



A környezetvédelem fontos szempont volt a híd kialakításánál. A főváros vízellátását biztosító bal parti árterület és a Szentendrei-sziget fokozottan védett terület. A szigetre a hídról nem lehet lejárni, az élővilág, a környezet védelme érdekében a sziget feletti ártéri híd mindkét oldalán zajárnyékoló fal épül. A csapadékvíz elvezetése a hídról zárt rendszerben történik, és csak tisztítás után kerül a befogadóba.

Az M0-s északi híd jelenleg építés alatt áll. A beruházás megvalósítását a Hídépítő Zrt.-

ből és a Strabag Zrt.-ből alakult M0 Északi Duna-híd Konzorcium végzi. A híd generáltervezője a Céh Zrt. A híd építése 2006-ban kezdődött, befejezése, forgalomba helyezése 2008-ban történik.

A híd esztétikai megjelenésével méltón illeszkedik a főváros szép hídjainak sorába, és növeli a főváros jelképeinek, látványosságainak számát.

Kulcsszavak: *ferdekábeles híd, acélhíd, hidtervezés, hidépítés*

## A KŐRÖSHEGYI VÖLGYHÍD FELSZERKEZETÉNEK TERVEZÉSE ÉS ÉPÍTÉSE

Wellner Péter

osztályvezető, Hídépítő Zrt.  
wellhid@enternet.hu

### *A megépült híd*

A Kőröshegyi-völgy legalacsonyabb pontja felett 88 m magasan, majdnem két kilométer hosszban vezet az autópálya forgalmát a Kőröshegyi völgyhíd (1. ábra). A hídszerkezet a hídfőkhöz csatlakozó, két-két 60 és 95 méteres kisebb nyíláson kívül, egymástól 120 m távolságban épült tizenhat pilléren, és a két hídfőn támaszkodik. Ez a híd egyetlen darab-ból áll. Anyaga feszített vasbeton.

### *A műtárgy elhelyezkedése a környezetben*

Amikor a feladat megoldásával találkoztunk, sok lényeges dolgot már eldöntöttek. Az út

a Balatontól ilyen távol és ilyen közel épül. Így nem nyomja a településeket a tóhoz. Enged fejlesztési lehetőséget. Nincs olyan messze, hogy az üdülőterület megközelítéséhez túl hosszú utakra lenne szükség. A terület hegyes-völgyes, na jó, dimbes-dombos vidék. Egy autópályán mindenki szeret viszonylag nagy sebességgel közlekedni. Az emelkedés tehát nem lehet túl nagy. A Zamárdi és Ordacsehi közötti szakaszon néhány völgyet keresztez az autópálya. Ezek legnagyobbika felett épült a Kőröshegyi völgyhíd. A két végpontot összekötve a szintkülönbség 53,4 m. Az utat lehetett volna alacsonyabban vezetni. Ekkor azonban a dombokon keresztül alagúton át kellett volna bújni. Az alagút fenntartása,



1. ábra • A megépült völgyhíd

szellőztetése, forgalombiztonsága alighanem nagyobb költséget igényelt volna. Az építési tapasztalat nálunk az alagútépítés területén csekély. Hídépítéseknel jelentős tapasztalattal rendelkezünk. Tudom, ez nem a reklám helye. Azért ami igaz, az igaz. Olyan autós is van, aki az alagútban egy kicsit bezárva érzi magát. A hídon talán nem. Tulajdonképpen számunkra ez már eldöntött feladat volt. Csak utólag, több véleményt hallva ragadom meg az alkalmat, hogy pár gondolatot megfogalmazzak.

*Amíg az engedélyezési tervből  
kiviteli terv készülhet*

Adva volt tehát egy hatósági engedéllyel bíró tenderterv. Első lépésként a kiviteli terveket kellett elkészíteni. Az építészetben szokásos, hogy az engedélyezés során minden olyan tényezőt vizsgálnak, amely a műtárgy építése során a környezet érintettségét jelenti. Vizsgálják a szabályok betartását. A terület beépítési mértékét, a megfelelő elhelyezkedést, az oldaltávolságot, a párkánymagasságot stb. Az építményen belül a tervezésnek az előírtakon túl bizonyos szabadsága van. Az út és hídépítésnél elméletileg hasonló, részben azonban nagyobb kötöttséget alkalmaznak. Egyes részletek, amelyeken a tervezés során változtatni kellett, természetesen nem alapvető, de fontos részek módosítását tették szükségessé.

Elsőként a híd hosszával gyűlt meg a bajunk. Az eredeti terv hídfői kb. 30 m magasak voltak. A hídfő mögötti töltés is ilyen magas lett volna. Ezt a földtömeget egy hídfővel megtámasztani erőtanilag ugyancsak tisztes, bár nem lehetetlen feladat. A költségek azonban jelentősek, bár természetesen fizethetők lettek volna. Nagyobb bajt jelentett, hogy a geotechnikai szaktervezés a töltés 9-12 hónapig tartó süllyedését jelezte. Ez már „kiverte a biztosítékot”. A műszaki következmények-

ről nem is szólva, ennyit nem várhattunk arra, hogy a töltés méltóztassék szép lassan összenyomódni, lesüllyedni. Majd utána a megfelelő magassági helyzetet figyelembe véve építenék meg a hidat. Követtük az egyetlen világos lehetőséget. A hidat mindkét oldalon meghosszabbítottuk 51 méterrel. Így a híd a völgy végéig ért, és a hídfők magassága csak kb. 6 m lett. A hídfő és a mögötte lévő töltés ilyen magassága pedig általános esetnek minősül. Ettől a híd ára nem változott, a határidő nem módosult, és az autópálya megvalósítására rendelkezésre álló terület nem lett nagyobb, sőt a két irányban szükséges részsík által elfoglalt több mint száz méter széles területre nem volt szükség.

A következő változtatás a híd külső megjelenésében nem jelentett módosítást. Az egyetlen szerkezettel átvezetett út szélessége miatt a vasbeton dobozkeresztmetszet felső lemezének túl nagy távolságot kellett volna áthidalnia. Az eredeti tervben ezért középen két ferde acéldúc támasztotta volna alá. Mi úgy gondoltuk, hogy középen inkább egy vasbeton bordát tervezünk. Ezzel a szerkezet homogenitása és merevsége kedvezően alakult.

A változtatásokat csak azért tartjuk említésre méltónak, mert látható, hogy a kiviteli tervek készítése során több, az alapvető igényeket nem érintő, mégis műszakilag előnyösebb megoldás lehetősége is adódhat. Ezt szükséges támogatónak lehetővé tenni. Itt a Kőröshegyi hídnál ezeket a lehetőségeket mind a megrendelő, mind az illetékes hatóság egyetértésével és támogatásával lehetett megvalósítani.

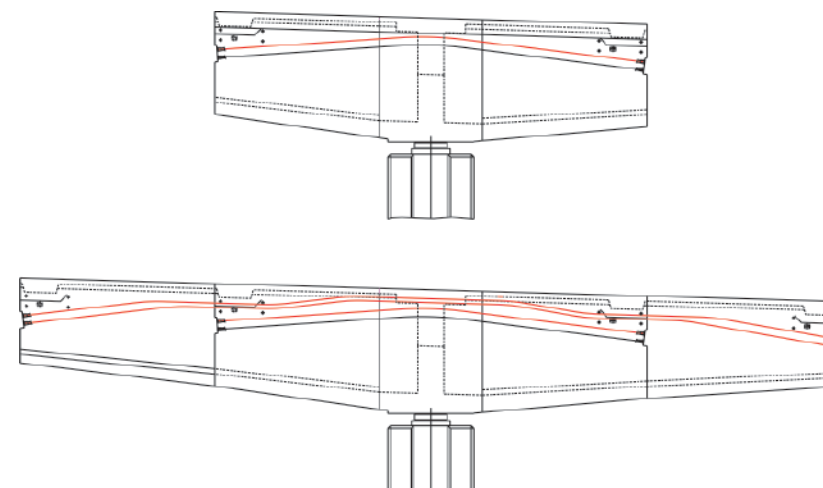
*Tervezés és kivitelezés,  
mint a hídépítés egyetlen fázisa*

A híd egyes részeinek megépítése nem mindennapos feladat volt. 30-80 m magas pillérek építése sem mindennapos feladat, de ami

igazán különleges, az a 80 m magasságban épülő, 120 méteres, 23,20 m széles vasbeton hídszerkezet megvalósítása. Ezen belül első feladat természetesen a felszerkezet tervezése volt. Természetesen csak azt lehetett megépíteni, amit előzetesen megterveztünk. Ezt könnyű mondani, de a gyakorlatban a jó eredmény elérése érdekében ez még nem elegendő. Tudni kellene, hogy milyen módon kivitelezhető ez a nem mindennapi szerkezet. Ahogyan mondani szoktuk, feltétlenül tudni kell, hogy milyen az építési technológia, milyenek az organizációs körülmények. Ezek csak az építést végrehajtó szakemberekkel együtt dolgozva határozhatók meg. Vagyis igaz az is, hogy helyesen megtervezni csak azt a műtárgyat lehet, amelyről tudjuk, hogy milyen módon lehet, és valóban milyen módon fogják megépíteni. A tervezés és a kivitelezés egy híd megvalósításának elválaszthatatlan része. Az együttműködés szükségessége a tervezés első fázisától a híd építésének utolsó fázisáig szükséges. A Kőröshegyi völgyhídnál ez így is történt. A sikeres megvalósításnak ez alighanem egyik fontos tényezője volt.

Az építési technológia alapelve már az első pillanatban egyértelmű volt. Nyilvánvalóan nem lehetséges az 1872 m hosszú, 23,2 m széles és a legmagasabb ponton 80 m magasságban a völgyet beállványozni. Természetesen csak állvány nélküli, szabadon építés alkalmazása volt lehetséges. Az előzetes fázisokban, helyesen, a szabadbetonozásos építési technológiát jelölték meg. Ennek lényege, hogy egy pillér felett elkészítünk egy – adott esetben 6,0 m hosszú – indító szakaszt. Ezután jobbról és balról egy zsaluzatban elkészítünk egy-egy, vasbeton szakaszt. Miután a beton megszilárdult, nagyszilárdságú acélpázmás kábelekkel feszítjük egymáshoz (2. ábra). Ezzel elértük, hogy a zsaluzatot tovább lehet mozgatni a következő szakasz építéséhez. Így épül meg egy pillértől két irányban a híd egy-egy szakasza, a szomszédos nyílás közepéig. A szomszédos pillérről hasonló módon épülő hídszakasszal közepén egy záró zömmel építik össze.

A feladat világos meghatározása után az organizációs körülményeket kellett rögzíteni. Ezek meghatározó jelentőségét két tényező ismertetésével lehet bemutatni.



2. ábra • A szabadbetonozásos építés

Az egyik tényező a rendelkezésre álló, rendkívül rövid építési idő. Az építés megkezdését néhány, a vállalkozóktól független körülmény is késleltette. Ezzel a nehézséggel szinte minden nagy építkezésnél lehet találkozni.

A feladatot három év alatt végeztük el. Ezen belül a különleges körülmények között, a különleges építmény felszerkezetét 2005. május elejétől 2007. május 9-ig, két év alatt építettük meg. Ez figyelemre méltó eredmény. Aki utánanéző, a nemzetközi gyakorlatban a hasonló feladat építési idő adatainak, ezt megelégedéssel nyugtázhatja. A határidő teljesítése érdekében a hidat mindkét hídfőtől indulva, egyidejűleg építettük. Mindkét oldalon egyszerre két-két pillért építettünk, és a felszerkezetet is kétoldaltól készítettük. Az építési anyag beszállítását egyidejűleg mindkét oldalról kellett biztosítani. Ezzel az organizációs módszerrel az építési sebesség kétszeresére növekedett.

Meg kellett határozni, hogy milyen hosszú szakaszokat tervezzünk. A nemzetközi gyakorlatban és a mi régebbi gyakorlatunkban is, a szakaszok hossza öt, maximum hat m volt. Rövid számítását végezve arra az eredményre jutottunk, hogy ezt a hidat így nem lehet határidőre megépíteni. Szükséges, hogy egyszerre hosszabb, sőt minél hosszabb szakaszokat készítsünk el. A következőkben tárgyalhatunk is figyelembe véve döntő mértékben 11,25 m hosszú elemeket tervezve, tizenkét-tizennégy napos építési ciklusidővel lehetőség látszott a határidő teljesítésére.

A másik meghatározó tényező, hogy milyen építési segédszerkezettel lehet a feladatot végrehajtani. A szerkezettel szemben támasztott követelmények az alábbiak voltak:

- Geometriailag 11,25 m hosszú, 23,2 m széles, 7,0–3,5 m között változó magasságú betonelem zsaluzását biztosítsa.

- A zsaluzat 700 tonna súlyú szakasz teherbírását biztosítsa.
- Egy szakasz elkészülte után a zsaluzatot a következő szakaszhoz tudja mozgatni, és az íves híd igényeinek megfelelően tudja beállítani.
- Az elkészült szakaszhoz az előző szakaszhoz történő zárásához használni lehessen.
- Egy pillér feletti ág elkészülte után a zsaluzatokat a következő pillérre át tudja szállítani, tekintettel arra, hogy ezek le- és felszerelése a rendelkezésre álló időben nem lehetséges.
- Az építéshez szükséges anyagok (beton, betonacél, feszítőkábel stb.) beszállítását a 80 m szabad magasság felett is tegye lehetővé.

Egy ilyen segédhíd-szerkezetet, amelyet ugyan a mi igényünknel kisebb híd építésénél alkalmaztak Olaszországban, sikerült találtunk, és a német Peiniger Röro cégtől bérelték. A helyszínen a Hídépítő Zrt. részéről a vezérigazgató által megbízott felelős igazgató, két-két vezető kivitelező és tervező ismerkedett meg a szerkezettel. Hosszú vizsgálódás, számos módosítási igény elfogadtatása után ilyen szerkezetet béreltünk. Biztosak vagyunk abban, hogy a magyar szakemberek munkájával az eredetinel jobban működő két segédhidat sikerült előállítani. Egy-egy ilyen szerkezet egyenként 1600 tonna súlyú volt (3. ábra).

Az alatt az idő alatt, míg a megfelelő technológiai segédszerkezet tervezése és gyártása folyt, a híd felszerkezetének tervezése is megkezdődött. Meghatároztuk a használati állapothoz szükséges feszítési rendszert, a szükséges kábelek mennyiségét és elhelyezkedését.

Ez volt a tervezési feladat egyszerűbb része. A 11,25 méteres elem párok építését – amelyek súlya egyenként elérheti a 700 tonnát – az 1600 tonna súlyú segédhíd és a zsaluzatok



3. ábra • Egy szakasz építése szabadbetonozásos technológiával

teszik lehetővé. Egy pillérről jobbra és balra öt-öt szakasz készül el. A segédhíd a konzolpáron két, az előző szakaszon egy lábbal támaszkodik. A szerkezet továbbmozgatása során a támasztó lábakon, ún. *főtámaszokon* kívül segéd támaszokat is alkalmazni kellett. Egyszer a segédhíd felszerkezte mozgott előre a támasztó lábakon, máskor a segéd támaszokon nyugvó szerkezet alatt a főtámaszokat helyeztük át. Ezeknek a terheknek a pillanatnyilag már elkészült feszített vasbeton szerkezetnek erőtanilag meg kellett felelnie. Ugyancsak különleges terhek jelentkeznek, amikor a segédhidat az elkészült hídrésztől 60 méterre lévő következő pillérre át kell helyezni. A számítások során a feszítés mértékét az igények szerint ellenőrizni, szükség esetén módosítani kellett. Szükségesnek tartottuk, hogy a bonyolult szerkezet erőtanilag független, nagy szakértelemmel rendelkező mérnöki szervezet ellenőrizze. Ez a cég, a Leonhardt, Andre und Partner, részletes számításban igazolta, hogy a tervezés helyes volt.

Mindenki természetesnek tartja, hogy egy híd olyan legyen, hogy a terheket megfelelő biztonsággal tudja viselni. Itt azonban jelentkezett egy, az építés módjából adódó további bonyolult feladat. Az építési mód ismertetése során látható volt, hogy itt a pillérektől két irányban épülő 60 m hosszú konzoloknak kellett az előzőleg megépült hídszakaszhoz pontosan csatlakozniuk. A konzolvég lehajlásának mértékét tehát ki kellett számítani. Minden szakaszt a saját súlyán kívül terhelte a segédhíd támaszainak különböző mértékű és helyzetű terhe, valamint azok továbbmozgatása során jelentkező tehercsökkenés hatása. Amikor elkészült a teljes konzolhossz, akkor kellett pontosan találkozni az előzőleg épült konzol végével. Ehhez azt is figyelembe kellett venni, hogy a három hónap alatt, amíg az új szakasz épült, a konzol végének magassági helyzete a hőmérséklet, az anyag zsugorodása és lassú alakváltozása miatt ugyancsak módosul. A bonyolult számításokhoz az ilyen számítások elvégzésében nagy tapasztalattal



4. ábra • Az új hídág összekötése a korábban elkészült hídrésszel

rendelkező német Leonhardt, Andre und Partner tervező cég munkáját vettük igénybe. Az egyes szakaszok építése előtt a megadott helyzetbe kellett beállítani a zsaluzatokat. A szerkezet a beton terhétől lefelé, a feszítéstől felfelé mozgott. Minden fázisban mértük a ténylegesen megvalósult magassági helyzetet. Ennek alapján lehetett értékelni a helyzetet, és a következő szakasz beállítási helyzetét megállapítani. Ehhez a munkához a kivitelezés és a tervezés folyamatos nemzetközi kapcsolattrendszerben való működésére volt szükség. A résztvevők együttműködését, szakmai tudását az eredmény minősíti (4. ábra).

Az itt leírtak ékezes bizonyítják, hogy egy ilyen bonyolult műszaki feladatot csak a tervezők és kivitelezők egyidejű, közös munkájával lehet sikeresen elvégezni. Ennél a munkánál adva volt egy tapasztalt vezetők által irányított, egymást ismerő és egymást megbecsülő tervezői és kivitelezői csapat. Ennél a hídnál sok fiatal szakember is jelentős

feladathoz jutott. Feladatukat nagyszerűen oldották meg. Nélkülük ezt a sikert nem lehetett volna elérni.

*Az építési technológia változtatása.  
Ok és következmény*

Amikor közeledtünk a felszerkezet építésének feléhez, szembe kellett nézni azzal, hogy a híd átadása a forgalom számára a kívánt határidőre erősen kétséges. Kerestük tehát a gyorsabb építés lehetőségét. Az első pillanatban nyilvánvaló volt, hogy csak akkor lehet az építési időt rövidíteni, ha a felszerkezet szakaszait nem a helyszínen zsaluzatban, hanem előre gyártva készítjük el. Ez esetben a szakaszok előre gyártását, felemelését és feszítését párhuzamos munkavégzéssel lehet végrehajtani (5. ábra).

Most már csak meg kellett találni az új technológia végrehajtásához az alkalmas szerkezeteket. Elsősorban olyan emelőszerkezetet, amely 650 tonnás elemeket akár 80 méter

magasságra fel tud emelni, pontos helyzetbe tudja állítani, és a beállított helyzetben tartani tudja mindaddig, amíg azt az előző szakaszhoz hozzá lehet feszíteni. Annak érdekében, hogy a híd felszerkezte minden pontján az eddigiekkel azonos kialakítású legyen, és a szakaszok csatlakozása pontos és folyamatos legyen, a szakaszokat hosszirányban két részre osztottuk. Az előre gyártott részt 1,5 méterrel rövidebb hosszban készítettük el, és amikor az elemet felemeltük, a már elkészült szakaszhoz csatlakozó 1,5 méteres hossz helyszíni betonozással készítettük el.

Az elvekkel tehát eredményre jutottunk. De az ördög, mint tudjuk, a részletekben van elrejtve. Legalább öt változatot ajánlott a szerkezetet gyártó cég. Egyik sem látszott igazán jól alkalmazhatónak. Hosszasan vitakoztunk. Mindenki tett javaslatot, amíg ki nem alakult a végleges, alkalmasnak ítélt megoldás.

Ezután a német cég áttervezte a segédhíd egyes részeit, biztosította az emelő sajtókat, és összeállt az új építési technológia. A felszerkezet erőtanulmányát ismét el kellett készíteni, a vasbeton elemeinek tervét, a feszítőkábelek vonalvezetését át kellett tervezni. Ezt követően lehetett az elemek előre gyártását megkezdni. Az elemek gyártási helye a völgyben, pontosan a végleges, a hídban elfoglalt helyük alatt volt, mivel az emelőszerkezet kis beállítási korrekción kívül csak függőleges emelésre volt alkalmas.

Az új technológiára való áttérés nehéz elhatározást jelentett. Az eredetit már mindenki ismerte. Az új vajon fog-e működni? Mennyi idő alatt történik meg a szerkezetek átalakítása? Mennyi idő alatt tanuljuk meg alkalmazni? A költségtöbblet sem elhanyagolható. Bizony sok érintett szakember vonakodott a változtatástól. A cég vezetése azonban



5. ábra • Az új technológia alkalmazása előregyártott elemekkel



6. ábra • A modern dilatációs szerkezet

kiemelten fontosnak tartotta a szerződés teljesítését. Így a változtatás mellett döntött. A következő naptól az összes résztvevő, akár eredetileg támogatta, vagy nem igazán szerette, teljes erővel azon munkálkodott, hogy az új technológiára való áttérés eredményes legyen. Ez jelentette a siker egyik fontos tényezőjét.

A technológia váltásának eredményét, az építési sebesség növekedését, a következő adatok mutatják:

- Az eredeti technológiával: 14 nap alatt 45 m épült. Ez napi 3,2 m felszerkezet építése.
- Az új technológiával: 7 nap alatt 45 m épült. Ez napi 6,4 m felszerkezet építése.

*Az útszakasz egy kényes pontja*

A híd tartószerkezetén kívül foglalkozni kellett a híd és a töltés csatlakoztatásának megoldásával.

A hídtest csatlakozása az útpályához minden hídnál különös gondot jelent. A híd hossza a hőmérsékletváltozás hatására növekszik vagy csökken. Beton anyagú szerkezetnél még a zsugorodás hatására is változik, zsugorodik. A Kőröshegyi híd teljes hosszában egyetlen szerkezet. A számított mozgás több mint egy méter. A gondot ennek a hézagnak a méretváltozása jelenti. Elvárjuk, hogy a gépkocsik áthaladása viszonylag simán és kis zajjal járjon. Ugyanakkor elvárjuk, hogy az átmenet a vízzárást biztosítsa. Ennek hiányában a csapadékvíz átfolyik a felszerkezetről a hídfőre, és ott korróziós károkat idéz elő. Vagyis az átvezetés a megkívánt határon belül mozgó, mégis folyamatos és vízzáró legyen.

A Kőröshegyi völgyhídnál Magyarországon első alkalommal egy olyan, a német Maurer cég által gyártott, dilatációs szerkezetet építettünk be (6. ábra), amely ezeket az



7. ábra • A két hídfőtől épített szerkezet találkozása

igényeket minden eddigi szerkezethez képest magasabb szinten biztosítja. A felületen, az útpálya síkjában egymás mellett mozgó, fésűs elhelyezésű elemek biztosítják a gépkocsik zökkenő nélküli áthaladását, s ennek eredményeképpen az alacsony zajszintet. Ez alatt az ismert zárt, harmonikamozgást és vízzárást biztosító gumibetétes szerkezet helyezkedik el.

*Epilógus*

A híd megvalósításának előkészítése, tervezése, kivitelezése és az ellenőrzés munkájának eredményét mutatja, hogy a két oldalról épített 1872 m hosszú, közepén csatlakozó híd-

szerkezet a tervezett időben, módon, teljes pontossággal valósult meg (7. ábra).

Ez az eredmény sok szakember és valamennyi közreműködő többéves, szívvel-lélekkel végzett munkájának, kitartásának köszönhető.

Kívánom, hogy az egész országnak annyi öröme teljen benne, mint nekünk, akik részt vettünk ebben a munkában.

Kulcsszavak: *feszítés, szabadbetonozás, pászmás kábel, záró zöm, ciklusidő, segédhíd, konzol, zsugorodás, lassú alakváltozás, szabadszerelés, dilatációs szerkezet*