

*Az M7 autópálya Ordacsehi-Balatonkeresztúr közötti szakasz
167+594 km szelvényében lévő S65 jelű feszített, NSZ/NT beton
felszerkezetű aluljáró építése*

A kivitelezés tapasztalatai

előadó:

*Bodor Jenő
főépítésvezető*

Előzmények:

- Laboratóriumi kísérletek során meghatározásra kerültek az NSZ/NT beton lehetséges összetételei
- Keverőtelepi próbakeverések során az NSZ/NT betont üzemi körülmények között előállítottuk, majd kiválasztásra került a legmegfelelőbb receptúra
- A Danubiusbeton-Marcali betonüzem területén végzett nagyminta kísérletek során meghatároztuk a
 - pumpálhatóság feltételeit
 - tömörítés legmegfelelőbb eszközeit
 - a beton lehúzás technológiáját
 - felületképzés, érdesítés lehetséges módszereit
 - FIBRIN 1832 polipropilén szál adagolását
- Tapasztalatokat szereztünk az eddig nem alkalmazott beton újszerű „viselkedésével” kapcsolatban







MAHÍD
2000

Próbabeépítések végleges szerkezetekbe

- S 68 sz. híd „E” jelű támasz kiegyenlítő lemez
- S 60 sz. híd „B” támasz kiegyenlítő lemez
- S 64. számú híd bal pálya pályalemez

Az első két próbabeépítés célja főként a beton hosszabb szállítás utáni viselkedésének, pumpálhatóságának, tömöríthetőségének vizsgálata volt

A harmadik próbabeépítés volt gyakorlatilag a technológia „főpróbája”. A fő szempont a felületképzés nagy összefüggő felületen történő megvalósíthatóságának vizsgálata, valamint egy esetleges üzemzavar esetén szükséges munkahézag kialakításának lehetősége volt.

Próbabeépítés az S60-as híd kiegyenlítőlemzénél



Próbabeépítés az S64-es híd pályalemezénél



A próbabetonozások tapasztalatai

- Az eltarthatóság jó, a beton felújítható
- A konzisztencia veszteség 30-45 perc szállítási idő alatt nem jelentős, néhány centiméter
- A tömörítéshez szükséges idő hosszabb (~20 mp) mint a normál beton esetén
- A vibrátor által átmozgatott beton sugár kisebb, ezért sűrűbb rászterben kell a vibrátorokat a betonba engedni
- Az ideális terület tömöríthetőség szempontjából 50 ±5cm körül van, ez sűrű vasalás esetén is megfelelő
- 40 cm-es területnél és az alatt a beton elkezd rugalmasan viselkedni, elnyeli a tömörítési energiát, és nem tömörödik megfelelő mértékben
- Az alacsony víz-cement tényező és a sok vegyszer miatt a beton hamar „bőrösödik”, kiszárad. Ezt a jelenséget permetezéssel sikerült kézben tartani

A próbabetonozások tapasztalatai

- Az NSZ/NT beton különösen érzékeny az összetevők receptura szerinti pontos adagolására
- A beton konzisztenciája ±3-4 l/m³ víz eltérés hatására szélsőségesen változik
- A beton lejtős felületen történő felületképzése 2-3% esésig megoldható
- A szaladagolás több szempontból is előnyös
- A beton pumpálható
- A felület érdesítésére műfüves hengert alkalmaztunk
- Kísérletezés történt többféle rezgés gerjesztésű lehúzógerendával
- A betonozáshoz szükséges egyedi eszközök tervezése, gyártása és kipróbálása megtörtént


Az S65 jelű híd NSZ/NT felszerkezetű híd építése

- A híd alépítménye és felmenő szerkezete fejgerenda szintig a FŐMTERV eredeti tervei szerint megépültek
- A háttöltések alatt a konszolidáció gyorsítása érdekében szalagdrain készült, majd megépült a trapéz alakú háttöltés
- A konszolidációs idő alatt elkészültek a fejgerendák és a hídfők első üteme
- Monolit NSZ/NT feszített felszerkezet építése
- Csatlakozó CP4/3 útburkolat építése
- Befejező munkák, korlát, acélszegély, dilatáció

Szalagdrain építése az S65 jelű híd töltésalapozásánál





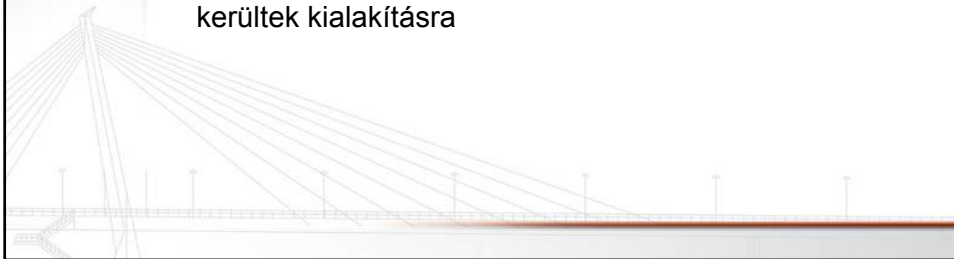


Az S65 jelű híd felszerkezetének építése az alábbi technológiai folyamatokra bontható:

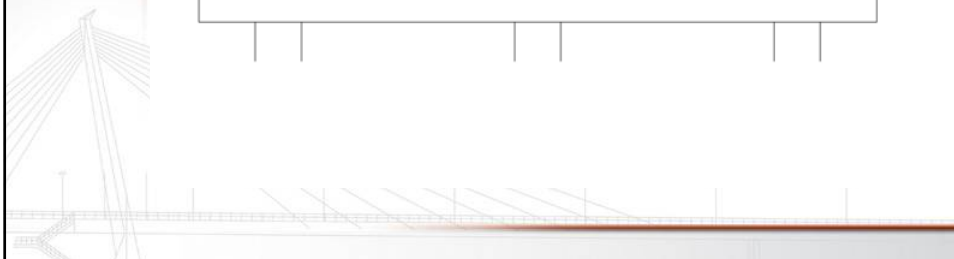
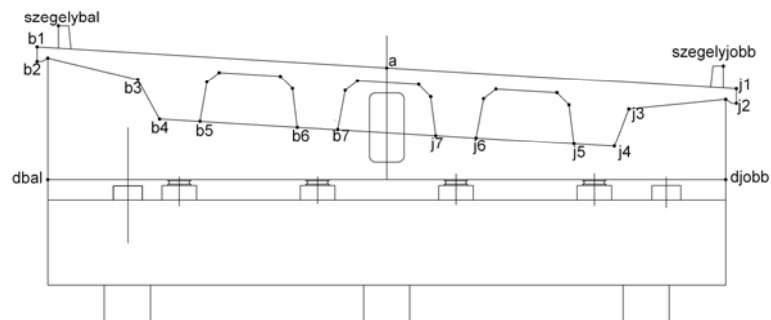
- A tervek alapján egy közel vízszintes, elforgatott helyzetű híd zsaluzat megtervezése
- Zsaluzat megépítése
- Vasszerelés, feszítőkábelek, korlát és acélszegély lehorgonyzó szerelvényeinek elhelyezése
- Betonozás, felületképzés, utókezelés
- Feszítés
- Zsaluzat részleges bontása után a süllyesztés/forgatáshoz szükséges hidraulikák elhelyezése
- Zsaluzat bontása
- A híd végleges helyére süllyesztése/forgatása
- Saruk elhelyezése, aláöntése
- A híd sarukra helyezése, hidraulika eltávolítása
- Hídfő 2.ütem (térfal) építése

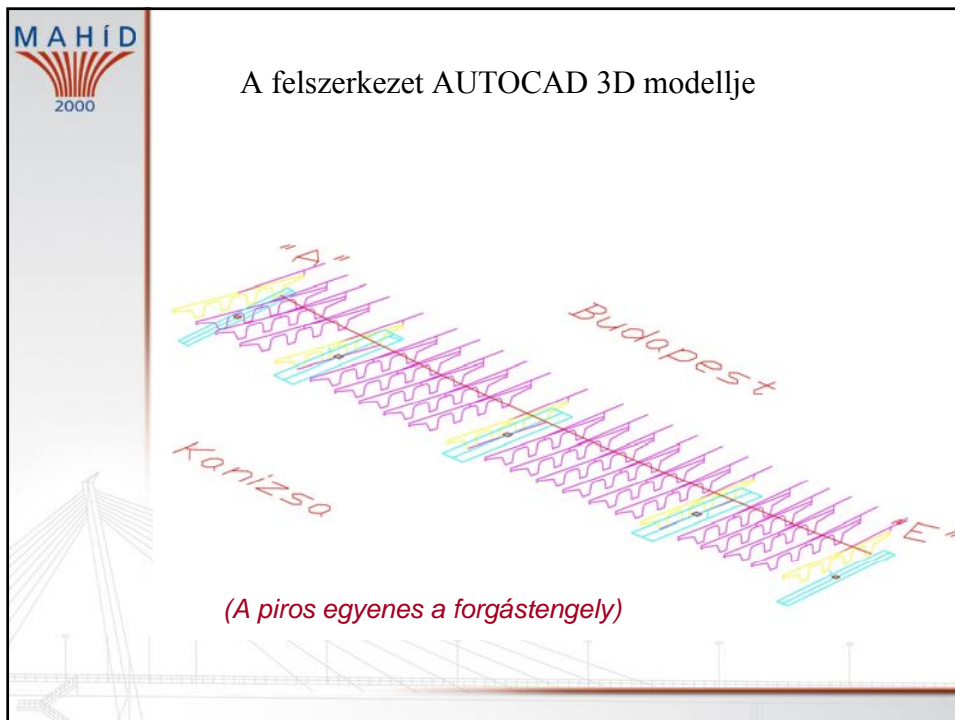
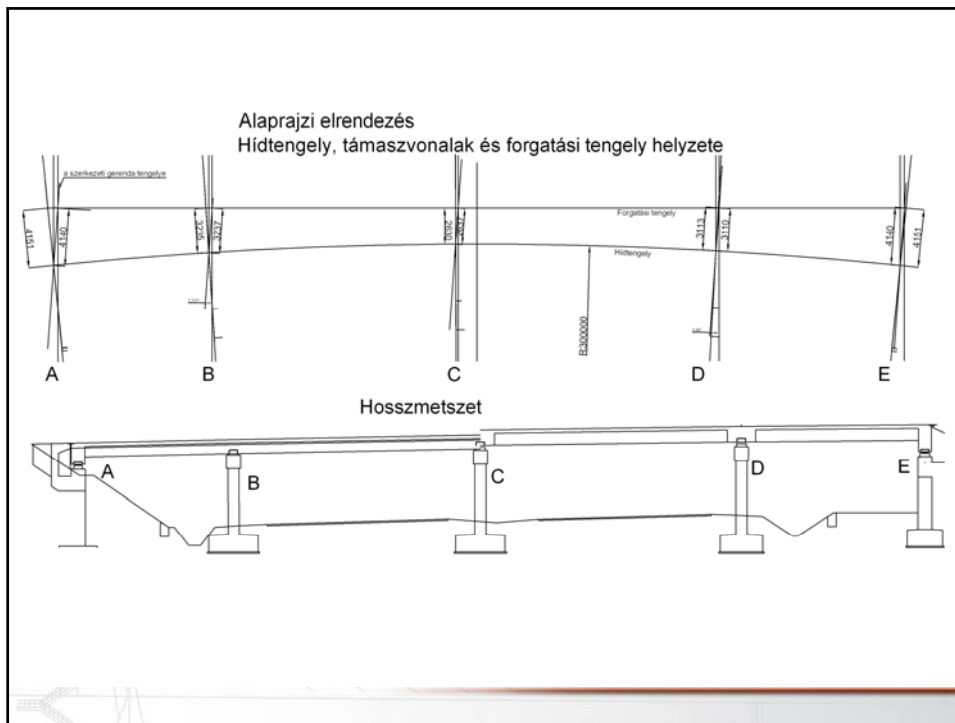
A zsaluzat kialakítása

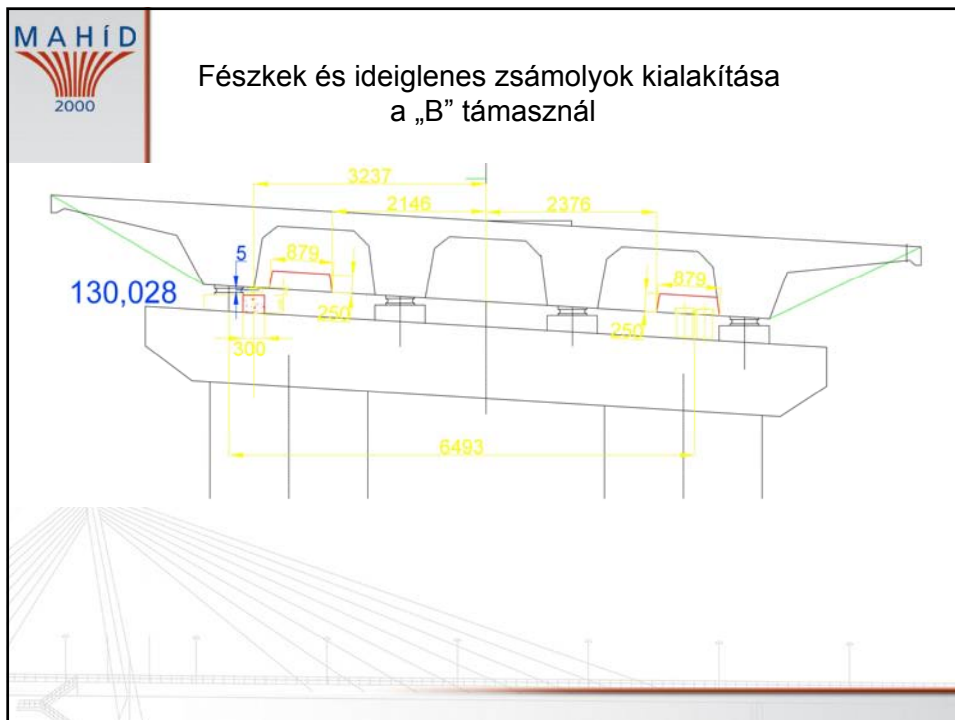
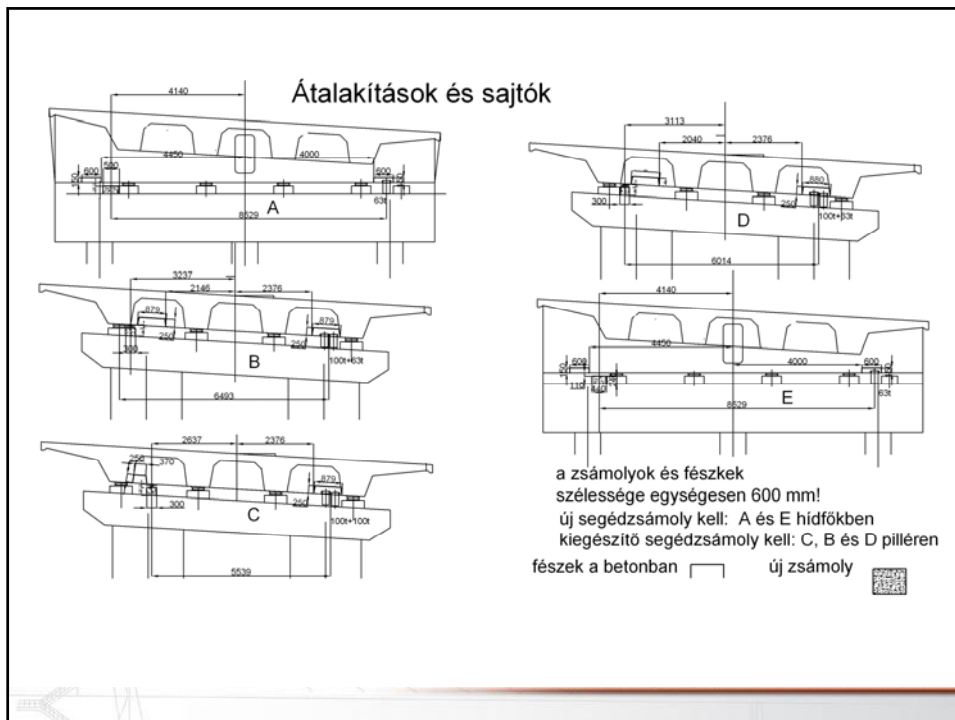
- A zsalu a PERI Multiprop rendszerével készült
- A zsaluzat koordinátáinak meghatározására elkészítettük a híd AUTOCAD 3D modelljét
- Majd ezt elforgatva megkaptuk a szükséges adatokat
- Az elforgatott helyzetű híd koordinátáit a helyszínen kitzúzve megépült a zsaluzat
- A hidraulika elhelyezéséhez a keresztartókon fészkek kerültek kialakításra



Zsaluzat jellegzetes koordinátáinak jelölésrendszere







Az állvány és zsaluzat építése



Betonacél szerelés, feszítőkábelek elhelyezése

- A betonacél szerelés célszerűen két ütemben történt
 - Először a bordák és kereszttartók vasalása
 - Majd a feszítőkábelek befűzése után a kengyelek lezáró vasalata és a pályalemez vasainak szerelése
- A feszítéshez a VORSPANN-TECHNIK GmbH VT-CMM rendszerét használtuk. A rendszer előnyei:
 - Kis súrlódási veszteség (zsírozott pászma)
 - Legtöbb esetben elég egy oldalról feszíteni
 - Nincs szükség utólagos injektálásra, megfelelő korrózió elleni védelem
 - Az egyszerűen extrudált kábelek egyszerűen, könnyen elhelyezhetők
 - Gyors (az S65 híd komplett feszítése 2 nap alatt elkészült)



Betonacél szerelés és a feszítőkábelek elhelyezése

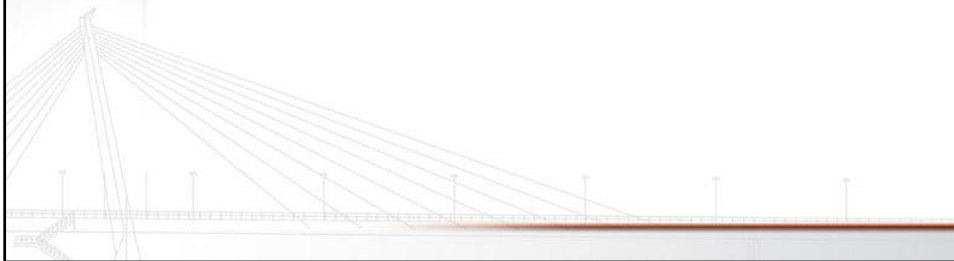


Korlát és acélszegély lehorognyó szerelvényeinek elhelyezése



A betonozás lebonyolítása


- A betonozás két üteme:
 - Az első ütemben a hossz és kereszt irányú bordák
 - Második ütemben a lemez betonozása
- A beton lehúzó TREMIX vibrogerendával csavarosan állítható, szintezett sínrendszeren
- Simítólapos simítás, majd műfüves hengerrel érdesítés
- Párazáró szer felhordása (Emcoril-B), majd a beton kellő szilárdulása után terfil takarás és nedves utókezelés



Az S65 jelű alujáró felszerkezetének betonozása







A használt gépek, eszközök

- 3db betonpumpa, 125-ös csőátmérővel, 36,41,42 m gémhosszúságokkal
- Újszerű állapotú mixerek, üzemenként 5+6+6 db
- 20t daru a munkaállványok és anyagok mozgatására, tartalékként konténeres betonozásra felkészítve
- 2 db sínpályán gördülő munkaállvány-hídszerkezet a felületképzés és érdesítés elvégzésére
- Sínpályán gördülő permetező híd, szabályozható permetmennyiséggel, telepített szivattyúról üzemeltetve
- TREMIX vibrogerenda, simítólapok
- LIEVERS P14E külső motoros egyik végén csapágyazott tűvibrátorok
- Műfüves henger az érdesítés elvégzésére
- Két független sínpálya készült, egyik az gördíthető eszközök számára, a másik a lehúzógerendához


A beton organizációja, minőségbiztosítás

- A beton három betonüzemből érkezett párhuzamosan
 - HOLCIM Rt fonyódi üzeme
 - HOLCIM Rt marcali üzeme
 - Danubiusbeton-Marcali Kft marcali üzeme
- A beton a keverőtelepekről csak a terület mérés elvégzése után indulhatott, erről jkv. készült
- A beton szállítása 4m^3 -es tételekben történt
- A helyszíni laborszemélyzet a technológus irányítása mellett újabb terület mérés után beállította a konzisztenciát, majd adagolta a FIBRIN szálakat
- A FIBRIN szál elkeveredése (6-8 perc) után újabb terület mérés következett, majd a mixer a pumpára állhatott

A híd felszerkezet feszítése

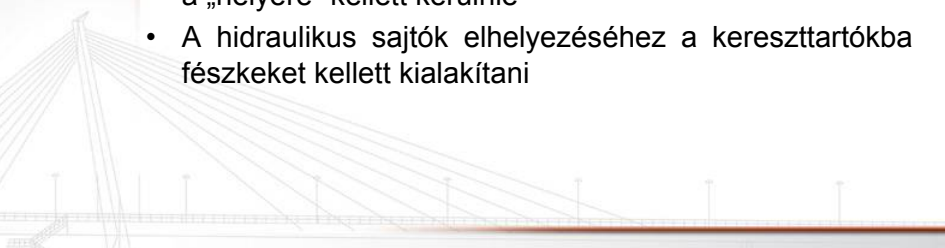
- A beton előírt szilárdsága a feszítés megkezdéséhez 40 N/mm^2 volt
- A felszerkezet feszítése a minél egyenletesebb feszültségbevitel elve alapján történt
 - Centrális pászmák feszítése kívülről a km közepe felé haladva szimmetrikusan (VT-CMM 4-150 800KN/pászma)
 - Sinusos pászmák feszítése kívülről a km közepe felé haladva szimmetrikusan (VT-CMM 4-150 848KN/pászma)
 - Közben a hosszirányú pászmák kb. hatodának megfeszítése után minden hatodik keresztirányú pászma is megfeszítésre került (VT-M 01-150 200KN/pászma)
- A feszítés problémamentesen 2 nap alatt lezajlott, repedés a felszerkezeten és a lehorgonyzások környezetében sem keletkezett

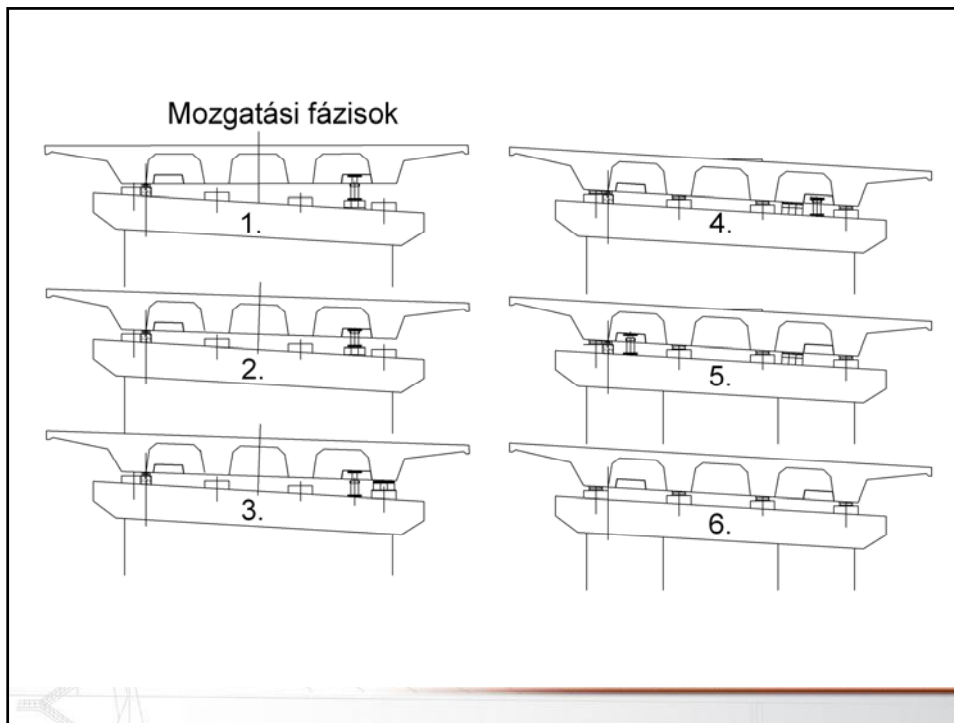




A híd forgatása/süllyesztése

- A forgatás/süllyesztés technológia a felszerkezet nagy eredő esése miatt került alkalmazásra (~7%)
- Egy merev szerkezet forgatása csak egy pontos térbeli egyenes körül lehetséges úgy hogy ne ébredjen a szerkezetben többlet feszültség
- A forgatás/süllyesztés kivitelezését úgy kellett megtervezni, hogy külön vízszintes vagy függőleges síkú mozgásra ne legyen szükség
- A hídszerkezetnek egy ütemű elforgatás után pontosan a „helyére” kellett kerülnie
- A hidraulikus sajtók elhelyezéséhez a kereszttartókba fészkeket kellett kialakítani





A híd forgatása/süllyesztése

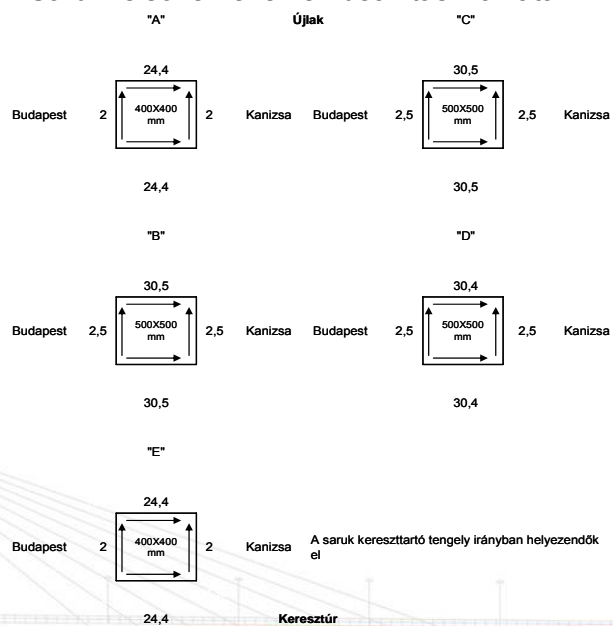
- Az alkalmazott hidraulikus sajtók
 - „A” támasznál 630kN/200mm
 - „B” támasznál 630kN/200mm+1000kN/200mm
 - „C” támasznál 2X1000kN/200mm
 - „D” támasznál 630kN/200mm+1000kN/200mm
 - „E” támasznál 630kN/200mm
- A számított reakcióerők maximumai a sajtók helyén
 - „A” támasznál 600kN
 - „B” támasznál 1600kN
 - „C” támasznál 1760kN
 - „D” támasznál 1600kN
 - „E” támasznál 600kN
- 3,5° forgatás, „C” támasznál 6800mm sugáron mérve 416mm függőleges elmozdulás
- A híd forgástengelytől legtávolabbi pontja ~70cm-t mozdult el




A saruk elhelyezése

- Az alkalmazott saruk a FIP Vasoflon tip. fazéksarui
 - A középső „C” támasznál 1db fix, +3db unidirectional
 - A többi támasznál 1 db unidirectional (a „C”-n lévő fix vonalában), +3 db multidirectional
 - A közbenső támaszoknál 500X500mm, a hídfőknél 400X400mm méretben
 - Összesen 20db fazéksaruvall biztosított a felszerkezet bármilyen irányú kényszermentes dilatációs mozgása
- A saruk felső lemezeinek elhelyezése zsaluzáskor
- A felszerkezet végleges helyére kerülése után a saruk elhelyezése majd a saruzsámolyok betonozása, saruk aláöntése (Mapefill)

Saruk felső lemezeinek beállítási vázlatá

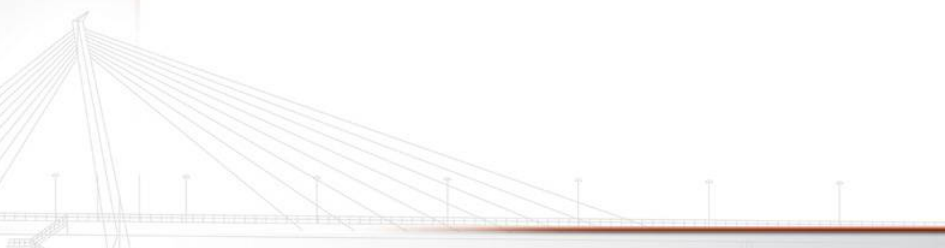







A hídon alkalmazott dilatáció

- Az olasz FIP Industriale által gyártott GPE 80 típus
- A dilatáció által biztosított elmozdulás $\pm 40\text{mm}$
- A dilatáló hossz $\sim 30,5\text{m}$
- A dilatáció merev betonszerkezethez kapcsolódik, így átmeneti gerenda alkalmazása volt szükséges a dilatáció melletti hosszanti repedésképződés megakadályozására
- A dilatáció egyedi megoldással „felhajtva” csatlakozik a trapéz alakú acélszegélyhez vízzáró módon







A hídhoz csatlakozó betonút

- A híd előtt és után 35-35m beton útburkolat készült az út-híd csatlakozás vizsgálata szempontjából
- A pályaszerkezet felépítése
 - Védőréteg: 30 cm HK, E2 min= 75 N/mm²
 - Burkolat alap: kötőanyag 20cm CKt, E2 min=270 MN/m²
 - Pályaburkolat: 20cm-es CP4/3-20/KK-f150 minőségű beton
- A beépítés három ütemben történt
 - Első két ütemben a 2X4m szélességű forgalmi sávok, formasínek között finisheres (WIRTGEN SP 500) bedolgozással
 - Harmadik ütemben a hídhoz történő csatlakozás ék alakú kifuttatása formasínek közötti kézi bedolgozással
- A felület érdesítése seprűzéssel történt

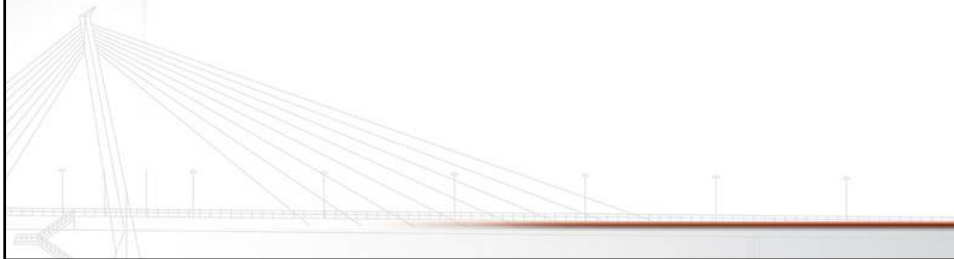
A hídhoz csatlakozó betonút

- A hídhoz csatlakozó első pályatábla kettős hálós vasalást kapott, a hídfőbe történő bekötéssel (a hídon nincs kiegyenlítőlemez)
- A hézagok kialakítása
 - A hosszanti hézagok szoros hézagként lettek kialakítva $\varnothing 12/75$ l=120cm B60.50 betonacél elhelyezésével
 - A keresztirányú hézagok $\varnothing 25/25-50$ cm B38.24-es sima, l=80 cm egyik oldalán tapadásgátló bevonatos betonacéllal kerültek kialakításra
 - Az első és második pályatábla között szabványos terjeszkedési hézag lett kialakítva
- Az aszfaltúthoz történő csatlakozás a szabvány szerinti „betonfogas” csatlakozással történt



Befejező munkák

- Az S65 jelű alujárón H-3 visszatartási fokozatú horganyzott korlát készült
- A szokványos vasbeton szegély elhagyásával egyedi horganyzott acél szegély készült
- A korlát lekötése hüvelyes-csavaros megoldással, az acélszegély talplemezekhez hegesztve készült, rejtett varratok alkalmazásával



Korlát és acélszegély szerelése



Az S65 jelű aluljáró



Az S65 jelű aluljáró





**MAHÍD 2000 Magyar Hid- és Szerkezetépítő
Zártkörűen Működő Részvénytársaság
1151 Budapest, Mogyoród útja 42.**

Telefon: (+361) 305-1300

Fax: (+361) 305-1221

Email: info@mahid2000.hu

Honlap: www.mahid2000.hu

Köszönöm figyelmüket:

Bodor Jenő



**MAHÍD 2000 Magyar Hid- és Szerkezetépítő
Zártkörűen Működő Részvénytársaság
1151 Budapest, Mogyoród útja 42.**

Telefon: (+361) 305-1300

Fax: (+361) 305-1221

Email: info@mahid2000.hu

Honlap: www.mahid2000.hu