

## A Kossuth téri mélygarázs és látogatóközpont tervezése

Holu Gergely – Pethő Csaba

*Szerzőink nemcsak mint tervezők, de tervezői művezetőként is részt vettek a Kossuth téri kiemelt beruházás részeként megvalósuló nagyszabású létesítmény – a mélygarázs és látogatóközpont – létrehozásában. Cikkükben a tervezési és vasbeton-szerkezeti sajátosságokat mutatják be.*

A Parlament Magyarország egyik legszebb, emblemikus épülete, s a hozzá méltó, nívós környezet létrehozása, a Kossuth tér átala ítása már régóta foglalkoztatja a magyar közéletet és politikát. A tér megújítására a múltban már voltak törekvések (több koncepció is készült), de anyagi lehetőség és a megfelelően határozott politikai akarat hiányában ezek a tervezés fázisában elakadtak.

### A TERVEZÉSI FELADAT

A tér újjáépítésének szándéka 2011-ben került ismét a politikai döntéshozók elé, amikor is az országgyűlés határozatban döntött a Kossuth tér rekonstrukciójáról (1. ábra).

Meghatározták az átépítés során megvalósítandó fő feladatokat, a teljesítés határidejét, valamint felelős szervként kijelölték az Országgyűlés Hivatalát mint beruházót.

A specifikációk és követelmények további részletezésére az Országgyűlés Hivatala kidolgozta a Steindl Imre Programot, majd létrehozta annak programirodáját a beruházás koordinálására. A generáltervezői tevékenységre kiírt beszerzési eljárást a Középépítettervező Zrt. (KÖZTI) nyerte el, aki tervezői alvállalkozóként az UVATERV Zrt.-t, a FŐMTERV Zrt.-t és az S73 Kft.-t vonta be a munkába. A beruházás lebonyolítói és műszaki ellenőri feladataira kiírt pályázaton az ÓBUDA-Újlak Zrt.-t választották ki.

Generálkivitelezőként, valamint a mélygarázs alaplemez feletti szerkezet generál szerkezetépítőjeként a KÉSZ Építő Zrt. nyerte el a projektet, a mélygarázs munkatér-ha tárolására és alaplemezére kiírt kivitelezői pályázaton pedig a Bohn Mélyépítő Kft. futott be győztesként. A beruházásról további részletes információk és érdekességek olvashatók a [www.nemzetfotere.hu/](http://www.nemzetfotere.hu/) weboldalon.

A KÖZTI generáltervezői irányítása alatt a tervezésben részt vevő felek feladata volt a tér felszíni rendezése, a mélygarázs és látogatóközpont, a Parlamenti Múzeum, valamint egyéb kapcsolódó munkarészek megvalósításához szükséges teljes körű tervezői tevékenység ellátása. Jelen cikk keretében a vasbeton szerkezetű mélygarázs és látogatóközpont szerkezeti kialakításának és szerkezettervezéséhez kapcsolódó tervezési feladatainak bemutatását tűztük ki célul. A műtárgy szerkezettervezése teljes egészében az UVATERV szakági tervezésében készült (Metróés Szerkezettervező Iroda).

### A MÉLYGARÁZS ÁLTALÁNOS KIALAKÍTÁSA

A mélygarázs a Parlament északi oldalán lévő téren helyezkedik el, a Duna rakparti támfalával szinte érintkezve, a többi oldalon utcákkal, épületekkel határolva. A déli oldalon álló Parlament kétszintes pincével alapincézett. A hatalmas épület speciális lemezalapon áll. A változó vastagságú, a kupola alatt 4 métert is elérő beton alap és a kor technológiájával készített, rétegesen terített és szemcsés adalékanyagba bedolgozott cementhabarccsal kitöltött „cik lop” réteg, ami biztosítja az épület terheinek közvetítését a

teherbíró altalajra.

A mélygarázs három földalatti szintet foglal el. A -2, -3 és -4 szintek 592 gépkocsi, 10 motorkerékpár és 30 kerékpár egyidejű befogadására alkalmasak. A felső szinten biztosítani kellett kisteherautók behajtását, ezért az emelt belmagasságú. A személy közlekedést három lépcsőház és három lift biztosítja. A látogatóközpont megközelítése akadálymentesített.

A látogatóközpont foglalja el a -1 szint nagyobbik felét, míg a maradék területen a nagy vastagságú földfeltöltés teljes értékű parkosítást tesz lehetővé. A komplexum négy főbejárattal rendelkezik. A mélygarázs a rakpartról és a Balassi Bálint utcából rámpás lehajtón keresztül közelíthető meg, a látogatóközpontnak a térről elegáns lépcsős, a rakpartról szintbeli megközelítése van.

A látogatóközpont és a garázs rakparti bejáratának árvízvédelmi biztosítása kettős védelmi vonallal történik (2–3. ábra).

### SZERKEZETI KIALAKÍTÁS

Munkagödör határolás A  $72 \times 111$  méteres befoglaló méretű műtárgyat a budapesti jó vízvezető talajrétegek miatt vízzáró résfalal körülvárással terveztük. A 14,5–15,5 méter mély munkagödör határolása 60 centiméter vastag, kétsoros, ideiglenes kihorgonyzással biztosított részfallal történt, a sarkokban többsoros acélcső ducolat alkalmazásával. A résfalat az alap lemez földmunkasíkjára alá 4,5 méterrel túl nyújtva terveztük, illetve a fokozott vízzárás biztosítása érdekében követelményként írtuk elő, hogy az alapkőzetet jelentő ép agyagba legalább 3,0 m-rel minden esetben be kell azt mélyíteni (1. kép). A felső rétegek vegyes feltöltések, változó teherbírásiúak.

Mélyebben tömör kavics, homokos kavics van. A terület alapkőzete az oligocén korú kiscelli agyag, ami nagy teherbírásiú, kis vízáteresztő képességű.

A résfal lavírsíkját a mértékadó árvízszinten, a 104,53 mBf. magasságon határoztuk meg. A résfal vízzáró betonból, a munka hézagokban a vízzárást fokozó fugaszalagokkal épült. A felső horgonysor az építési víz fölött indult, az alsó horgony víz alatti technológiával készült. A szerkezet mozgásának követésére mind a négy oldalon, a fal kb. harmadában 2-2 inklinométer csövet építettek be.

Mivel a garázs fölött nincs megfelelő leterhelő tömeg, a felúszás ellen a talajvízszint szabályozásával védekeztünk. A garázs alap lemeze alatt homokos kavicsrétegbe ágyazott drénrendszer, a résfal és a bélésfal között pedig felületi drén vezet a vizet a gyűjtőkutakba. Az összegyűjtött vizet szivattyúk emelik a csapadékvíz-elvezető rendszerbe vagy felhasználható az épület üzemeltetéséhez.

A résfal számítását Plaxis 8 geotechnikai programmal végeztük, a jellemző keresztmetszetek figyelembevételével. Az északi, nyugati és keleti oldalon egy-egy mértékadó keresztmetszet méretezése elegendő volt a hasonló jellegű talajszerkezeti és felületi adottságok következtében. A Parla ment felőli résfalszakaszon három különböző keresztmetszet adódott, az Országház épülete és a csatlakozó szerkezetek miatt.

A határon belüli épületeket terhelésként vettük figyelembe, a talajvízből a tízéves dunai középvíz által okozott víznyomást számítottunk. A méretezésénél nagy hangsúlyt kellett fektetni a résfal alakváltozásának korlátozására, illetve a fokozott vízzárás követelmény miatt 0,2 milliméteres repedéstágassági határérték betartására.

A megbízói követelményeknek megfelelően az építéshez részletes kockázatelemzést kellett készítenünk, amelyben többek között a Duna vízszintjének és az építés előrehaladásának függvényében határoztuk meg a teendőket. A „figyelmeztetés”, „készség” és „vészjelzés” fokozatok legmagasabb kockázati szintjéhez a munkagödör elárasztása is figyelembe volt véve. A szükséges intézkedéseket leginkább az alak változások optimális mértékben való korlátozása határozta meg, a biztonsági szint egyidejű teljesítése mellett. Az értékelést a monitoring mérések napi gyakoriságúra való sűrítése valós idejűvé tette.

A tervezésre fordított energiát a 2013. évi árvíz miatt jól kamatoztattuk. A kockázatelemzésben meghatározott intézkedéseket gördülékenyen tudtuk végrehajtani. (2. kép).

A normális helyzet és vészhelyzet tudatosulása között csak egy hét állt rendelkezésre, amiből a feltöltésre négy napra volt szükség. A tervezett feltöltést a rakpart víz alá kerülése előtt néhány órával, sikerrel be is fejezték. A rekordmagasságú, az eddigi maximumot 40 centiméterrel meghaladó árvíz a gondos előkészületeknek és a terv szerinti és jó minőségű építésnek köszönhetően maradandó károsodás nélkül, mintegy 20 napos késést okozva levonult. A monitoring rendszer sűrített mérései nemcsak a pillanatnyi biztonságra adtak felvilágosítást, de a precíz adatsorok későbbi feldolgozása hasonló helyzetek megoldásához és a tervezési paraméterek pontosításához is felhasználhatók lesznek (3. kép). Az árvízi helyzet alatti mérések segítségével számítással is folyamatosan lehetett követni és ellenőrizni az eseményeket.

A mélygarázs és látogatóközpont szerkezete A garázs nyitott munkagödörben, alulról felfelé haladva épült, folyamatos nyíltvíz tartással, hagyományos vasbeton szerkezettel. A belső vizek a lejtésben kialakított födémekekről folyókákon keresztül a beszi várgó talajvíztől független külön rendszerbe gyűlnek, amelyeket az alaplemezbe bebetonozott csőrendszer juttat az aknába. A szennyezett vizet olajleválasztás után lehet a csatornába emelni.

A terheléstől függően a 85, illetve 120 centiméter vastag alaplemez vízzáró betonból épült. Az alátámasztást a garázsszinteken a forgalomhoz jól illeszkedő 60 × 110 centiméteres nyújtott körpillérek biztosítják.

A garázs 8,40 × 8,10 méteres raszter osztása a hasonló rendszereknél kényelmesebb formát tesz lehetővé. A belső födémekek vastagsága a terheléshez igazodva 25–35 centiméter között változik. A vastagabb lemezek a nagyobb forgalmi terhelés és az igényesebb, nehezebb burkolatú területek alatt vannak. A zárófödém a nagy vastagságú földfeltöltés alatt 85 centiméteres, a látogatóközpontnál elegendő volt az 50 centiméter is. Itt a vízés hőszigetelés rétegrendje felett épp csak elfér az útburkolat minimális rétegvastagsága, ezért a födémeket a kialakítandó új felszín terepviszonyait követve, lejtésben terveztük meg. A kis vastagság miatt a hajlítási és átszűrődési igénybevételek felvétele gondos tervezést igényelt.

A szerkezetek általában C30/35 betonminőséggel épültek, de különleges esetekben szükséges volt a C35/45 szilárdsági osztály alkalmazása is (4. kép).

A vasbeton szerkezetek méretezése Axis VM 10 statikai program felhasználásával készült. A 0,2 milliméteres repedéstágassági korlátozás miatt a modellezést a feladat hoz illeszkedően rugalmas és pontszerű alátámasztás mellett is elvégeztük. Az első a vasaláshoz, a másodikat a reakciók meghatározásához használtuk fel (4. ábra).

A vasbeton szerkezetek felületi minőségének a látszóbeton minősítés különböző fokozatainak megfelelő

követelményeknek kellett megfelelnie. Általában az SB2 minőséget kellett elérnie, de a látogatóközpont egyes felületein SBs szint volt az igény. Itt a fehér cement alkalmazása is nehezítette a feladatot. A födémre állított, a tervezéskor 1400 tonnára becsült szobor megtámasztása az érintett terület jelentős megerősítését igényelte.

#### A VASBETON SZERKEZETEKNEÉL ALKALMAZOTT SPECIÁLIS MEGOLDÁSOK

A kötött befejezési határidő miatt rendkívül fesztett tempójú tervezési és kivitelezési ütemezésre kényszerültünk. Igyekeztünk olyan korszerű technológiákat és megoldásokat alkalmazni, amelyek lehetővé tették a kivitelezési sebesség gyorsítását, műszakilag megfelelő megoldást nyújtottak, ugyanakkor gazdaságosak is voltak. Építőipari késztermékek, gyártmányok alkalmazása A tervezésnél alkalmaztuk a magyarországi építőipari gyakorlatban nem annyira elterjedt építőipari késztermékeket, gyártmányokat. Ezeket többnyire a hagyományos megoldásokhoz képesti magasabb ár miatt a normál építési környezetben nem szokták alkalmazni, de itt a fesztett tempójú kivitelezés és a szigorú kötbérterhes határidők miatt kifizető volt a kivitelező számára. Az alkalmazott termékek nagyban hozzájárultak a gyors, egyszerű és áttekinthető vasszereléshez, ezzel csökkentve az élőmunkaigényt és szerelési időt.

A síklemez födémeknél a nagy fesztáv, a nagy terhelés és a korlátozott repedéstágasság sűrű vasalást eredményezett, különösen a pillérfejeknél. A méretezett átszűrődési vasalások elhelyezése hagyományos elemekből nagy élőmunka-ráfordítást és időt igényelt volna. Az átszűrődési vasalások gyári termékekből történt kialakítása (5. kép) jelentősen hozzájárult a gyors és kényelmes munkához.

A fal és födémcsatlakozásoknál ma már természetessé vált a zsaluzatban elhelyezhető cipzárvasalás, ami a nagy táblás technológia alapja. Az ilyen csatlakozásokat széleskörűen alkalmaztuk jelen munkánál is. A födémeknél hagyományosan használt zsámoly távtartókat csak a nagy vastagságú lemezeknél alkalmaztuk, a belső födémek vasalását előregyártott hullám távtartók elhelyezésével tudták gyorsítani. A pillérek vasalását üzemi körülmények között össze szerelték, és a kengyelezést ponthegesszettel rögzítették a fővasaláson. A helyszínen már csak a megfelelő helyre kellett daruzni a kész armatúrákat.

Előregyártott vasbeton elemek alkalmazása A mélygarázs teljes szerkezete alapvetően monolit technológiával építhető hatékonyan, a nagy kiterjedésű lemez és falfelületek nélkül nem volt indokolt előregyártott elemek alkalmazása. Az előregyártást egyedül a lépcsőkaroknál használtuk ki, ahol mind a felületi minőségben, mind a pontosságban és kivitelezési időben előnyt jelentettek.

Munkahézagok A munkahézagoknál az idő miatt a betonozási ütemek minimálisra történő csökkentése volt a cél. A betonozási határok felső korlátját az egy ütemben betonozható maximális táblaméret (<35 × 35 m), valamint a maximálisan bedolgozható beton mennyiség (<1000 m<sup>3</sup>) együttesen adták.

Az egymás melletti táblák betonozása között minimum négy napnak kellett eltelnie és a munkahézagoknak alkalmazkodni kellett az igénybevételekhez is. Így az alap lemeznél és a garázs födémeknél 12-12 táblában történt a betonozás. A látogató központ alsó és zárófödeme a bonyolultság miatt ettől eltért.

Zsaluzatok A zsaluzatok szempontjából az építés nem igényelt specialitásokat. A födémeket, falakat nagy táblás elemekkel zsaluzták, a gyors ütem miatt a legrövidebb fordul idővel. Az egységes méretű oszlopokhoz a mintázatukat egyszerűen lehetett mozgatni. A födém zsaluzásánál különleges igény volt a nagy vastagságú zárófödém miatti ideiglenes alátámasztás, ami a felső födém megszilárdulásáig kiváltásként

az alsóbb szinteken részlegesen benn maradt. Itt volt előnyös a Peri Skydeck födémzsalu rendszer használata, ami a zsalutáblák visszanyerését az alátámasztó oszlopok bennhagyása mellett biztosítani tudta. Az építkezés kiszolgálását az alaplemezeire telepített négy torony daru segítette.

A látogatóközpont látszóbeton oszlopai fehér betonból készültek. A körpillérek esztétikus megjelenése miatt a zsaluzat impregnált papírcső volt, aminek belső bevonata illesz és nélküli sima felületet biztosított.

A látszóbeton födémeknél a gyári új táblák sem voltak elég simák, ezért a zsaluzatra külön, szoros illesztésű réteget erősítettek fel. Fehércementes látszóbeton felületek A látogatóközpont meghatározott falai, az 50 centiméter átmérőjű körpillérek és a záró födém egyes szakaszai fehércementes lát szóbeton felületűek. A fehércementből készült beton rossz zsugorodási jellemzői miatt nagy felületű lemezzakaszok betonozására csak korlátozottan alkalmas. Ez elsősorban a zárófödém esetében okozott fejtörést, ahol az érintett szakaszokon víz szintes munkahézaggal meg kellett osztani a födém keresztmetszetet, egy alsó kéreg beton kialakításával. Az alsó kéreg fehér cement adagolással, megnövelt repedéssel osztó vasalással, valamint műanyag száladagolással készült. A felső hagyományos vasbeton réteg összekötő vasalással kapcsolódott az alsó felülethez. A fehércementes keresztmetszeti rész megfelelően vékony keresztmetszeti vastagsága következtében az anyagra jellemző káros zsugorodás már nem tudott kialakulni és az igényes felület repedésmentesen elkészülhetett (6. kép).

Az összetett keresztmetszet összekötő vasalását az öszvérszerkezeteknél alkalmazott elvek szerinti csúsztatóerőre méreteztük.

A látszóbeton felületek betonja a szokásos szemnagyságnál lényegesen kisebb, 8 mil liméter maximális adalékanyaggal készült.

A fehércementes látszóbeton felületek a kivitelezőt is speciális megoldások alkalmazására kényszerítették. Ezek közül meg említenéd, hogy a kéregbeton részbe kerülő vasalást – a távtartóknak a felületen való megjelenését elkerülendő –, teljesen egyedi módon nem a zsaluzatra ültették rá, hanem ideiglenes tartószerkezetre függesztették fel.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A Kossuth téri mélygarázs-látogatóközpont komplexum látszólag egyszerű földalatti vasbeton szerkezet, de összetettsége és kiemelt központi helyzete miatt mégis tartalmazott különleges kihívásokat. A tervezés-építés rövid határideje nem lett volna véghezvihető a szereplők elhivatottsága, magas szintű szakmaisága, a projekt meg felelő szabályozottsága és irányítottsága, valamint a résztvevők közötti folyamatos on-line adatáramlás nélkül. A rövid kivitelezési határidő minden olyan korszerű elem betervezését igényelte, ami az egyedi kialakítások ellenére a gyors, iparszerű megvalósítást lehetővé tette. Az építészeti igények a magas minőséget megkövetelték. A szerkezeteknek a teherbírás követelménye mellett azzal azonos mértékben kellett megfelelniük a magas esztétikai elvárásoknak is. Gyakorlatilag minden szerkezetnek látszóbeton minőséget kellett kielégítenie, csak a fokozatokban volt eltérés. A kiemelt terekben a fehércement nagyfokú alkalmazása az anyag ismert érzékenysége miatt egyedi vasalási és betonozási technológiák kidolgozását kényszerítette ki.

Az alapvető nehézségek mellett az eddigi legmagasabb árvíz miatti elárasztás alatti húsz napos „lazítás” izgalmai szinte már említésre sem érdemesek.

KA:6. kép: Fehér látszóbeton – hagyományos beton.

KA:5. kép: Zárófödém vasalás.

KA:4. ábra: A látogatóközpont zárófödémének tömegmodellje.

KA:4. kép: Szerkezetépítés az alaplemeztől a -2 szintig.

KA:3. kép: Elárasztott munkagödör 2013. június 8án.

KA:2. kép: Készenléti állapot elárasztás előtt 2013. május 30-án.

KA:1. kép: Földkiemelés az alapsíkig – 2013. május 9i állapot.

KA:3. ábra: Általános hosszmetset.

KA:2. ábra: Látogatóközpont és mélygarázs helyszínrajza.

KA:1. ábra: A Kossuth tér rekonstrukciójának látványképe (A látványképet a Közti Zrt. Hozzájárulásával közöljük)

# A Kossuth téri mélygarázs és látogatóközpont tervezése

Szerzőink nemcsak mint tervezők, de tervezői művezetőként is részt vettek a Kossuth téri kiemelt beruházás részeként megvalósuló nagyszabású létesítmény – a mélygarázs és látogatóközpont – létrehozásában. Cikkükben a tervezési és vasbeton-szerkezeti sajátosságokat mutatják be.

A Parlament Magyarország egyik legszebb, emblematikus épülete, s a hozzá méltó, nívós környezet létrehozása, a Kossuth tér átalakítása már régóta foglalkoztatja a magyar közéletet és politikát. A tér megújítására a múltban már voltak törekvések (több koncepció is készült), de anyagi lehetőség és a megfelelően határozott politikai akarat hiányában ezek a tervezés fázisában elakadtak.

## A TERVEZÉSI FELADAT

A tér újjáépítésének szándéka 2011-ben került ismét a politikai döntéshozók elé, amikor is az országgyűlés határozatban döntött a Kossuth tér rekonstrukciójáról (1. ábra).

Meghatározták az átépítés során megvalósítandó fő feladatokat, a telcsírák határdejét, valamint felelős szervként kijelölték az Országgyűlés Hivatalát mint beruházót. A specifikációk és követelmények további részletezésére az Országgyűlés Hivatala kidolgozta a Steindl Imre Programot, majd létrehozta annak programirodáját; a beruházás koordinálására. A generáltervezői tevékenységre kiírt beszerzési eljárást a Középülettervező Zrt. (KÖZTI) nyerte el, aki tervezői alvállalkozóként az UVATERV Zrt.-t,

a FÖMTERV Zrt.-t és az S73 KÖT-t vonta be a munkába. A beruházás lebonyolító- és műszaki ellenőri feladataira kiírt pályázaton az ÓBUDA-Újak Zrt.-t választották ki. Generálkivitelezőként, valamint a mélygarázs alaplemez feletti szerkezet generál szerkezetiépítőjeként a KÉSZ Építő Zrt. nyerte el a projektet, a mélygarázs munka-ér-határolására és alaplemezére kiírt kivitelezői pályázaton pedig a Boha Mélyépítő Kft. futott be győztesként. A beruházásról további részletes információk és érdekességek olvashatók a [www.nemzetifotere.hu/](http://www.nemzetifotere.hu/) weboldalon.

A KÖZTI generáltervezői irányítása alatt a tervezésben részt vevő felek feladata volt a tér felszíni rendezése, a mélygarázs és látogatóközpont, a Parlamenti Múzeum, valamint egyéb kapcsolódó munkarészek megvalósításához szükséges teljes körű tervezői tevékenység ellátása. Jelen cikk keretében a vasbeton szerkezeti mélygarázs és látogatóközpont szerkezeti kialakításának és szerkezettervezéséhez kapcsolódó tervezési feladatainak bemutatását tűztük ki célul. A műtárgy szerkezettervezése teljes egészében az UVATERV szakági tervezésében készült (Metró- és Szerkezettervező Iroda).

## A MÉLYGARÁZS ÁLTALÁNOS KIALAKÍTÁSA

A mélygarázs a Parlament északi oldalán lévő téren helyezkedik el, a Duna rakparti támfalával szinte érintkezve, a többi oldalon utcákkal, épületekkel határolva. A déli oldalon álló Parlament kétszintes pincével alappincézett. A hatalmas épület speciális lemezalapon áll. A változó vastagságú, a kupola alatt 4 méter is elérő beton alapozás a kor technológiájával készített, rétegesen terített és szemeses adalekanyagba bedolgozott cementhabarccsal kitöltött „ciclop” réteg, ami biztosítja az épület terheinek közvetítését a teherbíró altalajra.

A mélygarázs három földalatti szintet foglal el. A -2, -3 és -4 szintek 592 gépkocsi, 10 motorkerékpár és 30 kerékpár egyidejű befogadására alkalmasak. A felső szinten biztosítani kellett kisteherautók behajtását, ezért az emelt belmagasságú. A személyközlekedést három lépcsőház és három lift biztosítja. A látogatóközpont megközelítése akadálymentesített.

A látogatóközpont foglalja el a -1 szint nagyobbik felét, míg a maradék területen a nagy vastagságú földfeltöltés teljes értékű parkosítást tesz lehetővé. A komplexum négy főbejárattal rendelkezik. A mélygarázs a rakparttól és a Balassi Ballata utcából rámpás lehajlón keresztül közelíthető meg, a látogatóközpontnak a terről elegáns lépcsős, a rakparttól szintbeli megközelítése van. A látogatóközpont és a garázs rakparti bejáratainak árvízvédelmi biztosítása kettős védelmi vonallal történik (2–3. ábra).

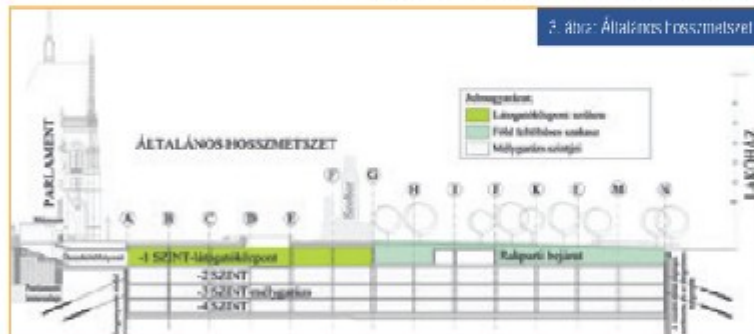
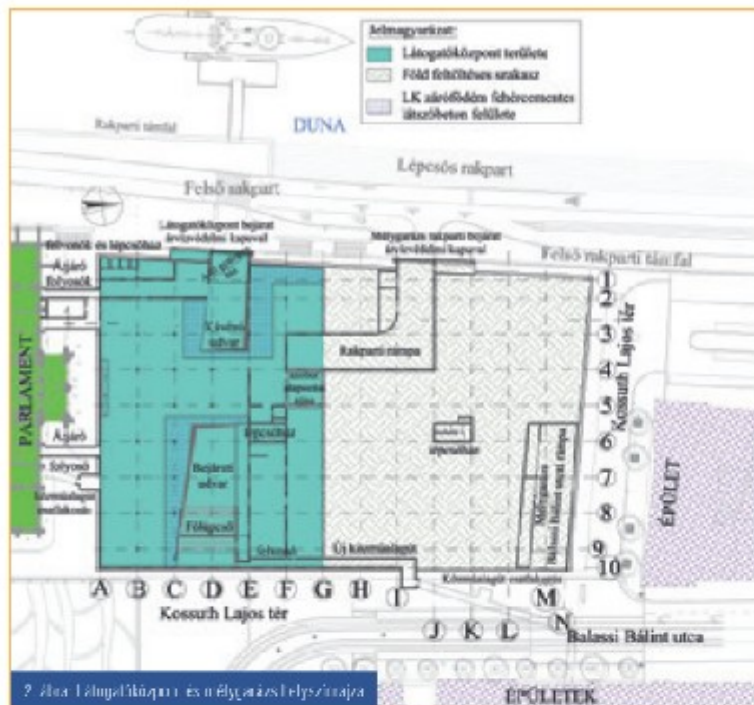
## SZERKEZETI KIALAKÍTÁS

### Munkagödör határolás

A 72 × 111 méteres befoglaló méretű műtárgyat a budapesti jó vízvezető talajrétegek miatt vízzáró réstalan körülrússal terveztük. A 14,5–15,5 méter mély munkagödör határolása 60 centiméter vastag, kétsoros, ideiglenes kihorgonyzással biztosított részfallal történt, a sarkokban többsoros acélső



1. ábra: A Kossuth tér rekonstrukciójának látványterve (A látványterpet a Közti Zrt. Hozzájárulással készítette)



ducot alkalmazásával. A résfalat az alaplemez fölkimunkálójá alá 4,5 méterrel túlnyúlva terveztük, illetve a fokozott vízzárás biztosítása érdekében követelményként írtuk elő, hogy az alapkőzetet jelentő ép agyagba legalább 3,0 m-rel minden esetben be kell azt mélyíteni (1. kép). A felső rétegek vegyes feltöltések, változó teherbírásúak. Mélyebben tömör kavics, homokos kavics van. A terület alapkőzete az oligocén korú kiscelli agyag, ami nagy teherbírású, kis vízáteresztő képességű.

A résfal lavírsíkját a mértékadó árvízszinten, a 104,52 mBf. magasságra határoztuk meg. A résfal vízzáró határából, a munkahézagokban a vízzárást ükoző fugaszalagokkal épült. A felső horgonyos az építési

víz fölé emelték, az alsó horgony víz alatti technológiával készült. A szerkezet megépítésének követésére mind a négy oldalon, a fal kb. harmadában 2-2 inklinométer csövet építettek be.

Mivel a garázs fölé nem megfelelő leterhelő tömeg, a felúszás ellen a talajvízszint szabályozásával védekeztünk. A garázs alaplapja a alatt homokos kavicsrétegbe ágyazott crenrendszer, a résfal és a bőséfal között pedig felületi drén vezet a vizet a gyűjtőkutakba. Az összegyűjtött vizet szivattyúk emelik a csapadékvíz-elvezető rendszerbe vagy felhasználható az épület üzemeltetéséhez.

A résfal számítást Plaxis 8 geotechnikai programmal végeztük, a jellemző keresztmetszetek figyelembevételével. Az északi, nyugati és keleti oldalon egy-egy mértékadó keresztmetszet: mércetűzés elegendő volt a hasonló jelegű talajszerkezeti és felszíni adottságok következtében. A Parlament felőli résfalszakaszon három különböző keresztmetszet: adódott, az Országház épülete és a csatlakozó szerkezetek miatt. A Estáron belüli épületeket terhelésként vettük figyelembe, a talajvízből a tisztes dunai középvíz által okozott víznyomást számoltunk. A méretezésénél nagy hangsúlyt kellett fektetni a résfal alakváltozásának korlátozására, illetve a fokozott vízzárási követelmény miatt 0,2 milliméteres repedéstágassági határérték betartására.

A megbízói követelményeknek megfelelően az építéshez részletes kockázatelemzést kellett készítenünk, amelyben többek között: a Duna vízszintjének és az építés előrehaladásának függvényében határoztuk meg a teendőket. A „figyelmeztetés”, „készültség” és „vészjelzés” fokozatok leg-

1. kép: Földkimunkálás az alap síkján – 2012. május 3-4. (Kőrösi)







2. kép: Kezdonló alapvető elárasztás előtt 2013. május 30-án

magasabb kockázati szintjéhez a munkagödör elárasztása is figyelembe volt véve. A szükséges intézkedéseket leginkább az elárasztások optimális mértékben való korlátozása határozta meg, a biztonsági szint egyidejű teljesítése mellett. Az értékelést a monitoring mérések napi gyakoriságára való sürítése valós időjává tette.

A tervezésre fordított energiát a 2013. évi árvíz miatt jól kamatoztattuk. A kockázatelemzésben meghatározott intézkedéseket gördülékenyen tudtuk végrehajtani. (2. kép).

A normális helyzet és vészhelyzet tudatosulása között csak egy hét állt rendelkezésre, amiből a feltöltésre négy napra volt szükség. A tervezett feltöltést a rakparti víz alá kerülése előtt néhány órával, sikerrel be is fejezték. A rekordmagasságú, az eddigi maximumot 40 centiméterrel meghaladó árvíz a gondos előkészületeknek és a terv szerinti és jó minőségű építésnek köszönhetően maradandó károsodás nélkül, mintegy 20 napos késéssel okozva levonult. A monitoring rendszer sűrített mérései nemcsak a pillanatnyi biztonságra adtak felvilágosítást, de a precíz adatsorok későbbi feldolgozása hasonló helyzetek megoldásához és a tervezési paraméterek pontosításához is felhasználhatók lesznek (3. kép). Az árvíz helyzet alatti mérések segítségével számításokkal is folyamatosan lehetett követni és ellenőrizni az eseményeket.

*A mélygarázs és látogatóközpont szerkezete*  
A garázs nyitott munkagödörbe, alulról felfelé haladva épült, folyamatos nyíltvíztartással használatos vasbeton szerke-

zettel. A belső vizek a lejtésben kialakított fűdémelekről folyókákon keresztül a beszívó tartályoktól független külön rendszerbe gyűlnek, amelyeket az alaplemezbe bebetonozott esőrendszer juttat az aknákba. A szennyezett vizet olajelválasztás után lehet a csatornába emelni.

A terheléstől függően a 85, illetve 120 centiméter vastag alaplemez vízszint betonból épült. Az alátámasztást a garázs szintek és a forgalomhoz jól illeszkedő 60 × 110 centiméteres nyújtott körpillérek biztosítják. A garázs 8,40 × 8,10 méteres raszter osztása a hasonló rendszerekénél kényelmesebb forgalmat tesz lehetővé. A belső fűdémelek vastagsága a terheléshez igazodva 25–35 centiméter között változik. A vastagabb lemezek a nagyobb forgalmi terhelés és az igényesebb, nehezebb burkolatú területek alatt

vannak. A zárófödém a nagy vastagságú fölcéltöltés alatt 85 centiméteres, a látogatóközpontnál elegendő volt az 50 centiméter is. Itt a víz- és hőszigetelés rétegrendje felett épp csak elegendő az utburkolat minimális rétegvastagsága, ezért a fűdémet a kialakítandó új felszín terepviszonyait követve, lejtésben terveztük meg. A kis vastagság miatt a hajlirási és árcsúrodási igénybevételek felvételére gondos tervezést igényelt. A szerkezetek általában C30/35 betoamínósággal épültek, de különleges esetekben szükséges volt a C35/45 szilárdsági osztály alkalmazása is (4. kép).

A vasbeton szerkezetek méretezése Axis VM 10 statikai program felhasználásával készült. A 0,2 milliméteres repedéstávolsági korlátozás miatt a modellezést a feladathoz illeszkedően rugalmas és pentaszorú alátámasztás mellett is elvégeztük. Az első a vasaláshoz, a másodikat a reakciók meghatározásához használtuk fel (4. ábra).

A vasbeton szerkezetek felületi minőségének a látszóbeton minősítés különböző fokozatainak megfelelő követelményeknek kellett megfelelnie. Általában az SB2 minőséget kellett elérnie, de a látogatóközpont egyes felületein SB3 szint volt az igény. Itt a fehér-cement alkalmazása is bebiztosította a feladatot. A fűdémele állított, a tervezéskor 1400 tonnásra becsült szobor megtámasztása ez érintett terület jelentős megerősítését igényelte.

#### A VASBETON SZERKEZETENÉL ALKALMAZOTT SPECIÁLIS MEGOLDÁSOK

A kőbőrü befejezési határidő miatt rendkívül feszített tempójú tervezési és kivitelezési ütemezésre kényszerültünk. Igyekeztünk olyan korszerű technológiákat és megoldá-



3. kép: Elárasztott munkagödör 2013. június 3-án



4. kép: Szerkezetépítés az alaplemezről a -2 szintig

sokat alkalmazni, amelyek lehetővé tették a kivitelezési sebesség gyorsítását, mászakkal megfelelő megoldást nyújtottak, ugyanakkor gazdaságosak is voltak.

*Építőipari késztermékek, gyártmányok alkalmazása*

A tervezésnél alkalmaztuk a magyarországi építőipari gyakorlatban nem annyira elterjedt építőipari késztermékeket, gyártmányokat. Ezeket többnyire a hagyományos megoldásokhoz képest magasabb ár miatt a normál építési környezetben nem szokták alkalmazni, de itt a feszített tempójú kivitelezés és a szigorú kötbérterhes határdők miatt kifizetődő volt a kivitelező számára. Az alkalmazott termékek nagyban hozzájárultak a gyors, egyszerű és áttekinthető vaszereléshez, ezzel csökkentve az élomunkaigényt és szerelési időt.

A síklemez födémeknél a nagy feszítés, a nagy terhelés és a korlátozott repedéstágasság sűrű vasalást eredményezett, különösen a pillérfejeknél. A méretezett átszűrődési vasalások elhelyezése hagyományos elemekből nagy élomunka-ráfordítást és időt igényelt volna. Az átszűrődési vasalások gyári termékekből történt kialakítása (5. kép)

jelentősen hozzájárult a gyors és kényelmes munkához.

A fal- és födémcsatlakozásoknál ma már természetessé vált a zsaluzatban elhelyezhető cipzervasalás, ami a nagytáblás technológia alapja. Az ilyen csatlakozásokat széleskörűen alkalmaztuk jelen munkánál is. A födémeknél hagyományosan használt zsáncoly távtartókat csak a nagy vastagságú lemezeknél alkalmaztuk, a belső födémek vasalását előregyártott hullám távtartók elhelyezésével tudták gyorsítani. A pillérek vasalását üzemi körülmények között össze szerelték, és a kengyelezést ponthegesszítéssel rögzítették a fővasaláson. A helyszínen már csak a megfelelő helyre kellett darazni a kész armatúrákat.

*Előregyártott vasbeton elemek alkalmazása*

A mélygarázs teljes szerkezete alapvetően monolit technológiával építhető hatékonyan, a nagy kiterjedésű lemez- és falfelületeknél nem volt indokolt előregyártott elemek alkalmazása. Az előregyártást egyedül a lépcsőkaroknál használtuk ki, ahol mind a felületi minőségben, mind a pontosságban és kivitelezési időben előnyt jelentettek.

*Munkahézagok*

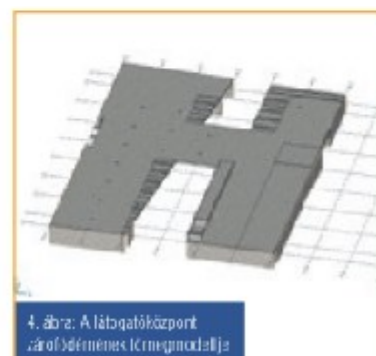
A munkahézagoknál az idő miatt a betonozási ütemek minimálisan történő csökkentése volt a cél. A betonozási határok felső korlátát az egy ütemben betonozható maximális táblaméret (<35 x 35 m), valamint a maximálisan bedolgozható betonmennyiség (<1000 m<sup>3</sup>) együttesen adták. Az egymás melletti táblák betonozása között minimum négy napnak kellett eltelnie és a munkahézagoknak alkalmazkodni kellett az igénybevételekhez is. Így az alaplemeznél és a garázs födémeknél 12-12 táblában történt a betonozás. A látogatóközpont a sé és zárófödémé a bonyolultság miatt ettől eltért.

*Zsaluzatok*

A zsaluzatok szempontjából az építés nem igényelt specialitásokat. A födémeket, falakat nagytáblás elemekkel zsaluzták, a gyors ütem miatt a legrövidebb fordulóidővel. Az egységes méretű oszlopokhoz a mintaszalakat egyszerűen lehetett mozgatni. A födémzsaluzásnál különleges igény volt a nagy vastagságú zárófödém miatti ideiglenes elátamasztás, ami a felső födém megszáradulásáig kiváltásként az alsóbb szinteken részlegesen benn maradt. Itt volt előnyös a Peri Skydeck födémzsalu rendszer használata, ami a zsalutáblák visszanyerését: az elátamasztó oszlopok bennhagyása mellett biztosítani tudta. Az építkezés kiszolgálását az alaplemezre telepített négy toronydaru segítette.

A látogatóközpont látszóbeton oszlopai fehér-betonból készültek. A körpillérek esztétikus megjelenése miatt a zsaluzat impregnált papírcső volt, aminek belső bevonata illesztés nélkül sima felületet biztosított.

A látszóbeton födémeknél a gyári új táblák sem voltak elég simák, ezért a zsaluzatra külön, szoros illesztésű réteget erősítettek fel.



4. ábra: A látogatóközpont zárfödémének 3D megmodellje



5. kép: Záródém vasalás

#### ÖSSZEFOGLALÁS

A Kossuth téri mélygarázs-látogatóközpont komplexum látszólag egyszerű földalatti vasbeton szerkezet, de összetettsége és kiemelt központi helyzete miatt mégis tartalmazott különleges kihívásokat. A tervezés-építés rövid határideje nem lett volna véghezvihető a szereplők elhivatottsága, magas szintű szakmaisága, a projekt megfelelő szabályozottsága és irányíthatósága, valamint a résztvevők közötti folyamatos on-line adatáramlás nélkül. A rövid kivitelezési határidő minden olyan korszerű elem betervezését igényelte, ami az egyedi kialakítások ellenére a gyors, iparszerű megvalósítást lehetővé tette. Az építészeti igények a magas minőséget megkövetelték. A szerkezeteknek a teherbírási követelménye mellett azzal azonos mértékben kellett megfelelniük a magas esztétikai elvárásoknak is. Gyakorlatilag minden szerkezetnek látszóbeton minőségert kellett kielégülnie, csak a fekozatokban volt eltérés. A kiemelt terekben a fehér cement nagyfokú alkalmazása az anyag ismert érzékenysége miatt egyedi vasalási és betonozási technológiák kidolgozását kényszerítette ki.

Az alapvető nehézségek mellett az eddigi legmagasabb árvíz miatti elárasztás alatti húsz napos „lazítás” izgalmai szinte már említésre sem érdemesek.

**Nólu Gergely – Pethő Csaba**  
UVATERV Zrt.

#### Fehércementes látszóbeton felületek

A látogatóközpont meghatározott falai, az 50 centiméter átmérőjű körpillérek és a záródém egyes szakaszai fehércementes látszóbeton felületűek. A fehércementből készült beton rossz zsugorodási jellemzői miatt nagy felületű lemezzakaszok betonozására csak korlátozottan alkalmas. Ez elsősorban a záródém esetében okozott fejtörést, ahol az érintett szakaszokon vízszintes munkahézzal meg kellett osztani a földém keresztmetszetet, egy alsó kéregbeton kialakításával. Az alsó kéreg fehércement adagolással, megnövelt repedéscsökkentő vasalással, valamint műanyag száladagolással készült. A felső hagyományos vasbeton réteg összekötő vasalással kapcsolódott az alsó felülethez. A fehércementes keresztmetszeti rész megfelelően vékony keresztmetszeti vastagsága következtében ez anyagra jellemző káros zsugorodás már nem tudott kialakulni és az igényes felület repedésmentesen elkészülhetett (6. kép).

Az összetett keresztmetszet összekötő vasalását az öszvérszerkezeteknél alkalmazott elvek szerinti esztrichterőre méreteztük. A látszóbeton felületek betonja a szokásos szeménységénél lényegesen kisebb, 8 milliméter maximális adalékanyaggal készült.

A fehércementes látszóbeton felületek a kivitelezést is speciális megoldások alkalmazására kényszerítették. Ezek közül megemlítendő, hogy a kéregbeton részbe kerülő vasalást – a távtartóknak a felületen való megjelenését elkerülendő –, teljesen egyedi módon nem a zsaluzatra ültették rá, hanem ideiglenes tartószerkezetre függesztették fel.



6. kép: Fehér látszóbeton – hagyományos beton

