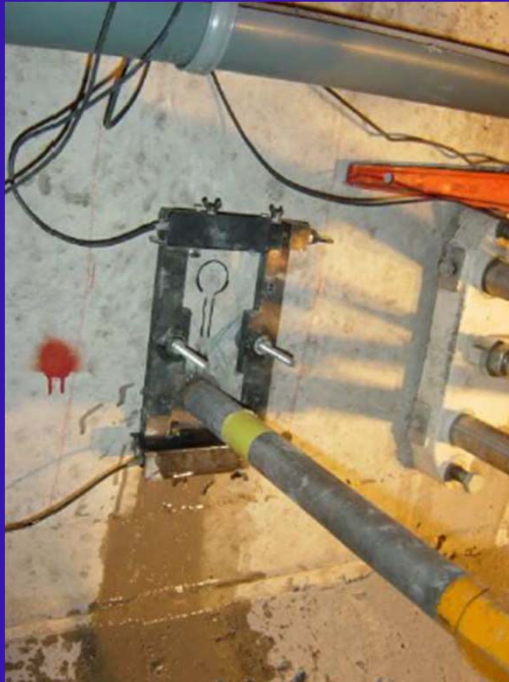
6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.2.) Szerkezet feszültségállapotának ellenőrzése a betonba bevéselt hézag feszültségállapotának mérésével



6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.2.) Szerkezet feszültségállapotának ellenőrzése a betonba bevéselt hézag feszültségállapotának mérésével



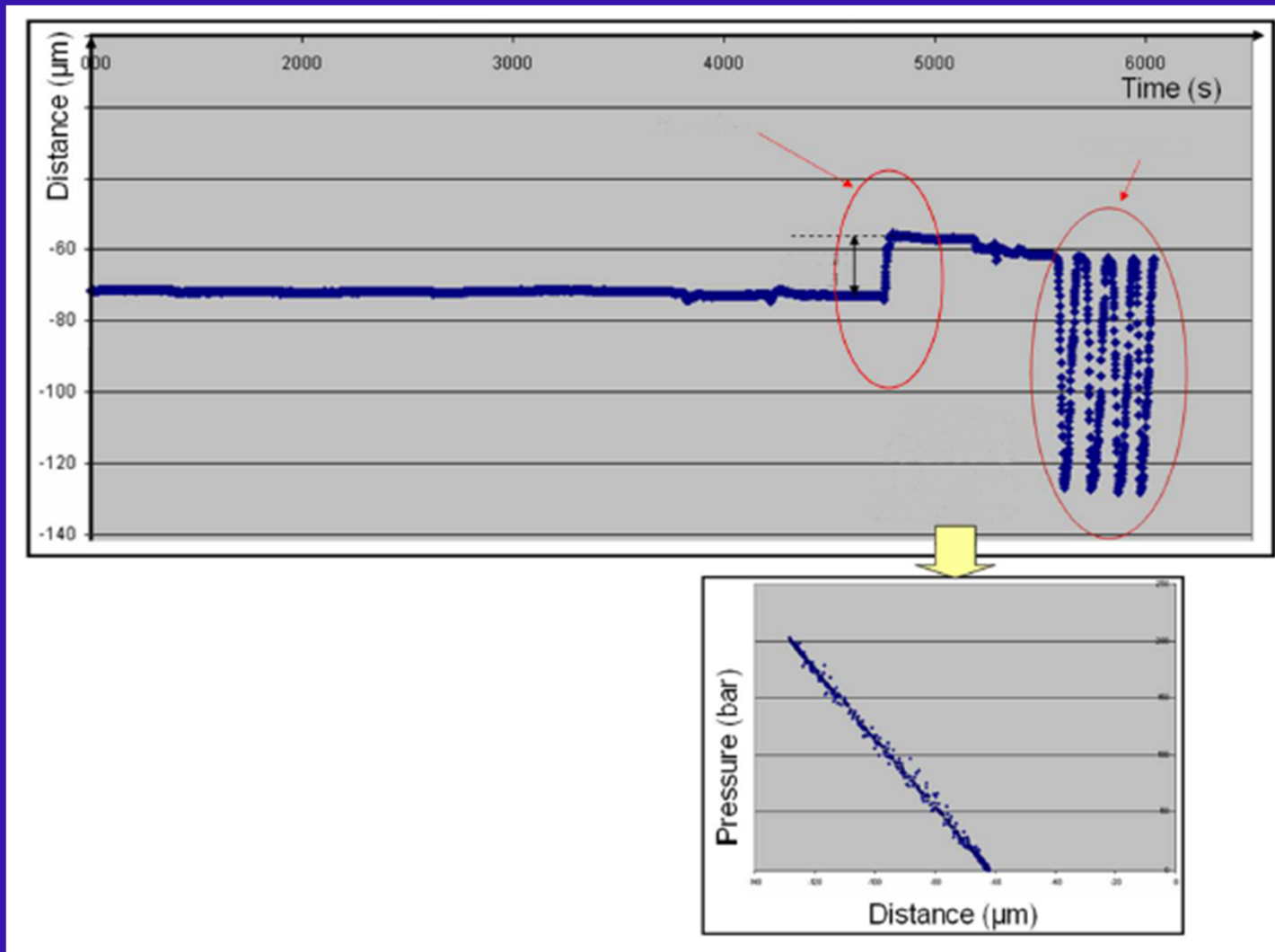
6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.2.) Szerkezet feszültségállapotának ellenőrzése a betonba bevésztett hézag feszültségállapotának mérésével



6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.2.) Szerkezet feszültségállapotának ellenőrzése a betonba bevésett hézag feszültségállapotának mérésével



6.) Feszített kábelek vizsgálata

6.3.) Rendszer identifikáció

A szerkezet általános feszültségállapotának ellenőrzése az ismert szilárdsági tulajdonságok figyelembe vételével, megegyezést keresve a próbaterhelés eredményeivel.

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

Az építési technológiát nem szabad kidobni.



M7 autópálya Kőröshegyi völgyhíd 2007

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

Az építési technológiát nem szabad kidobni.



M7 autópálya Kőröshegyi völgyhíd 2007

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

Az építési technológiát nem szabad kidobni.



M7 autópálya Kőröshegyi völgyhíd 2007

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

- A technológia gyorsabb, mint a szabad betonozás.
- Kontakt betonozás helyett monolitikus sáv kapcsolat.
- Külső kábeles feszítés alkalmazásával gazdaságosabb.
- A magasépítés most tér rá a technológiára.



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

Új anyagok:

- szálásbeton,
- nagyszilárdságú betonok (HPC),
- ultra nagyszilárdságú betonok (UHPC).

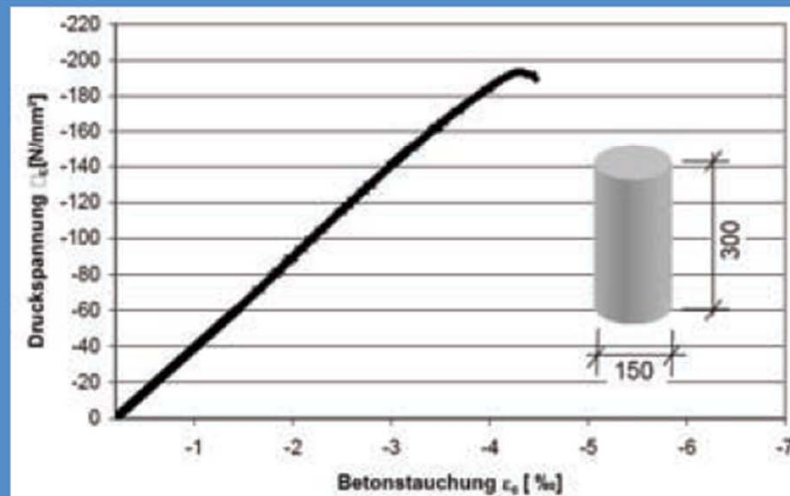
Új szerkezeti megoldások:

- új profilú kapcsolatok a kontakt felületeknél.

Nagymértékű keresztmetszet és önsúly csökkenés.

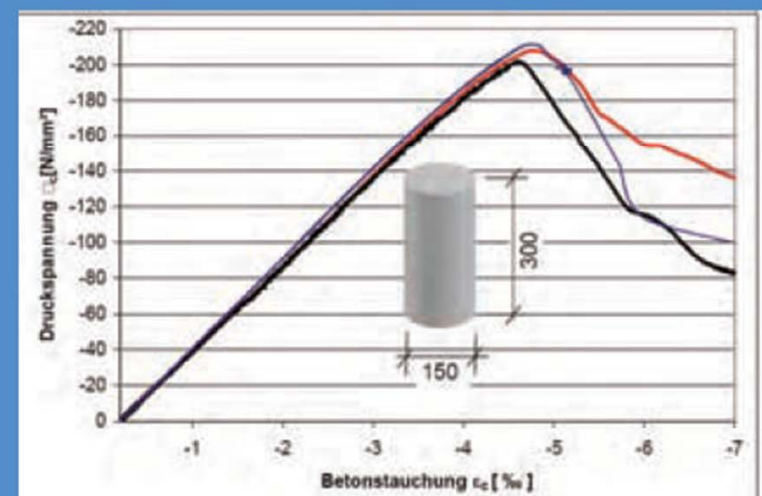
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

SPRÖDES VERHALTEN
OHNE FASERN



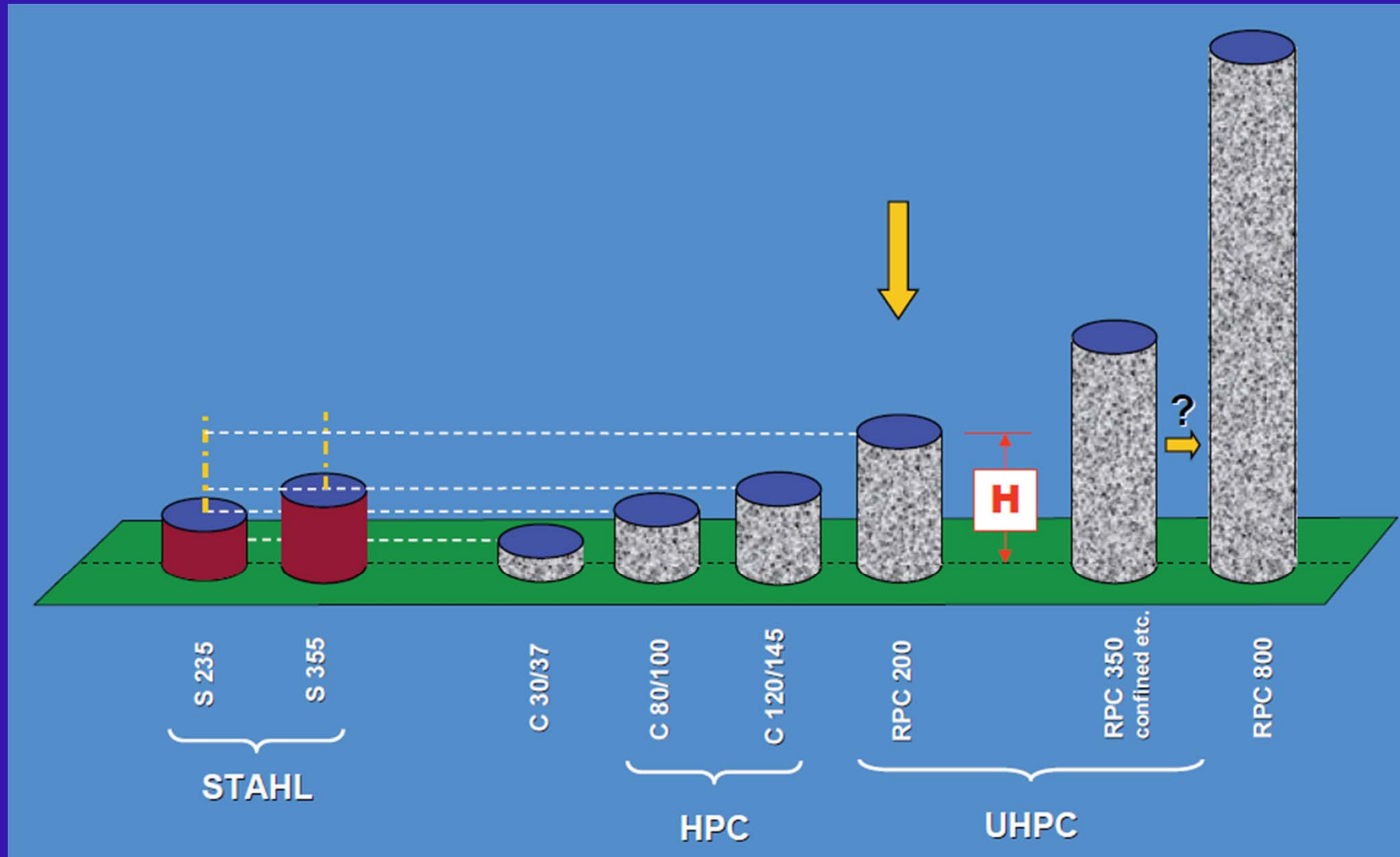
Szálerősítés nélküli HPC

DUKILES VERHALTEN
MIT 2.5 Vol. % FASERN



Szálerősítéses HPC

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



Szabadon szerelt híd UHPC anyagból

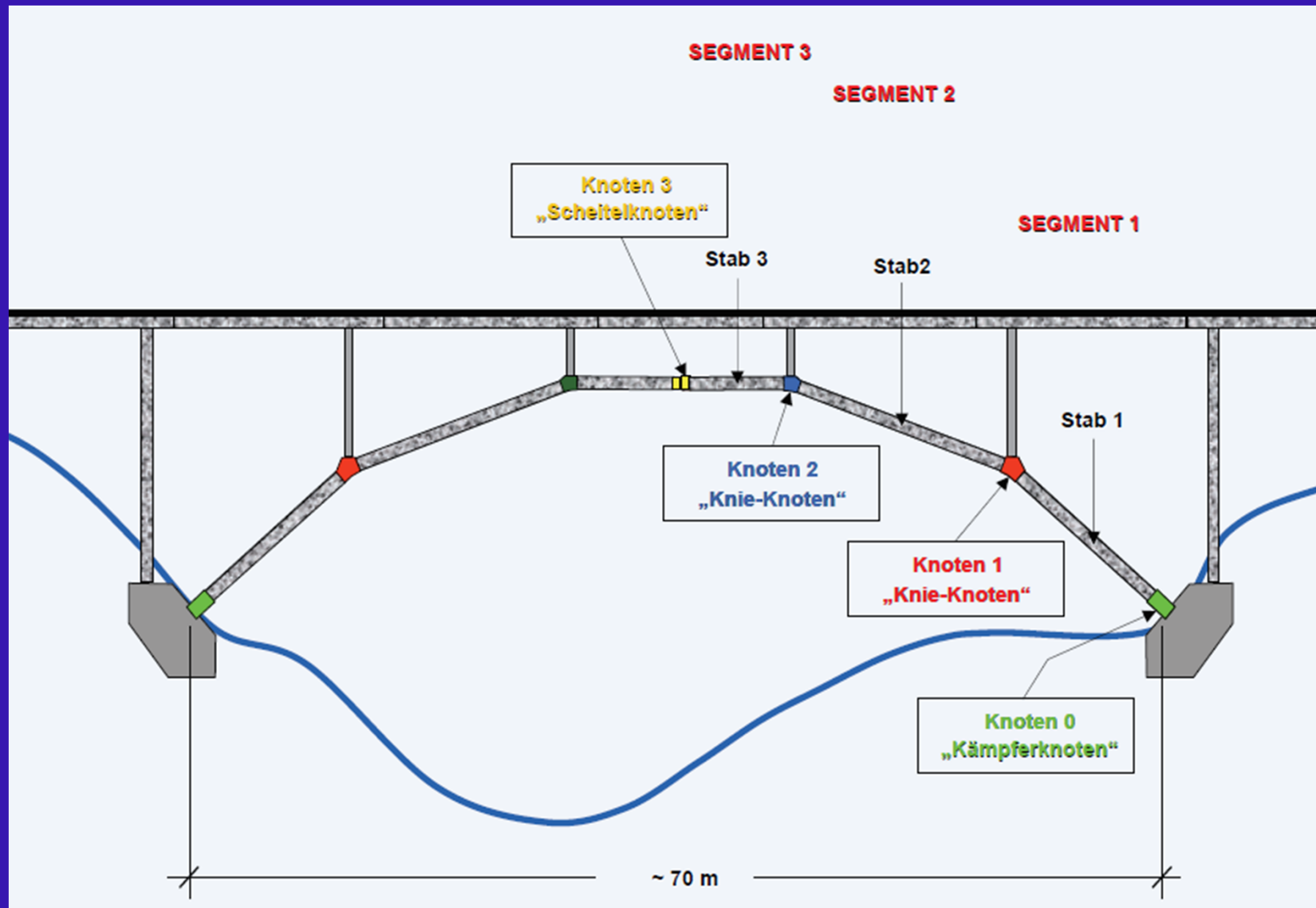
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



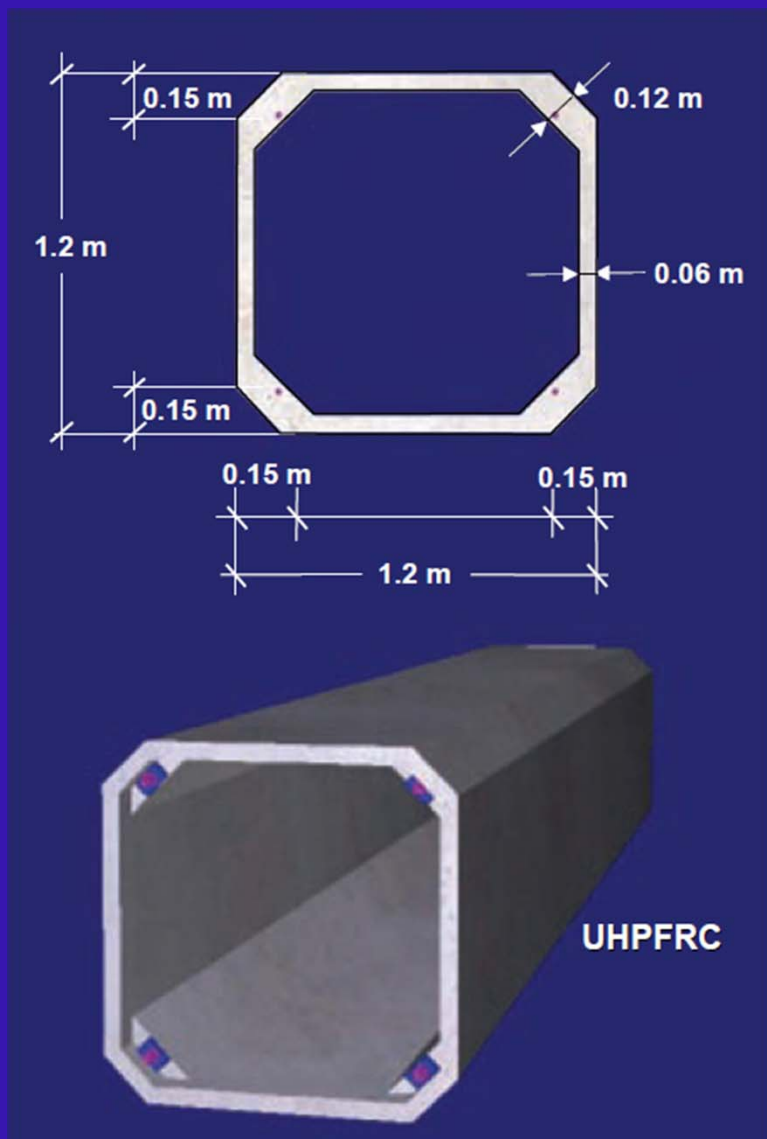
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



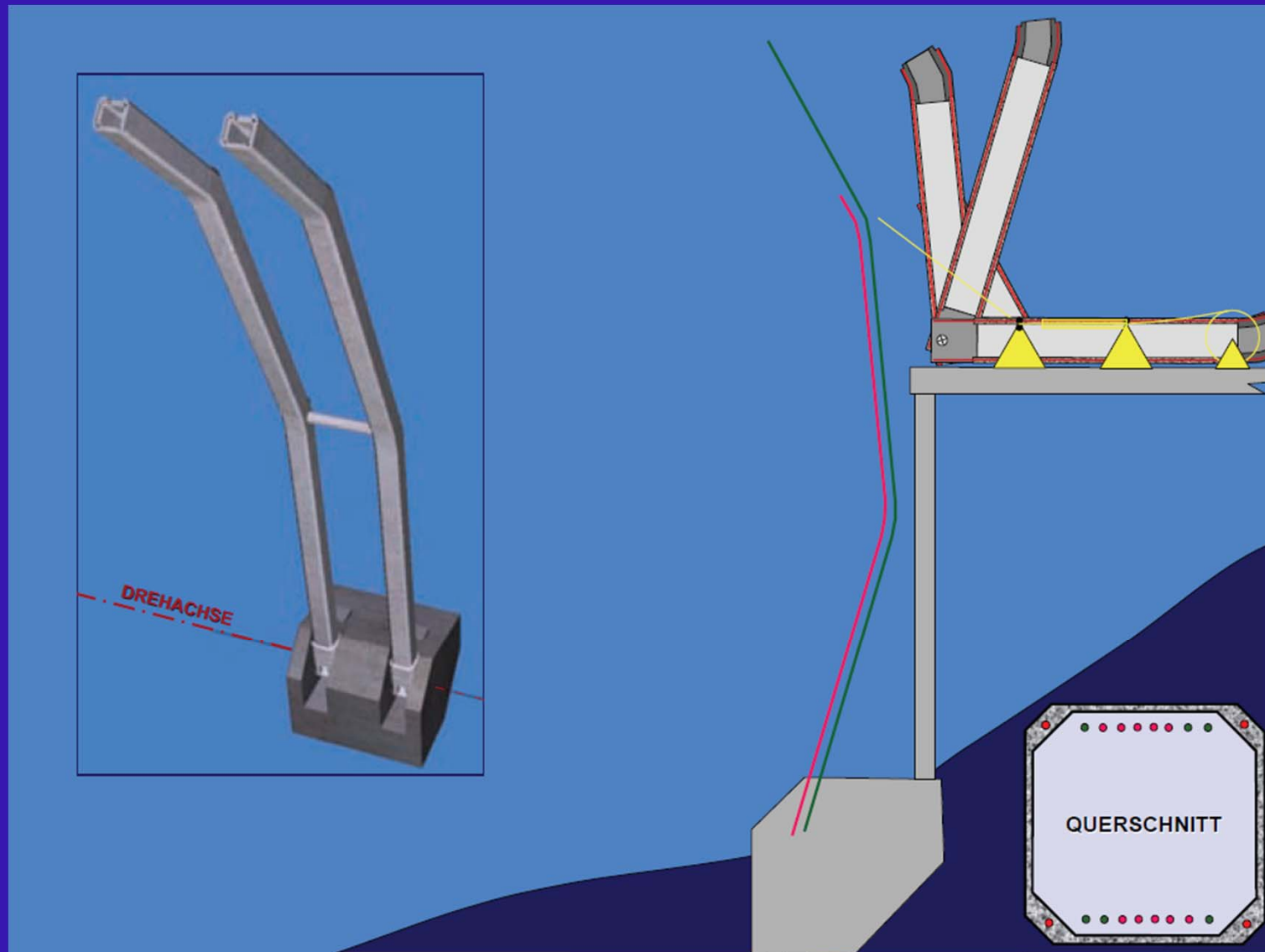
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



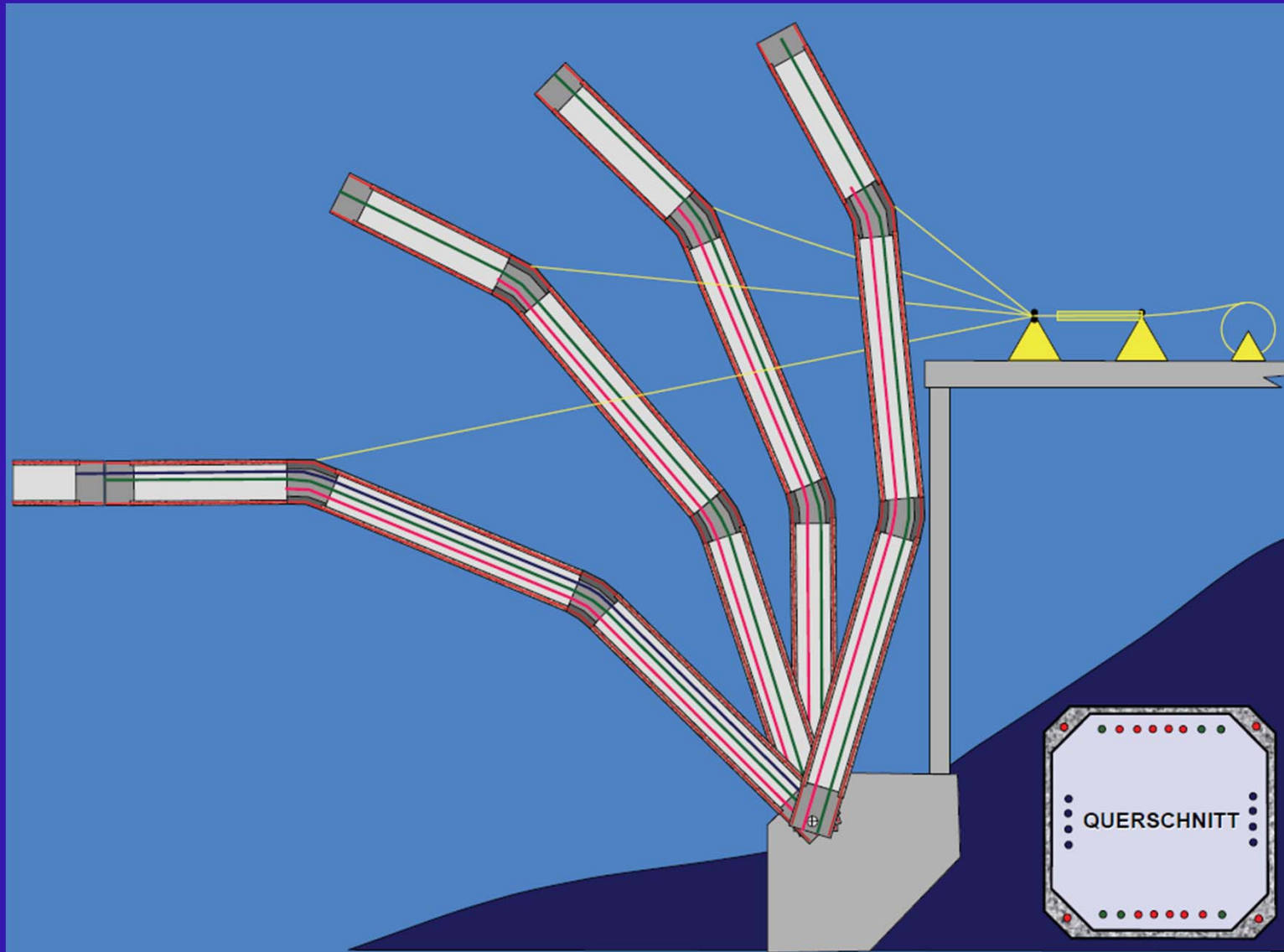
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



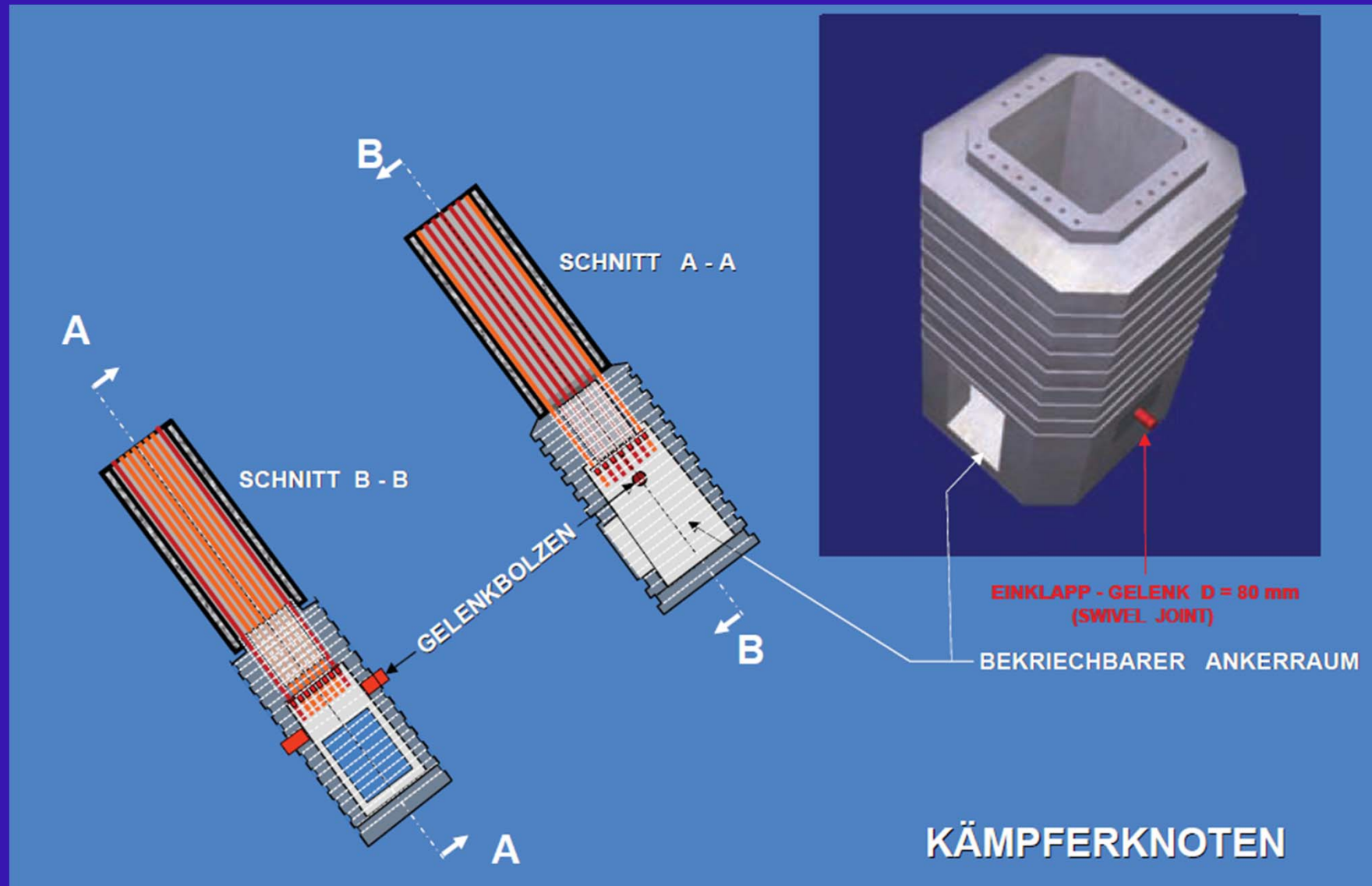
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



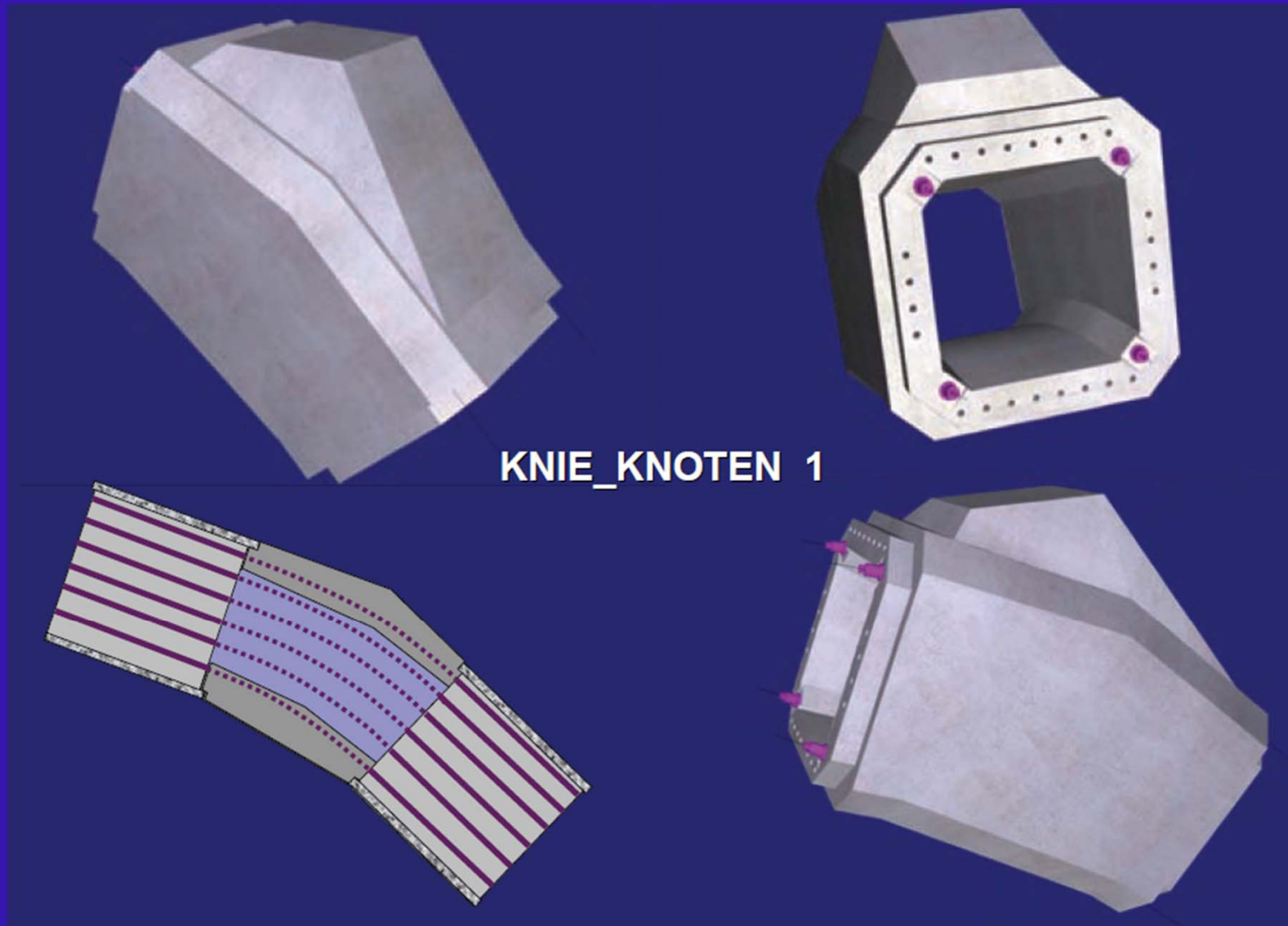
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

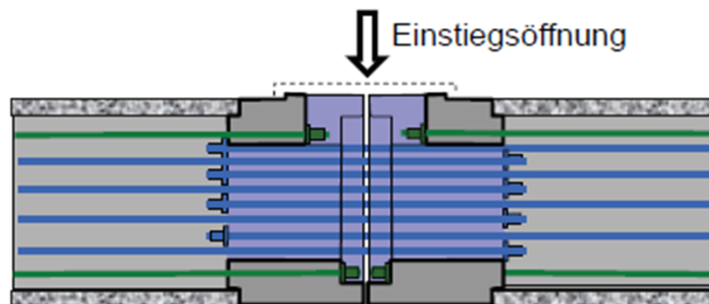
WILD híd Ausztria 2006-2010



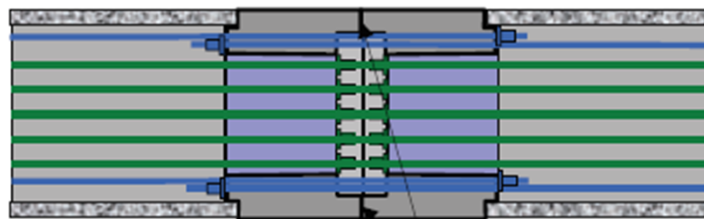
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010

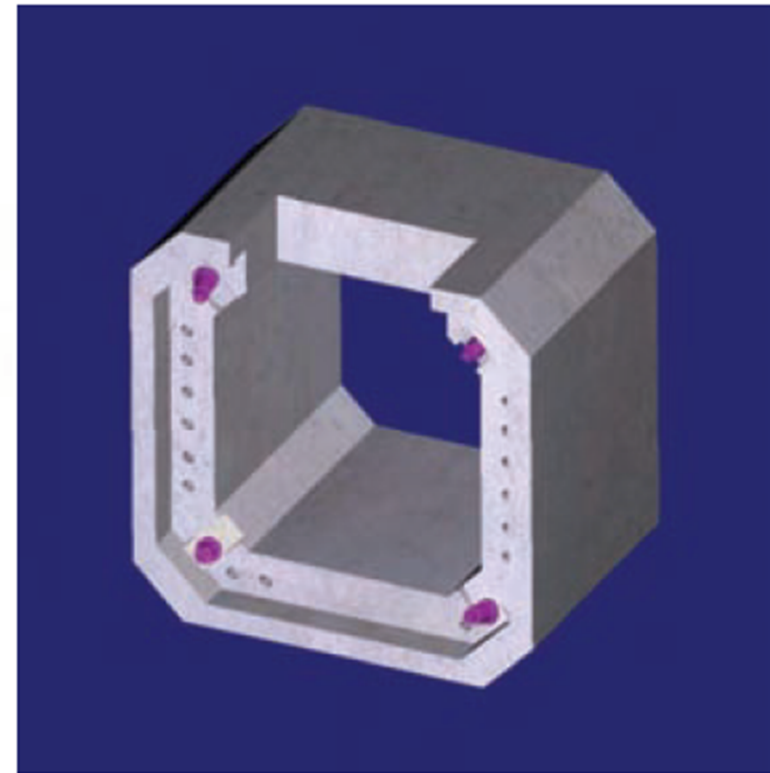
AUFRISS - SCHNITT



GRUNDRISS - SCHNITT



NACHTRÄGLICHE UHPC - INJEKTION



SCHEITELKNOTEN

7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

WILD híd Ausztria 2006-2010

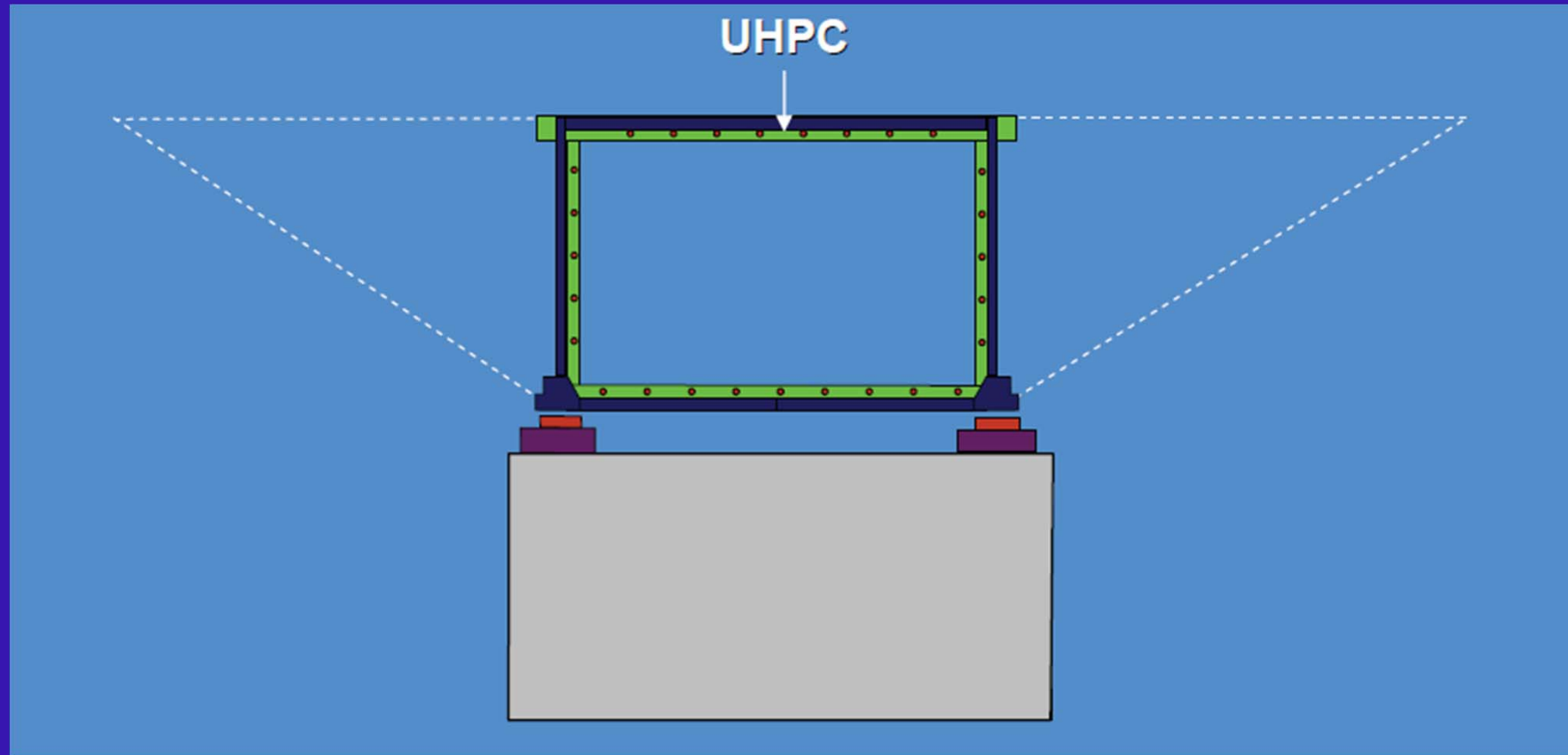


7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája

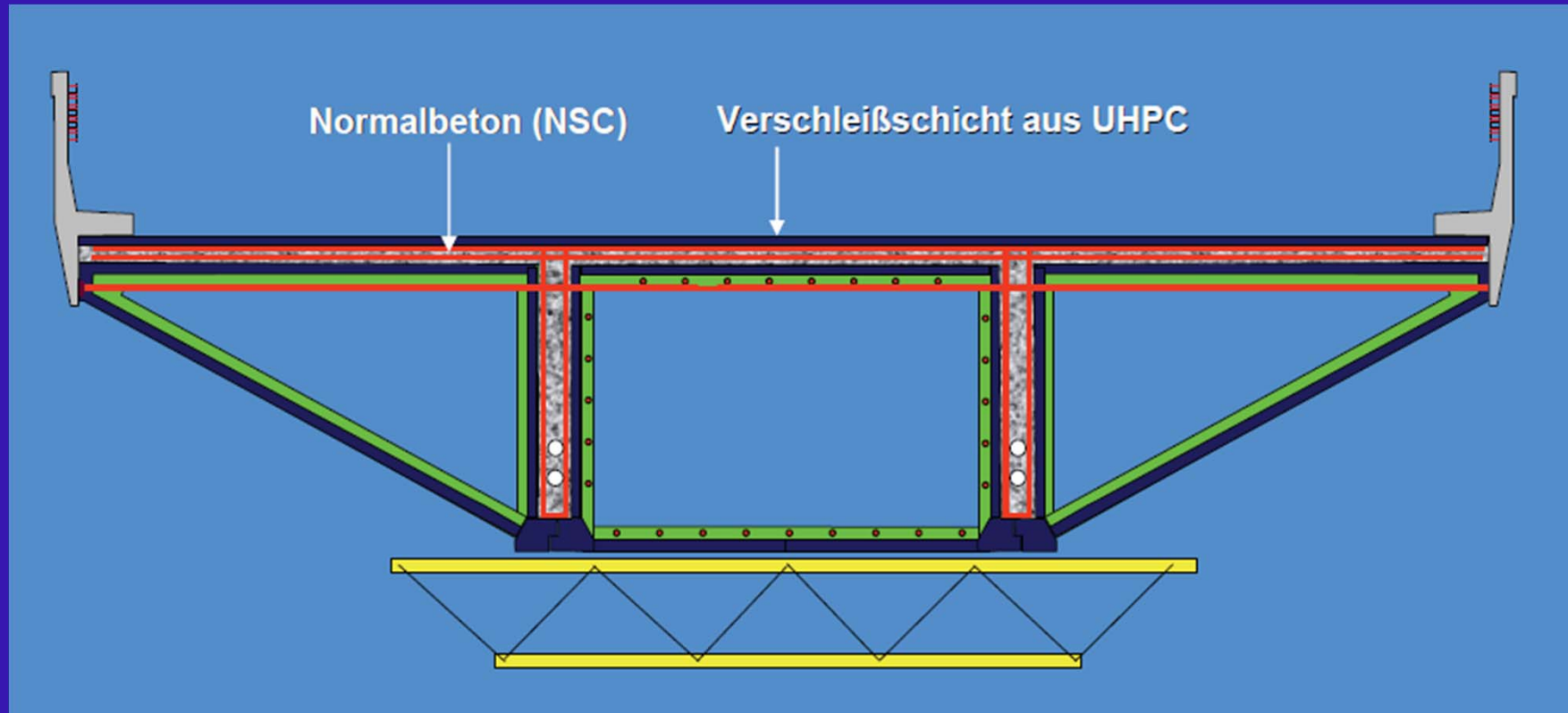
WILD híd Ausztria 2006-2010



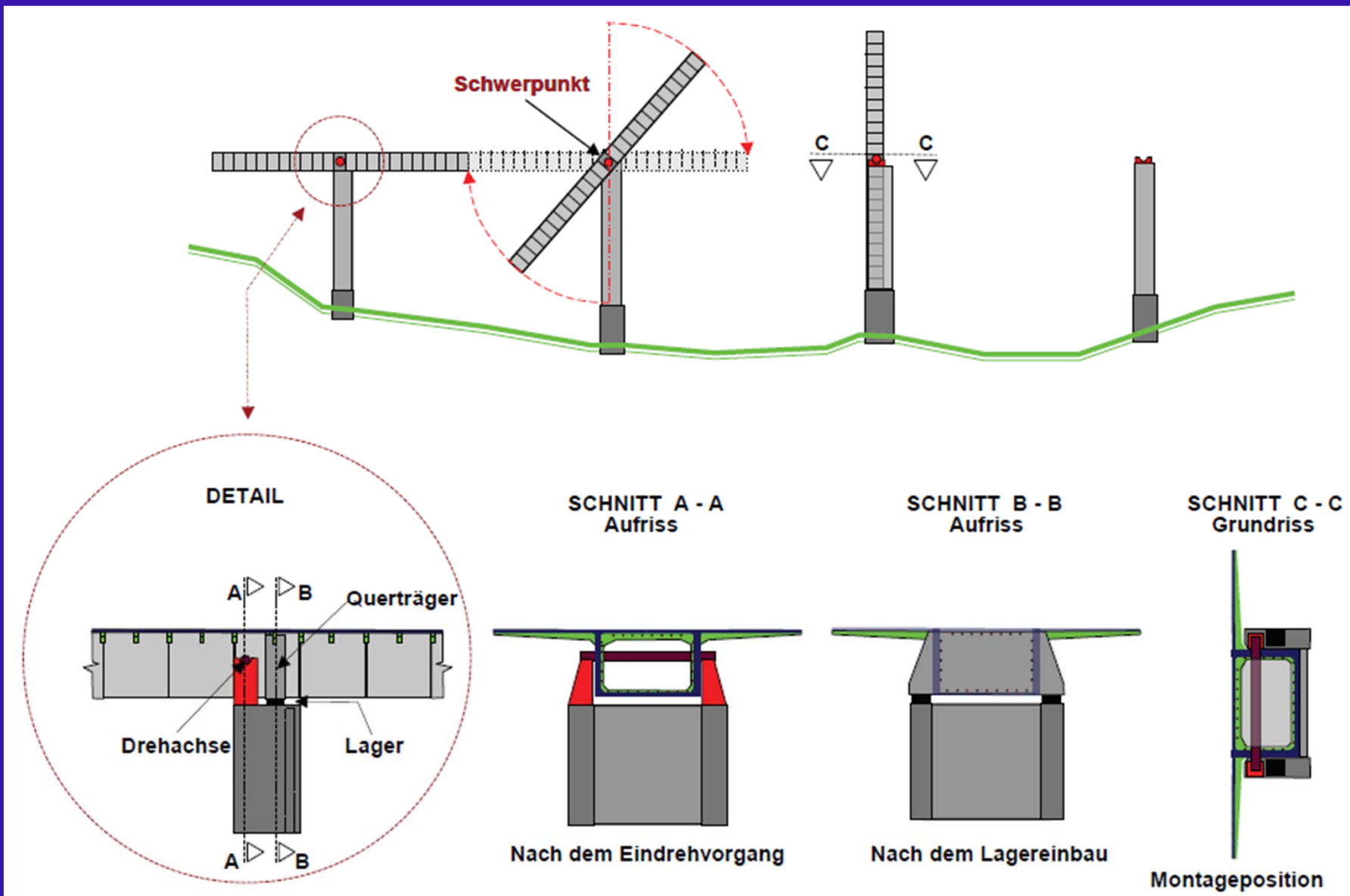
7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



7.) Szabadon szerelt hidak építéstechnológiája



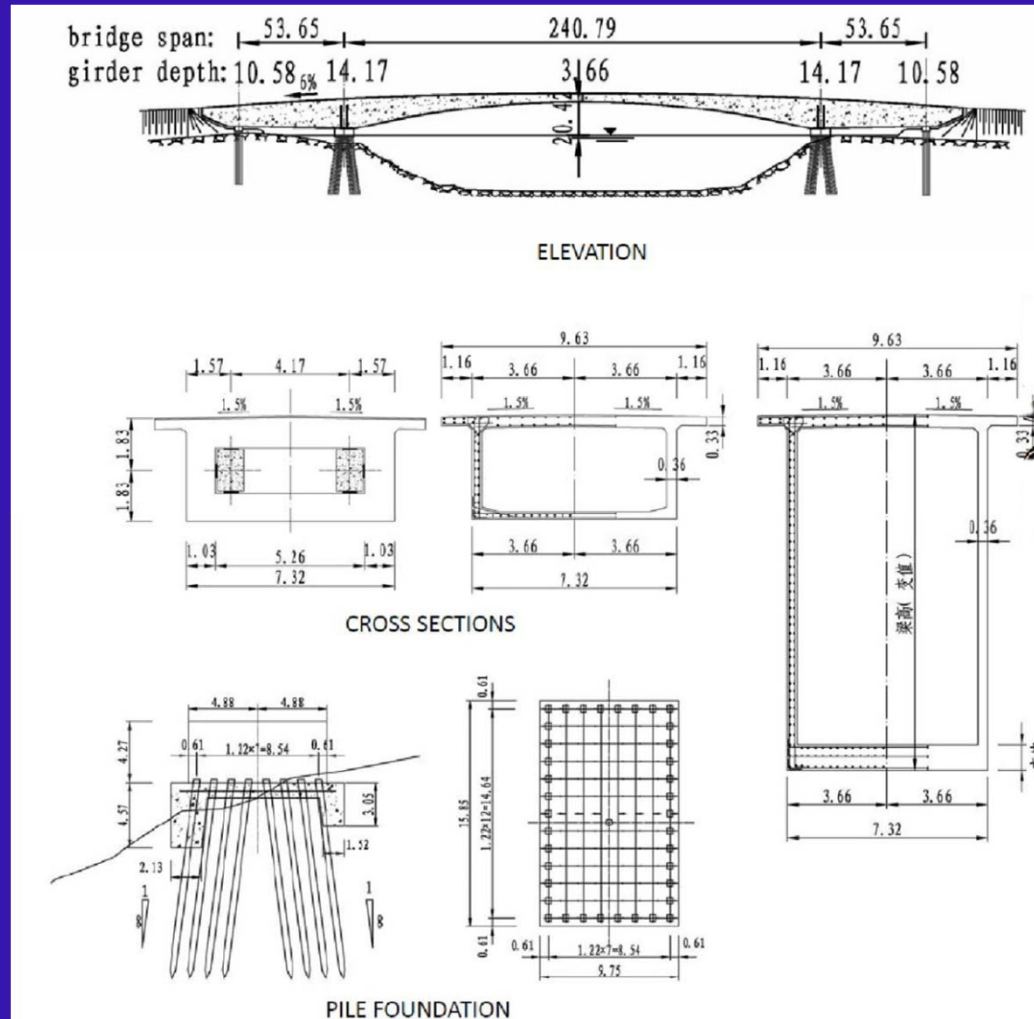
8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



Hídtörténet: - Készült 1974-1977 Koreai Építő Társaság által.
- Terveket a Dywidag AG készítette.

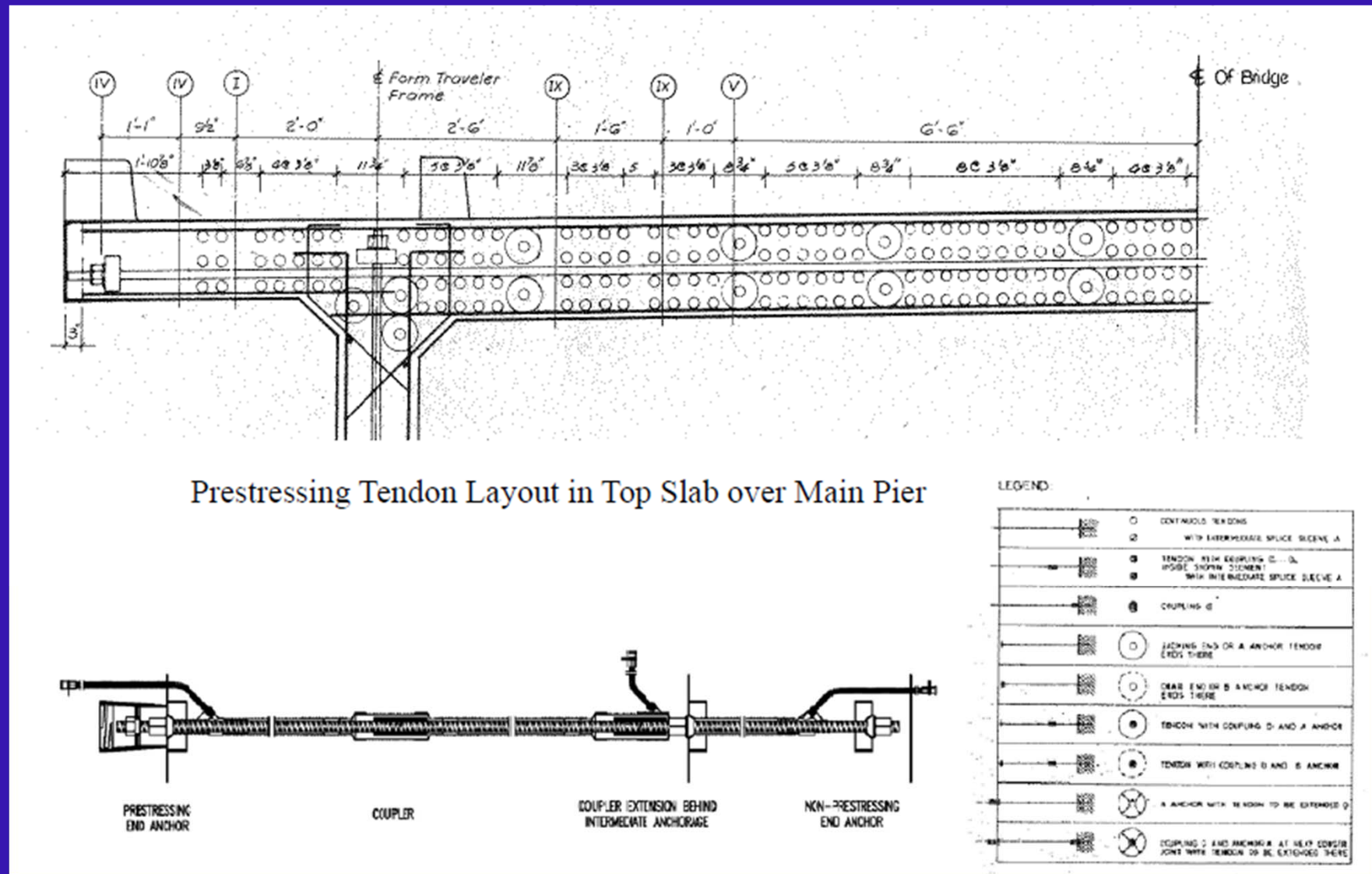
8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

A megépült híd terve



- A saruk: hídfőkön csúszó, mederpillér fix, mederközép csúszó
- Kozolosan épített feszített vasbeton

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



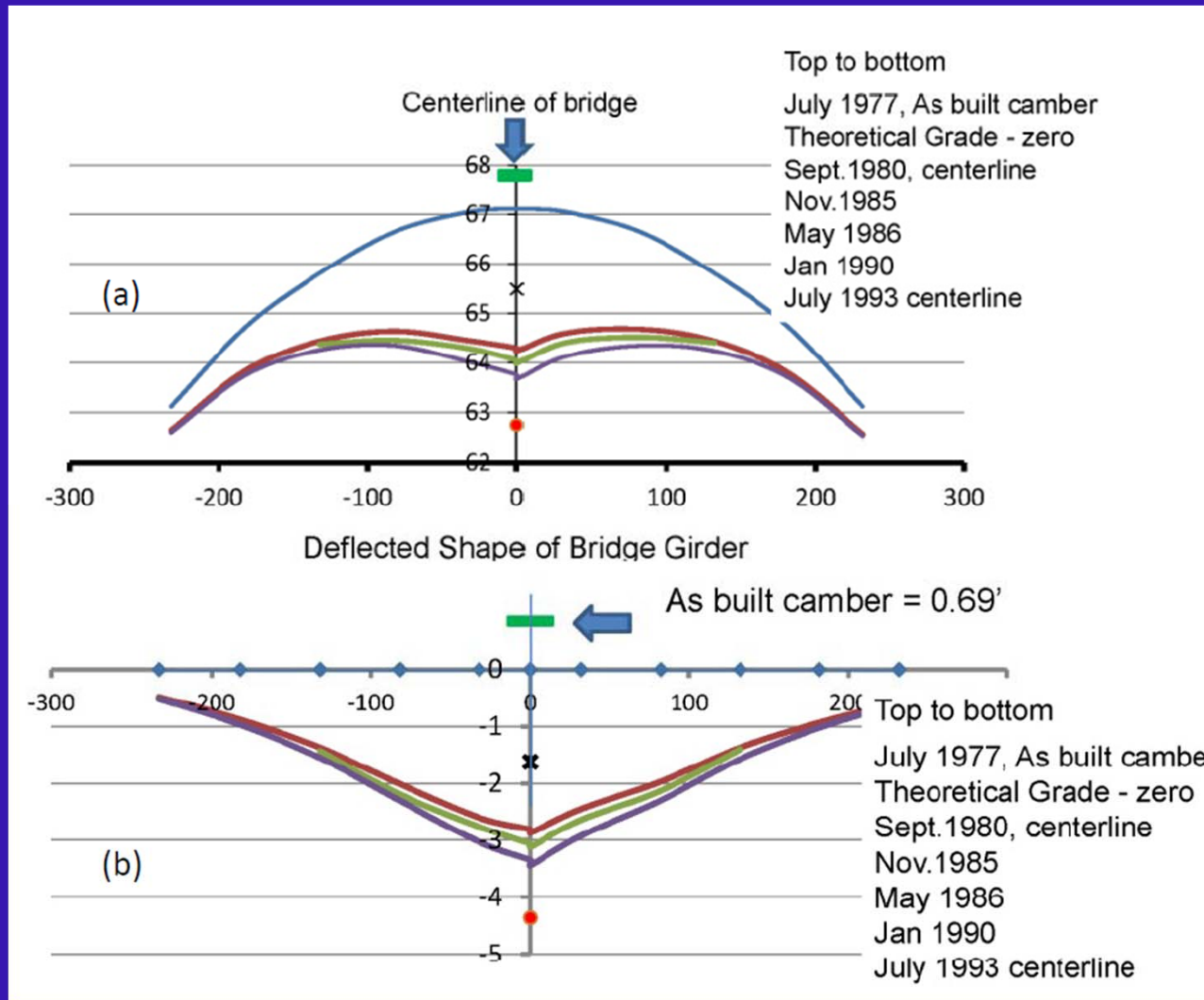
A megépült híd tervrészlete

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



A híd és környezete

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



Deflection at Midspan (Includes 0.21m camber)

Time of Survey	Deflection	
July 1977 (as built)	0.00 ft	0.00m
Sept. 1993	-2.31ft	-0.70 m
Nov. 1985	-3.50ft	-1.07 m
May 1986	-3.69ft	-1.14 m
Jan. 1990	-4.04ft	-1.23 m
Sept. 1993	-5.04ft	-1.54 m

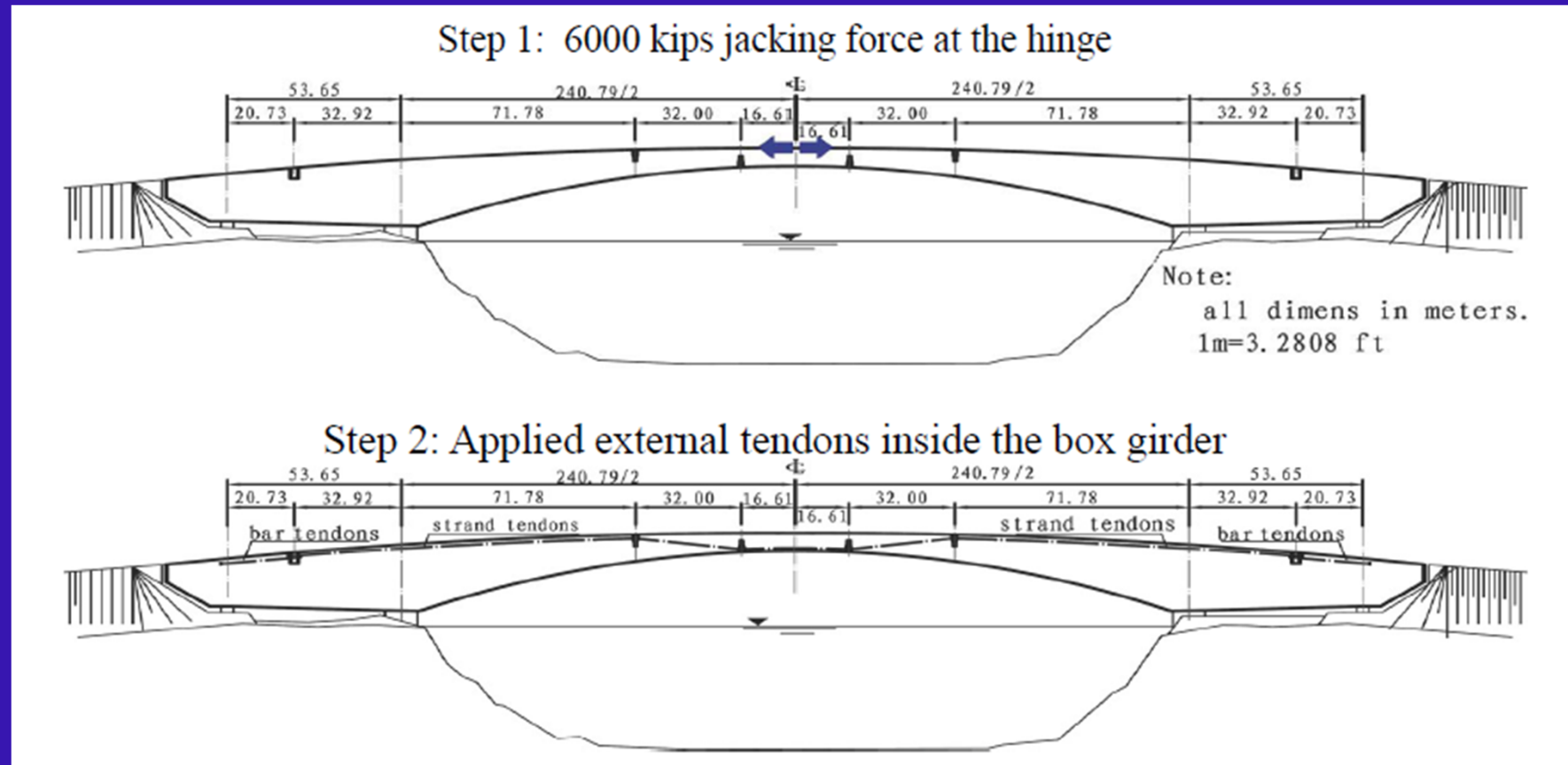
Lehajlás a hídközépen 16 év alatt

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

Vizsgálatok azt mutatták ki, hogy annak ellenére, hogy a szerkezet statikailag megfelelő, a hatalmas lehajlás ($L/150$) csak a lassú alakváltozással nem magyarázható ϕ ténylegesen $4,15 \gg 1,54$.

- Felfedezték az építéskori betonszilárdság kisebb lehetett (16 évről visszaszámolva?!)
- A számított feszültségveszteség kicsi volt 10% holott 15~20% szokott lenni.
- Elhatározták a javítását.

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



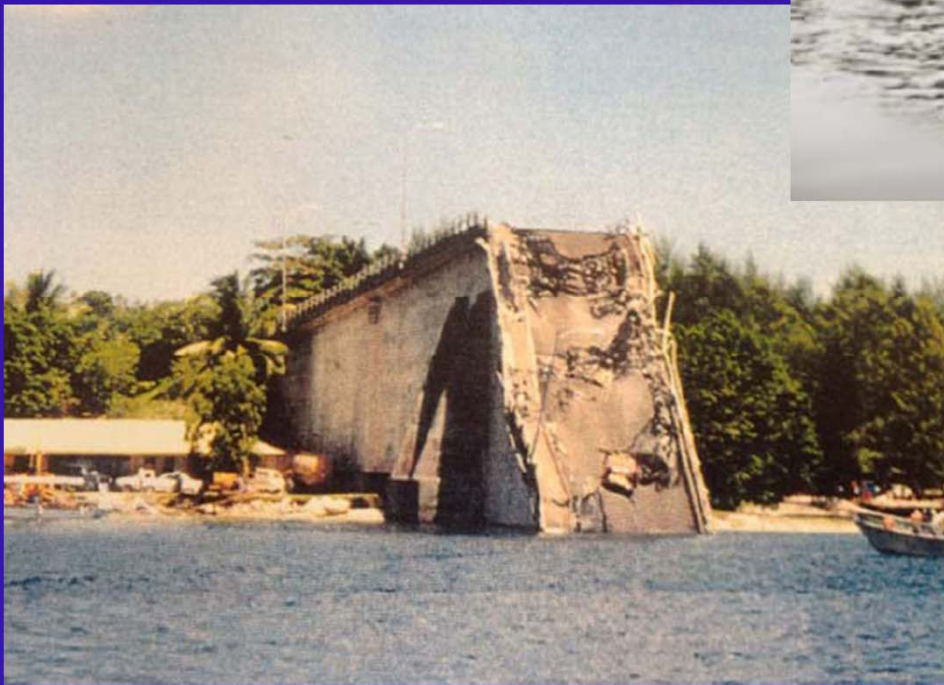
A megerősítés 1996 júliusában kezdődött

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



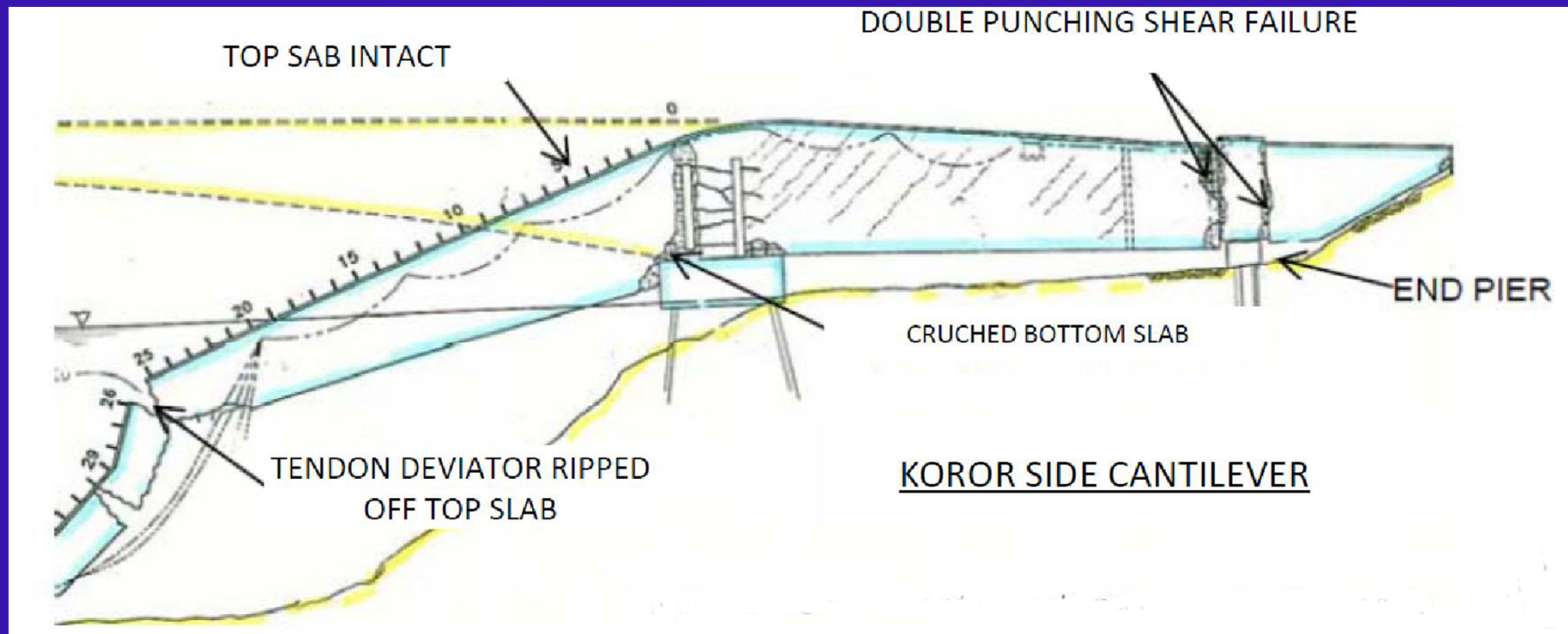
1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága



1996 szeptember 26-án a híd összeomlott

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

A „Forensic” mérnökök munkája

8.1.) Mi változott az erősítéssel

a.) statikai viselkedés határozott tartó → határozatlan tartó

b.) a burkolat a világos beton helyett aszfalt

(a felső lemezrész jobban melegszik?)

Többlet nyomófeszültség a felső lemezben:

- sajtó nyomása:	-4,54 MPa
- külső kábelek:	-3,00 MPa
- egyenletes hőmérséklet	-1,00 MPa
- <u>egyenlőtlen hőmérséklet</u>	<u>-0,52 MPa</u>
Összesen:	-9,06 MPa

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

8.1.) Helyszíni vizsgálatok

- a.) a felső lemezen elsődlegesen törési összenyomódás nyomai,
- b.) a medertámaszoknál nyírási repedések,
- c.) alsó öv törési összenyomódás a támasznál (hajlítás),
- d.) a szélső nyílások támaszainál átlyukadási repedések (a szélső támasz felemelkedett, majd visszazuhant),
- e.) a mederpillér lekötések elszakadtak,
- f.) a leszakadás délután történt, amikor a híd legmelegebb,
- g.) nem volt acél korrózió,
- h.) munkahézag hiba nem volt.

8.) A Koror híd összeomlásának tanulsága

8.2.) Az összeomlás lejátszódása

- a.) támasz feletti felsőöv: lemezre jutó nagy nyomóerő, amely összemorzsolódott, majd a nyomóerőt áthárította a gerincnek, melyek kihajoltak,
- b.) majd az alsó lemez összemorzsolódva leszakadt,

Kérdések az összeomlás után

- 1.) Mi történt volna, ha nincs javítás?
- 2.) Mi változtatott meg a javítás a szerkezeten?
- 3.) Mitől volt oly nagy a lehajlás a mezőközépen?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!