

Út és hídépítések geodéziai munkái

Bodó Tibor

Magyar János

Általános elvek

A geometriai építésirányítás általános feladatai:

- Geodéziai koordinátarendszer kialakítása.
- A tervek illesztése geodéziai koordinátarendszerbe.
- Felmérési kitűzési hálózatok kialakítása.
- Ellenőrző mérések a kitűzéseknél és a megvalósult szerkezeteknél.

A műszaki ellenőrzés fő sarokpontjai:

- Miről, miből történt a kitűzés? (alaphálózatok használata, azonossága)
- Mit tűztünk ki? (a tervek és kitűzési adatok egyezősége, a változásvezetés jelentősége)
- Hogyan tűztünk ki? (alkalmazott technológia, a szakmai szabályok, valamint a technológiai utasítás betartása)

Speciális feladatok a kitűzéseknél és a próbaterheléseknél.

Tervezési adatok, térképek készítése

- ▶ A nyilvántartási térképek az alapok, de sok kiegészítés szükséges.
 - ▶ Magassági értelmű felmérések kiegészítések, hossz- és keresztmetszvények felvétele.
 - ▶ Keresztező utaknál és vízfolyásoknál hossz- és keresztmetszvények, illetve mederszélvények mérése
 - ▶ Csomópontoknál, kereszteződéseknel, részletgazdagabb ábrázolás.
- ▶ Tervezési térképek készítése és annak hatása a műszaki tervre.
- ▶ Műszaki terv fontossága: meghatározza az alkalmazott technológiát, pontossági követelményeket, illetve a speciális feladatokat.
- ▶ A tervezési térkép és a műszaki terv meghatározza a felmérés vízszintes és magassági rendszerét, illetve a tervezői igényeket.
- ▶ A tervezési térkép felmérési hálózata, alkalmas lehet a kitűzési, építésirányítási hálózat kialakítására (kísérő poligon az út mentén, illetve a csomópontoknál kialakított négyszöghálózatok).

Kitűzési hálózatok kialakítása az építésirányításhoz

- A felmérési hálózatot az utak esetén a kísérő poligon jeleníti meg, állandósított pontokkal (régebben tripódok)
- A mérési, számítási technológia a hosszúoldalú sokszögelés és szintezés. A szintezés helyére lépett az utóbbi években a trigonometria magasságmérés. Az alappontok meghatározását kiváltja napjainkban a GPS technológia (RTK, illetve bázis rover megoldásnál a saját bázis állomás kialakítása)
- Technológiától függetlenül a számítások eredménye vetületi redukciót tartalmaz, melynek értéke az ország területén változó.
- Az útépités pontosságát általában nem zavarja, az a tény, hogy a mért vízszintes távolság és a koordinátákból számított távolság eltér egymástól.
- A csomópontoknál, hidaknál alkalmazott eljárás, hogy kísérő poligon környező pontjait felhasználva egy mikro hálózat kerül kialakításra.
- A hálózatok kívánatos alakja és állandósítási módja nem tér el az általános hálózati követelményektől. Ezt azonban sok esetben korlátozza az árterület és a kisajátítás szűk sávja.

Hálózatok geometriája, állandósítása, számítása

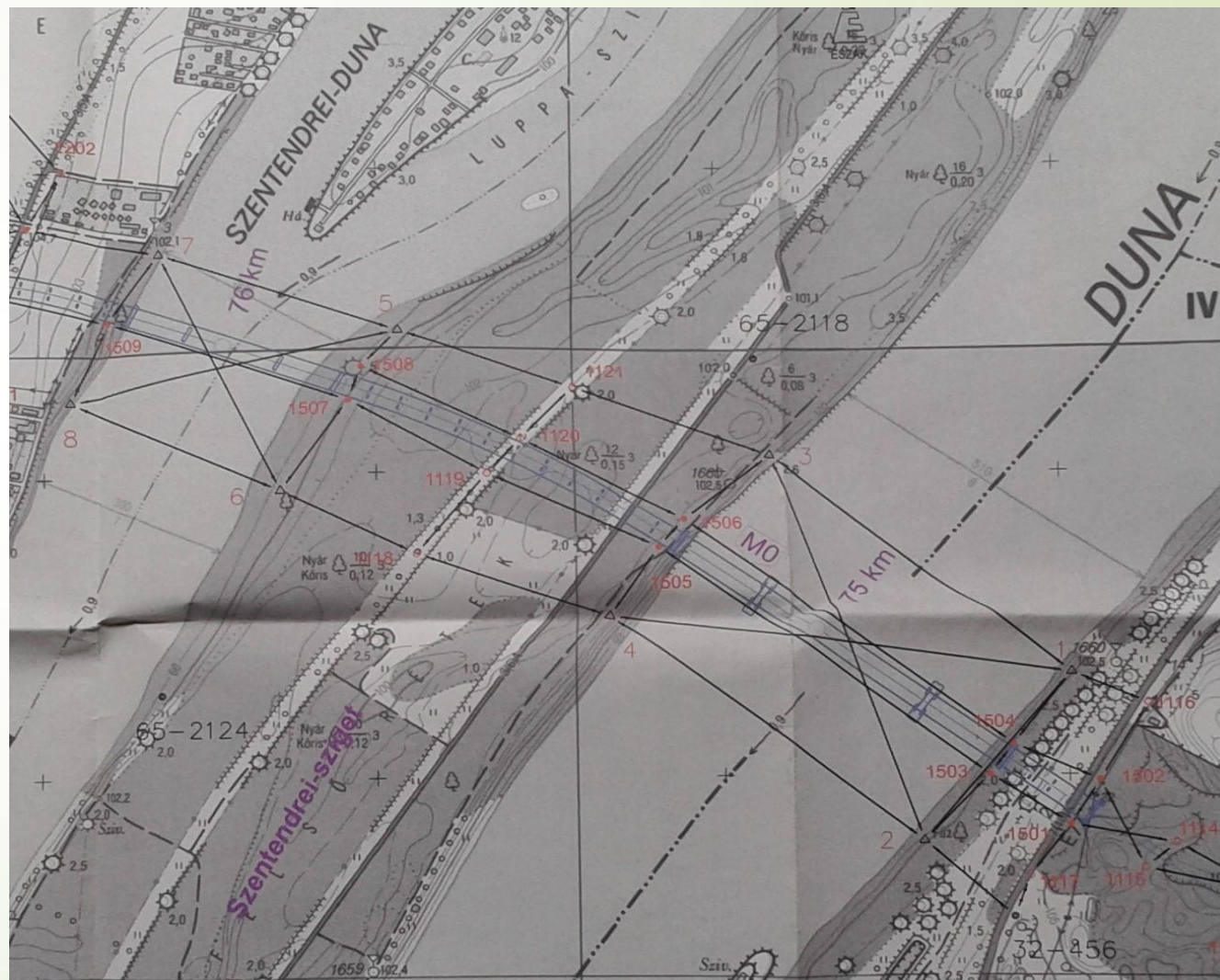
- ▶ Megjelennek a geodézia hálózatok magassági problémái. A folyókon az új átkötések és az új technológiák a régi hálózatok magassági hibáit mutatják ki.
- ▶ Technológiai kérdéseknél, pontossági követelményeknél, hálózati problémáknál, a tervezési térképek adatait, illetve vízszintes és magassági rendszerét kell felhasználni. A műszaki terv és a technológiai utasítás adhat választ a felmerülő kérdésekre.
- ▶ A vonalas létesítményeknél, így az út-és vasútépítésnél használatos koordinátarendszer az EOVS rendszer.
- ▶ Az út-és vasútépítésben a kísérő poligon hálózat bizonytalanságát felváltja egy szabatos hálózat, amikor az egy műtárgyhoz ér.
- ▶ A vetületi redukció értékét a műtárgy területéről a kísérő poligonra kell áthelyezni.
- ▶ Az így keletkezett hálózatok a hidak esetében nem rendelkeznek redukciókkal: a mért hosszak megegyeznek a koordinátákból számított hosszakkal.

Hálózatok geometriája, állandósítása, számítása

- ▶ A hálózati pontok magasabb rendű pontokból származnak, de nem tartalmaznak vetületi korrekciót. Tulajdonképpen helyi hálózat kialakítás bizonyos elvei érvényesülnek, de EOV, vagy EOV jellegű koordinátákat tartalmaznak.
- ▶ A mérések hibahatáron belül vannak, és fölös számú méréssel vannak meghatározva. A számítások az összes mérés figyelembe vételével történnek, a számítások megfelelően vannak dokumentálva. A magasabb rendű pontokból vannak levezetve, származtatva az itt szereplő pontok is.
- ▶ A kiegyenlítések is ennek megfelelően két, vagy három dimenziós egyidejű számítással történnek, szabad hálózatként, vagy két pont megkötésével.

M0-ás északi híd, Megyeri híd hálózata

- A híd 5 részből áll: Az ártéri hidak és a szigeten található hidak helyszínen betolt feszített vasbeton hidak, a Kis Duna felett acélgerendás híd ortotróp pályaszerkezettel, míg a fő mederben egy ferdekábeles ortotróp pályaszerkezetű szekrény híd.
- Budapest északi térségében a vetületi redukció több mint 5 cm-t jelent kilométerenként, ha az átlagos magasságot 102,5 m-nek vesszük.
- A híd teljes hosszára (több mint 1,7 km) vetítve ez 8-9 cm-t jelent. Tehát a mért távolságok és a koordinátákból számítottak ennyivel különböznek.
- Az elv ugyanaz, de nem lehet 8 cm-t kitolni a jobb és bal parti szakaszokra, ez már a csatlakozó útszakaszokban is problémát okozhat.
- Öszvér megoldás keletkezett: Redukció-mentesek lettek az acélhidak. A vasbeton ártéri hidak kapták az eltéréseket.
- A bal parti, budai szakasz 2cm, a szigeti szakasz 5 cm, míg a pesti oldal közel 1 cm értéket kapott a teljes vetületi redukcióból.



M0-ás északi híd, Megyeri híd hálózata

- ▶ Az így keletkezett hálózatok az acél hidak esetében (Szentendrei és a Nagy-Duna ág) nem rendelkeznek redukciókkal: a mért hosszak megegyeznek a koordinátákból számított hosszakkal.
- ▶ A vasbeton hidak esetében (a budai ártéri, a szigeti és a pesti ártéri hidak) a torzítások miatt az eltérések nem haladják meg a 100 méterenként 1 cm eltérést.
- ▶ A hálózat kialakítása után egy kvázi EOV hálózat jött létre, amelynek EOV koordinátákhoz hasonló értékei voltak. A Technológiai Utasításban szabályoztuk, hogy nem szabad használni a külső tájékoztató irányokat, illetve korlátozva voltak a GPS-szel történő kitérések.
- ▶ Hálózat alakjának kialakításánál és az állandósítás módjánál optimális feltételek voltak. Ezt igazolják a hálózat kiegyenlítési eredményei és az a tény, hogy az alappontok az építkezés teljes időtartamára rendelkezésünkre álltak.



M0-ás északi híd, Megyeri híd hálózata

- Az alappontok alapozása, vasalása és az átmérő kiválasztása is jól sikerült, az árvízi vízszintemelkedések sem okoztak gondot a pontok stabilitásában.
- Szintezési poligonok a folyókkal párhuzamosan voltak kialakítva, az új átkötések és a GPS mérések 2 cm-es magassági hibát fedtek fel. A magassági problémát a kevésbé érzékeny felvezető szakaszok viselték.



Szolnok, Tiszavirág híd hálózata

- A híd nem párhuzamos ívű kosárgörbe tartóval rendelkező acél híd, amelyen az ártéri hidak szerepét vasbeton rámpa, illetve lépcső biztosítja.
- A Szolnok térségében 8 cm-t jelent kilométerenként a vetületi redukció, 86 m-es átlagos magasság mellett.
- A híd teljes hosszára, (150m-re) vetítve ez csupán 1 cm-t jelent. Az ellentmondást a teljes szakasról ki lehetett iktatni.
- A hálózat alakja egy klasszikus 4 pontos hálózat, pillérekből. A hálózat alaki kialakítása ideális volt. A kiépítés során az eddigi 30-40 cm-es átmérő helyett csupán 25 cm-es átmérő épült, a kért cölöpalapozás nem került helyszíni ellenőrzésre.
- A fentiek miatt a parton lévő épületekre elhelyezett őrpontok, prizmák is az alappont hálózat részévé váltak, a meghatározó mérések és a kiegyenlítés ezekre is kiterjedt.



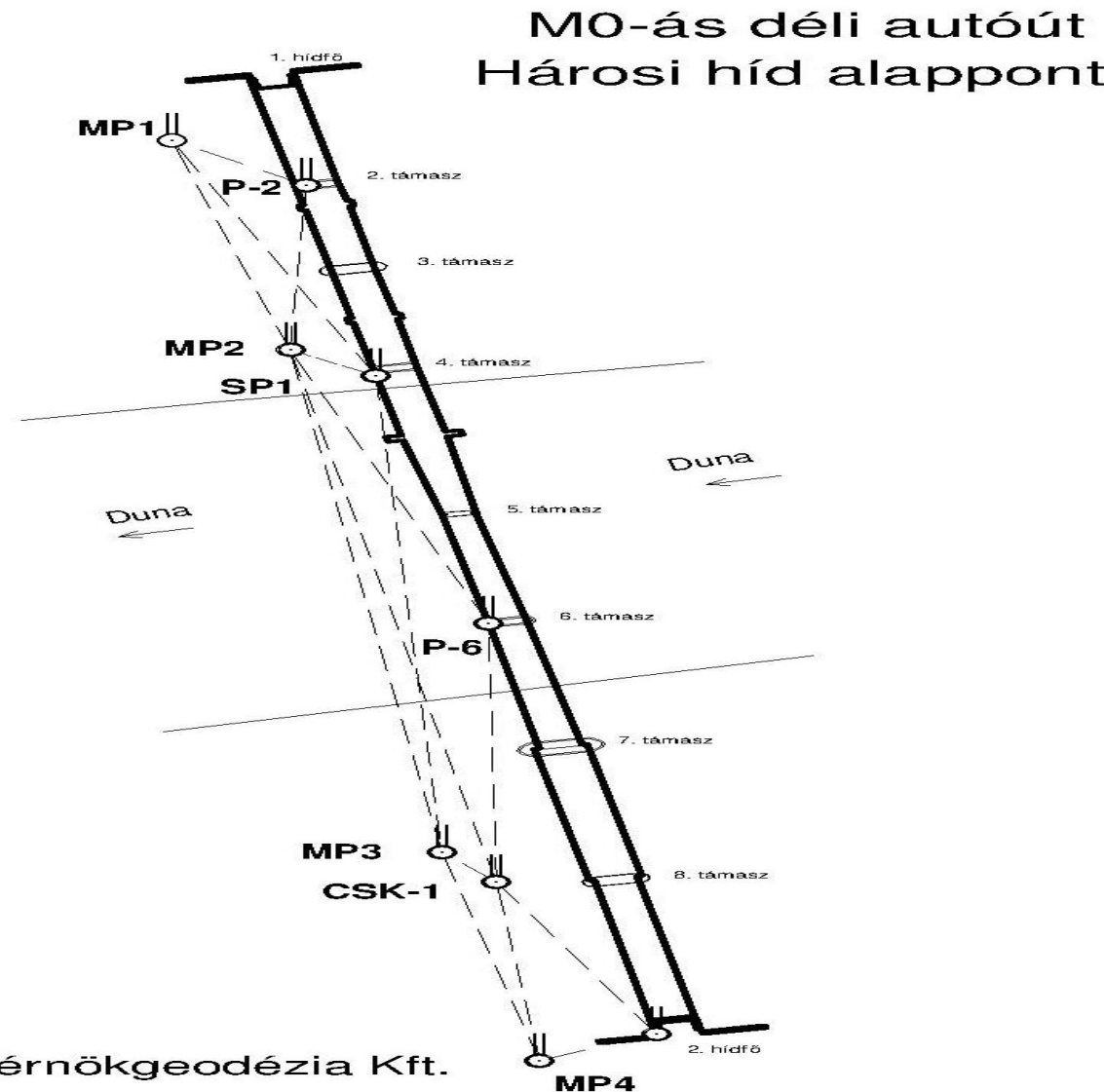
Szolnok, Tiszavirág híd hálózata

- ▶ A 4 pillérből az építkezés közepén levonuló árhullám 2 pillérnél is vízszintes és magassági értelmű elmozdulást okozott.
- ▶ A magassági eltérés nem a két part (Szolnok belváros és a Tisza-ligeti Sportközpontok) között, hanem a városi magassági hálózat és a GPS magassági mérések között jelentkeztek. Az eltérések értéke 9cm-es nagyságrendű volt.
- ▶ A tervezési térkép magassági rendszerét kellett felkutatni, hiszen a mértékadó vízszint szempontjai a tervezés során onnan lettek figyelembe véve. A Technológiai Utasítás korlátozta a magassági mérésekhez használható eszközöket és adatokat.



M0-ás déli híd, Hárosi híd hálózata

- ▶ A híd acélgerenda híd szekrénykeresztmetszettel, ortotróp acél pályaszerkezettel, helyszíni szereléssel és betolással.
- ▶ Budapest déli térségében kilométerenként 7 cm a vetületi redukció, 102 m-es átlagos magasság mellett.
- ▶ A híd teljes hosszára, 800 m-re vetítve ez 5-6 cm-t jelent.
- ▶ A kísérő poligon sajátossága, hogy GPS-szel történt a meghatározása, és a vártnál kisebb, csupán 3 cm lett az eltérés. Így az eltérés feloldása a két irányba történő kitolással nem okozott problémát. (A GPS-szel létrehozott poligon vitákat váltott ki, de hozzá tartozik, hogy a déli M0-áson a meglévő fél autópályához is kellett illeszkedni.)
- ▶ A Hárosi híd szerkezete egy a parton szerelt, onnan betolt szekrény híd, ez a hosszak estében kényes a redukciómentes hosszakra. A soroksári híd szabadon szerelt vasbeton híd, monolit betonozással.



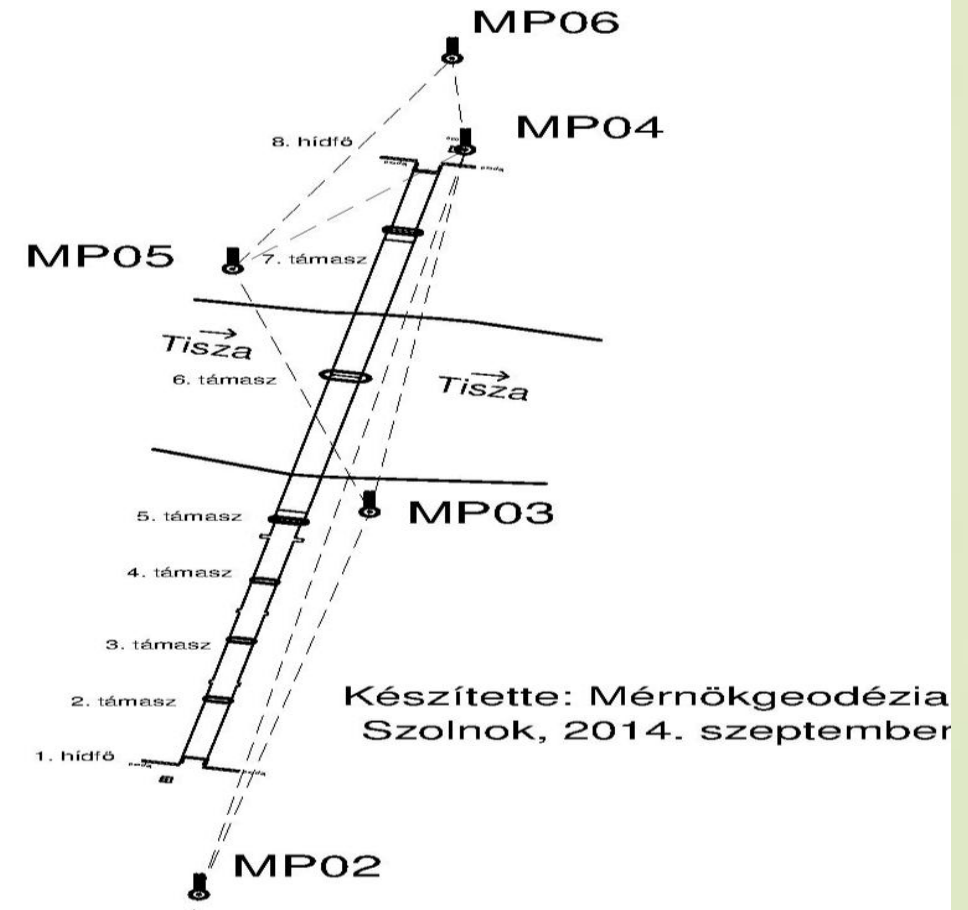
M0-ás déli híd, Hárosi híd hálózata

- ▶ A hálózat alakjának kialakításánál a feltételek korlátozottak voltak: A már működő híd a rendelkezésre álló teret jelentősen korlátozta. A hálózatot a régi hídra és a kisajátítási területre kellett beilleszteni. A soroksári Duna-ágnál volt csak lehetőség a régi híd befolyási oldalára is alappontot elhelyezni és ezzel a hálózat alakját javítani.
- ▶ A hálózat állandósítása itt is jól sikerült, a pontok jelentős része fent maradt. A régi híd előnye volt, hogy a meglévő mederpilléreket fel tudtuk használni körprizmával felszerelt kitűzési alappontként.
- ▶ Jelentősebb magassági eltérést nem találtunk a kísérő poligonban, csupán a GPS magassági megbízhatóságából adódó 1-2 cm-t.
- ▶ A magassági problémaként jelentkezett a Balti és az EOMA magassági rendszer használata, illetve az ebből adódó eltérések kezelése, főleg a már elkészült és csatlakozó szakaszon. A tervezési felmérés magassági rendszerét kellett egyértelműsíteni.



Szolnok-Szajol vasúti híd hálózata

- A híd acél rácsos tartó, ortotróp pályalemezzel, edilonos átvezetéssel.
- Szolnok térségében 8 cm-t jelent kilométerenként a vetületi redukció, 90 m-es átlagos magasság mellett.
- A híd teljes hosszán, 400 m-en, illetve ez a rendelkezésre álló kísérő poligon két végpontján ez 33 mm-t jelent.
- A kiegyenlítés során itt is a két parti szakaszra lett a korrekció fele-fele arányban elosztva.



Szolnok-Szajol vasúti híd hálózata

- A hálózatot a régi hídra és a kisajátítási területre kellett beilleszteni. A szajoli oldalon volt csak lehetőség a régi híd befolyási oldalára is alappontot elhelyezni és ezzel a hálózat alakját javítani.
- A hálózat állandósítása a Tiszavirág hídhoz hasonlóan itt is kevésbé jól sikerült: A pontok jelentős része fent maradt, de a stabilitásukkal gond volt. Ennek oka a nem megfelelő alapozás, a pillérek átmérőjének nem megfelelő megválasztása volt. A pillérek forgalom mellett remegtek, volt, amit át kellett helyezni.



A kivitelezés munkafázisai

Építésirányítás, ellenőrzések

- ▶ A hálózat kiépítése, kiegyenlítése után a Technológiai Utasításban kell szabályozni annak kötelező használat. Szabályozni kell, hogy szabad-e GPS-t használni, külső tájékozó irányokat bevonni ha a koordináták csak kvázi EOY jellegűek és a magassági rendszer nem EOMA magasságokat tartalmaz.
- ▶ A felmérési, kitűzési hálózatot sűríteni kell, illetve a munkafolyamatokhoz.
- ▶ A kitűzéseket kell végezni a földmunkához, a cölöpözéshez, szerelőbetonon a vasszereléshez, betonozás előtt a felmenő szerkezetekhez, a fejgerendákhoz és a pálya szerkezetekhez.
- ▶ Az ellenőrzéseknek két fő csoportja:
 - ▶ A végleges betonozás előtti kitűzés ellenőrzése, független egyidejű kitűzéssel, vagy a betonozás előtti független ellenőrzés. Eltérés esetén a kitűzés javítása szükséges, nincs mód a terv átdolgozására. Szuper kontroll szerep, adja meg az engedélyt a folytatásra, betonozásra.
 - ▶ A megvalósult szerkezet ellenőrzése. Ilyen a visszavésett cölöpök ellenőrzése, a vasszerelés, a beton takarás ellenőrzése, a megépült felmenő szerkezetek ellenőrző bemérése. Ezen ellenőrzéseknél a tervezői kooperáción kell dokumentálni a bemérést, ott kell hogy megoldás szülessen a szükséges változtatásokról.

Speciális hídépítési feladatok

Alapozás, kéregelem gyártás

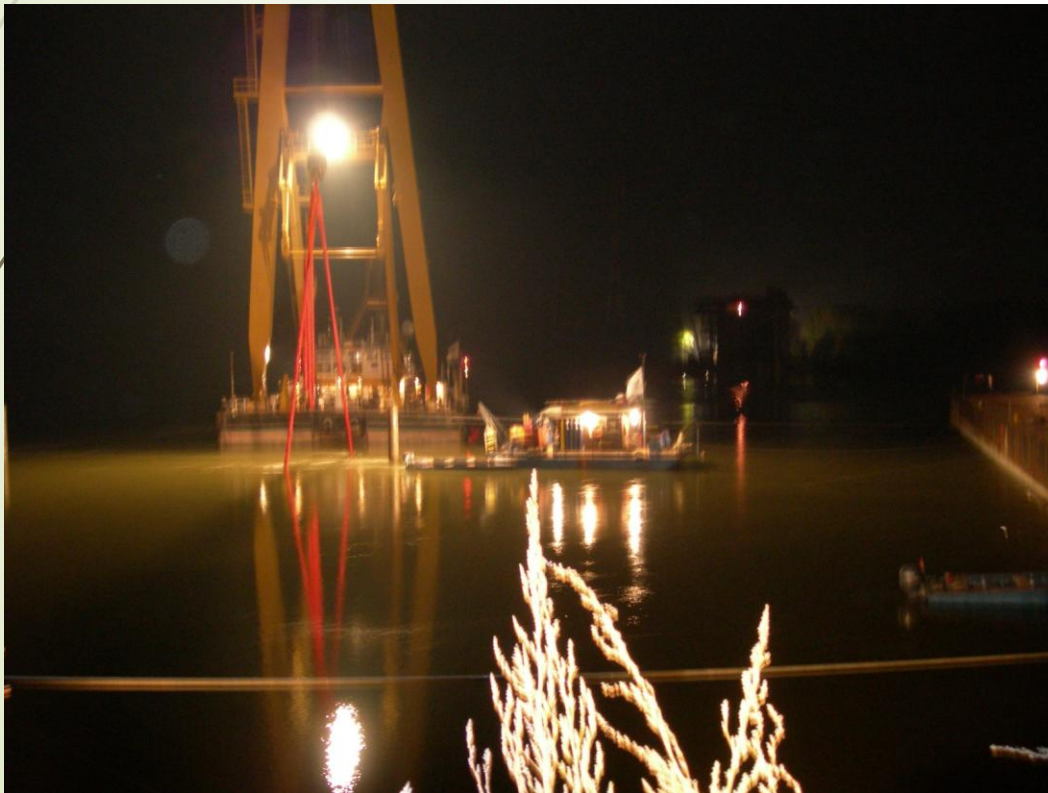
- ▶ Kéregelem gyártás a parton, az előszerelő üzemben történik
- ▶ A méretek ismeretében pontosan kell kitűzni és meghatározni az „árboc” koordinátáit helyi rendszerben és átforgatni a pillér tervezett helyére
- ▶ A kéregelem elhelyezése az árbócok segítségével történik. Az elhelyezett kéregelem meghatározza a pillér alapokat, illetve a benne kialakított fenék cölöpök helyzetét.



Speciális hídépítési feladatok

Kéregelem elhelyezése

- ▶ A kéregelemet a tervezett helyére emelik hajódaruval, ahol előzőleg a kéregelem kerülete alá 300 mm-es cölöpöket vertek le és szintre vágta búvárokkal .
- ▶ A kéregelemet a víz sodrása mellett kell a két árbóc segítségével 5-10 cm pontosan a helyére tenni.



Kitűzések, bemérések levegőben és a víz alatt

A kéregemek belsejében nagy átmérőjű cölöpöket fúrnak le a teherbíró talajig, melyek pontos helyzetét a kéregem belsejében meg kell határozni. (megvalósulási bemérések)

- ▶ Az álláspont meghatározása és a kitűzés, bemérés néha elég szűk helyen felállva történik



Zsalu pozíciók és a feszítőkamra beállítása

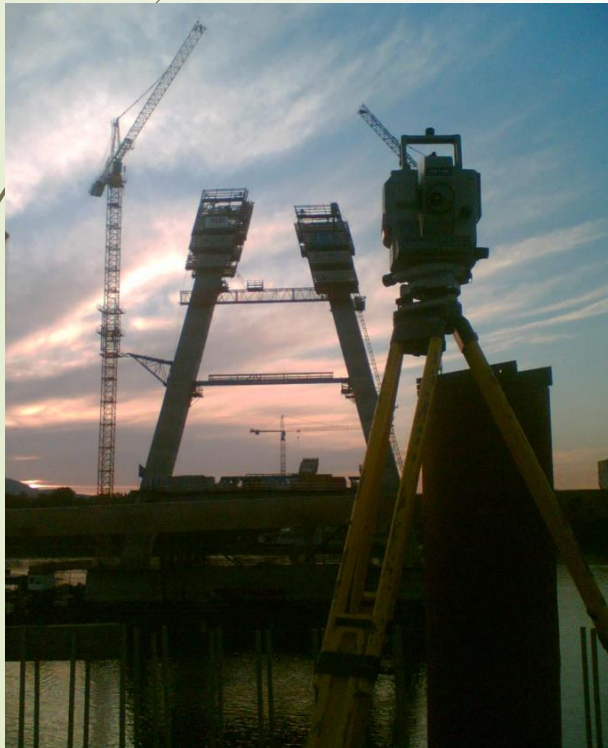
- ▶ A kitűzéseket nehezítette a folyamatosan változó burkolt állványzat, később a meredek irányzás és az állványzat belsejében végzendő kitűzés.
- ▶ A tervező előírásai 8 mm eltérést engedélyeztek a zsalubeállításnál. A zsalu beállítását mindig ugyanazokra a rögzített pontokra végeztük.



Építésirányítás a magasban

Megvalósult szerkezetek bemérése

- Magas, karcsú létesítményen végzett kitűzéseknél nagyon fontos a tervezővel való folyamatos kapcsolattartás.
- A tervező mindig csak a következő ütem koordinátáit adja meg, miután megkapta az előző ütem betonjának bemérését vízszintesen és magasságilag a beton és a levegő hőmérsékletével együtt. Mivel a pilonnak nem volt függőlegesen épített szakasza, a zsalu beállítását mindig a helyszínen számolt korrekcióval kellett végezni a hőmérséklettől és a magasságtól függően. (6 pilon 20 ütem).



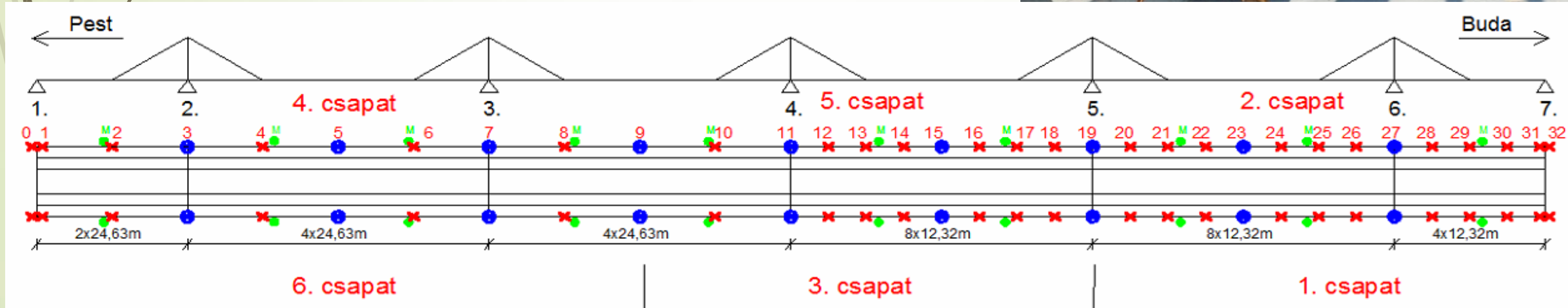
Megvalósulások, állapotfelmérések, monitoring

- A geometriai méret ellenőrzések: egyenesek, síkok, függőlegesek és tervezett geometriák ellenőrzése.
- A műszerfejlesztések áldásos hatása (felülre történő mérések, stb.)
- Monitoring, mozgásvizsgálatok
- Az elkészült alak dokumentálása a megvalósuláshoz és a későbbi vizsgálatokhoz
- Előírás: hidak magassági alappontja
- Mozgásvizsgálatok tervezése, várható mozgás nagyságrendje, a vizsgálatok gyakorisága
- Vizsgálati és viszonyítási pontok rendszere



Műszaki átadás, próbaterhelések

- A hidak műszaki átadásának feltétele a próbaterhelések elvégzése
- Próbaterhelések klasszikus esete, szintezési vonal előre telepített műszerekkel, (általában szabatos szintezőműszerek használatával) a két hídfőn elhelyezkedő fix pontok között
- Mozcásvizsgálat. ahol a terhek nagysága ismert, a vizsgálati pontok ugyanazok és teherállások változtatásával a hosszú távú folyamat modellezhető.
- Az előre számított lehajlás értékek a súlyokból és annak helyzetéből. Azonnali ellenőrzés a mért értékekkel.



Hagyományos próbaterhelések

- A próbaterheléseknél több teherállásban történik a vizsgálat, az első egy nulla teher melletti állapotfelvétel.
- Több teherállás után ismét terheletlen vizsgálat következik: A rugalmas alakváltozás vizsgálata, a bent maradó lehajlás alapján.



Próbaterhelések, egyedi vizsgálatok

- Nem közvetlen a pályalemez alakvizsgálata, hanem a vele szoros összefüggésben mozgó szerkezet vizsgálata:
- Saruk összenyomódása (Lágymányosi híd)
- Pilonok billegő mozgása (Megyeri híd)
- Kosárfülek nyílása, hajlása (Tiszavirág híd)



Összegzés

- ▶ Az alaphálózatok jelentőségét, az a tény igazolja leginkább, hogy az ellenőrző mérések tapasztalatai alapján elmondhatjuk, hogy a kitűzések eltéréseinek döntő hányadát a különböző alappontok használata, illetve a különböző tervek alkalmazása eredményezte.
- ▶ Az alappont hálózat létesítését és használatát nagyon fontos a Technológiai Utasításban rögzíteni. Kiemelten fontos a változások vezetése, az új módosított tervek, illetve alappontok adatainak módosításának követése.
- ▶ Az építkezések geometriai irányításánál, kitűzéseknél a tervek változásainak átvezetése, nem követése az egyik leggyakoribb hibaforrás.
- ▶ A speciális mérnöki munkáknál mindig az a szép, hogy nincs két egyforma feladat. A geodézia teljes tárházából kell kiválasztani azt ami a legmegfelelőbb.
- ▶ **Köszönjük megtisztelő figyelmüket.**