

# Monolit vasbeton födémek gyorsan, gazdaságosan

KÖVECSE PÉTER\*

Létezik a világon egy nálunk talán kevésbé ismert, ám a tengerentúlon elterjedt födémépítési módszer, melynek alkalmazása bevásárló központok és parkolóházak vonatkozásában az Egyesült Államokban széleskörű, Ausztráliában pedig szinte kizárólagos.

A beton- és betonacél takarékos, továbbá a kivitelezés időigényét is csökkentő módszer abban tér el a klasszikus monolit födémek építésétől, hogy a betonacél szerelési munkáknál alvállalkozóként belép a Freyssinet cég adott országbeli leányvállalata – ilyen hazánkban is létezik Pannon-Freysinnet Kft. néven –, feszítőkábeleket helyez el a zsaluzatban, melyeket a beton 1 napos, majd 6 napos korában megfeszít. Ezután a zsaluzat és annak alátámasztó állványa rögtön el is távolítható.

## Tervezői megközelítés

Az utófeszített födémek alkalmazásának ismert alapelve, hogy a feszítő kábelek – melyek vonalvezetése a keresztmetszetben a hagyományos vasalás vonalvezetéséhez hasonló – a feszítőerő ráadásával olyan nyomóerőt működtetnek a szerkezetre, amely a külső terhekkel ellentétes hatású, tehát a külső terhek hatására fellépő nyomatékokat egyensúlyozza ki.

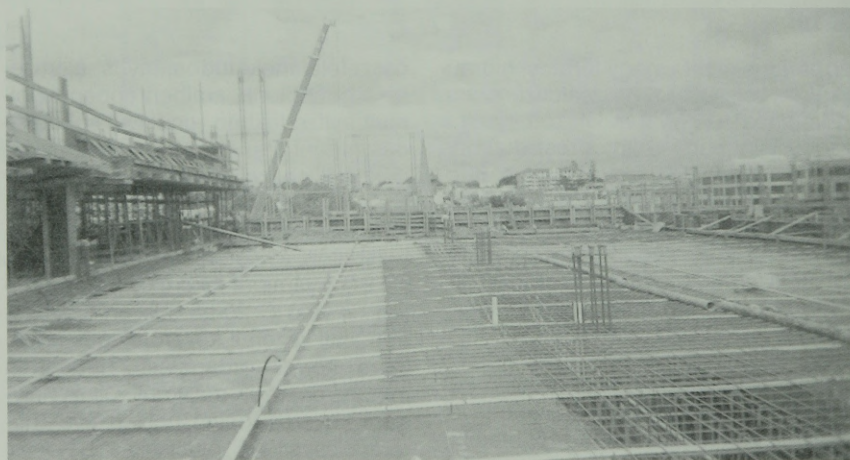
A módszer födémeknél jelentkező előnyei az alábbiak:

- Csökken a szerkezet keresztmetszeti mérete (födémvastagság, bordamagasság), ezáltal az önsúly, az épület alapozási költségei, a függőleges csövek-, vezetékek hossza, burkolatok mennyisége.
- Csökken az építési idő, hiszen a betonozást követő 6. napon kiszaluznak.
- Csökken a betonacél felhasználás és a hozzá kapcsolódó élőmunka. Való igaz, a feszítőkábelek mennyiségét nem illik összehasonlítani a hagyományos betonacéléval, talán mégis mondanak valamit a következő adatok:

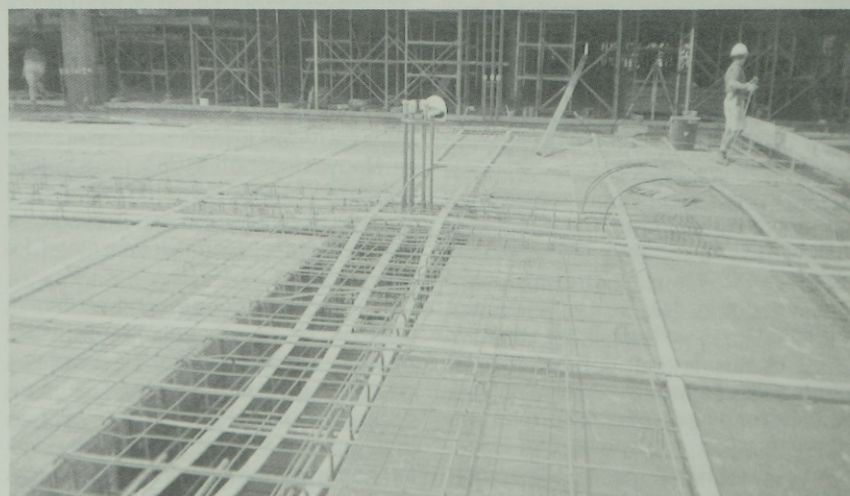
Míg hagyományos vasalású födémeknél kb.  $140 \text{ kg/m}^3$  az átlagos betonacél felhasználás, addig az utófeszítetteknel  $25 \text{ kg/m}^3$  a felhasznált lágyvasalás mennyisége és 20



1. ábra. Betonacél szerelési munkák. Előtérben egy tekercs pászma

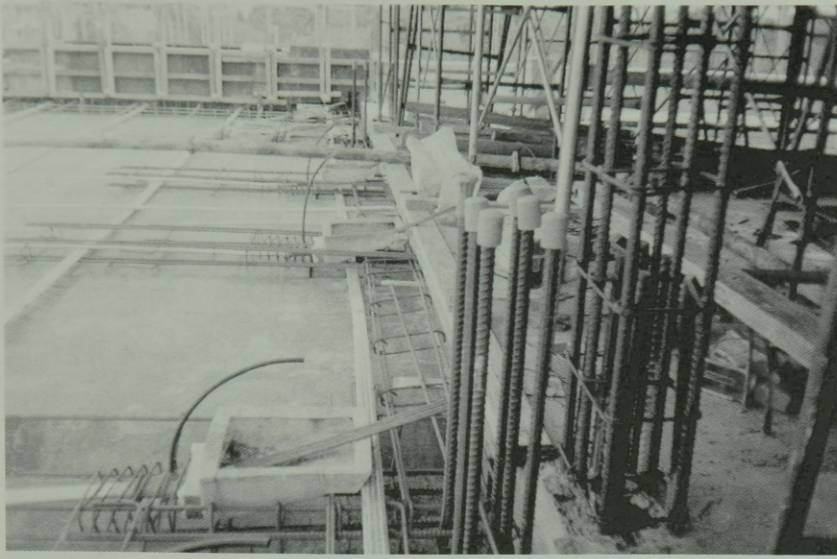


2. ábra. Betonozásra kész állapot. Jól látható a kiegészítő (hagyományos) vasalás a főtartó felett.

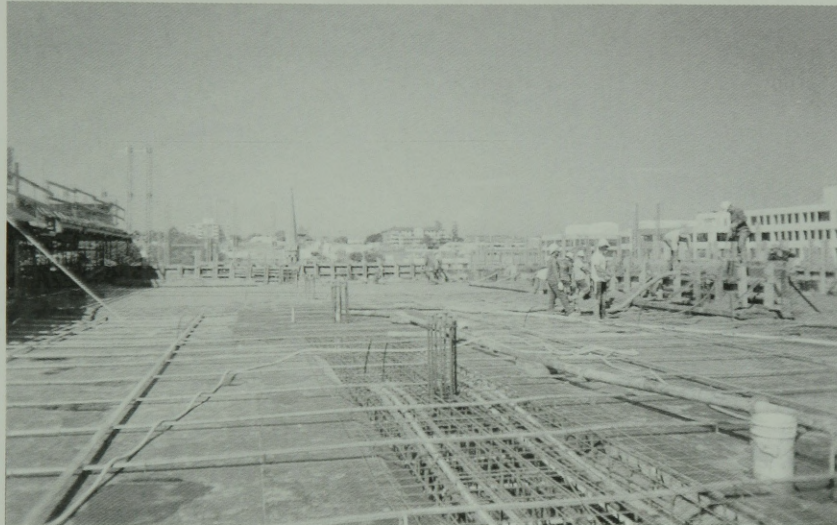


3. ábra. Főtartó és borda vasalása

\* építőmérnök



4. ábra. Lehorgonyzó fejek és oszlopvasalás tüskéi. (Utóbbiak élénk színű műanyag kupakkokkal – a lehajolásból adódó balesetek elkerülésére)



5. ábra. Betonozás



6. ábra. Beton simítása

kg/m<sup>3</sup> a feszítetté. A gyakorlat azt mutatja, hogy többtámaszú lemezeknél csak a szélső mezőkben és esetleg a bordák fölött van hagyományos vasalás. Törekednek arra, hogy egy több mezőből álló födémlemeznel az átlagos igénybevételre tervezzék a feszítést, az igénybevételi csúcsoknál pedig kiegészítő – hagyományos – vasalás készüljön.

- A módszer alkalmazásával mind az alakváltozási (lehajlások), mind a repedésekkel kapcsolatos követelmények kielégítése lényegében önmagától megoldódik, sőt a födémek akár vízzáróvá is tehetők feszítéssel.

A gyors kiszaluzhatóság érdekében 32 MPa szilárdságú betont használnak. Az alkalmazott kábelhosszat a feszítőerő vesztesége korlátozza. Ez max. 45 m, ami egyébként megfelel a dilatált egységek méretének.

A tervezést segítő számítógépes programmal egy-egy födémcsáv, egy-egy borda, ill. gerenda (főtartó) méretezhető. A lemezeket általában egyirányban teherhordó többtámaszú szerkezetként méretezik, azaz tervezik a feszítőkábelek mennyiségét, vonalvezetését, a szükséges feszítőerőt. A zsugorodási repedések elkerülésére a teherviselési irányra merőleges, keresztirányú feszítést is terveznek. Ez utóbbinál a feszítőkábel a lemezvastagság felében halad.

Az utófeszített födémek alkalmazása elsősorban a 6,0 m feletti fesztáv tartományban veszi fel a versenyt árban a hagyományos vasalású födémekkel. Pontosabban síklemez födémeknél 7,2 m, alulbordás lemezeknél 6,3 m az a fesztáv, ahol a költségek azonosak, s ami felett már az utófeszített szerkezetek gazdaságosabbak. Nem egyszer kisebb fesztávra is ezt a módszert alkalmazzák, mivel a gyors kiszaluzhatóság korábbi használatbavételt tesz lehetővé, és a korábbi hasznosítással szerezhető bevétel – pl. egy szállodánál – nagyobb, mint a feszítésből eredő költségtöbblet.

#### Utófeszített szerkezetek kivitelezése

Az alkalmazott technológia megfigyelésére egy bevásárlóközpont építésénél volt lehetőség.

A zsaluzóanyag bútorlap simaságú rétegelt falemez. Ezt felhasználás előtt olajjal kezelik, aminek köszönhetően kiszaluzáskor könnyedén elválik (szinte leesik) a födémről.

A kész zsaluzatba tekercsből kihúzzák a pászmákat (7 százból sodort pászmák 12,5 mm, vagy 15,0 mm névleges átmérővel, összesen 100, ill. 143 mm<sup>2</sup> keresztmetszettel), méretre vág-



11-12. ábra. Borda kábeleinek megfeszítése



13. ábra. Lehorgonyzófej kiszaluzott állapotban



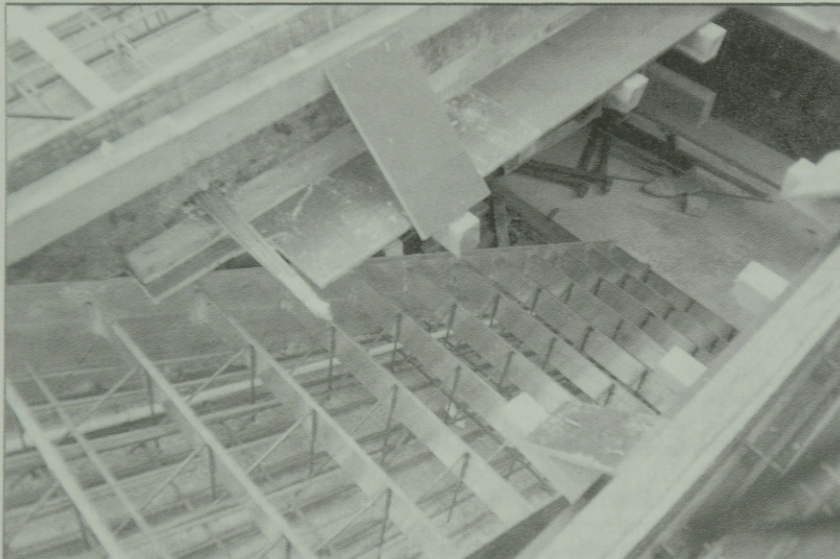
7-10. ábra. Főtartó kábeleinek megfeszítése



14. ábra. Lemez pereme



15. ábra. Lehorgonyzófejek az injektáló csövekkel



16. ábra. Benntartó acél lépcsőszaluzat üzemen előregyártott vasalással



17–18. ábra. A kábelcsatornák kiinjektálása

ják. A pászmákat ellapított csövekbe húzzák. Ezek 4 m hosszú, 75, vagy 90 mm széles, 19 mm magas „csövek”, melyeket ragasztószalaggal egymáshoz erősítve toldanak, majd ezekbe behúzzák a pászmákat.

A jellemzően 9 x 9 m-es raszterhálóra szerkesztett alubordás födémnél az oszlopok vonalában 1,5 m szélességű, 35–40 cm össz-magasságú bordák között a lemezek 15–18 cm vastagsággal készülnek.

Egy bordában 4–5 kábel, kábelenként 4–5 pászmával kerül elhelyezésre, a lemezben egymástól kb. 1,2–1,5 m-es osztással.

A szaluzat széléhez elhelyezik a lehorgonyzó elemeket a spirálkengyellekkel, majd különböző magasságú

sámlikkal biztosítják a kábelek terv szerinti vonalvezetését.

A hagyományos – kiegészítő – vasalás elhelyezése után betonoznak. Egy kb. 40 x 20 m nagyságú födém – a hozzá tartozó főtartóval és bordákkal együtt – betonozását kb. 20 fővel, 2 pumpával, túvibrátorral, simítógéppel végezték.

A betonozást követő napon a feszítőerő 25%-át ráadják a szerkezetre, hogy a zsugorodási repedéseket elkerüljék. Vagy valamennyi pászma 25%-os megfeszítésével, vagy minden negyedik szál megfeszítésével. Először a főtartókat, aztán a bordákat, végül a lemezeket feszítik meg. Ugyancsak a betonozás másnapján elkezdik szaluzni a következő szint elemeket.

A beton 6 napos korában ráadják a teljes feszítőerőt a már ismertetett sorrendben, és ezután közvetlenül megkezdik a kizsaluzást. (Ekkor a beton 25 MPa nyomószilárdságú.) Ugyancsak megkezdik a kábelek habarccsal történő kiinjektálását.

A feszítéshez kapcsolódó minden műveletet – a pászmák méretre vágását, a kábelek, lehorgonyzó elemek, spirálkengyelek elhelyezését mindkét fázisban, valamint a habarcs injektálását – egy külön alvállalkozó cég végzi, mely 55%-ban a francia Feyssinet cég tulajdona.

*Ezen a bevásárló központ 1999. januárjában kezdtek el dolgozni. A meglévő épületek bontása – egyszintes épületek voltak 25 cm vastag vas-*

beton földemmel – után kezdődött meg a földmunka. A terepszint alatt 13 m-en van a legalsó padlószint. A terepszint felett 5 szint készült. Befoglaló alaprajzi méret kb. 80 x 250 m. Az átadási határidő 2000. augusztus volt...

Elgondolkodtató, hogy nálunk miért nem terjedt el ez a technológia. A hagyományos vasbetonépítéstől eltérő, „részesebb” technológiai műveletek végzésére szakosodott cég a szükséges eszközökkel, tervező programmal itt van az országban. A generálkivitelezőknek valójában nem kellene rizikót vállalni ilyen típusú földemek építésénél, hiszen a feszítéssel kapcsolatos összes felelősség – mint az egyéb feszített (ipari- és hid-) szerkezeteknél is – természetesen a feszítést végző alvállalkozóé. Az előnyöket ugyanakkor mind a fővállalkozó, mind az építető élvezhetné.

Hazánkban a bevásárlóközpontok építésének most van a szezonja, a parkolházak építésére pedig egyre növekvő igény van. A fentiekben ismertett technológia kifejezetten ezekhez javasolható.



19–20. ábra. A bevásárlóközpont oldalhomlokzata (A fal áttörései az előtetőt tartó konzolok számára vannak kihagyva. Azok akkor kerülnek elhelyezésre, amikor már nem akadályozzák az építést, szállítást, emelést stb.)

## A magyar kőfaragó szakma ismét Európa szívében

A magyar kőfaragó kézművesség kialakulása 1000 évre tekint vissza és Szent István királyunkhoz kapcsolódik. Államalapítónk az első székesegyházak építéséhez elsősorban olasz mesterembereket hozatott az országba. Azonban azon rendeletével, hogy minden 10 falu építsen egy templomot, lehetőséget adott a hazai kőfaragó kézművesség kialakulására, hiszen ezen templomok már kőből épültek. Királyi városaink mellett (Székesfehérvár, Esztergom, Veszprém, Visegrád) már jól felszerelt kőfaragó műhelyek működtek. Erre utal a Visegrádon nemrég feltárt kőfaragó műhely és a benne talált félkész kőfaragványok.

Egészen a XV. századig a kőfaragó kézművesség fejlődése töretlen volt, melyet bizonyít a máig is megmaradt várak, templomok szépsége. A 150 éves török uralom alatt azonban a kézművesség visszaszorult, mesterembereket elhurcolták, így a szakmák nagy része kihalt. Ezért a XVII–XVIII. század-

ban a Habsburg uralkodók elsősorban Bajorországból telepítettek be kőfaragó mestereket, akik itt családot alapítva adták át tudásukat a magyar őslakosoknak. A XIX–XX. században már egy igen erős szakmai kézműves réteg alakult ki. Szép példája a kőfaragó „hüttek” – műhelyek – működésére az Ybl Miklós által tervezett és a Magyar Tudományos Akadémia megrendelésére készített Kazinczy emlékház, melynek kőfaragó munkálataival kapcsolatban a kőfaragók száma, ellátása, az arra fordított költsége írásos anyaga fennmaradt. De folytathatnánk a sort századfordulón épült számtalan középületen, templomokon, lakóházakon megjelent kőfaragó alkotásokkal.

Világháború után kialakult államrendszerben az iparosság elvesztette megbecsülését. A kőfaragó szakma is csak családi vállalkozásban tudott megmaradni. Fejlesztésre, gépesítésre lehetőség nem volt. Ennek köszönhető azonban, hogy a szakma kézi-

munka jellege megerősödött és a mesteremberek innovatív képessége kifejlődött.

A tíz évvel ezelőtti rendszerváltozás óta nagyot fejlődött a magyar kőfaragóipar, úgy anyagfelhasználás mint gépesítés területén. Egymás után jelennek meg a városképet alakító csupa kő és üveg banképületek, bevásárló központok, de műemlékeink folyamatos felújítása is elképzelhetetlen a kőfaragó kézművesek munkája nélkül. Így büszkén állíthatjuk, hogy a magyar kőfaragó szakma az európai országokban is elismerést vívott ki, külföldi piacokon versenyképessé vált.

A szakma 1999 évben vett részt első ízben nagy sikerrel a nürnbergi Nemzetközi Kőkiállításán. Az azóta elért eredményeinket kívánjuk bemutatni, kiegészítve kézműves tudásunk sajátosságaival, Európa szívében, Nürnbergben a Stone-Tec 2001 szakvásáron egy közel 300 m<sup>2</sup>-es magyar országstanddal.