

AZ ELŐREGYÁRTÁS ÉS FESZÍTÉS ÚJABB HAZAI ALKALMAZÁSA VÍZELLÁTÁSI MŰTÁRGYAKON

1. Bevezetés

Az előregyártás és feszítés alkalmazása a hazai mélyépítő iparban az utóbbi években öröndetes fejlődést mutat. Jelentős eredmény, hogy előregyártással és feszítéssel készítendő több egyedi műtárgy tervezése és kivitelezése terén a kísérleti állapoton már túljutottunk, sőt a vízellátás területén folyadéktartályok és víztornyok szabványterveinek kidolgozása is folyamatban van.

2. Folyadéktartályok

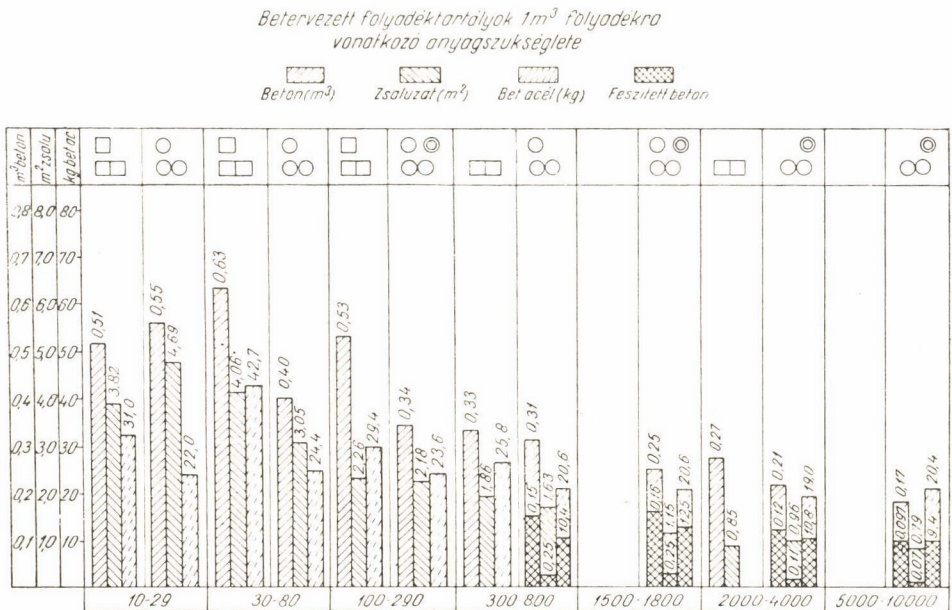
A folyadéktartályok a különféle ipari üzemek fontos létesítményei. Ezek építése során a korszerű minőségi és gazdasági követelmények az előregyártás, valamint a feszítés alkalmazását szükségszerűvé teszik. A vasbetontartályok repedésmentessége és tökéletes folyadékszárása is csak feszítettbeton alkalmazásával érhető el.

A köralaprajzú vasbetontartályok hengeres falának keresztmetszetméretei általában a beton megengedett húzófeszültségétől függenek. Feszítettbeton alkalmazása esetén ezeknek a méreteknél a beton megengedett nyomófeszültsége szab határt. Az egyéb feszített szerkezetekkel szemben tehát a köralaprajzú feszítettbeton folyadéktartályoknak különös gazdasági jelentőségük van. Feszítettbeton alkalmazása esetén azonban a csökkentett vastagságú (12—18 cm vastag) hengerfalak betonozása csak álló helyzetben, tehát több-kevesebb nehézséggel végezhető. Ezzel szemben előregyártás esetében a kis keresztmetszetű oldalfalelemek fekvő helyzetben, egyszerűen és kiváló minőségben készíthetők, s ugyanekkor a monolitós építésmód esetében szükséges állvány- és szaluzatanyag legnagyobb része is megtakarítható. Mivel pedig az előregyártott elemek vízzáró kapcsolata kielégítő módon csak feszítéssel oldható meg, a minőségi és gazdasági feltételek az *előregyártás és feszítés* együttes alkalmazását teszik szükségessé.

Feszítettbeton kivitelű folyadéktartályokra számos, legnagyobb részét külföldi példát ismerünk. Igen csekély azonban az előregyártott és feszített megoldások száma. Az említett külföldi tartályok építése és feszítése általában feszítőkocsikkal vagy olyan gépi berendezésekkel történt, melyek beszerzése és alkalmazása csak nagyobb méretű tartályok sorozatos kivitelezése esetén

gazdaságos. Hazánkban viszont főleg egyedi tartályépítésről lehet szó. Ezért, továbbá amiatt, mivel a nagyobb méretű feszítettbeton tartályokhoz szükséges, külföldön használatos gépi berendezések hazánkban majdnem teljes mértékben hiányoznak, és az ilyenek gyártására alkalmas gépiparunk más vonalon erősen le van terhelve, az egyszerűbb eszközökkel és építési módokkal megvalósítható rendszerek kidolgozását tűztük ki feladatul.

Ez irányú munkák eredményeként több olyan folyadéktartályt terveztünk, illetve építettünk, melyeken az előregyártást és feszítést kombináltan alkalmaztuk. Ez a kombinált feszítésmód jelentős anyag- és munkamegtaka-



1. ábra. Folyadéktartályok 1 m³ folyadékra vonatkozó anyagszükséglete

rítást tett lehetővé, és mint ilyen, felette gazdaságosnak bizonyult. Erre nézve az 1. ábra táblázata szolgáltathat tájékoztató adatokat. A táblázatban az 1950—1956. években tervezett és részben kivitelezett 117 db tartály beton-, betonacél-, állvány- és zsaluzatszükségletét tüntettük fel, tározótartályonként külön-külön. A táblázatban a pusztán feszítettbetonból készült, illetve előregyártott és feszített kivitelű tartályok anyagszükségletét is külön megjelöltük. Ez utóbbiak gazdaságos volta az átlagosan 43%-os beton-, 45%-os betonacél- és 80%-os faanyagmegtakarítás folytán vitathatatlan.

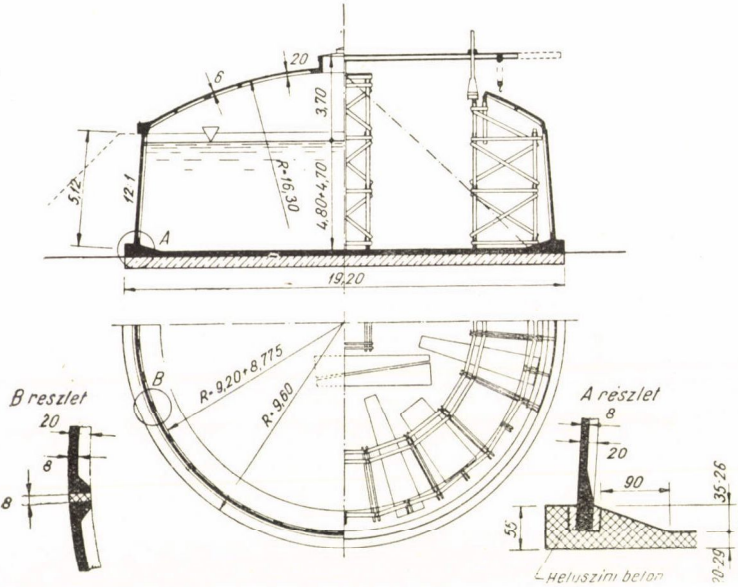
A következőkben GNÄDIG B. és a szerző által kidolgozott új rendszer szerint tervezett víztartályokra két példát mutatunk be:

a) 1200 m³-es előregyártott feszítettbeton folyadéktartály (2. ábra).

E tartály csonkakúp alakú oldalfalának hajlása 1 : 12. A kúpfelületre huzalokat tekercselnek fel s azokat a kúpos felületen lejjebb verve feszítik meg.

A kör alakú alaplemez pereme 1,6 m szélességben, kiékelés közbeiktatásával meg van vastagítva és 40 × 30 cm méretű körbefutó horonnyal van ellátva.

Ez utóbbi az oldalfalelemek elhelyezése, továbbá az oldal- és fenéklemez vízzáró kapcsolata szempontjából fontos szerepet tölt be. A kapcsolati helyeken a vízzárást az oldalfalelemek elhelyezése után kiadódó belső és külső 10—10 cm széles hézagok utólagos kibetonozásával érhetjük el. A belső hézagot a feszítés előtt, a külsőt a feszítés elvégzése után kell kibetonozni. Az alaplemez kikékelésénél levő, átmenő vasalású munkahézag csak a feszítés műveletének elvégzése és a kiállványozás után betonozandó ki. Így a függőleges síkú hajlítónyomatékokból és a zsugorodásból származó húzófeszültségek a betonban nagymértékben csökkenthetők.



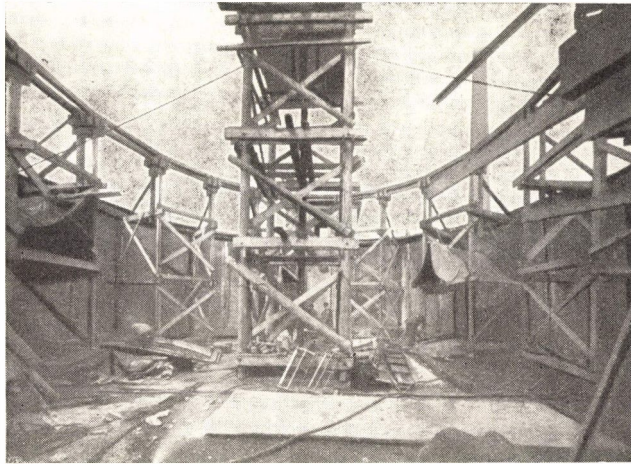
2. ábra. 1200 m³-es előregyártott, feszítettbeton folyadéktartály általános terve

Az oldalfalelemek 5,12 m hosszú, átlagosan 1,4 m széles, trapéz alakú íves táblák, a kúpfelületnek megfelelő görbületi viszonyokkal. A 8 cm vastag lemez szélein az elemek szállíthatóságának és a csatlakozóhézag kiképzésének biztosítására 4×20 cm méretű peremborda van. A 38 db oldalfalelem egyenként 2,3 t súlyú. A kupolaelemek 6 cm lemezvastagságúak, 4×20 cm-es perembordával készülnek. A két sorban elhelyezett, összesen 76 db gömbszelet felületű kupolaelem átlagos súlya 0,7 t. Az előregyártott elemek betonminősége B 280. Az 2. ábrán feltüntetett csatlakozóhézagok betonminősége szintén B 280.

Az oldalfal- és kupolaelemek csatlakozását monolitos kupolagyűrű biztosítja. A kupola önsúlya és a rájutó esetleges terhelés a kupolagyűrűben 35 t gyűrűerőt ébreszt. Ezt az erőt utófeszítéssel vesszük fel, s így a kupolaperemen egyébként létrejövő nyomatékokat kiküszöböljük. Ez az utófeszítés egyszerre mind a héjkupola önműködő kizsaluzását is eredményezi.

A kupolagyűrű utófeszítését harántfeszítési módszerrel végeztük el. 2×10 db $\varnothing 5$ mm-es K. B. 150—130 jelű patentírozott acélhuzalt alkal-

maztunk. Ez 142 t kezdeti és 123 t végső értékű gyűrűirányú feszítőerőt jelent. A feszítőerőből, valamint a földnyomásból az oldalfalban legfeljebb 60 kg/cm^2 értékű vízszintes nyomófeszültség keletkezik. Az adott erőhatások okozta függőleges síkú hajlítónyomatékok a hengerfal alsó szélén 8 kg/cm^2 értékű függőleges irányú húzófeszültségeket ébresztenek. A feszítőhuzalokban megkívánt $11\,000 \text{ kg/cm}^2$ feszültséget azáltal érjük el, hogy a feszítőhuzalokat a lefelé szélesedő csonkakúpfelületen eredeti helyüknél 63 cm-rel lejjebb verjük.



3. ábra. Előregyártás a fenéklemezen

A tartály meglévő tározóegység mellett, hegyoldalban épült. Emiatt nem jöhetett szóba sem előregyártótelep, sem nagyobb emelőgépek alkalmazása. Az előregyártást ezért a tartály fenéklemezén végeztük el. Az elemek szállítására és elhelyezésére egyszerű, oly emelőberendezést terveztünk, amely az elemek megtámasztására szolgáló állványzaton volt mozgatható.

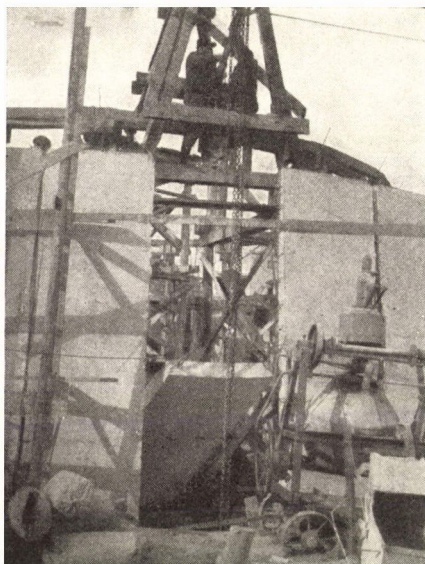
Az elemek gyártása, emelése, tárolása és elhelyezése a szűk terület ellenére a 2. ábrán feltüntetett emelőberendezéssel könnyen volt végrehajtható. A vasszerelés, betonozás, gőzölés, az elemek felszakítása, valamint a szállítás és elhelyezés a szigorú tél ellenére elemenként átlag 24 órát vett igénybe. Az öt-hat főből álló munkacsoport jó munkamenet esetén napi 6 elemet is le tudott gyártani.

A 3. ábrán a fenéklemezen történő előregyártást, a 4. ábrán oldalfalelem beemelését láthatjuk. Az oldalfal- és kupolaelemek elhelyezésével egyidejűleg történt a csatlakozóházak kibetonozása, majd pedig a monolitikus kupolagyűrű készítése. Az 5. ábra kívülről, építés közben mutatja a szerkezetet.

Az összeállított kész tartály belső vízzáró vakolatának felhordása már a feszítőhuzal kézierővel történő felcsévézése közben történt. A vízzáró vakolat három rétegű, 1,5 cm öszsvastagságú volt.

A kupolagyűrű feszítését a 6. ábrán látható módon, a harántfeszítés módszerével végezték. A 10—10 feszítőhuzalból álló kötegeket harántirányban egymáshoz képest 12—12 cm-rel húzták össze. A feszítőhuzalokat (6. ábra)

a hengerfalon nem közvetlenül a betonfelületre, hanem a kerület mentén 60 cm-ként elhelyezett \varnothing 10 mm-es, ún. szánkóvasakra cserélték fel, mégpedig párosával, csavarmenetben. A szánkóvasak és huzalpárok találkozási helyein a huzalpárokra helyezett keményfaékeket kalapáccsal ütögetve, a huzalokat több részletben, összesen 63 cm-rel kellett lejjebb tolni. A feszítés műveletét a 7. ábra mutatja. A feszítés mértékét a 8. ábrán látható Szikszay-féle feszültségmérővel ellenőrizték. A feszítőhuzalok csévélése és feszítése 6 főből álló brigád segítségével 8 nap alatt volt végrehajtható.



4. ábra. Oldalfalelem elhelyezése

A befejezés előtt álló tartály belső képe a 9. ábrán látható. A tartály üzemi próbája több heti teljes feltöltésből állt. Ezalatt az idő alatt a tartály külső felületén még vízfoltokat sem tapasztaltunk. Az üzemi próba után az oldalfal feszítőhuzalait roszdásodás ellen három rétegű, 2,5 cm összvastagságú cementvakolattal védtük meg. A tartály kifogástalan állapotban, másfél éve van üzemben.

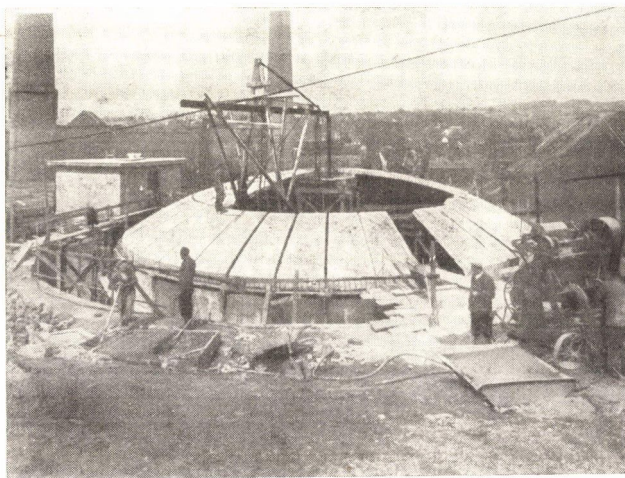
b) $2 \times 5000 \text{ m}^3$ -es, előregyártott feszítettbeton folyadéktartály (10. ábra)

E tartály lefedését az üzemi követelmények, valamint a nagyobb földfeltöltés miatt síkfödémmel oldottuk meg. A hengerfalat ugyanúgy szerkesztettük, mint az előbb tárgyalt esetben.

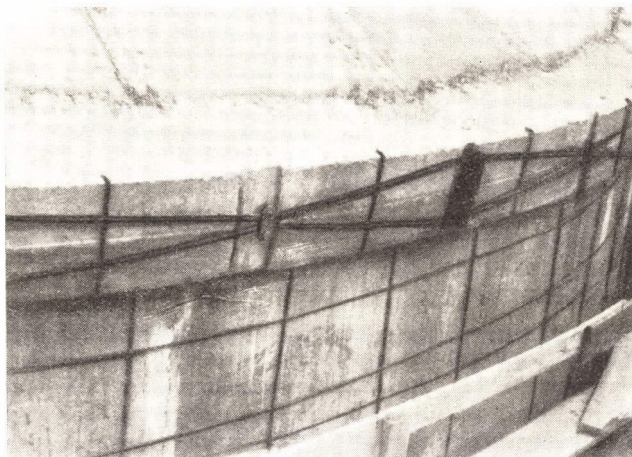
A 6 m hosszú, átlag 1,32 m széles oldalfalelemek a fellépő igénybevételeknek megfelelően 18 cm vastagok. E tekintélyes lemezvastagságra való tekintettel az elemeket nem volt szükséges ellátni a szállítás és csatlakoztatás miatt külön perembordával.

A függőleges hajlítónyomatékok, az oldalfalelem alsó befogása helyén 30 cm-es vastagítást tettek szükségessé. A perembordánélküli, kereken 4 t súlyú elemek igen egyszerűen gyárthatók.

A tartály lefedése előregyártott körgerendák segítségével, 3 sáv mentén alátámasztott, előregyártott bordás födémekkel történik. A körgerendázat csomóponti elrendezését az előregyártott oszlopok által történt alátámasztási



5. ábra. A tartály külső képe építés közben



6. ábra. A kupolagyűrű feszítése

helyen, a 10 ábra „C” részlete tünteti fel. E megoldás szerint a körgerendázat a födémek helyszíni összebetonozása folytán folytonos többtámaszú tartóvá válik.

Az alkalmazott betonminőség úgy a monolitós részeken, mint az előregyártott elemek esetében B. 280. Az utófeszítés aljára \varnothing 5 mm-es KB. 150—130 jelű, nagyszilárdságú patentírozott acélhuzal szolgál.

Az előregyártás mértékére jellemző, hogy a $2 \times 5000 \text{ m}^3$ -es tartályon összesen 610 db, átlag 2 t súlyú elem készül előregyártva. A legyártandó elemek összsúlya 1210 t, vagyis kereken 485 m^3 előregyártott betont építünk



7. ábra. A hengerfal feszítése

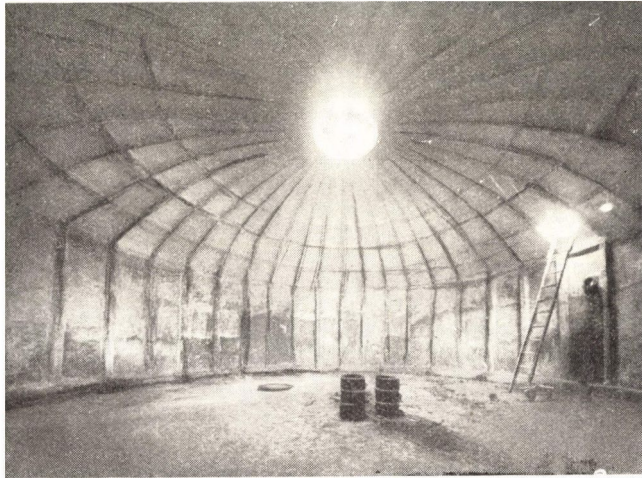


8. ábra. A huzalfeszültség mérése

be. Ez a mennyiség természetesen külön helyszíni előregyártótelep létesítését teszi szükségessé.

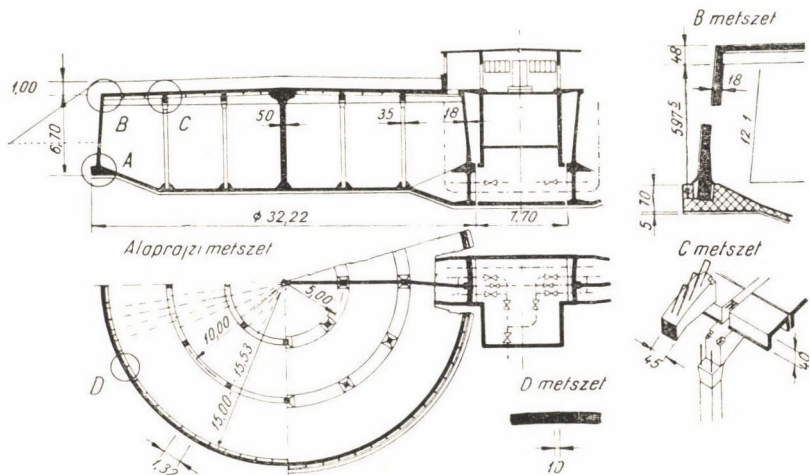
A gazdaságos, gyors kivitelezéshez a nagy földmunka és nagymértékű előregyártás miatt az építési eljárás gondos kidolgozása és szervezett előkészítése szükséges. A tervezett kivitelezési módot — vázlatosan — a 11. ábra tünteti fel.

A félig földbesüllyesztett tartály építésén 5 t emelőképességű, 15 m legnagyobb gémkinyúlású hernyótalpas darut alkalmazunk. Ezt a gépet a földmunkán, valamint az elemek szállítása és elhelyezése során gazdaságosan lehet kihasználni.

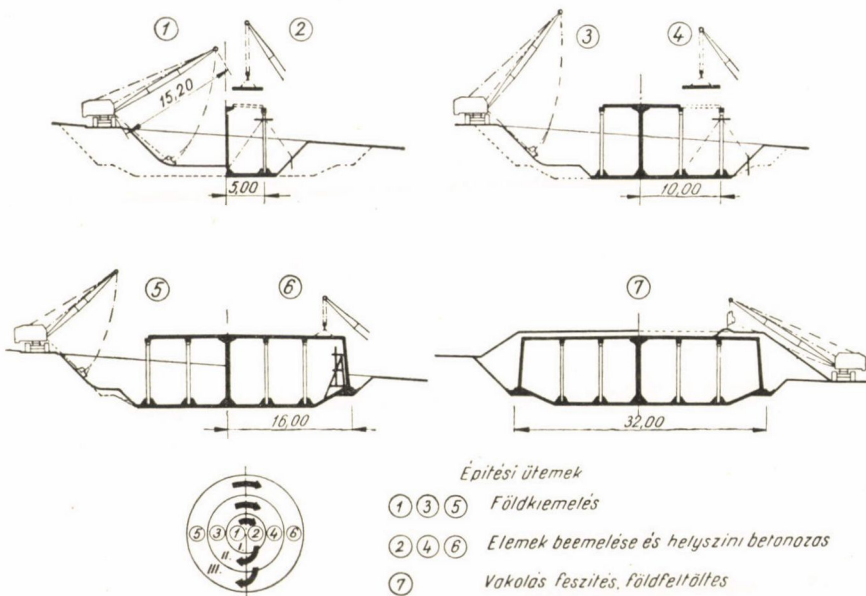


9. ábra. A tartály belső képe, befejezés előtt

Az építés során az előregyártott oszlopok építésközbeni állékonyságát kihorgonyozással biztosítjuk. A körgereidák és födémek elhelyezőállványzata az oszlopok tetejére van szerelve. Az oldalfalelemek elhelyezése is csak könnyű támaszóállványzatot igényel, az egyszersmind a vakolóállás is. A vázolt építési rendszer általában fában igen takarékos. A tartály építése során zsaluzatra csupán a fenéklemez egyes részeinél és a körsávalapoknál van szükség.



10. ábra. $2 \times 5000 \text{ m}^3$ -es előregyártott feszítettbeton folyadéktartály általános terve



11. ábra. $2 \times 5000 \text{ m}^3$ -es tartály építésvégrehajtási és szervezési terve

3. Víztornyok

Ezek a vízellátás további fontos egyedi műtárgyai. Épülő ipartelepeink és lakótelepeink mind nagyobb száma szükségessé teszi nagyobb tározóképeségű víztornyok gazdaságos és korszerű terveinek kidolgozását. A feladat megoldása során számos műszaki és szépészeti szempont összhangba hozására van szükség. Így pl. a szépészeti igények sokszor akadályozzák a szerkezet szabad kialakítását és az alkalmazandó építési mód szabad megválasztását.

Nagyobb víztornyainkat eddig majdnem kivétel nélkül monolitos rendszerben, nehéz állványzat segítségével építettük. A használt kiviteli módok betonban, betonacélban, de főleg állvány- és zsaluzóanyagban nem voltak gazdaságosak. Viszont az előregyártás és feszítés együttes alkalmazásával, továbbá a csúszózsálatatok megfelelő módon való használatával olyan szerkezetek alakíthatók ki, amelyek nemcsak gazdaságosak, hanem minőségileg szintén komoly fejlődést eredményeznek, sőt szépészeti szempontból is kifogástalanok.

Az általunk tervezett víztornyok gazdaságos voltának igazolására (a 12. ábra táblázatában) különféle rendszerben épült víztornyokra nézve gazdasági összehasonlító vizsgálatot végeztünk.

A táblázatban három azonos tározó térfogatú (1200 m^3 -es) és azonos magasságú (53 m-es) víztorony anyagszükségletét, munkaerőfelhasználását és építési idejét hasonlítottuk össze egymással. A közölt adatok az általunk tervezett újfajta víztorony létjogosultságát igazolják.

Az alábbiakban az általunk tervezett víztornyokra néhány jellegzetes példát mutatunk be.

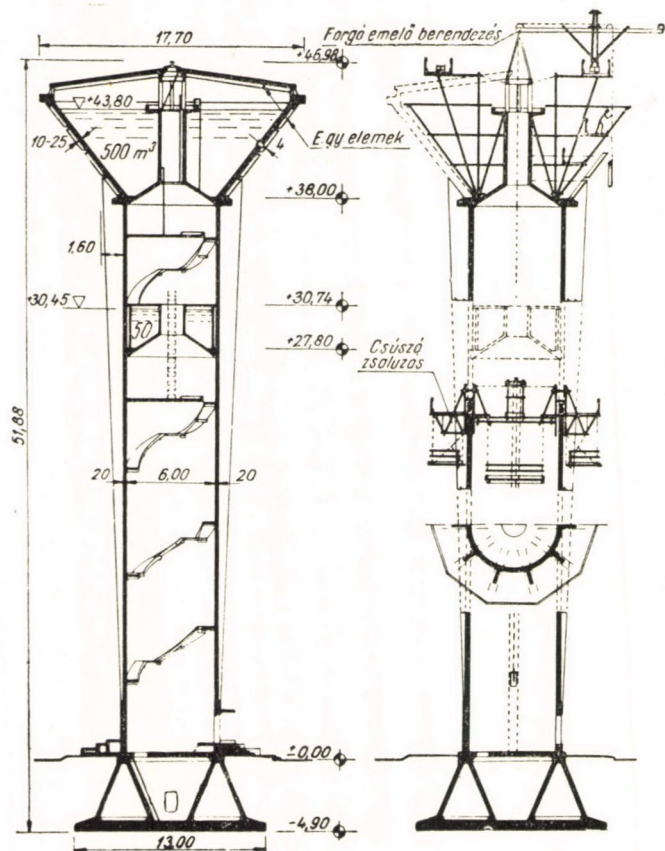
a) 550 m³-es kétszintű ipari víztorony (13. ábra)

Ez csúszózszaluzat és előregyártás kombinációjával készül. A 38 m magas toronytörzs kettős csonkakúp alakú monolitos vasbeton alaptestből az anyagfelvonóval és munkaszinttel egybeépített csúszózszaluzat segítségével épül

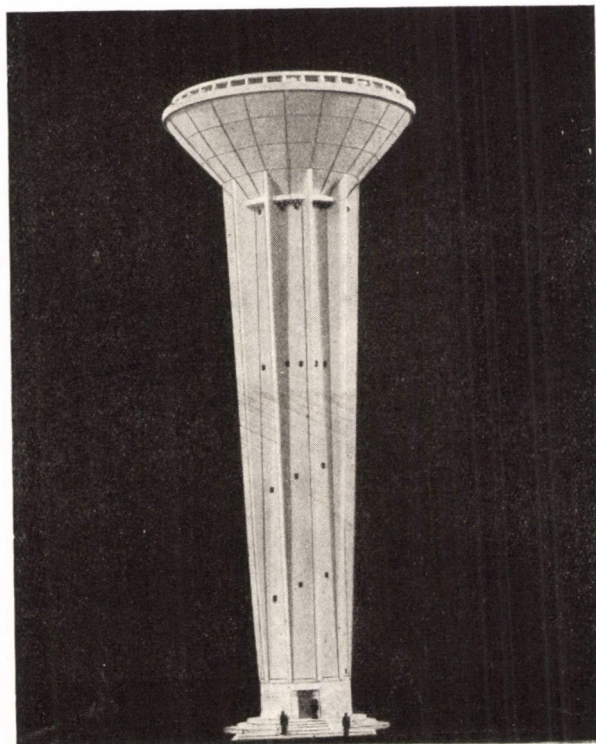
	Klasszikus monolitikus rendszer		Új rendszerű, előregyártott rendszer; egy feszített betontartály		Új rendszerű, csúszózszaluzatos kivétel, egy feszített betontartály	
BETON (m ³)	2.600		2.000		1.800	
(hasznos m ³)	2,17	100 %	1,67	77 %	1,50	69 %
(beép. l m ³)	0,163		0,125		0,113	
BETONACÉL (g)	1.700		1.400		1.200	
(hasznos m ³)	1.42	100 %	1,17	82 %	1,00.	71 %
(beép. l m ³)	0,106		0,082		0,075	
ÁLLVÁNYFA (m ³)	720		130		200	
(hasznos m ³)	0,60	100 %	0,108	18 %	0,167	28 %
(beép. l m ³)	0,045		0,0081		0,0125	
ZSALUZÓ DESZKA (m ²)	55		15		25	
(hasznos m ²)	0,0458	100 %	0,0125	33 %	0,0208	46 %
(beép. l m ²)	0,00344		0,00094		0,00156	
MUNKAERŐ (óra)	270.000		115.000		90.000	
(hasznos m ²)	225	100 %	96	43 %	75	33 %
(beép. l m ²)	16,88		7,18		5,73	
ÉPÍTÉSI IDŐ		100 %		70 %		60 %

12. ábra. Anyag- és munkaerőfelhasználás

meg. A felső 500 m³-es tartály fenékkúpjának és belső orsófalának elkészülte után az előregyártott elemekből összerakott, fordított csonkakúp alakú külső héjazat a 13. ábrán látható állványzat és forgó emelőberendezés segítségével kerül megépítésre. Az íves trapéz alakú burkolóelemek 4 cm vastag lemezből és 20 cm-es lemezbordából állanak. Átlagos súlyuk 0,8 t. A külső burkolófalazatban az elemek csatlakoztatása útján összefüggő körív- és alkotóirányú monolitos bordarács keletkezik. A burkolófal megépítése utána szigetelőrétegek felhordása és a vasbeton tartályfal készítése már zárt térben történik. A torony kisminta-képét a 14. ábra tünteti fel. Mint látható, az ismertetett rendszer formaképzés szempontjából is előnyös. A torony építése folyamatban van.



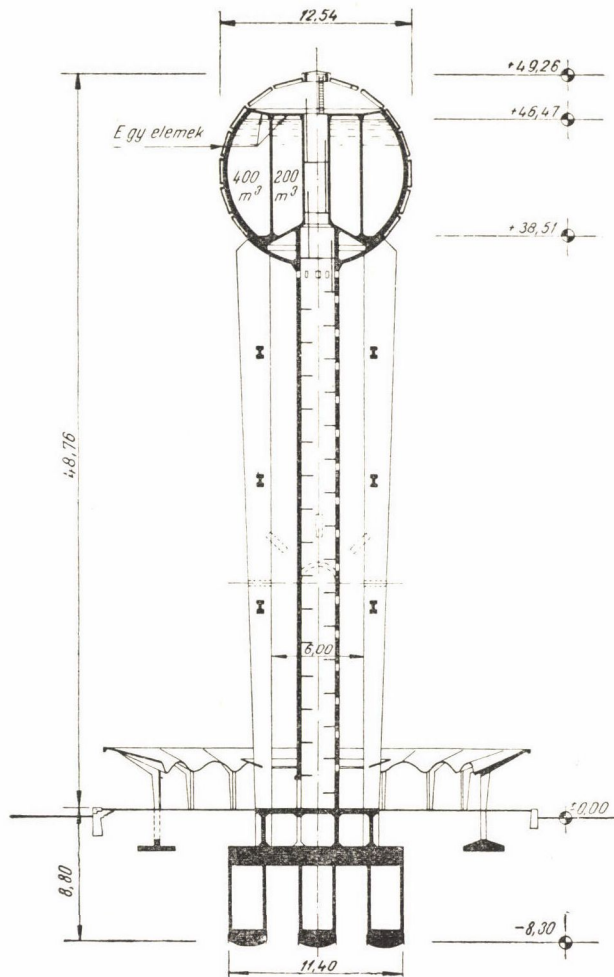
13. ábra. 550 m³-es kétszintű ipari víztorny általános és építésvégrehajtási terve



14. ábra. 550 m³-es ipari víztorny kisminta képe

b) 600 m³-es egyszintű lakótelepi víztorony (15. ábra)

Az előbb ismertetett víztoronyhoz hasonló elvek szerint készíthető. Szépészeti szempontból szintén kifogástalan (16. ábra).



15. ábra. 600 m³-es egyszintű lakótelepi víztorony általános terve

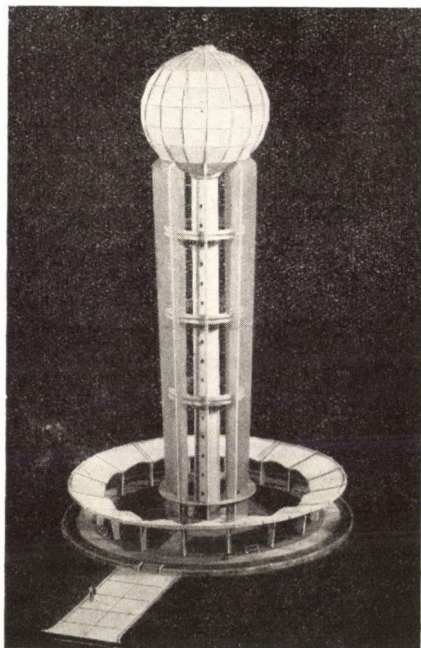
c) 800 m³-es egyszintű városi víztorony (17. ábra)

Ez a víztorony az ismertetett rendszer további alkalmazási példája. A tartály fenékkupolája alatt és az oldalfalak körüli vizsgáloterek kiképzésével az üzemeltető nagyobb igényeit anyagtakarékosan tudtuk kielégíteni. A tartály, illetve toronyfej kissé szokatlan arányai ellenére az építési anyagok

hasznos m^3 -re vonatkoztatott értékei minimálisak. A torony külső megjelenési formája is megoldott (18. ábra).

d) 2000 m^3 -es egyszintű városi víztorony (19. ábra)

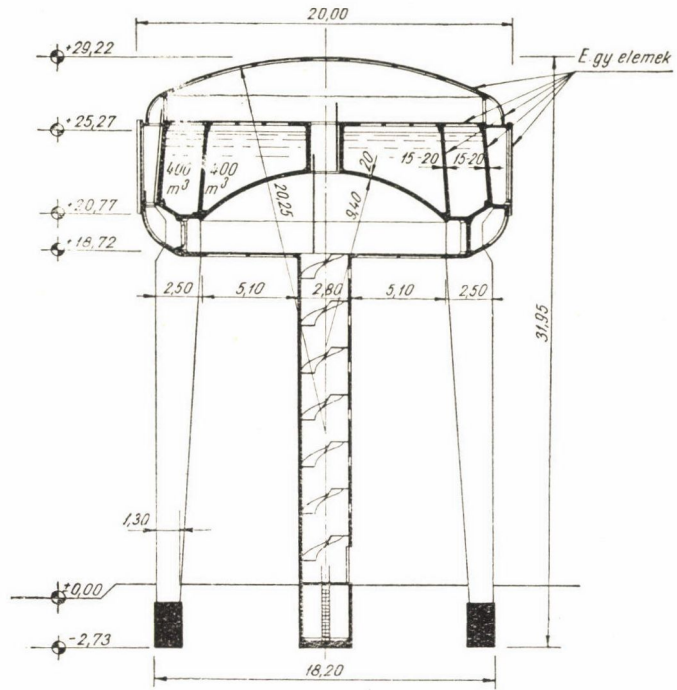
Ezen az építményen a tározótartály nagy méretére való tekintettel az előregyártás és feszítés együttes alkalmazása teljes mértékben indokolt. Mivel a tartály készítmódja (20. ábra) az emelőberendezés főbb méreteit



16. ábra. 600 m^3 -es egyszintű lakótelepi víztorony kisminta képe

s ezzel a berendezés emelőképességét is eleve megszabta, célszerűnek látszott a toronytörzs és alátámasztószervezet terveinek és építésmódjának kidolgozása során ugyanezt a már adott emelőberendezést figyelembe venni. A monolit, körgyűrű alakú alaptestre épülő toronytörzs hengeres fala kúszózszaluzattal készül. A köréje kerülő üreges oszlopok külső zsaluzatát 8 cm vastag, 1,2 m magas, előregyártott gyűrűk alkotják. Az oszlopok 0,94 m átmérőjű üregét belső kúszózszaluzattal állítjuk elő.

A kúszózszaluzatoknak, az oszlopok kéreggyűrűinek, valamint az építési munkaszinteknek az emelését és elhelyezését forgó emelőberendezés végzi. Ennek középponti alátámasztását az anyagfelvonó biztosítja. Utóbbit az építés ütemének megfelelően egyre magasabbra fejlesztik (emelik), úgyhogy az az emelőberendezés forgását ne akadályozza. A kúszózszaluzat íves, merevített tábláit a munkaszinten gördülő emelőberendezés kézi futómacskája mozgatja. A 20. ábrán az 1. munkaütem a külső munkaszint és az emelő-



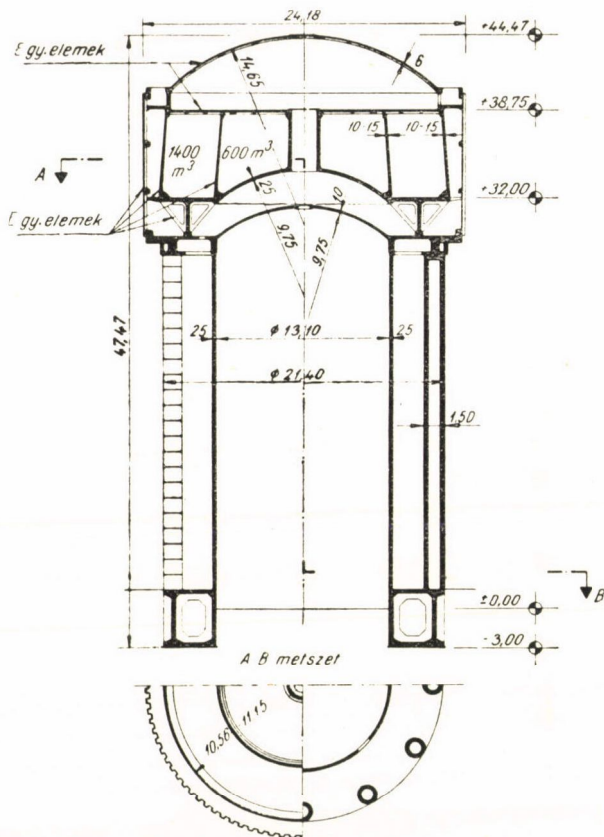
17. ábra. 800 m³-es egyszintű városi víztorony általános terve



18. ábra. 800 m³-es egyszintű városi víztorony távlati képe

berendezés emelését mutatja, a 2. sz. munkaütem pedig az előregyártott oszlopgyűrűk elhelyezését ábrázolja.

A 24 db előregyártott, háromszög alakú kiváltó rekeszelem a +27,62 m szint fölötti, monolitos rendszerben kivitelezendő csepegőtéri földem elkészülte után a forgóemelőberendezéssel helyezhető el.



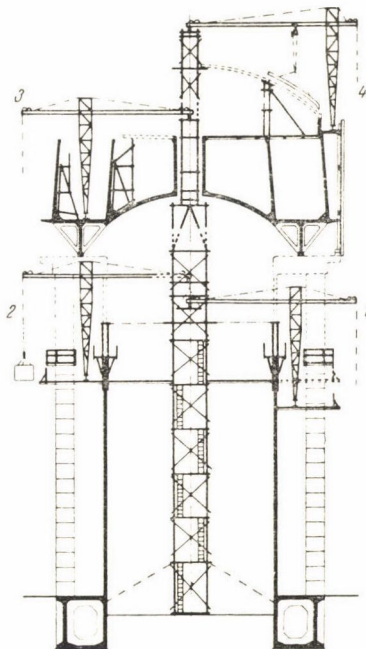
19. ábra. 2 000 m³-es egyszintű városi víztorony általános terve

Ezek az elemek a belőlük kiálló kengyelezés segítségével a külső tartály monolitos fenéklemezével egybetonozhatók. A 20. ábrán a 3. és 4. munkaütem a tartályfalak, a burkolófalazat és a lefedő héjkúpola előregyártott elemeinek elhelyezését tünteti fel. E műveletekhez csupán támasztóállványzatok szükségesek. Ezek egyrészt az előregyártott elemek rögzítéséhez, másrészt huzaloknak a tartályfalakra való felsévüléséhez, a feszítéshez, valamint a külső és belső vakoláshoz használandók. Az ismertetett torony távlati képét a 21. ábra tünteti fel.

e) 2200 m³-es háromszintű ipari víztorony (22. ábra)

Ennek tervezése során a lehető legnagyobb mértékű előregyártást irányoztuk elő. A szóbanforgó víztorony utólag létesítendő többszintű raktár-

helyiségül is szolgál. A felső tározótartályok előregyártott elemekből, feszített-beton kivitelben készülnek. A monolit vasbetonból készülő, körgyűrű alakú alaptest külső felülete csonkakúp kiképzésű, mivel az alaptest egyúttal 1000 m³-es oltóvízmedencéül is szolgál, és a tartályt a repedésmentesség biztosítására utófeszítjük. Az alaptestre kerülő kettős hengerfal előregyártott elemekből készül (23. ábra). A 20 cm vastag, perembordákkal erősített, 8 cm vastag falelemek átlagos súlya 1 tonna. A kettős hengerfalat 4,63 m-ként sugárirányú gerendázat köti össze.



20. ábra. 2 000 m³-es egyszintű városi víztorony építésvégrehajtási terve

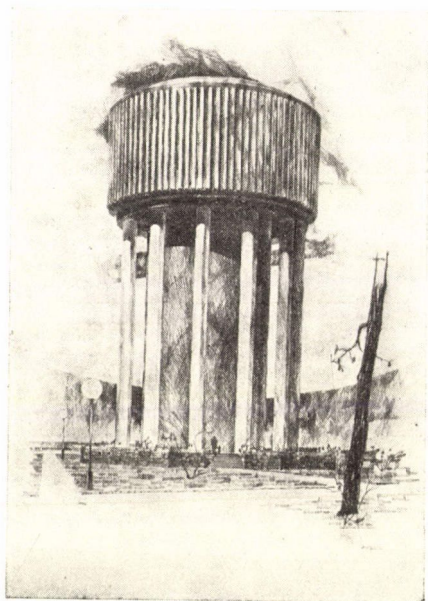
A kettős hengerfal, valamint az erre kerülő további felmenő részek (a konzolos alátámasztó szerkezet, a rekeszfallak, a tározómedencék fenékkupolái stb.) a 22. ábrán látható emelőszerkezet segítségével épülnek. Az emelőszerkezet üzemének főbb ütemeit, időrendi sorrendben, az ábrán feltüntetett (1—6) számozással jelöltük.

Az emelőszerkezet két főrésze: a belső hengerben mozgó rácsos kupolaállványzat, továbbá a kupolaszerkezetre királysapon támaszkodó daru, mely sugárirányú gerendázatra helyezett gördülópályán mozog. Utóbbi szerkezeti-
leg alig különbözik a korábbiakban tárgyalt tartályok és tornyok emelőberendezéseitől.

A belső kupolaállványzat több feladatot old meg, nevezetesen a belső hengerfalon belül zárt munkateret létesít, a körbemozgó daruszerkezetnek pedig központos alátámasztást biztosít. Lehetővé teszi továbbá a daruszerkezet alátámasztására tervezett kis rácsos toronyszerkezeten keresztül az építési anyagok szállítását.

A +35,30 m, a +40,00 m és a +46,52 m szinteken azonos sugarú, gömbfelületű monolitós héjkupolák készülnek. A kupolaállványzat vonalozása ezekhez simul és így a héjkupolák ennek felhasználásával készülhetnek.

Az előregyártott elemek beemelésére és elhelyezésére szolgáló daruszerkezet körben mozog. Segítségével egy-egy munkautemben mindenkor csak egy-egy 4,63 m magas toronyrészt tudunk elkészíteni (24. ábra). Egy-egy 4,63 m magas toronyrész befejezése a sugárirányú gerendázat elhelyezésével és bebetonozásával történik. Az egymásra helyezett falelemeket cementhabarccsal kötik össze. Az elemek függőleges kapcsolatai a kiálló vízszintes

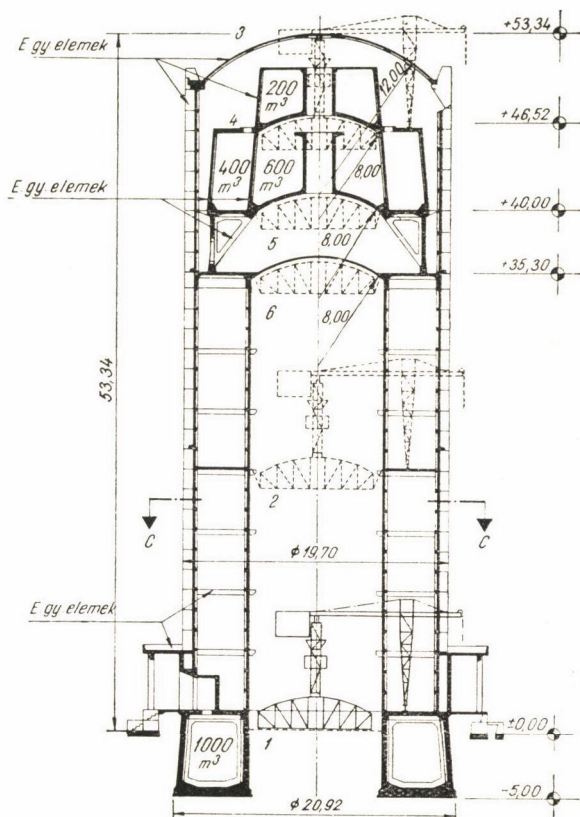


21. ábra. 2 000 m³-es egyszintű városi víztorony távlati képe

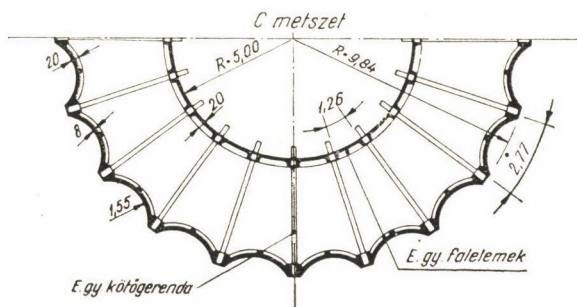
vasalással, majd az ezekbe fűzött függőleges vasszereléssel együtt a torony teljes magasságában egy-egy 30 × 50 cm keresztmetszetű monolitós vasbeton-oszlopot alakítanak ki. Egy-egy szakasz megépítése után a sugárirányú gerendázatnak a belső hengerfalán túlnyúló konzoljait a rajtuk levő három kézi-csörlővel az elkészült új szintre emelik fel.

A +46,20 szinten létesítendő tartály oldalfalának és monolitós vasbeton fenékkupolájának építése a 24. ábrán feltüntetett módon történik. Ezen monolitós vasbeton fenékkupola elkészülte után a rácsos kupolaállványzatot a daruszerkezettől elválasztjuk. A szerkezetet először a +40,00-es, majd a +35,30-as szintre leeresztjük és a közbenső tartály fenékkupoláját, majd a csepegőtéri kupolát készítjük el.

A szerkezet az előregyártott elemekből az ismertetett kombinált emelőberendezéssel gazdaságosan és üzemszerűen építhető. Az egyes előregyártott részek a végleges szerkezeti jellegükön túlmenően, ideiglenes tartókként vagy kiváltó elemekként felhasználva, kiegészítik a mozgó-, emelő-, anyag-



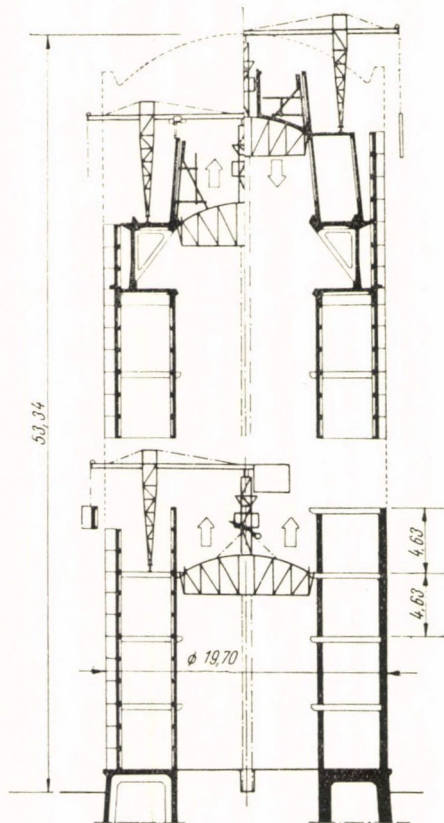
22. ábra. 2 200 m³-es háromszintű ipari víztorony hosszmetsete



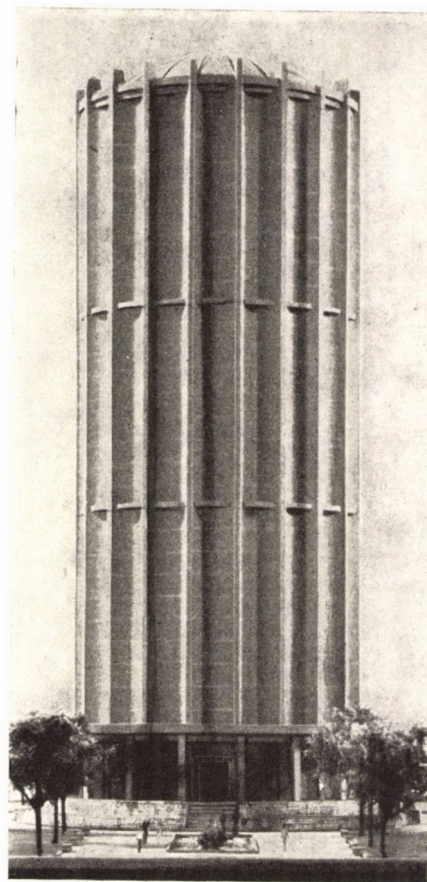
23. ábra. 2 200 m³-es háromszintű ipari víztorony keresztmetsete

szállító- és állványberendezést. Ez a megoldás mindenféle nehéz állványzatot mellőzhetővé tesz. A toronyszerkezet önmagáról épül. A torony kisminta képe a 25. ábrán látható. A torony építése folyamatban van.

Az ismertetett szerkezeteknél mind az előregyártott, mind a monolitós beton B. 280. minőségű. Az utófeszítéshez alkalmazott huzalanyag \varnothing 5 mm-es, K. B. 130—159 jelű patentírozott nagyszilárdságú acélhuzal.



24. ábra. 2 200 m³-es háromszintű ipari víztorony építésvégrehajtási terve



25. ábra. 2 200 m³-es háromszintű ipari víztorony kisminta képe

4. Összefoglalás

Előadásunk keretében a mélyépítés két jellegzetes építményfajtájával, a víztartályokkal és víztornyokkal, valamint azok tervezési és kivitelezési kérdéseivel foglalkoztunk. Kimutattuk, hogy e fontos egyedi műtárgyak építése során az előregyártás és feszítés együttes alkalmazásának komoly jelentősége van. Az általunk ismertetett elvek szerint épített tartályok és víztornyok célszerű és gazdaságos voltát példákkal igazoltuk.

IRODALOM

1. Gnädig B.—Thoma J.: 1200 m³-es előregyártott, feszítettbeton víztartály. *Magyar Építőipar* (1957), pp. 1—7.
2. Thoma J.: Víztornyok újabb építési módszerei. *Magyar Építőipar* (1957), pp. 169—183.

GNÄDIG BÉLA:

Hozzászólásomban a *körhenger alakú, utófeszített folyadék tartályok* néhány méretezési kérdésével foglalkozom.

1. *Az oldalfal nyomott betonjának határigénybevétele.* Az oldalfalat a feszítőerőkből származó vízszintes nyomófeszültségekre kell méretezni. A vonatkozó szabványok (MNOSz 15227 és 15026) azonban nem adnak részletes utasítást a figyelembe veendő beton-határfeszültséget illetően. A nálunk szokásos B 280-as minőség esetén a nyomó határfeszültség $0,80 \times 130 = 104 \text{ kg/cm}^2$ volna. A henger vezérgörbéje azonban gyakorlatilag nem pontosan kör, és a feszítő erő nagysága is helyenként változhatik. Ezért elméleti és kísérleti vizsgálatokra van szükség annak a megállapítására, hogy az említett 104 kg/cm^2 érték hány százalékát lehet a méretezés során figyelembe venni. A vasbetonszabályzat membrán héjak esetében 50%-kal csökkenti a határfeszültségeket. Egyéb adat híján egyelőre ebből az adatból célszerű kiindulni, és így a B 280-as beton esetében 52 kg/cm^2 nyomóhatárfeszültséggel célszerű számolni.

2. *Az oldalfal közelítő statikai vizsgálatának célja.* A hengerfal középvonalának sugara r [m], átmérője d [m], magassága h [m] és állandó falvastagsága v [m] (1. ábra). A γ [t/m^3] térfogatsúlyú belső folyadékterhelés hatására az oldalfalban vízszintes *húzóerők* (*gyűrűerők*) és függőleges síkú *hajlítónyomatékok* keletkeznek. Az 1,0 m széles lemezsávra jutó húzóerő N_y [t/m], a hajlítónyomaték pedig M_y [tm/m]. Ezek számítása a statikai irodalomból (MÜLLER—BRESLAU, BEYER, GIRKMANN, LEWE stb.) ismeretes, de hosszadalmas feladat. A pontos számítás megkezdésekor azonban már ismerünk kell a v méretet. — Ezért szükség van olyan *egyszerű, közelítő* képletekre, melyekkel az előzetes méretezés gyorsan elvégezhető. A közelítő számítás a beton határfeszültségének becsült volta miatt is indokolt.

3. *$N_{y, \text{ax}}$ közelítő számítása és a falvastagság megállapítása.* Az alaplemezbe mereven befogott oldalfalat tételezzünk fel. Tapasztalat szerint a legnagyobb gyűrűerő kb. a falmagasság alsó $1/8$ részében keletkezik. A feszítés során a kábeleket a háromszög alakú folyadékterhelésnek megfelelően osztjuk ki. A feszítési veszteségekre való tekintettel a folyadéknyomást kb. 20%-kal megaladó feszítőerőt kell alkalmaznunk. Tehát a feszítésből származó legnagyobb gyűrűerő

$$N_{y, \text{max}} \cong 1,20 \frac{7}{8} \gamma r h = 1,05 \gamma r h. \quad (1)$$

Így B 280-as beton esetében

$$\sigma_b = 52 \text{ kg/cm}^2 = 520 \text{ t/m}^2.$$

Ennek megfelelően

$$F = 1,0 v = \frac{N_{y, \text{max}}}{\sigma_b} = \frac{1,05 \gamma r h}{520} = \frac{2,02 \gamma r h}{1000},$$

s így

$$v \cong \frac{1}{1000} \gamma d h. \quad (2)$$