

KOVÁCSHÁZY FRIGYES, a műszaki tudományok kandidátusa

AZ ELŐREGYÁRTÁS ALKALMAZÁSA TÁMFALAK ÉS TÉRSZINT ALATTI MŰTÁRGYAK ÉPÍTÉSÉN

1. Bevezetés

Támfalak és térszint alatti műtárgyak építése során az előregyártásnak igen sokféle lehetősége kínálkozik. Mielőtt az egyes szerkezeteket ismertetném, bevezetőül összefoglalom azokat a kérdéseket, melyek talajjal érintkező mindenféle előregyártott szerkezeteken egyaránt előfordulnak.

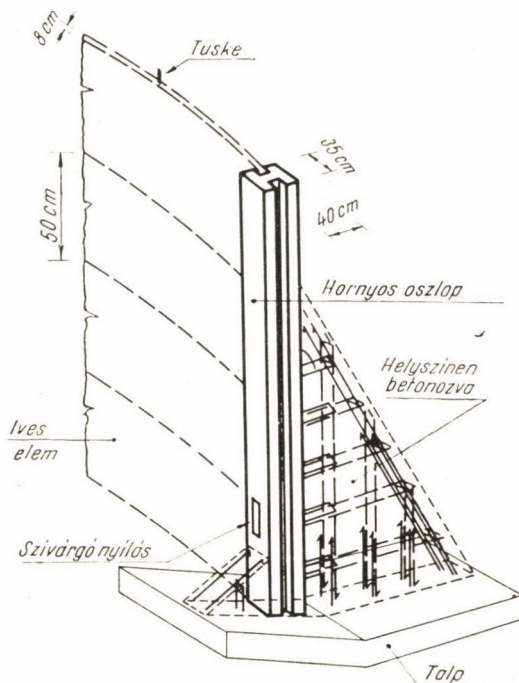
E szerkezetek terhelése többnyire közel egyenletesen megoszló, mely időben ugyan nagyságrendi változásnak lehet kitéve, azonban ez a változás leginkább lassan és fokozatosan következik be. Dinamikus hatásoknak e szerkezetek általában nincsenek kitéve. Másik fontos kérdés a talajnedvesség, illetőleg talajvíz szerepe. Támfalakhoz általában vékony szerkezeti elemeket alkalmaznak. Itt az átfagyás veszélyét kell elkerülnünk, ezért a háttöltés anyagának kellő megválasztása, illetőleg szivárgó beépítése szükséges. A szerkezet biztosítsa a szivárgó szellőzését, vizének kivezetését. Ha szépészeti, vagy egyéb követelmények megkívánják, a látható felület teljes szárazságát is biztosítani kell. Igen fontos kérdés a térszint alatti műtárgyakon a víz-szigetelés is.

A laza kapcsolatú előregyártott elemek illeszkedési hézagait tömíteni kell. Ezenkívül vagy ragasztott, vagy cementhabarcs-szigetelés is készítendő. Gyakran a szerkezet jobb vízzárósága vagy együttdolgozása érdekében az előregyártott elemek csak a zsaluzatot, esetleg a ducolást pótolják és a csatlakozó monolitos betonszerkezet biztosítja az egyéb kívánalmakat. Különös gondot kell fordítanunk a beton szerkezetének korrózióvédelmére is. Ilyen szempontból az előregyártott elemek előnyösek, mert az előregyártás révén a minőség jobban biztosítható. Ilyen elemek esetében a kellő tömött szem-szerkezet könnyebben érhető el és még beépítés előtt ellenőrizhető is. Nem áll ez azonban a helyszínen betonozott elemkapcsolatokra. Különösen oly szerkezetek acélbetéteit kell a rozsdásodástól óvnunk, melyek kapcsolót acélbetétszál végigfűzése adja. Ezen acélbetétek habarcsba helyezése, vagy a hézag utólagos beinjektálása igen gondos végrehajtást és fokozott ellenőrzést kíván. Előregyártott szerkezet tartósságára még kevés adatunk van, így ezek gyűjtése és szerkezeteink huzamos megfigyelése kívánatos.

Szerkezeti kérdéseken kívül foglalkoznunk kell a gyártási és beépítési eljárással is. Az elemek szállításakor és beépítésekor a helyszűke döntő tényező.

Részletesen kívánok foglalkozni a gazdaságosság kérdésével is. Mély-építési előregyártott szerkezetek esetében a szerkezeti beton költségében — a támfalaktól eltekintve — nem várhatunk lényeges megtakarítást. Mégis jelentős gazdasági előnyökhöz jutunk azonban a zsaluzó anyag, valamint a dúcolóanyag megtakarítása és főleg az építési idő rövidülése révén.

Előadásomban röviden ismertetem a bevált hazai és külföldi megoldásokat, végezetül pedig tárgyalni kívánom azokat az okokat, melyek a mély-építési előregyártás további fejlődését gátolják.



1. ábra. Előregyártott íves támfal

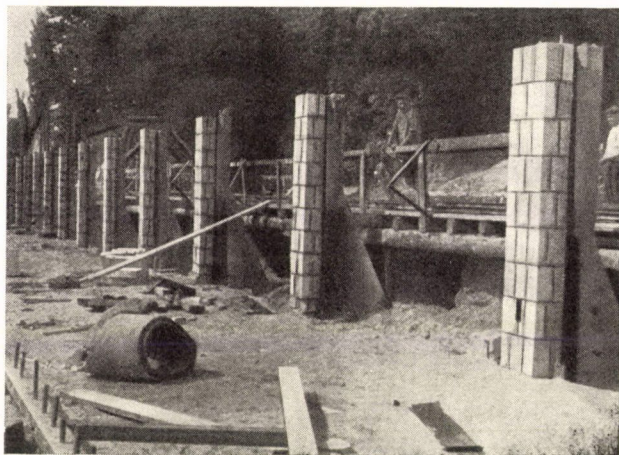
2. Támfalak

Vasbeton támfalak építése során igen sokfajta előregyártási lehetőség adódik. A támfalak ui. rendszerint nagy hosszban azonos keresztmetszettel készülnek, ami egyforma elemeknek nagy számban való alkalmazását teszi lehetővé. Utóbbi években mind hazai, mind külföldi viszonylatban az előregyártott támfalak, gyors beépítési lehetőségük, valamint gazdaságosságuk miatt, széles körben elterjedtek.

Szerkezeti szempontból tulajdonképpen a támfalak három fajtáját különböztetjük meg. Vannak olyan támfalak, melyek alakja egyezik a monolitos beton-, vagy vasbeton-támfalakéval, csupán elemei előregyártottak. Megkülönböztetünk azonban olyan támfalakat is, melyek elemeit a megtámasztott földtestbe horgonyozzák. Végül olyan szerkezetek is vannak, melyek csak

ideiglenes megtámasztást szolgálnak és fő szempont a szétszedhetőség, valamint az újra való felhasználás lehetősége. Ezeket főleg ömlesztett anyagok tárolóin használják.

Hazai viszonylatban a budapesti Dózsa György-úti aluljáró építése során történt kezdeményezés vasbeton-támfalak előregyártására [1]. Itt a szerkezet kialakítását igen beható gazdaságossági vizsgálat előzte meg. Ennek során megállapítottuk, hogy a súlytámfalak és az L-alakú vasbeton-szög-támfalak a pilléres rendszerű téglaboltíves támfalaknál drágábbak. Leggazdaságosabbnak mutatkozott talpas vasbetonpillérek hornyai közt íves vasbetonelemek készítése. Ez a szerkezet a minimális anyagfelhasználás és a gyors építési módszer miatt mintegy 11%-kal olcsóbb, mint az addig alkal-



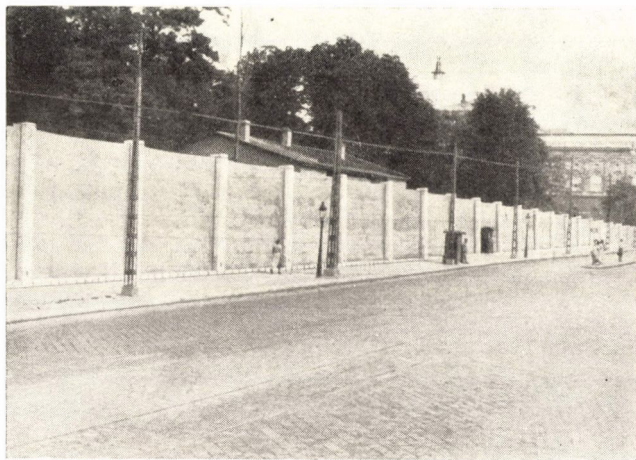
2. ábra. Előregyártott íves támfal kész pillérei

mazott leggazdaságosabb támfal-fajta. A szerkezet lényege, hogy a 6 m-enként elhelyezett, földbe befogott, talpas hornyos vasbetonoszlopok között 8 cm vastag, 60 cm magas vasbetondongák — azaz íves pallók — boltozzák át. A pallók együttműködését tüskék biztosítják. Ezek az elemek helyszíni előregyártással készültek. Egy-egy acél formában naponta két-két elemet betonoztak. Az egyes elemek beépítése igen egyszerű eszközökkel (csille, csigasor) történt. Egy-egy kész elem beépítése három fős csoporttal mindössze 15—20 percig tartott (1. és 2. ábra).

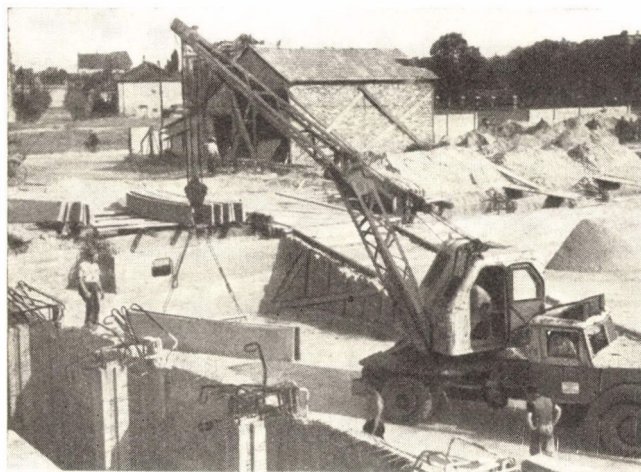
A vékony szerkezet miatt a felfagyás veszélyét ki kell küszöbölni, ezért a háttöltés szemcsés anyagból készül, és a pilléreken vízkivezető, illetve szellőző kivezetést kell biztosítani.

Ez a szépműszaki szempontból is kedvező szerkezet (3. ábra) több helyen került alkalmazásra, részben mint támfal, részben, mint salaktároló határfal. Egyik különleges alkalmazási területe volt a Lokomotív Sportegyesület budapesti versenyuszodája, ahol az oldalfal a vizsgáló- és közműfolyosó kialakítása miatt kettősfalú volt [2]. A kettős oldalfal külső lemeze ugyancsak pillérek közötti íves betonelemekkel készült (4. és 5. ábra). Az elemek 8 cm vastagságban 50 cm magassággal és 5 m fesztávra készültek. Beemelésük darugépkocsival

igen gyorsan — egy nap alatt — történt. Mivel a talajvízszint igen mélyen volt, az elemek szigetelésére nem volt szükség. A vasbeton keretszlopok közt a külső fal így módon való megépítése igen gazdaságosnak bizonyult.



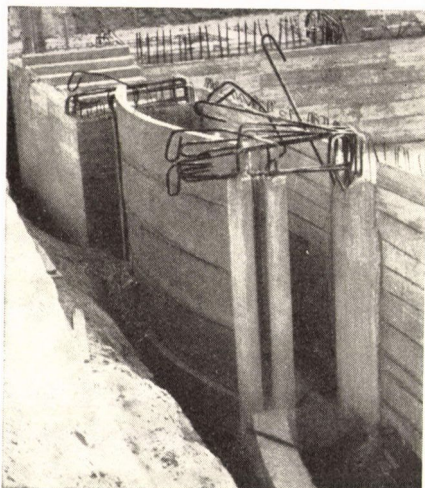
3. ábra. Támfal előregyártott íves elemekből



4. ábra. Űszómedence előregyártott oldalfal-elemeinek bszemelése

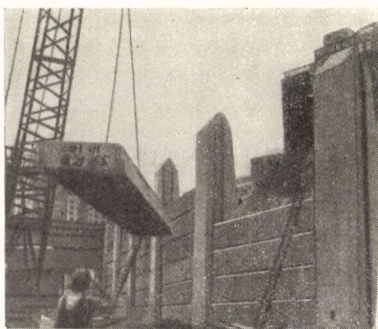
A New York-i Lincoln-alagúthoz csatlakozó támfal hornyos pillérek közti sík támfal-elemekkel épült, azonban az elemek előfeszítve készültek (6. ábra). Az elemek magassága 1,20 m, vastagsága 30 cm, illetve 46 cm, hossza kb. 5 m, a feszítő huzal átmérője pedig 9,5 m volt. A vékonyabb elemekben 32, a vastagabban 46 huzalt helyeztek el. A feszítő erő huzalonként 8300 kg-ot, illetőleg 13 000 kg/cm²-t tett ki. A támfal legnagyobb magassága kb. 15 m-t ért el.

A támfalak szerkezeti megoldásaiban már régóta látjuk azt a törekvést, hogy a kedvezőbb erőjáték, illetőleg gazdaságosabb megoldás érdekében a föld súlyát is figyelembe vegyék. Ezért terjedtek el a földszekrényes és földbe horgonyzott támfalak.



5. ábra. Úszómedence oldalfalának folyosó részlete

Horgonyzáson alapuló megoldás a Nápoly melletti támfal [3]. Érdekessége, hogy az út vonalvezetésének megfelelően az elemeket a kanyarokban ívesen rakták. Ahol a kanyarulati sugár 30 m-nél kisebb volt, ott íves homlokzatú elemeket alkalmaztak.



6. ábra. A Lincoln-alagútíhoz csatlakozó támfal

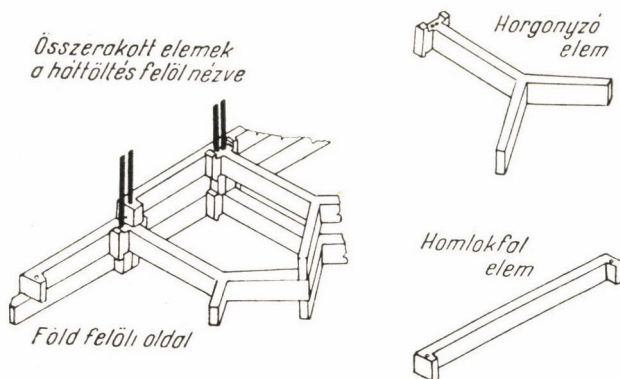


7. ábra. Háttöltésbe horgonyzott támfal

A homlokzati elemek átfedéssel (eltolva) kerültek egymás fölé (8. ábra). A homlokfal hátrahorgonyzását Y-alakú elemekkel biztosították. A kétféle elem kapcsolata igen szellemes csomóponti kiképzéssel történt. Az együttműködést, a cementhabarcson kívül, végigmenő vasszalak is biztosítja. Az

Y-alakú elemek végeiken egymáson fekszenek, azonban közbenső elrendezésük hézagos, így a talaj az elemeket jól körülveszi. Előnyük a különösen rövid építési idő és az anyagtakarékosság. Meg kell azonban állapítani, hogy víz-elvezetésről és szigetelésről itt is gondoskodni kell. Az ilyen rendszerű támfalak további előnye, hogy igen könnyen szétszedhetők és másutt újra felhasználhatók. Felhívom azonban a figyelmet arra, hogy az elemeket felfűző acél rozsdavédelméről a nyílás igen gondos kiinjektálásával és az elemek cementhabarcsba való fektetésével kell gondoskodni.

Hasonló megoldást mutat a 7. ábra is, azonban a háttöltés kötőmelékes anyaga miatt ritkított homlokfal-elemekkel. Az előregyártott támfal-elemek ömlesztett anyagok szabadtéri tárolására is igen alkalmasak. Előnyük egyrészt

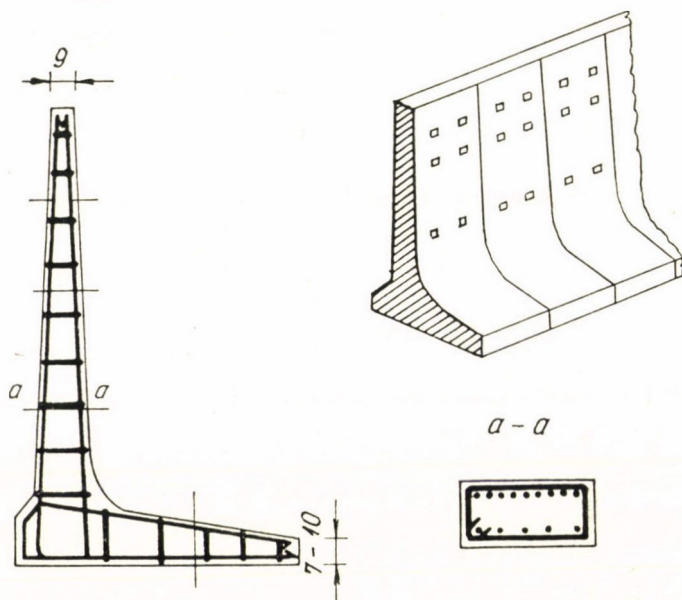


8. ábra. Nápoly melletti támfal összerakható elemei

az, hogy függőleges falak révén, a természetes rézsűvel tárolt anyagokhoz képest azonos alapterületen 30—60%-kal több anyag tárolható, másrészt, hogy a tárolt anyag keveredéstől és piszkolódástól jól megóvható. Különösen alkalmas erre a lengyel Mitzel és Lewulis által ismertetett és külföldön már igen elterjedt L-alakú elemekből álló támfal-fajta [4]. Az előregyártott támfal-elemek 50 cm szélesek. Magasságuk 1 m-től 4 m-ig 50 cm-ként lépcsősen változó (9. ábra). 4 m-nél magasabb elemeket nagy súlyuk (1500 kg felett) és nagyobb talajigénybevételük miatt (3—4 kg/cm² felett) csak kivételesen alkalmaznak. Az elemeket elvileg nem kell összekapcsolni, csak a sarkoknál és kapuk képzésénél. Az elemeken hagyott nyílások azonban megadják a mellgerendával való összekapcsolás lehetőségét. A gyártás egyszerűsítésére az azonos magasságú támfal-fajták keresztmetszete és külső mérete azonos, csupán a tárolt anyag fizikai jellemzőitől (térfogatsúly, súrlódási szög) függően az acélbetétek változnak. Az acélbetétek mennyiségének gyors meghatározására diagramot készítettek. Ugyancsak diagramból határozható meg a támfal alaplemeze alatt a talajfeszültség is. Az elemeket előregyártó üzemben vagy helyszínen készítik. Beépítésük daruval történik. Alkalmazási terük igen tág. Cementgyárakban gipsz, márga, szén, salak stb. tárolására használhatók. Igen alkalmasak széntárolásra, vagy cukorrépa vagy más termés tárolására a rakodó állomásokon és az üzemekben egyaránt. Idényjellegű tárolás esetén előnyt jelent, hogy a kampány befejezése után a falak elszállíthatók és a terület más célra felszabadítható. A szóbanforgó falak városok területén építőanyag

tárolására is célszerűen alkalmazhatók, különösen forgalmas utak, terek szűk munkahelyein. A gazdaságosságot a támfalnak aránylag karcsú keresztmetszete és nem túl nagy fajlagos acélszükséglete (átlag 100 kg acélbetét beton m³-ként) biztosítja.

Az ismertetett szerkezeteken kívül megemlítem az Út-Vasúttervező Vállalat által előregyártott elemekből készített támfalra 1956. évben kiírt tervpályázaton első és második díjat nyert pályaművet.

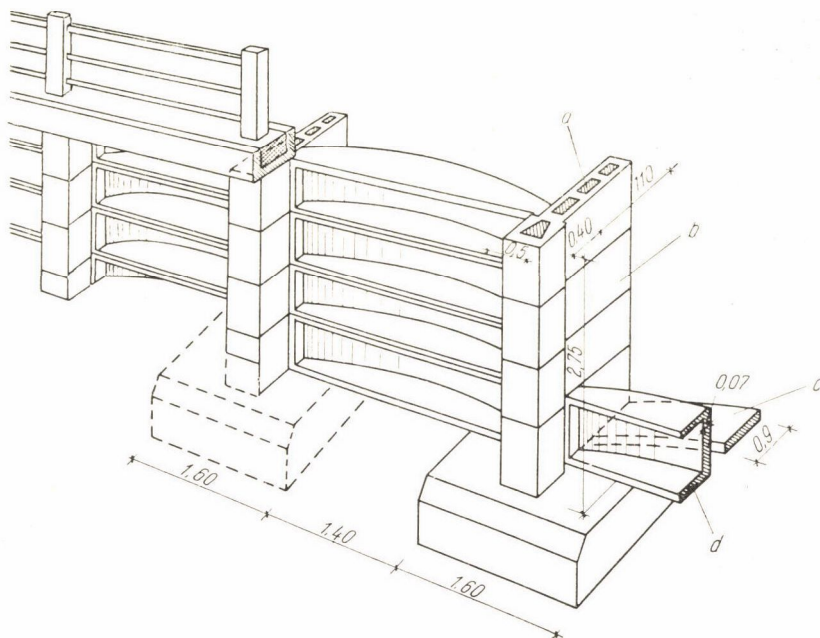


9. ábra. Ömlesztett anyag-tároló támfal-keresztmetszete

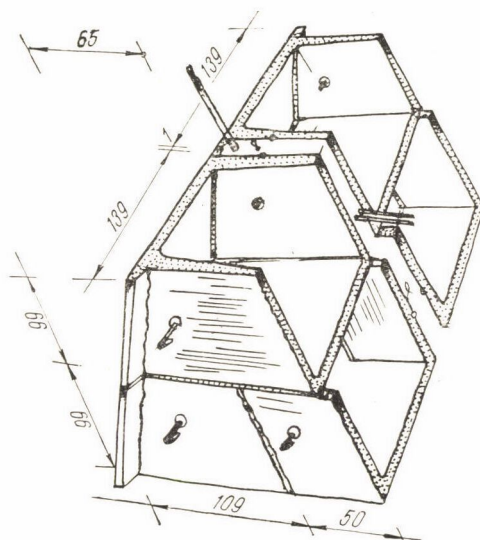
Az első díjat a MISTÉTH E., KEMÉNY Á. és ROSSÁLYI P. által benyújtott megoldás nyerte (10. ábra). Ez a szerkezet 33 cm magas, üregesen előregyártott elemekből összeépített bordákra támaszkodik. A bordák közti elemek 2,50 m hosszúak, 0,66 m magasak és 0,50 m—0,80 m között változó szélességű íves homlokfelülettel készülnek. A dongahéj alakú elemek]-alakúak, peremük egyenesvonalú, melyben rejtett vonóvas helyezkedik el. Az elemek kapcsolatát habarcs-kiöntés és horony biztosítja. A megoldás előnye, hogy a szerkezet egyszerű, gyorsan és könnyen kivitelezhető, anyagtakarékos, kiviteli költsége pedig aránylag csekély.

A második díjat VERŐ I. és SASVÁRI A. terve nyerte (11. ábra). A tervezett támfal 1 m magas, 1,40 m széles, általában 4—5 cm vastag, táska alakú, előregyártott vasbeton-elemekből áll. Háromféle elem alkalmazásával különböző földnyomás- és térszint-terhelésnek megfelelő támfalak összeállítását teszi lehetővé. Az elemeket acélbetétes betonborda kapcsolja össze. A támfal állékonyságát az elemeket kitöltő földanyag súlya biztosítja. A megoldás előnye, hogy a támfal építése egyszerű eszközökkel, lépcsőzetesen hajtható végre. Anyagszükséglete mérsékelt és kiviteli költsége alacsony. A kitöltő földanyag behordását és tömörítését, valamint a háttöltés egy részének be-

építését a támfal építésével egyidőben kell végezni. Az elemek falvastagsága 4, illetve 5 cm, ezért a négy oldalfallal bíró, aránylag nagyméretű elemek betonozása igen gondos munkát igényel. Az elemek szállítása kissé nehézkes.



10. ábra. Előregyártott támfalpályázat díjnyertes terve: a = beton kitöltés; b = előre gyártott pillérellem; c = előregyártott talptálozati elem a pillérialapok leterhelésére; d = előregyártott bordáselem beépített vonórúddal



11. ábra. Előregyártott támfalpályázat II. díjjal kitüntetett terve

Mint látható, mind a hazai, mind a külföldi megoldások és tervezetek a szellemes szerkezeti felépítésre, anyag és költségtakarékosságra való törekvésben bővelkednek. Ezért elérkezettnek látom az időt, az eddigi elgondolások előnyeinek és tapasztalatainak felhasználásával, egy kiforrott és minden tekintetben megfelelő előregyártott támfal-fajta megalkotására és szabványosítására.

A különböző támfalakra gazdaságossági vizsgálatokat végeztem. Sajnos helyhiány miatt csak a számítások végeredményét közölhetem (1. táblázat).

1. táblázat

Támfalak építési költségeinek összehasonlítása

Sor-szám	A támfal fajtája	1 fm támfal építési költsége, Ft	1 m ² támfal építési költsége Ft	Költség-összehasonlítás, vb. támfalhoz viszonyítva %
1.	Vasbeton lemez (L-alakú)	1780	593	100
2.	Csömöszölt beton súlytámfal	1540	513	87
3.	Vb. pillérek közti előregyártott vb. pallók	1450	483	82
4.	Vb. pillérek közti íves téglafal	1325	442	75
5.	Cölöpös előregyártott vb. gerendás hídfő	1320	440	74
6.	Talpas vb. oszlopok közti íves előgy. vb. elem	1203	401	68
7.	Lengyel-rendszerű támfal	1163	388	65
8.	Talpas, előregyártott vb. oszlopok közti íves előgy. vb. elemekkel	1149	383	64
9.	Összerakható, földbe horgonyzott támfal	900	300	51
10.	Lengyel-rendszerű ömlesztett ag. tároló	640	213	36

A táblázat adatai 3 m térszint magasság-különbségű támfalra vonatkoznak.

Az anyagfelhasználásra vonatkozó vizsgálatokból megállapíthatjuk, hogy a költségek csökkenése éppen a betonanyag- és zsaluzat-csökkenés következménye, ezért a könnyű, kevés betont igénylő és az állékonyság biztosítására a talaj súlyát is figyelembe vevő szerkezetekre kell törekednünk.

3. Térszint alatti műtárgyak

A kis földtakarással létesülő különböző mélyépítési műtárgyak az előregyártás igen széleskörű alkalmazási területét alkotják. Ezek között megkülönböztetünk olyanokat, melyeknél a műtárgy nyílt, rézsús vagy dúcolt munka-

gödörben épül és az előregyártott elemek alkotják a szerkezetet, továbbá olyanokat, melyeknél az előregyártott elem csak a zsaluzást pótolja. Ezenkívül vannak oly előregyártott szerkezeti megoldások is, melyeknél az előregyártott elem egyúttal a dúcolás elemeként működik.

Térszint alatti létesítmények körében az előregyártott beton és vasbeton idomok alkalmazása igen régi múltra tekinthet vissza. Mind közlekedési alagutak, mind bányatérsegek falazatát már évtizedek óta készítik téglá helyett betonból, és igen gyakran alkalmaznak a csömöszölt betonon kívül beton idomköveket is. Ezek nagysága a tervezéstől függően igen különböző



12. ábra. Alagútépítés vasbeton-bélésgyűrűkkel

lehet, mégis fő szempont, hogy az egyes elemek lehetőleg kézzel legyenek beépíthetők, és ezért súlyuk a 30—35 kg-ot ne haladja meg. Boltozatok falazásához ék alakú idomköveket használnak. Egyszerűbb esetben elhelyezésük kézzel történik, azonban bevezették már a gépi felrakást is. Ez esetben az idomköveknek súlya 300—400 kg-ra is emelhető.

Sajnos az előregyártott vasbeton-idomkövek különféle alkalmazását helyhiány miatt nem ismertethetem, csupán a földalatti vasutak és más hasonló építmények vasbeton-bélésgyűrűit említhetem. Ezek hazai alkalmazására is megtörténtek a kísérletek, ezekről ILLÉSSY J. fog beszámolni. Alkalmazásuk során különös gond fordítandó az egymáshoz csatlakozó felületek gondos előállítására, a rések vízzáró anyaggal történő kitöltésére és csavaros kapcsolatok gondos elhelyezésére (12. ábra).

Földalatti térkiképzéshez alkalmazott szerkezetek gazdaságossági elbírálásakor figyelemmel kell lennünk arra, hogy e szerkezeteknek a szűk szállító-járatokba való beszállítása nehézkes és ezért a költségösszehasonlítás igen gyakran a monolitos szerkezetek javára dől el.

4. Értékelés és összefoglalás

Az előadottak alapján láthatjuk, hogy a mélyépítésben alkalmazott előregyártott szerkezetek körében az előregyártásnak igen sokfajta lehetősége van, azonban az ilyen szerkezetek nem minden esetben gazdaságosak. Igen sokszor a kivitelező vállalatok húzódoznak az előregyártás alkalmazásától gépi felszerelés hiánya, vagy egyéb okok miatt, és kikényszerített helyi normákkal emelik a költségeket. Ugyanakkor viszont megállapíthatjuk, hogy a mélyépítésben alkalmazott előregyártott szerkezetek tervezése sem kiforrott még. Ehhez hiányzik a megfelelő tudományos előkészítés, a tervezési, valamint a méretezési irányelvek kiadása és a jól bevált szerkezetek szabványosítása.

Az előadottakat összefoglalva javasolom tehát, hogy a bemutatott igen sokféle előregyártási lehetőséget további fejlesztés és alkalmazási kör kiterjesztése szempontjából vizsgáljuk meg. Elősegítené a kérdés előbbrevitelét olyan tervpályázat is, melyben a különböző szakágakban lehetséges előregyártási adottságokat és lehetőségeket kellene megállapítani, illetve kidolgozni és gazdaságossági vizsgálat alá vonni. Továbbá szükségesnek tartom a térszint alatti létesítmények tervezési és méretezési irányelveinek mielőbbi kiadását, mert tarthatatlan állapot az, hogy ilyen létesítményeket különböző tervező irodák különböző elvi megoldások szerint tervezzenek. Csak az alkalmazott előregyártott szerkezetek rendszeres összegyűjtése és kiértékelése után kerülhet sor a jól bevált gazdaságos szerkezetek szabványosítására és az ipar megfelelő szállító- és emelőberendezéssel való ellátására.

IRODALOM :

1. Cserhalmi S.—Kovácsházy F.: Újrendszerű, előregyártott támfalszerkezet. *Mélyépítéstudományi Szemle* 1 (1951) pp. 102—107.
2. Kovácsházy F.: Lokomotív Sportegyesület budapesti versenyuszodájának építése. *Mélyépítéstudományi Szemle* 4 (1954) pp. 561—567.
3. Retaining walls of precast units. *Concrete and Constructional Engineering* 51 (1956), pp. 352—359.
4. Mitel A.—Lewulis H.: Prefabrikowane ściankioporowe. (Előregyártott támfalak) *Inżynieria i Budownictwo*, 9 (1952), pp. 139—143.
5. Dräger, H.: Der zylindrische gassichere Schutz-Aussenbau. *Ziviler Luftschutz*, 19 (1954), pp. 262—267.

ANDAI PÁL :

Az előregyártás a korszerű, üzemszerűen gépesített építés egyik fontos módzata, azonban előregyártás tervbe vételekor mindig meg kell vizsgálni, hogy az előregyártás révén a kívánt cél : a famegtakarítás és az építési idő megrövidítése valóban elérhető-e?

Az alábbiakban a mélyépítési előregyártás helyes alkalmazásának két jellegzetes példáját mutatjuk be.

Az 1. ábrán ipartelep részére bányásmódszerrel készült földalatti *kábelalagút* keresztmetszete látható. A kábeltartópolcok és ezek tartóelemei az építési vállalat helyszíni telepén előregyártva készültek. A polctartó ívelemek súlya 165 kg, acélszükségletük 45 kg. Az alagútszelvény elkészülte után a polctartó elemek és a hozzájuk tartozó pallók elhelyezése rendkívül gyorsan ment végbe, ami az alagút használatba vehetőségét nagymértékben meggyorsította. A polctartó elemek két részből állanak, s ezek az alagút-boltozat záradékvonalában vannak illesztve. A polctartó konzolok elhelyezése végett az alagút vasbetonfalát nem kellett megbontani ; ez vízszigetelés szempontjából is igen előnyösnek mutatkozott.