

A horvát autópályahidak építése, fenntartása

Zvonimir Marić
Eszéki egyetem

Božo Peraica
Horvát közutak

50. hídmérnöki konferencia

Az elmúlt **tizenöt** évben Horvátországban **több** híd épült, mint **az emberemlékezet óta** a Horvátország újbóli önállósodásáig eltelt időszakban.

Ezek közül kiemeltünk **tíz** autópályahidat melyeket az alábbiakban mutatunk be.

A kiválasztott hidakat **időrendi** sorrendben mutatjuk be.

Tíz híd

Mérvadók a választásnál:

- fesztáv (ill. teljes hossz),
- a felszerkezeti megoldás eredetisége,
- a megformálás értéke,
- a felszerkezeti megoldás a világban elért eredmények fényében, stb.

Maga a tény, hogy egyes híd nagy, nem elegendő felsoroláshoz.

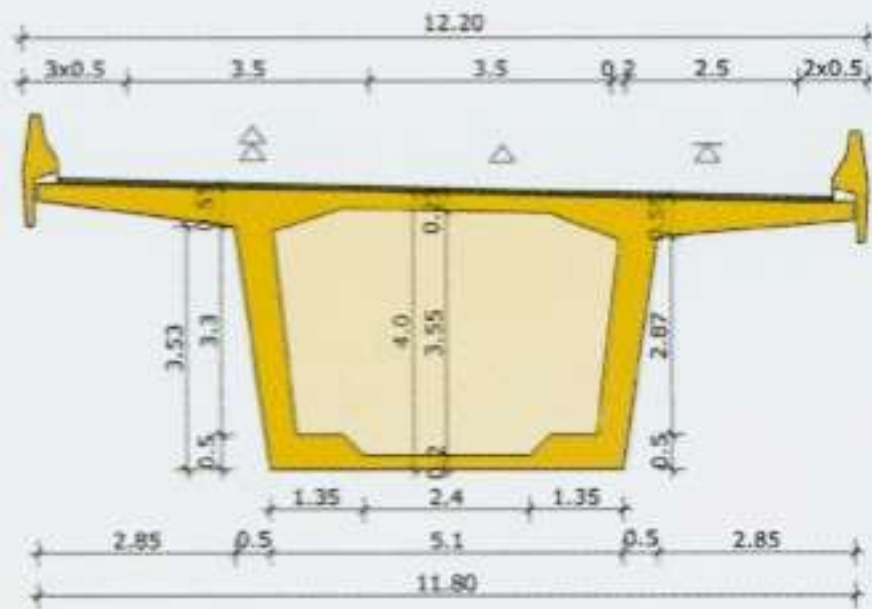
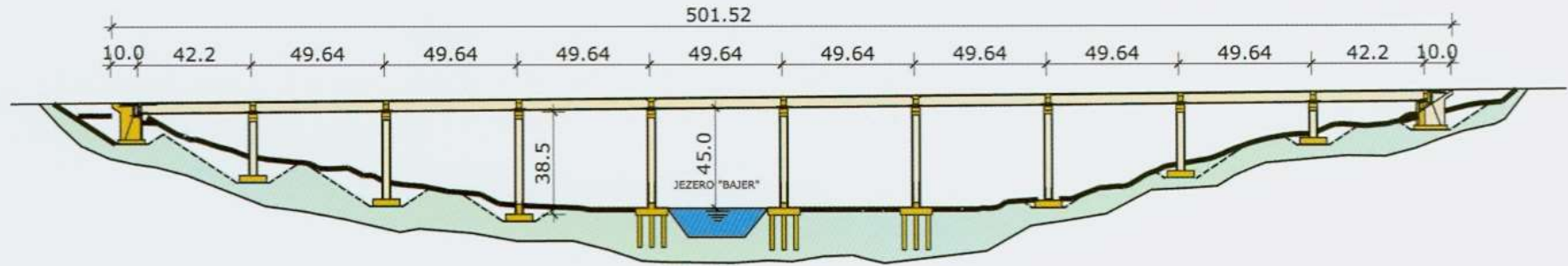
A horvát autópályahálózat, valamint a bemutatott hidak elhelyezkedése



A kiemelt hidak

Sz.	A híd elnevezése	Építés éve
1.	Bajer völgyhíd a Karlovac – Rijeka autópályán	1995./2008.
2.	Hreljin völgyhíd a KA-RI ap-n	1995./2008.
3.	Maslenicai híd a Zágráb – Split autópályán	1997.
4.	Kamačnik-híd a KA-RI ap-n	2002.
5.	Zečeve Drage völgyhíd a KA-RI ap-n	2005./2008.
6.	Híd a Krka-folyó felett Skradinnál a ZG-ST ap-n	2005.
7.	Völgyhíd a Mirna felett az Isztriai ap-n	2005.
8.	Völgyhíd a Guduča felett a ZG-ST ap-n	2005.
9.	Híd a Cetina-folyó felett a ST-DU autópályán	2007.
10.	Híd a Mura-folyó felett a ZG-BP autópályán	2008.

A Bajer völgyhíd a Karlovac – Rijeka autópályán



A Bajer völgyhíd (II)

A **Honvédő Háború idején** sem szakadt meg a félautópálya építése Gorski Kotaron keresztül. Ennek keretében megépült a Bajer-tó feletti híd, Fuzsine közelében.

Az építés módja **fokozatos előretolás** volt (az első horvátországi alkalmazás).

Az előretolás **lejtmeneti irányban** történt, amivel jelentősen csökkent a toláshoz szükséges erő.

A Bajer völgyhíd (III)

- * Előretolási felszerelés:
 - * Eberspächer (német cég),
- * Acél csőr (Z. Šavor terve): *Május 3-a hajógyár, Rijeka,*
- * kábelek: *Vorspanntechnik, osztrák cég.*

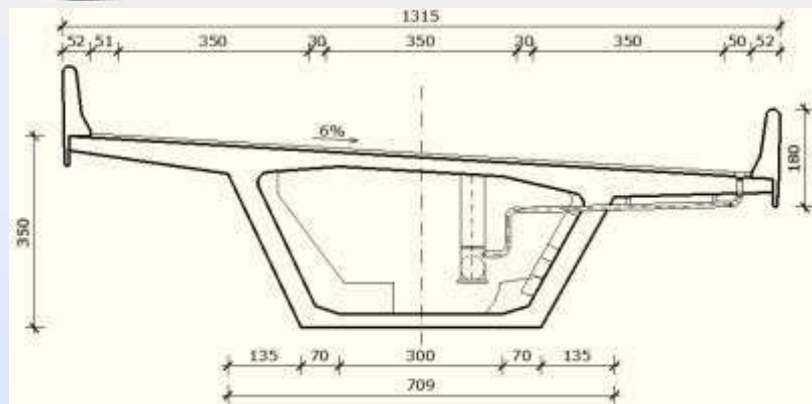
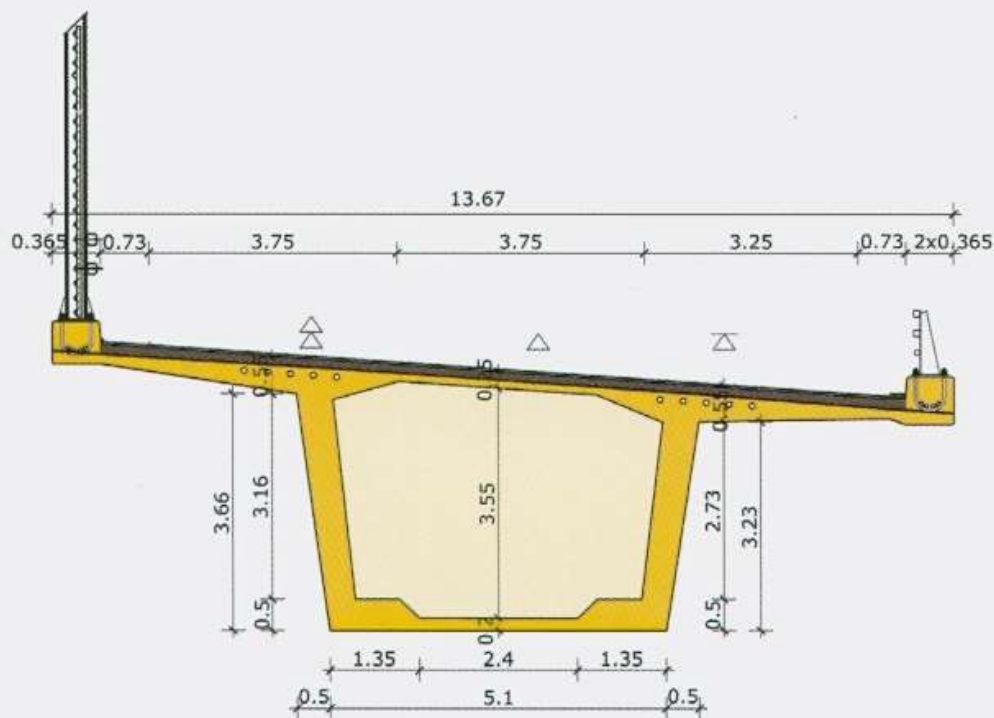
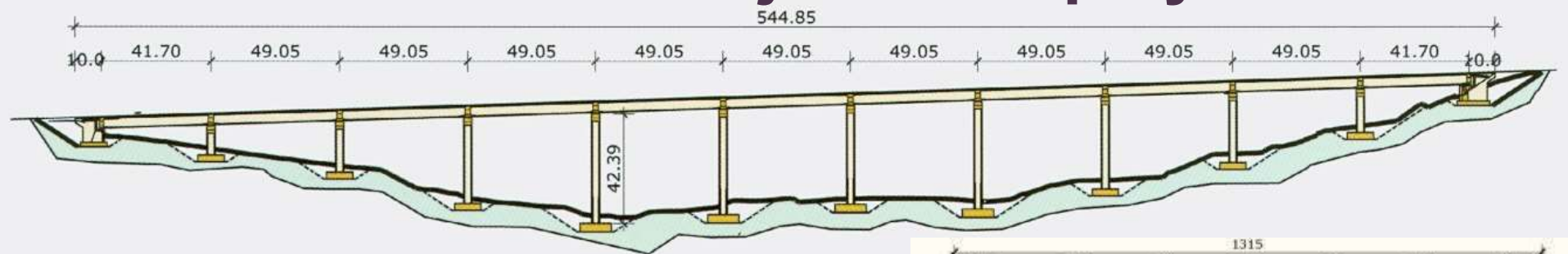
Az első pálya 1995-ben készült el, a másik tavaly.

Az autópálya másik pályáján található völgyhíd kívülről az első hídtól csak annyiban különbözik, amennyit a tengelyében található talaj konfigurációja megkívánt.

A Bajer völgyhíd (IV)



A Hreljin völgyhíd a Karlovac – Rijeka autópályán



A Hreljin völgyhíd (II)

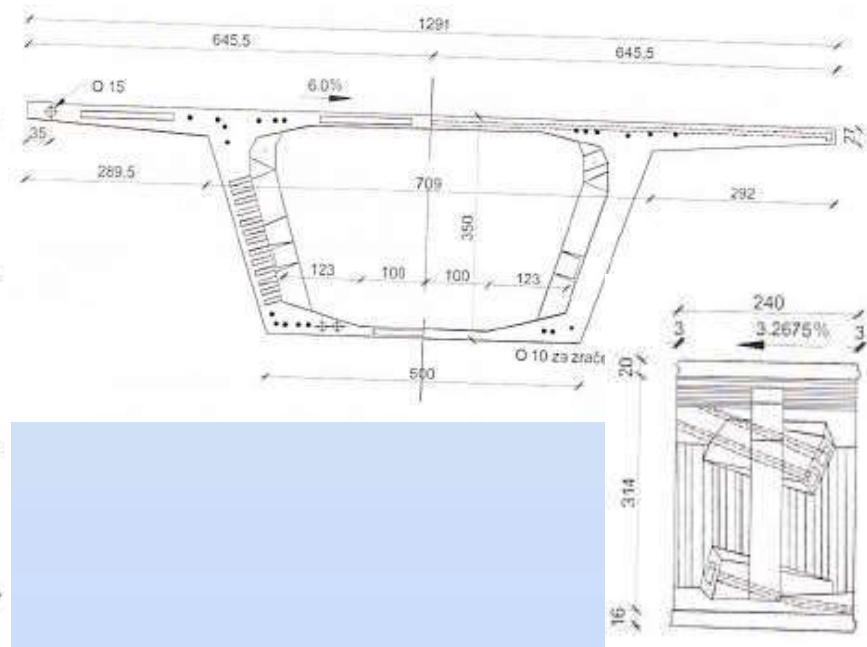
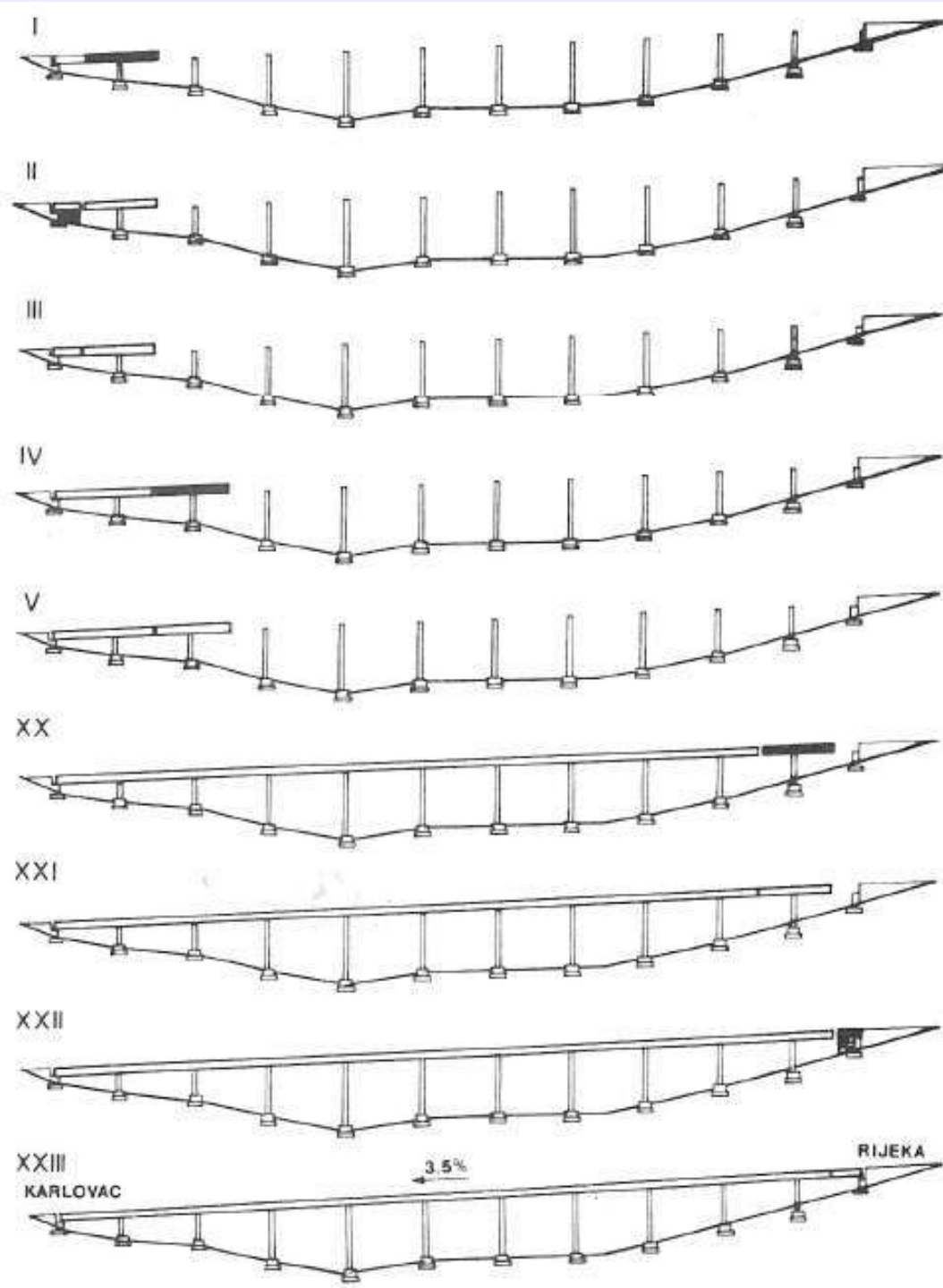
8 km-re a Bajer völgyhídtól Rijeka irányában található a hasonló hosszirányú elrendezésű völgyhíd.

Itt is a felszerkezet folytonos előfeszített beton szekrényes tartó, mely azonban 2,35 m hosszú **előregyártott elemekből** épült.

Az egyes elemek az ún. *long-line* eljárással készültek.

A 21 elemből álló sorozat a pillér felett (a pillérhez tartozó és kilenc pár szimmetrikusan elhelyezett) képezi az ún. **asztalt**.

A Hreljin völgyhíd (III)

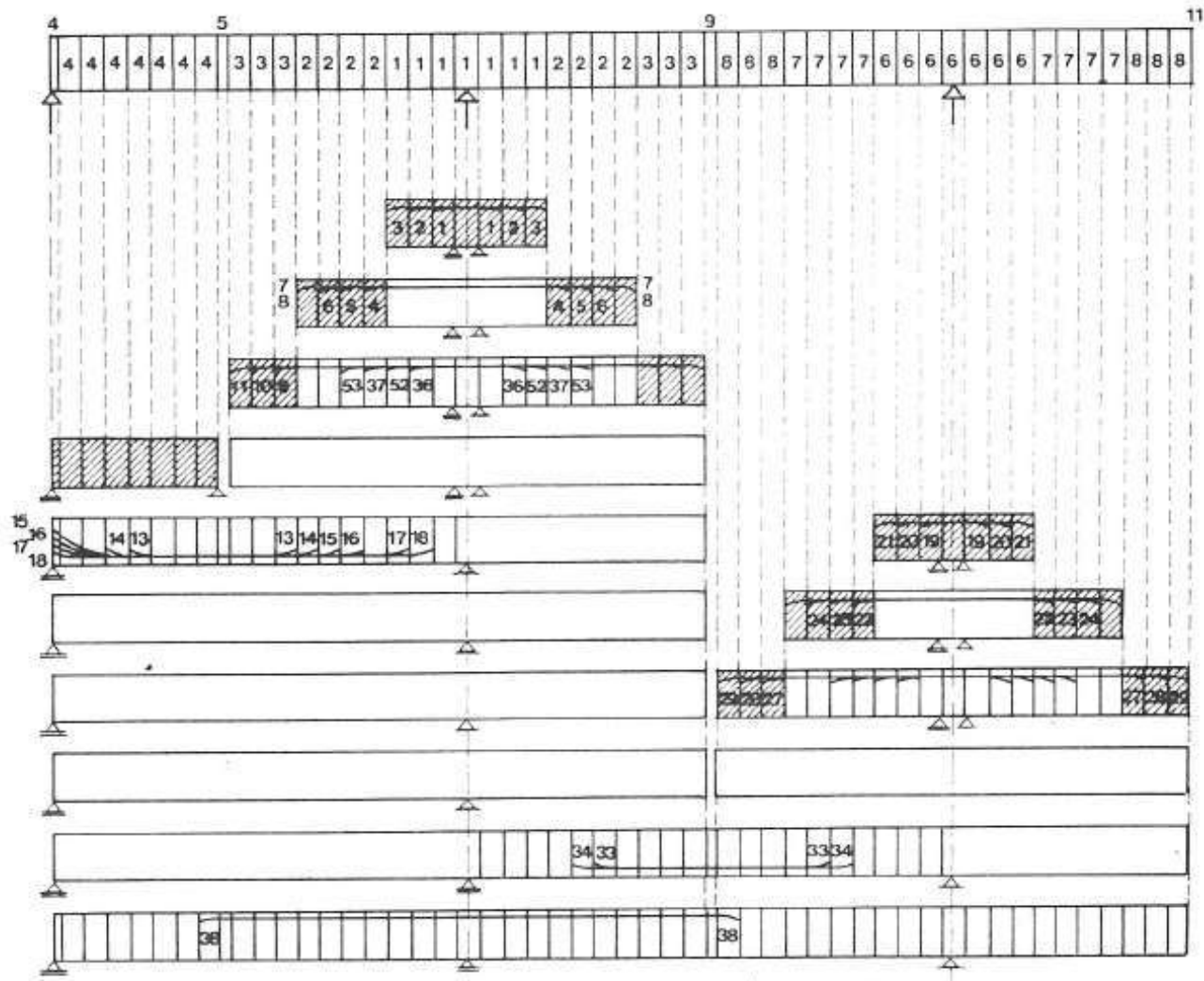
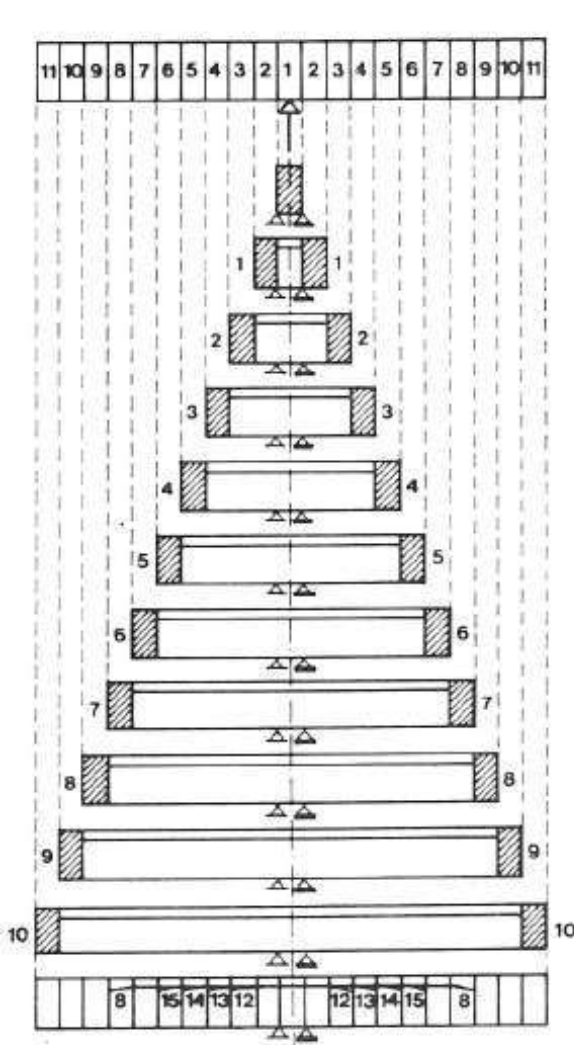


A Hreljin völgyhíd (IV)



50. hídmérnöki konferencia

A Hreljin völgyhíd (V)



A Hreljin völgyhíd (VI)

Az ilyesfajta építési eljárás kiválasztásának egyik fő oka a **kivitelezés gyorsasága** volt – míg a pillérek épültek, legyártásra kerültek az elemek.

Azonban a másik pályához tartozó völgyhíd **fokozatos előretolással** épült.

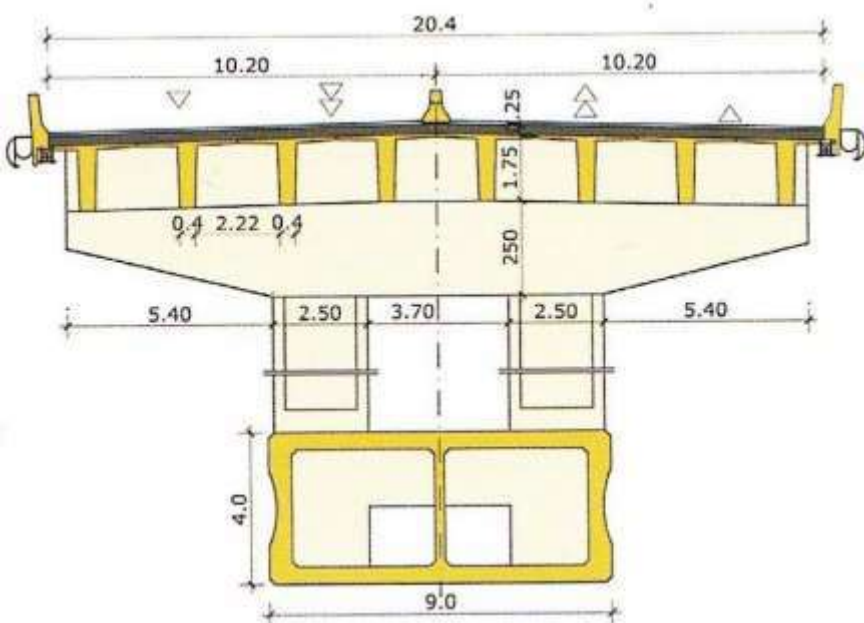
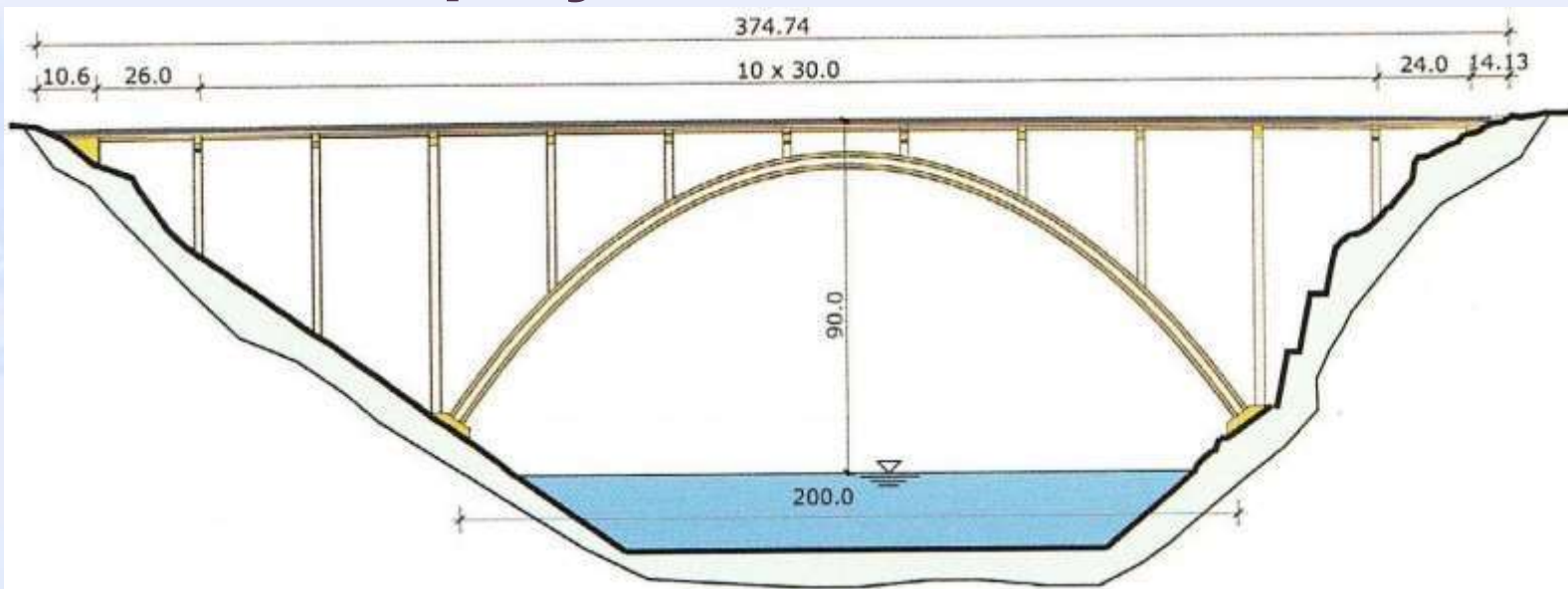
Ki kell hangsúlyozni, hogy a régebbi völgyhíd az **első** olyan híd Horvátországban, melynek teljes felszerkezete előregyártott betonelemekből készült.

Az új hídon **szélvédőket** helyeztek el.

A Hreljin völgyhíd (VII)



Autópályahíd Maslenicánál



50. hídmérnöki konferencia

Maslenica (II)

Már ennek a hídnak a felépítése előtt is Horvátországban **három** darab, **200 m-nél nagyobb fesztávú beton-ívhíd** volt található, és egy, melynek az íve csak valamivel kisebb (a pagi).

Azonban mindezen hidak **jelentős sérüléseket szenvedtek a tengeri környezet hatása miatt**, legnagyobbbrészt a **túl vékony védőréteg** következtében.

Ezért ebben a projektben különleges figyelmet szenteltünk elsősorban a **tartósságnak**, ami az egyes szelvény-vastagságok méreteinek jelentős megnövekedését eredményezte.

Maslenica (II)

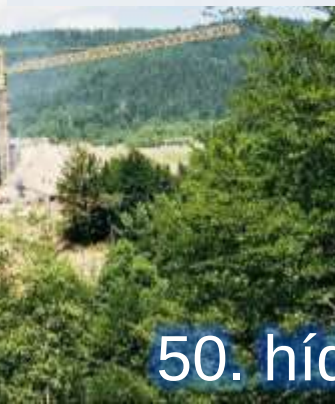
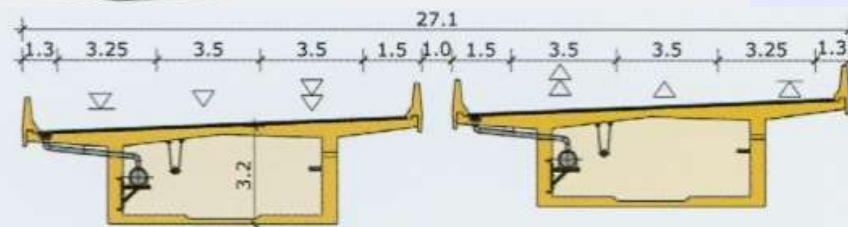
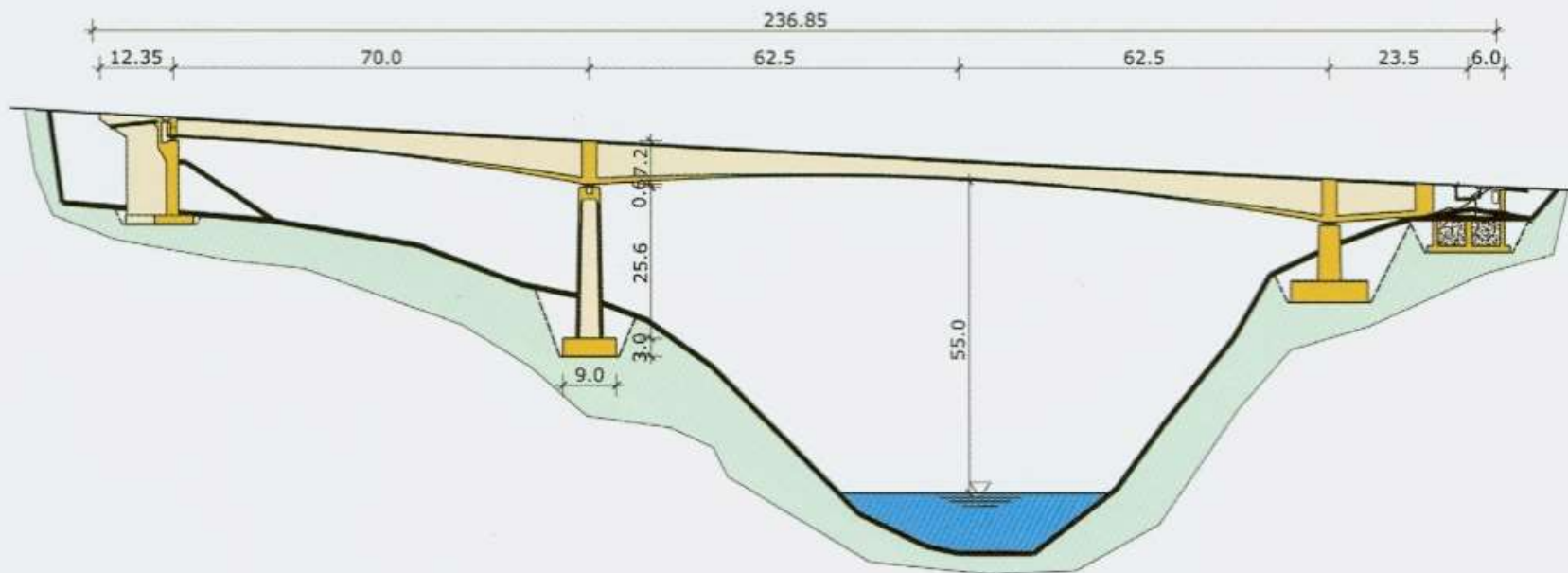
A pályaszerkezet előregyártott előfeszített betontartói a híd melletti fennsíkokon készültek.

Ezért **erős fejgerendák** voltak szükségesek, amelyek miatt részben fel lett áldozva a híd kinézése.

Maslenica (IV)



A Kamačnik híd a Karlovac – Rijeka ap-n

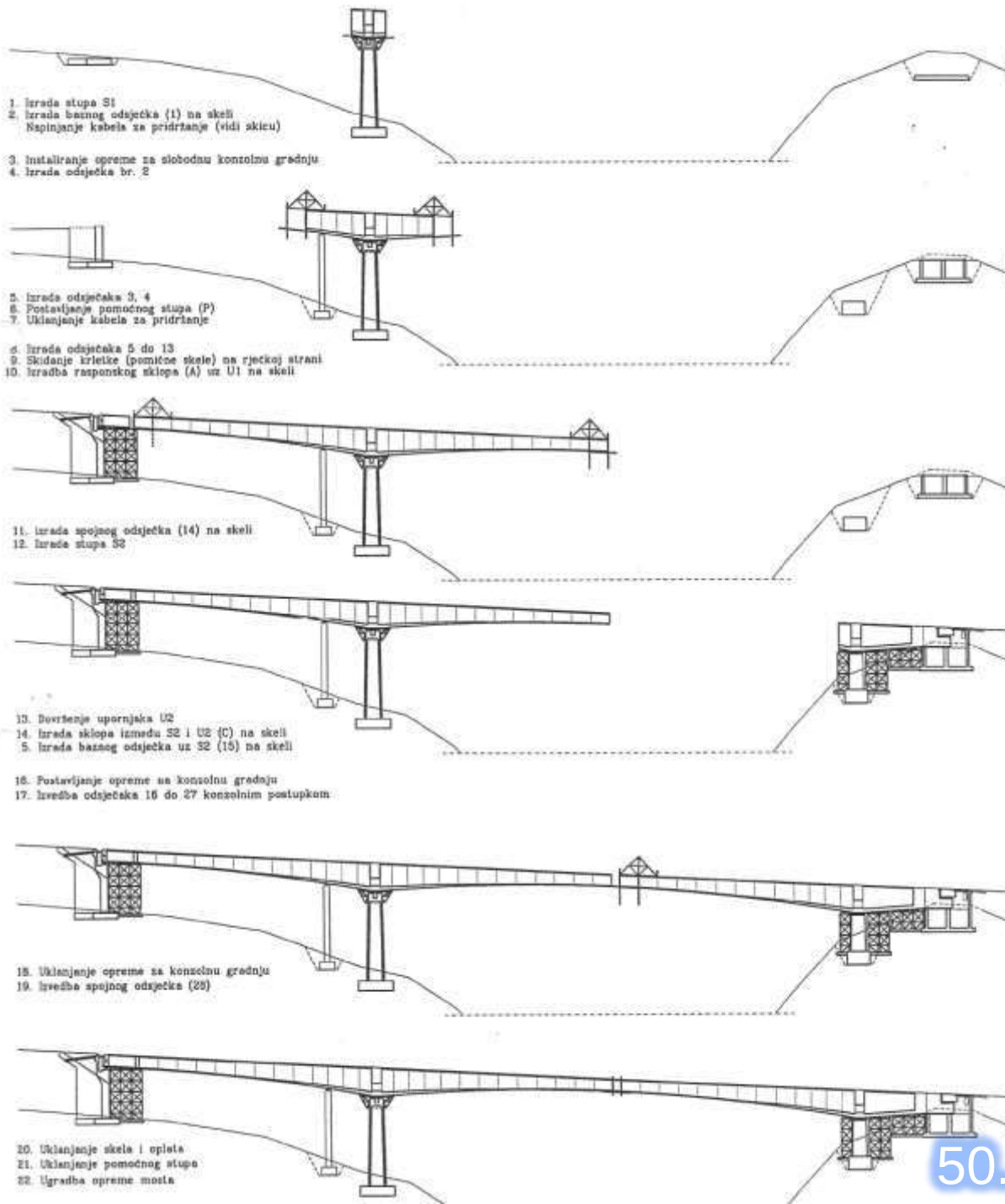


A Kamačnik híd (II)

A védett természeti környezet, a Kamačnik–folyó szurdokja, mely felett a Karlovac – Rijeka autópálya Kupjak – Vrbosko szakasza áthalad, **többszörösen összetett kihívást** jelentett a hídépítők számára.

Tekintettel arra, hogy a pillérek alapjai a **szurdok legszélén található sziklaszirteken helyezkednek el**, és hogy a kitermelt kőzetnek nem szabadott leomlania a szurdok falai mentén, a **kőzetkiemelési munkálatokat különösen óvatosan kellett kivitelezni.**

A Kamačnik híd (III)



A Kamačnik híd (IV)



A Zečeve drage völgyhíd a Karlovac – Rijeka autópályán



Zečeve drage (II)

A térbeli adottságok mellett természetes dolog kivitelezési eljárásként a **fokozatos előretolást** alkalmazni, azonban itt felmerült **két nehezítő körülmény**: a tengely **térbeli íve** és a **nagy hossz** (920 m).

Az előretolás tengelyéhez **spirált** választottak, azonban a henger, melynek fala mentén a spirál emelkedik, elfordul a hídfőkön lévő saruk tengelyének és a felszerkezet tengelyének metszéspontján áthaladó tengely körül.

Nagy hosszt „gyűrtünk le” **lejtmeneti irányú** előretolással, és a **fékezőszerkezetet** alkalmaztunk, mely két VBT 19x140 feszítőkábelből állt, melyek a kábelfejekhez a szekrény alsó lemezében lettek hozzáerősítve.

Zečeve drage (III)

Tudni kell, hogy mintegy **22 000 t** össztömegű szekrényről van szó, úgyhogy szükséges volt az előretolás és fékezés hibátlan **szinkronizálására**.

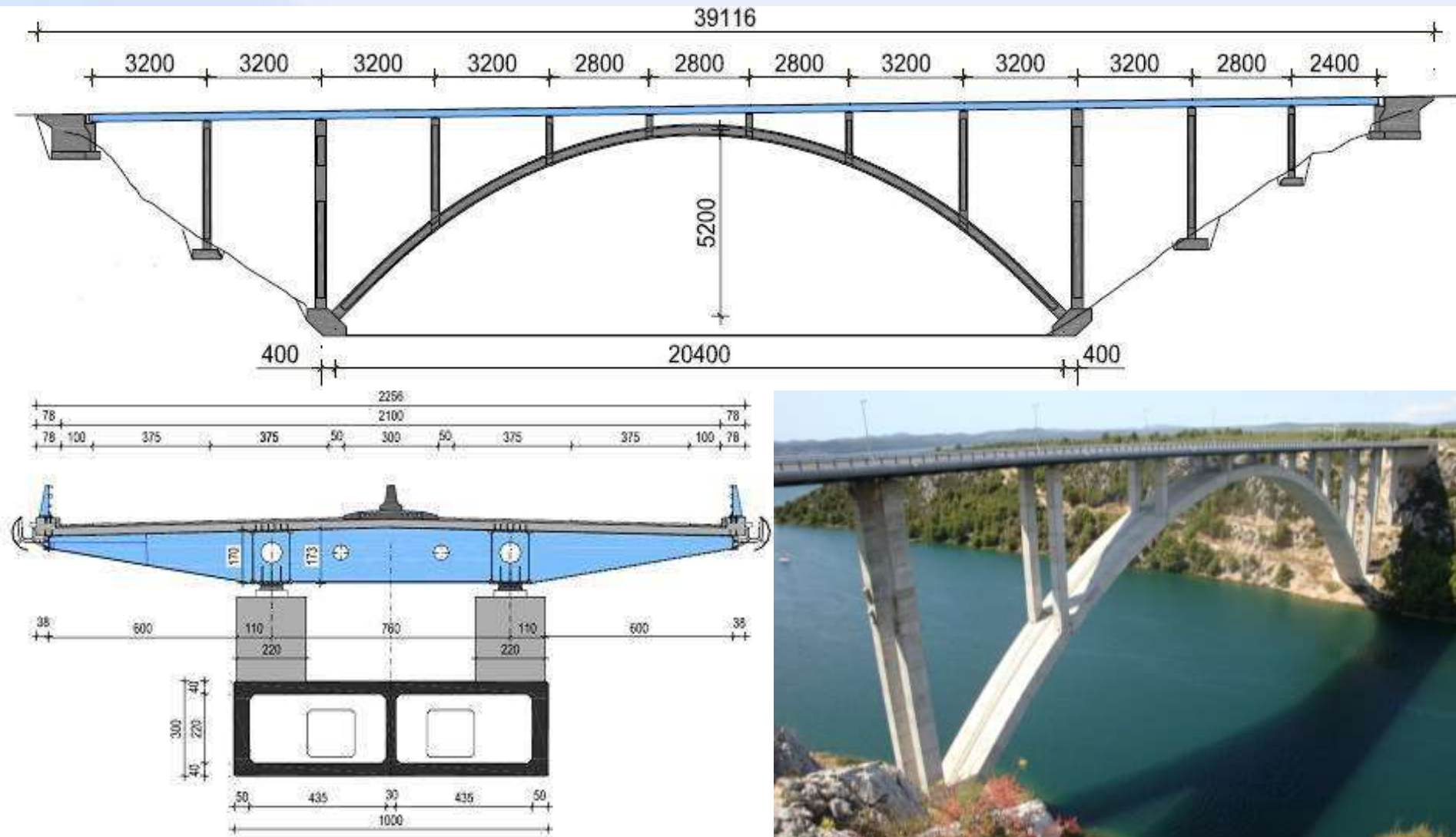
Külön ki kell hangsúlyozni, hogy ez a felszerkezet, tekintet nélkül a hosszan tartó kedvezőtlen időjárási körülményekre, kivételesen gyorsan megépült: **37 elem** pontosan **37 hét alatt**, az egész völgyhíd pedig **mindössze 24 hónap alatt elkészült**.

A több, mint **900 m** hosszú híd kivitelezése, mely **alaprajzilag és magasságilag is ívelt**, **világviszonylatban is értékes építési sikernek tekinthető**.

Zečeve drage (IV)



Híd a Krka folyó felett Skradinnál a Zágráb – Split autópályán



A Skradini híd (II)

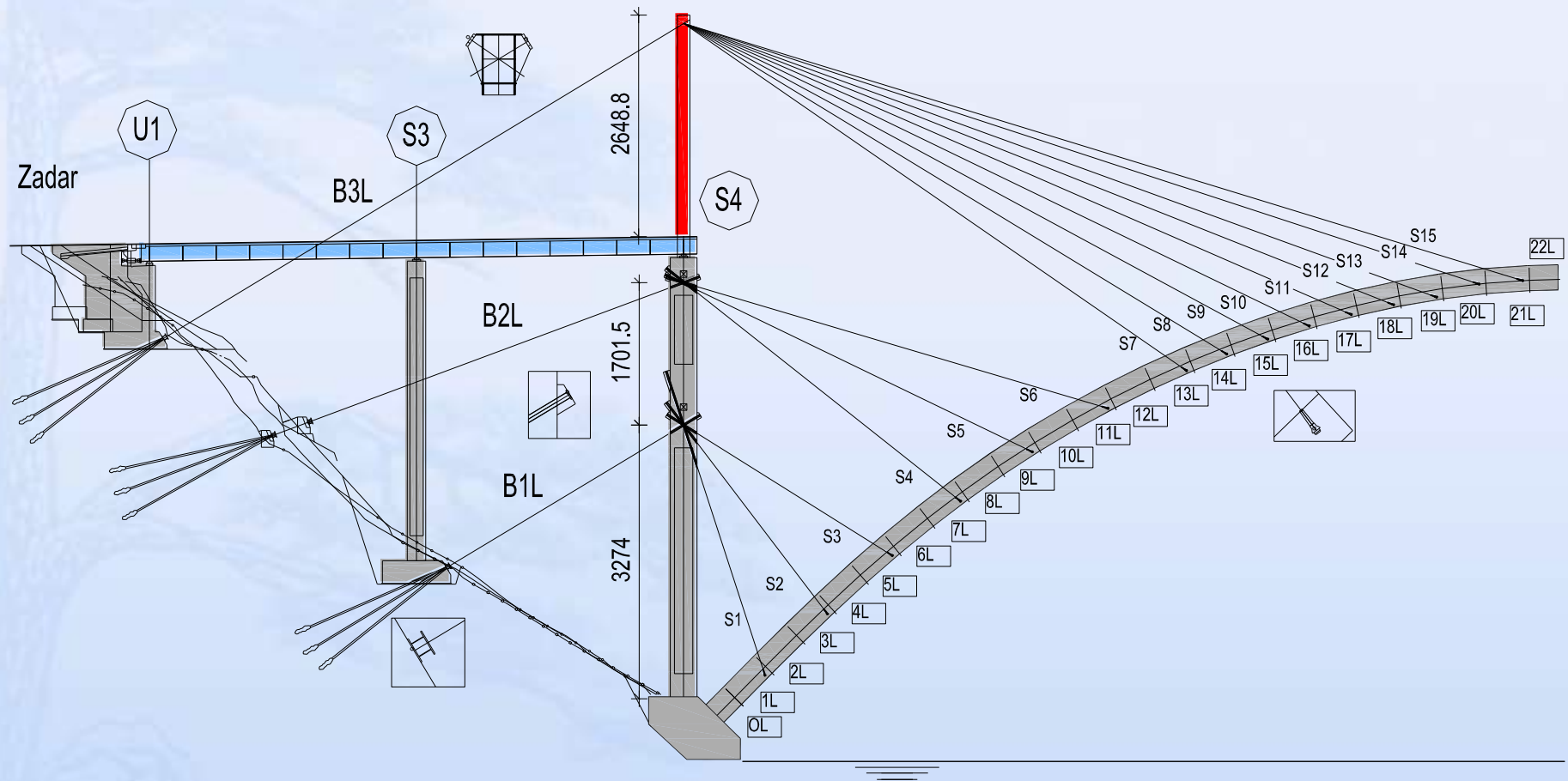
Az autópályának a Krka-folyó felett Skradinnál áthaladó szakasza hasonló konfigurációjú, mint Maslenicánál.

Tekintettel arra, hogy ez a híd nem messze található a Krka Nemzeti Park szélétől, a híd **megformálása** különös figyelmet kellett szentelni.

Az építés jelentős felgyorsítását a **pályalemez** elemeinek **előregyártásával** értük el.

A **pályaszerkezet** acélból készült része Šibenikből darabokban, vasúti úton került kiszállításra, majd kamionokkal az építkezés helyszínéig, ahol az összeillesztés után fokozatosan hegesztettük, és három fázisban **előretoltuk**.

A Skradini híd (III)

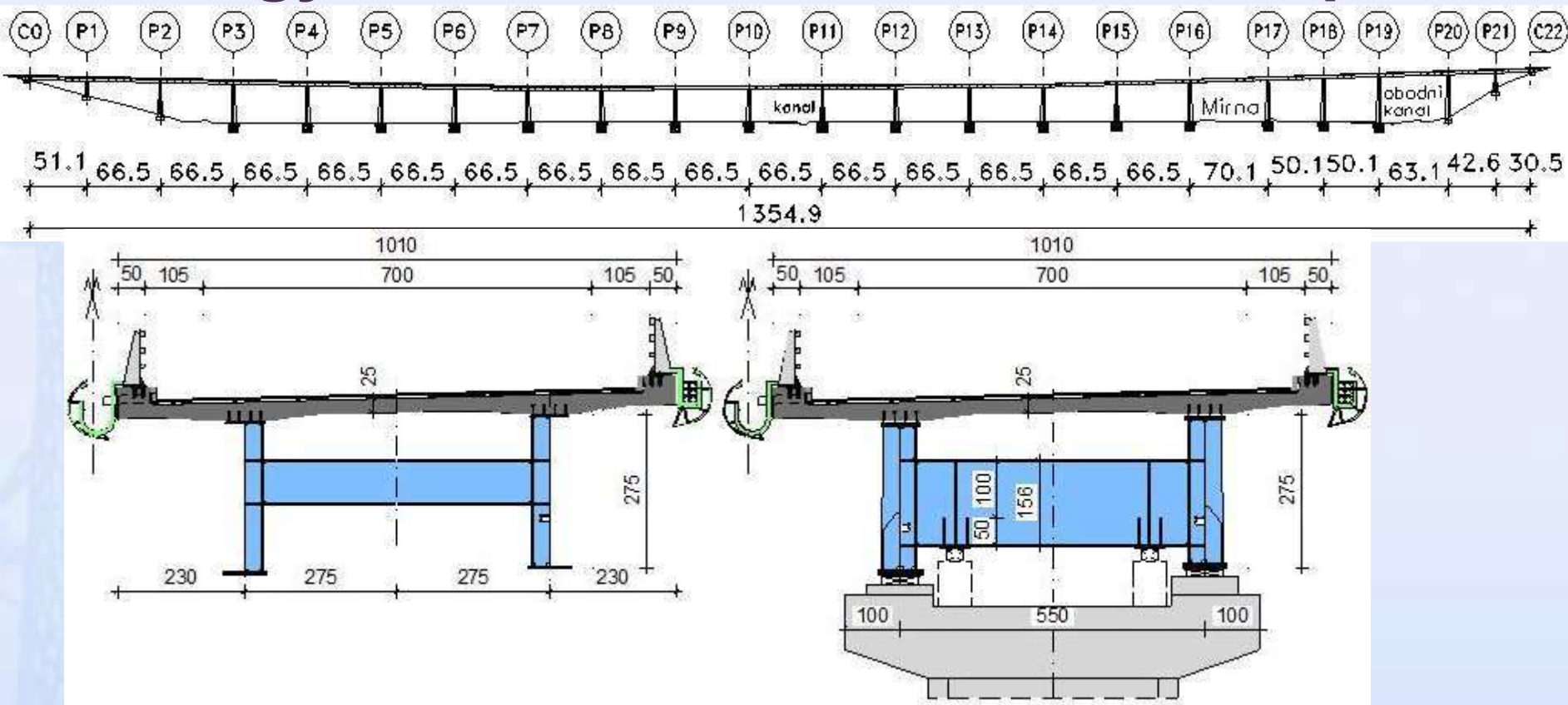


A Skradini híd (IV)



50. hídmérnöki konferencia

Völgyhíd a Mirna felett a az Istriai ap-n



Mirna völgyhíd (II)

- A **felszerkezetet** úgy választottuk meg, hogy minél **könnyebb** legyen, mert a völgyben lévő talaj kifejezetten **alacsony teherbírású**.
- A völgy egyenes részén minden pillér **mélyalapozással** készült, acélcölöpökön, amelyek teherbírása a **súrlódáson** alapul (H metszet).
- A **felszerkezetet** kettő főtartóból és kereszttartókból álló acélrostély képezi, mely kapcsolódik a hozzábetonozott pályalemezhez.
- A közbenső 13 pilléren hosszirányban **fix saruk** vannak, ám a pillércsúcsok elmozdulásait ez mégsem akadályozza, köszönhetően a pillérek **hajlékonyságának**.

Mirna völgyhíd (III)

Az acélostélyok, ideiglenes vízszintes kereszt-kötéssel, de egyben a pályalemez vasszerelésének legnagyobb részével is, két oldalról kerültek feltolásra, majd hegesztéssel egy egésszé illesztették őket.



Völgyhíd a Guduča felett a Zágráb-Split autópályán



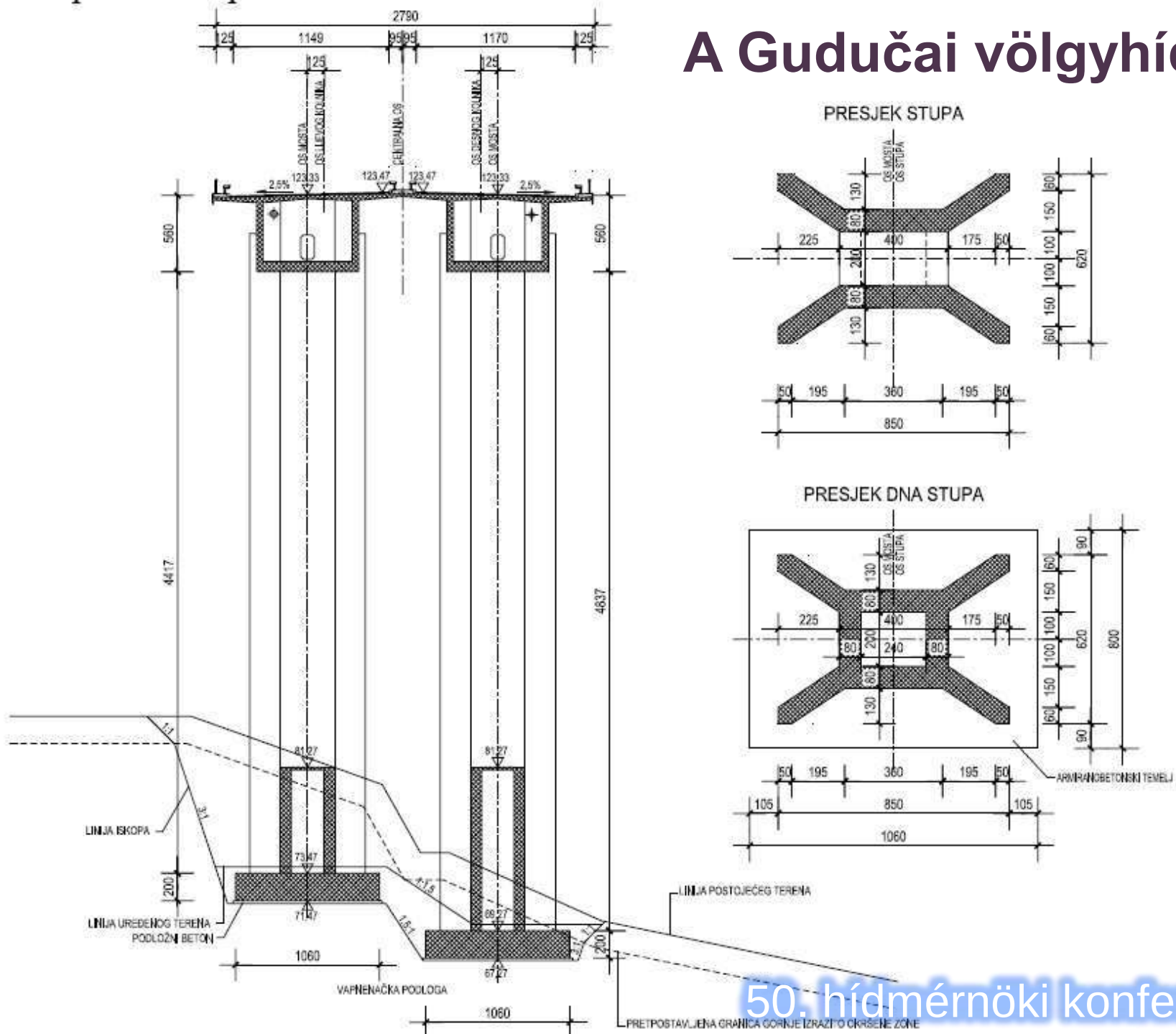
A Gudučai völgyhíd (II)

Az adott körülmények között adja magát a felszerkezet kivitelezési módja: **előfeszített betonkeret** három mezőn keresztül, mely fokozatos szabadon betonozással került kivitelezésre.

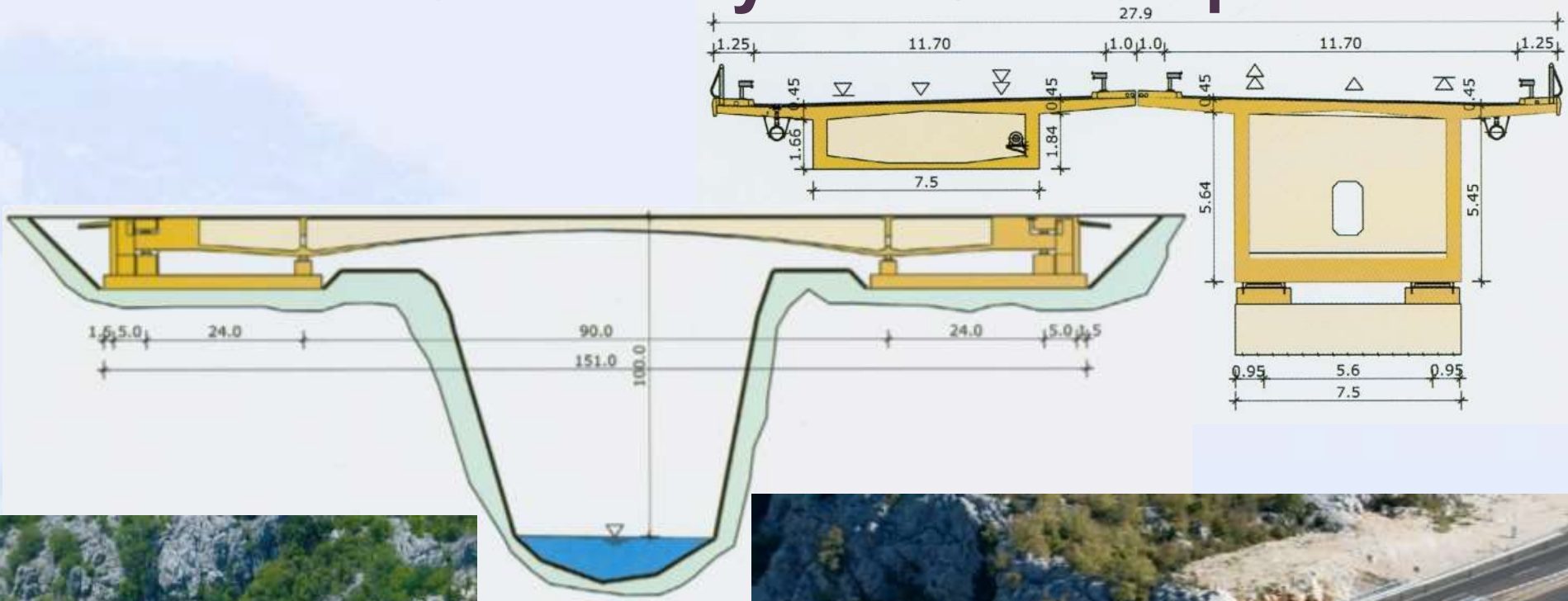
Mivel a völgy nem szimmetrikus, a pillérek magasságának különbözőeknek kell lennie, kialakításuk pedig olyan, hogy egyidőben biztosítják a hosszútávú behatások és a ΔT következtében fellépő elmozdulásokat, de megakadályozzák a földrengés okozta túlzott elmozdulásokat is.

Ez a híd, mely egyébként remekül illeszkedik a környezetébe, különleges a kivételesen rövid építési idő miatt is: **megépítése mindössze 12 hónapot** igényelt!

A Gudučai völgyhíd (III)



Híd a Cetina folyón a ST-DU ap-n



A Cetinai híd (II)

A hídépítők fő feladata az volt, hogy minél kevésbé csorbítsák meg e zord természeti szépséget.

Ennek során adta magát a **rögzített gerendás felszerkezet**, építési eljárásként pedig a szabadon betonozás.

Azonban a fő nyílás gerendájának feszítettségét egyedül kétoldalt lehorgonyzott konzolokkal lehet garantálni.

Ki kell hangsúlyozni, hogy a kiemelés mélysége az elég szilárd sziklában 9-15 m mélyre nyúlt, valamint, hogy összesen 30.000 m³ anyagot termeltünk ki, ami lényegesen tovább tartott és drágább volt, mint egyébként.

A Cetinai híd (III)



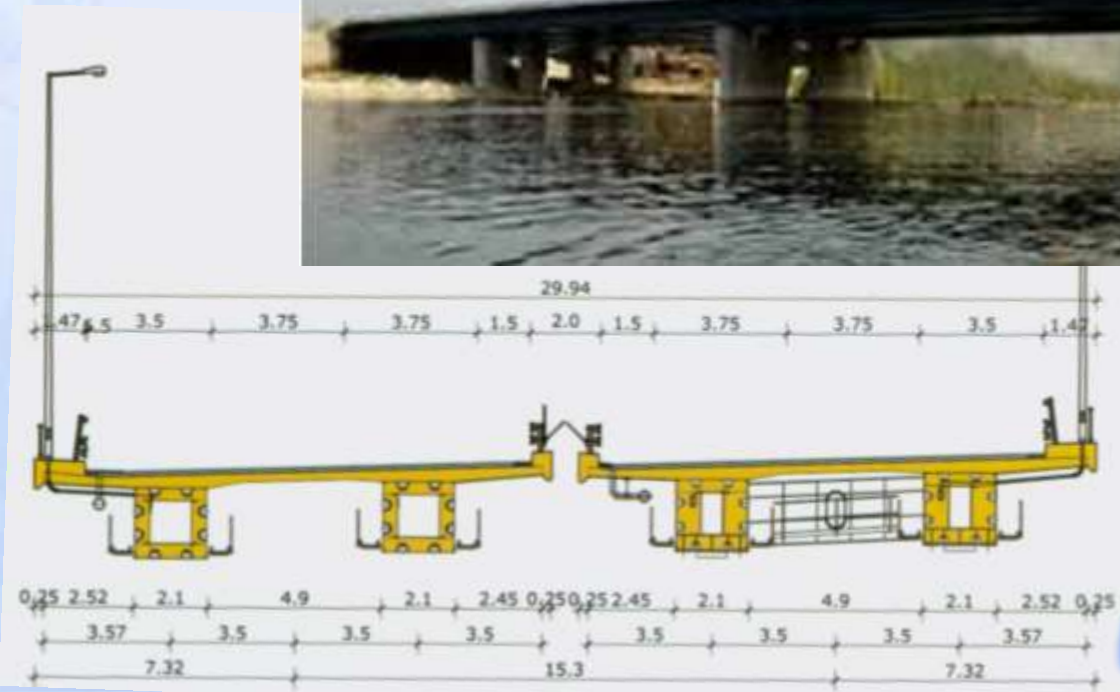
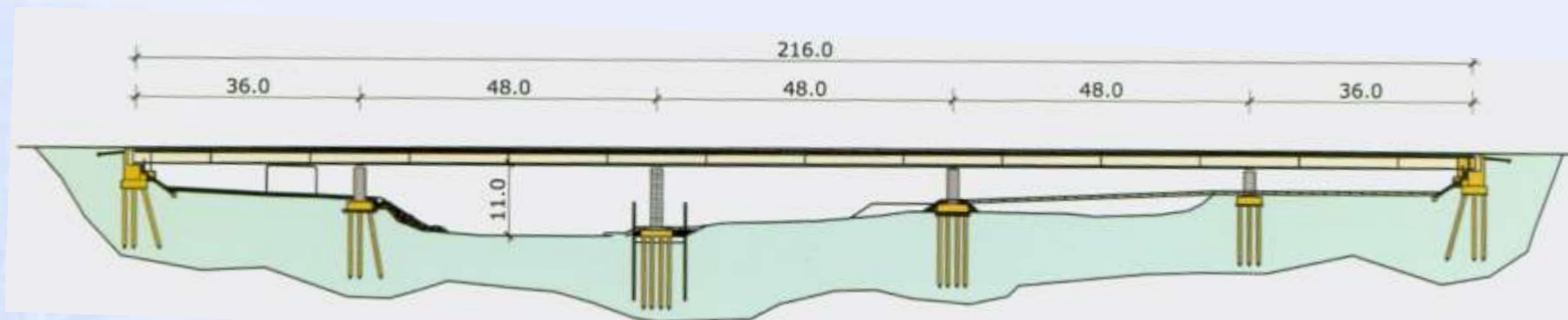
A Cetinai híd (IV)

A híd pontosan **egy év alatt épült fel**, ami tekintettel a kivételesen nehéz körülményekre nagy siker.

Sikerrel járt az építők szándéka, hogy minél kevésbé szembetűnő hidat építsenek ebben a kivételesen szép környezetben.



Mura híd a Zágráb-Budapest ap-n



50. hídmérnöki konferencia

A Mura híd (II)

Ez a híd **folytonos öszvérszerkezetű**.

Két-két, $2,1 \times 2,0$ m keresztmetszetű acélszekrényes tartóra lett betonozva a változó vastagságú pályalemez.

A pillérek és hídfők alapozása egyaránt **vert előregyártott Ø 50 cm vasbeton cölöpökön** történt, melyek hossza 8,6 – 11,3 m.

A hídon nem terveztek gyalogos forgalmat, ezért könnyű korlátok kerültek felszerelésre.

Az **ütközőkorlátok** acélkorlátok, azzal, hogy a belsők H2, míg a külsők H3 visszatartási fokozatúak.

A Mura híd (III)

A híd **egyszerű**, ám **harmonikus** és **szépen illeszkedik** a környezetébe.



A hidak fenntartása

Eddig Horvátországban mintegy 1.200 km autópálya épült, a tervezett összes hossz pedig kb. 1.500 km.

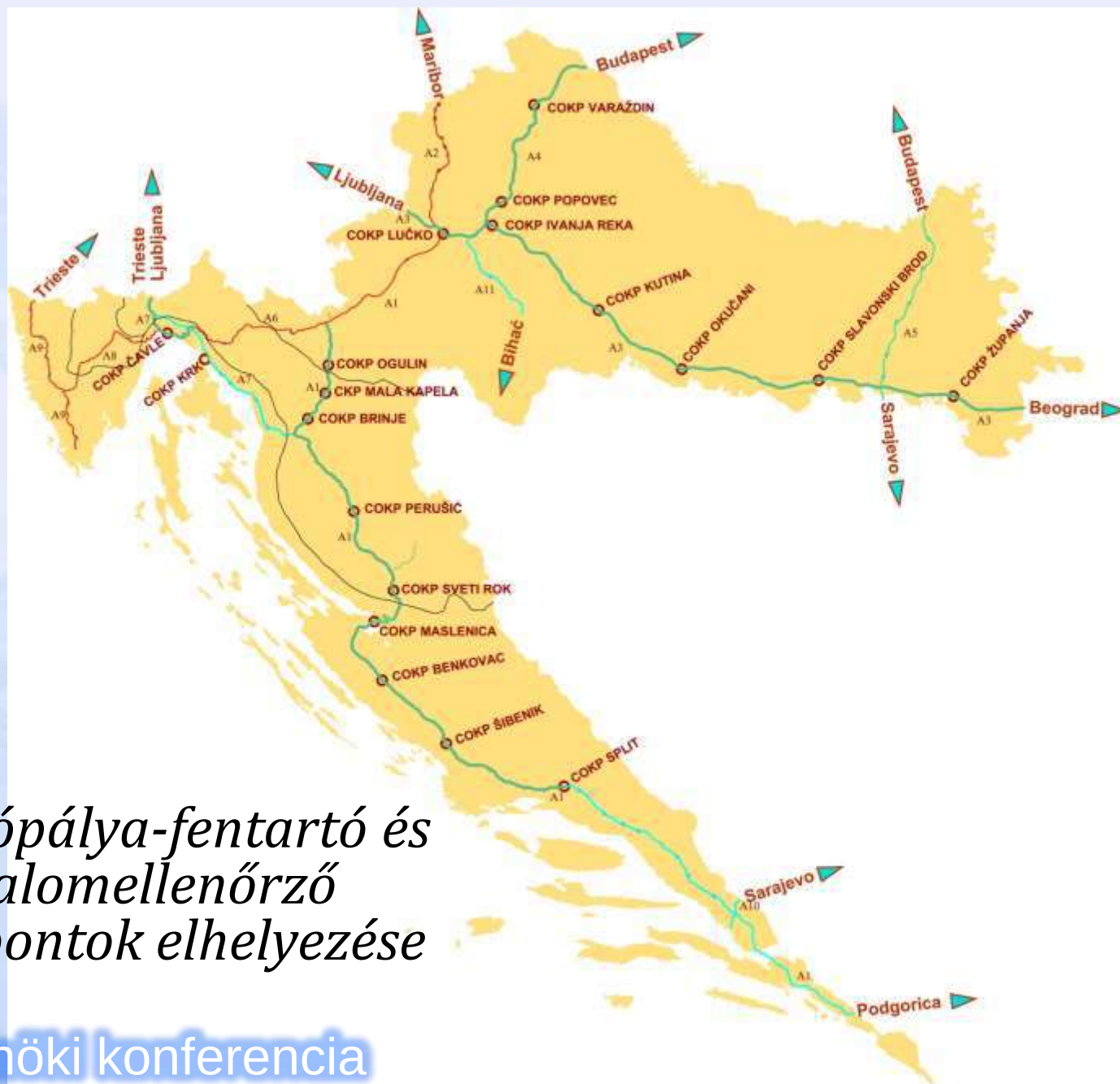
Az autópályák legnagyobb része a *Hrvatske autoceste d.o.o.* (Horvát Autópályák Kft.) kezelésében van, míg a fennmaradó részeket három koncessziós társaság: az *Autocesta Rijeka – Zagreb, d.d.* (Rijeka – Zágráb Autópálya Rt.), az *Autocesta Zagreb – Macelj, d.o.o.* (Zágráb – Macelj Autópálya Kft.), valamint a *Bina – Istra, d.d.* (Bina – Istra Rt.), kezeli.

A hidak fenntartása (II)

Azonban a **gyors ütemű autópályaépítést** nem követte azonnal a fenntartáshoz szükséges **megfelelő szervezeti struktúra**, különösen a hosszú alagutak, a tengerparti környezetben lévő nagy hidak és a forgalom nyomon követéséhez és irányításához szükséges különleges berendezések vonatkozásában.

Mégis, 2006. után jelentős előrehaladást értünk el, így Horvátországban jelenleg mintegy **20 autópálya-mérnökség** (autópálya-fenntartó és forgalomellenőrző központ) működik a *Hrvatske autoceste* irányítása alatt.

A hidak fenntartása (III)



*Az autópálya-fenntartó és
forgalomellenőrző
központok elhelyezése*

A hidak fenntartása (IV)

A fenntartásra ható legfontosabb tényezők:

- * az autópálya területén fennálló területi adottságok,
- * időjárási körülmények (klíma),
- * talajadottságok és
- * nagy műtárgyak.

Kevés ország rendelkezik ilyen földrajzi sokszínűséggel ily kicsi területen, mint Horvátország.

Az ország északnyugaton az Alpok keleti lábaitól, keleten a pannon síkságon és a Duna partján keresztül a Dinári-hegységig és a szigetekkel tarkított Adriai-tenger partjáig nyúlik.

A hidak fenntartása (V)



A hidak fenntartása (VI)

Az új autópályák mentén bonyolult információs-kommunikációs infrastruktúra épült ki, ami magában foglalja

- * a forgalmi tájékoztatási rendszert,
- * a forgalom távfelügyeletét az alagutakban,
- * a video-felügyeleti rendszert és hasonlókat, ami a közlekedésben résztvevőket szolgálja.

Ennek keretében kidolgoztunk egy rendszert a **műtárgyak kezelésére**, mely azok fenntartásának hosszú távú tervezésén alapul.

A hidak fenntartása (VII)

A kezelési rendszer a következő egységekre tagolódik:

- * pályák,
- * hidak (völgyhidak, átereszek, felüljárók, aluljárók és vadátjárók) és alagutak,
- * vízelvezetési rendszer,
- * autópályák felszerelése (szélvédők és zajvédők).

A hidak fenntartása (VIII)

A horvát autópálya-hálózat 80-as években épült részei, különösen pedig a rajtuk található **műtárgyak** már olyan állapotban vannak, hogy tekintélyes mértékű **fenntartási munkákat igényelnek**, amihez jelentős pénzbeli kiadások szükségesek.

A legkiemelkedőbb példa erre a **Száva-híd Ivanja Rekánál** a zágrábi elkerülő körgyűrűn.

A **Krk-szigeti hídon** úgymond a befejezése óta folynak a javítási munkálatok.

A hidak fenntartása (IX)



*Javítási munkálatok a
Száva-hídon Ivanja Rékánál*

A hidak fenntartása (X)



*Javítási munkálatok a
Krk-szigeti hídon*



A hidak fenntartása (XI)

Különleges figyelmet szentelünk a **környezetvédelemnek** is, ezért a Fenntartási Osztályon belül egy **Környezetvédelmi és Tájépítő Alosztályt** alapítottunk.

Ennek célja a táj **nemesebbé tétele**, az autópályaépítés környezetre gyakorolt kedvezőtlen hatásainak az enyhítésére, melynek során a legnagyobb figyelmet a bevágások és töltések rézsűinek kialakítására fordítjuk: füvesítés, bokorültetés, hálók, geotextil beépítése, stb.

A hidak fenntartása (XII)

A növényfajták kiválasztása során elsőbbséget élveznek a maguktól kikelő és hazai fajták.

A tájépítés a személyzet türelmes és gondos munkáját igényli egész évben.

Munkájuk vezérlőelve egy holland tájépítésztől, *Huizingától* ered:

„A tájépítés csúcsa az, amikor a munka befejezése után nem látszik, hogy azt emberi kéz alkotta.”



Köszönöm kedves figyelmüket!

50. hídmérnöki konferencia