

VÍZZÁRÁS BIZTOSÍTÁSA VASBETONNAL A LURDY-HÁZ ALAPOZÁSÁNÁL



Dr. Almási József

A vízzárás biztosítása hagyományos módon szigetelőanyag alkalmazásával szokásos. A talajba helyezett szerkezet vízzárása a hagyományos eljárás alkalmazásánál csak az üzembe helyezést követően derül ki, javítása szinte lehetetlen. Ezért az adott építménynél a „tömegbeton” vízzáró tulajdonságára építve alakítottuk ki a talajvízbe kerülő alapozási szerkezetet. A dolgozat az alapozási szerkezet kialakításával, a víz elvezetéssel kapcsolatos megfontolásokat és az egyenletes süllyedésre épülő erőtanai számítás alapelveit összegzi.

Kulcsszavak: vízzárás, alapozás, vízzáró beton, tervezés

1. A TERVEZÉS KIINDULÓ ADATAI

A Lurdy-ház Budapesten a Mester utca és a Könyves Kálmán krt. sarkán lévő területen épült fel a Lurdy Kft. és a Walter Rudolf AG beruházásaként az 1997-1998 években. Az építmény tartószerkezeti terveit a CAEC Kft készítette, a tervezésben a cikk szerzőjén kívül részt vett Sterner Pál és Kiss Mária okleveles mérnökök.

Az építmény többfunkciós, egy szint parkoló, 2 szint bevásárló központ, zárt iroda szárnyak és szórakoztató központ található benne.

Az épület körvonalainak alaprajzát az 1. ábra ismerteti. A közel négyszög alakú 4 fő épületrész közül az A, B, C azonos elrendezésű, belső udvaros kialakítású (-1)+2+2 szintszámmal, míg a D nagy belmagasságú szinttel rendelkezik. Az alaplemez vonatkozásában az A, B, C egy dilatációs egységet képez, a D épületrész külön álló. Az alaplemez felett azonban az építmény már négy dilatációs egységű. Az építmény térszint alatti részének befoglaló mérete kb. 164x164 m. A négyszög alapú épületrészek (A, C) 75x90 m, a köríves épületrész (B) 82x82 m befoglaló méretűek.

Az építmény alapozása és a külső pince falai monolit építési móddal készültek, a felmenő szerkezetek a végső tervek szerint többszint magas előregyártott oszlopokhoz kapcsolódó előregyártott gerendás és π panelos szerkezet, kisebb részben monolit építésű és csúszószaluzással kialakított falrendszerekből, valamint ezekhez utólagosan kapcsolt födémekből áll. Az épület merevítését adó lépcsőházak és liftaknák falai csúszószaluzatos technológiával készültek, melyekben a pihenő lemezek és lépcsőkarok előregyártottak (2. ábra).

A talajmechanikai szakvélemény alapozásként lemezalapozást, vagy mély alapozást cölöpalapokkal, illetve alaplemezrel együttdolgozó cölöpalapozást javasolt a 8,2x10,5 m-es raster-tengelytávolságú építmény alá. A meszes, homokos, agyag alapközvetű és változó vastagságú mészkő-homokkőpados betelepésekkel átszőtt altalajnál a szakvélemény a gyengén agresszív (II/1) talajvizet a térszinthez közel egy szint mélységben jelezte.

A kapcsolódó kiegészítő szakvélemények pontosító javaslatai és az ésszerűen vállalható kockázat alapján a tömbalapokkal kombinált lemez sicalapozás mellett döntöttünk. Ez azt jelentette, hogy az oszlopok alatt nagyobb vastagságú, az előregyártott oszlopok befogadására is alkalmas vasalt beton tömbök és a tömböket összekötő, a teherviselésben résztvevő lemez részek képezik az alapozási rendszert, kombinálva a pap-

lan- és övszivárgó rendszerrel, melynél az ágyazat tömörsége 95%-os és a visszaépített anyagok összennyomódási modulusa minimálisan 40 MN/m².

A magas talajvíz miatt a talajmechanikai szakvélemények hagyományos fekete szigetelés alkalmazását ajánlották. Mivel a gépkocsi tárolásnál nem követelmény a porszárazság, így a tervezők a vízzárást kis repedéstágasságú (0,15 mm), a fokozott vízzárási követelményt teljesítő „tömegbeton” alkalmazása mellett biztosították, ami egyben a tartószerkezetet is képezi.

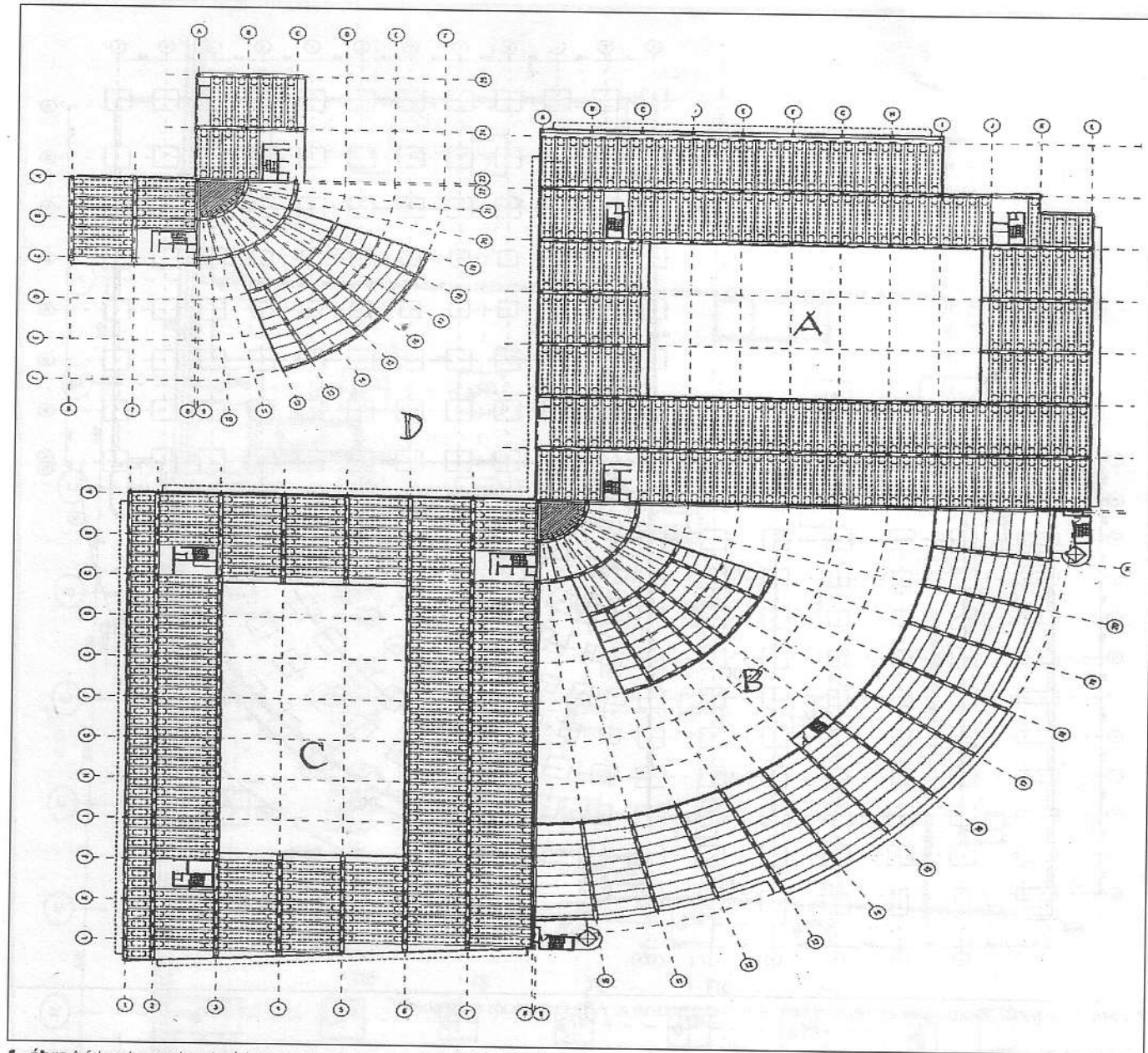
Az alapozás általános áttekintő képét a 2. ábra ismerteti. Az oszlopok alatt ébredő függőleges erők értékei az épület felszerkezeti elrendezése függvényében változóak voltak. A „C” dilatációs egységnél alkalmazott alaptestek léptékhelyes rajzát a 3. ábra mutatja. Az alaptestek méretei tükrözik a felszerkezet kialakítását és beépítettségét és az abból származó terhelő erők nagyságát. Az oszlopokról átadódó maximális teherértékek 9000 kN, a minimális értékek 3000 kN körül vannak. A „tömb-alapok” méretei a működő erőkhöz igazodnak és az azonos süllyedési értékek elérése alapján lettek meghatározva. A 3. ábra a méreteket illetően önmagában léptékhelyesen adja az alaptestek elrendezését és a közöttük kialakuló lemezmezők nagyságát.

2. TERVEZÉS ÁLTALÁNOS KÉRDÉSEI

Az igen nagy kiterjedésű építmények esetében egyik alapvető kérdésként jelentkezik az egyes épületrészek, illetve dilatációs egységek nagyságának és számának megválasztása. Az MSZ-ben megadott értékek inkább általános irányszámokat adnak az épületrészek nagyságára vonatkozóan, és nem közvetlenül az épületrészek szerkezetéből kiindulva adják meg a méretek célszerű értékeit.

Az is ismeretes, hogy minden mozgási hézag kedvező hatása mellett hátrányokat is jelent, és sokszor a későbbi meghibásodások egyik hibaforrásaként jelentkeznek, továbbá az építési költségeket is növeli.

Tekintettel a felszerkezeti rendszerre, célszerűnek mutatkozott, hogy az A, B, C épületrészek alatt összefüggő, egy dilatációs egységből álló alapozás készüljön és csak a függőleges terheiben jelentősen eltérő D épületrész alapozása legyen a süllyedés különbségek kialakulását lehetővé tevő dilatációval csatlakoztatva a többi épületrészhez. A dilatáció kialakítása számos részletproblémát vetett fel a vasalás kialakításánál,



1. ábra A felszerkezet elrendezési terve a II. emeleten az A, B és C dilatációs egységekben

valamint az építési ütemek megvalósításánál, ami igazolja előbbi kijelentésünket, hogy „minél kevesebb a mozgási háló, annál kevesebb a meghibásodási lehetőség”. Gondoljunk csak azon bonyodalmakra, hogy dilatáció esetén, pl. A és B épületrészek határán a kettőzött oszlopokat befogó „alaptettek” elvágására lett volna szükség, miközben az oszlopok tengelyeit a helykihasználás és funkció zavarás miatt nem lehet, nem célzerű egymástól eltávolítani, közben a befogást is biztosítani kell, ami szinte lehetetlen feladatot jelent.

Ha mindezeket elfogadjuk, akkor viszont adódik a kérdés, hogy az ilyen nagy méretű (164x164 m), közel L alakot felvevő alapozás egy mezőben elkészíthető-e, elfogadható-e. Mindezekről részletesebben szólunk a 3. pontban.

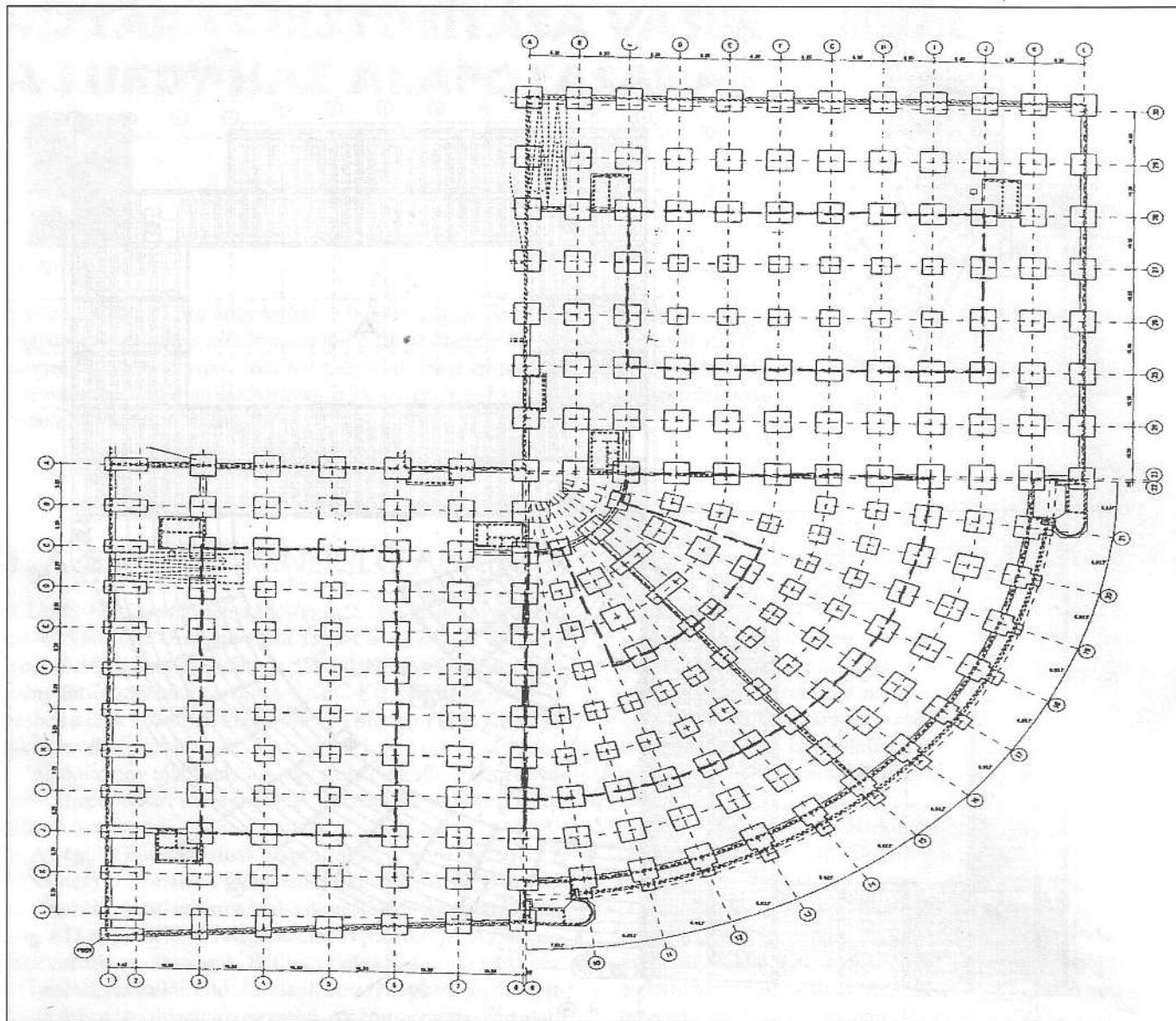
A felmenő szerkezet szétválasztása, dilatálása elsősorban az építmény általános szerkezeti rendszeréhez igazodik, mintegy természetes egységenként kialakuló épületrészeket alkotva, adódtak az A, B, C épületrészek. A dilatációk mentén az oszlopok kettőzését alkalmaztuk. Azonban az így kialakult épületrészek is jelentős méretűek (75x90 m), melyek meghaladják az eddig szokásos oldalhossz méreteket. Az említett épületrészek további „darabolása”, a függőleges terhek változása miatt, a belső udvarok és azokat körülölelő zárt részek határán adódott volna, ami a kicsi alaprajzi méretek miatt a szerkezet

építésében jelentős költségnövekedést okozott volna, ezért ezt elvetettük, és a teher eltérésekből származó többlet igénybevételeket az alaprajz ezen kerülete mentén megerősített vasalású alaplemez viseli.

A kis alapterületű dilatációs egységek mind-mind önálló merevítő rendszereket kívántak volna meg, melyek biztosítása a funkciók jelentősebb zavarása nélkül megoldhatatlan, és az egész építmény gazdaságos megvalósítását is veszélyeztetnék volna, ami természetesen nem engedhető meg.

Az épületrészek merevítésére elsősorban azok a falak szolgálnak, melyek az alaptesttől az épület magasságáig áthaladnak. Ezek, a szerencsés építészeti kialakításnak köszönhetően, a lépcsőházak és a lifteket körülvevő aknafalak által adóttak voltak, és csak néhány helyen alkalmaztunk az épület elcsavarodásának gátlására önálló merevítő falakat.

Az alaplemez vízzáró betonból való kialakítása mellett, a talajvíz épülettől való távoltartását, szivárgó rendszerrel is elősegítettük. Az épületet körülölelő szivárgó árkok külön szikkasztó medencébe vannak bekötve, ami által a környezet eredeti vízháztartása a továbbiakban is biztosított. Az alaplemez részecskék alatt 30 cm vastag tömörített kavicsagyazat adja a „paplanszivárgót” ami a széleken futó „szűrőbetonból” kialakított peremgerendákon elhelyezett áttörések útján is kap-



2 ábra A Lurdy-ház alaptestjeinek és merevítő falainak elrendezési terve az A, B, C dilatációs egységekben

csolva van az övszivargó rendszerhez (lásd a 3. ábrát). A szivargó rendszer hatékony működéséről, a vízszállításról és gyűjtéséről már az építési idő alatt meg lehetett győződni. Reméljük, hogy az időszakos karbantartással a szivargó rendszer továbbra is betölti funkcióját.

Az épületet körülvevő munkagödör rézsűs kialakítású lehetett, külön rézsű védelemről nem kellett gondoskodni.

Az alapozás célszerű építési sorrendjét a talajvíz áramlási iránya adta meg. Így a terep és a talajrétegek lejtéviszonyainak, az eredő esés vonalnak megfelelően volt a talajvízáramlás tapasztalható, ami azt jelentette, hogy az épületrész Könyves Kálmán körúti felső sarkából áramlott a talajvíz a C épület Mester utcai sarka felé, mintegy átlós irányban az épület alatt. Ezek alapján célszerű volt az építési sorrendet az A épületrésznél kezdeni.

3. AZ ALAPLEMEZ ÉS AZ ALAPOZÁS KIALAKÍTÁSA

Az alaplemez és tömbalapok alkotta együttes alapozási rendszer általános alaprajzi elrendezését, már mutattuk. A rendszer egy jellegzetes részletének függőleges metszetét a 4. ábra mutatja.

Az oszlopok alatti részen a tömbalapok vastagsága 1,2 m-re növekszik meg általában, hogy az 50x50, illetve 60x60 cm keresztmetszetű és leginkább 18-20 m hosszú (4 szint magas) oszlopok 80-90 cm hosszú befogását is biztosítsuk. A fejtömb alaprajzi méretei általában négyzetes és a befoglaló oldalak hossza a síkalapozáskor számítható talpfeszültséggel, mint bázis értékkel van meghatározva. A tömbalap oldalhosszúságát az átszűrődés szempontjából is ellenőriztük, ami a legnagyobb igénybevétel helyén 3,2x3,2 m volt. A tömbalapok közötti lemezrész végül 45 cm vastagságú lett. A lemezvastagság ezen értékét a 60° alatt kiékelte tömbök és alaplemez csatlakozási keresztmetszet találkozásánál ébredő – a rugalmasan ágyazott rendszerből fellépő – legnagyobb hajlítónyomaték figyelembe vételével határoztuk meg, a repedés tágasság korlátozás és a még ésszerűen beépíthető és elhelyezhető, valamint jól bebetonozható vasmennyiség figyelembe vételével. Az alaplemeznek viselnie kellett az építési állapotban a darus kocsi mozgásából származó terhet (300 kN-os gépkocsi terhet), valamint az elemek beemelésekor fellépő többlet terhet is.

Az előbbieken bemutatott geometriával rendelkező rugalmasan ágyazott alapozási rendszert az oszlopokból átadódó terhekre méreteztük. A méretezést több iterációs ciklusban végeztük el és elsősorban egy-egy terhelési esetenél a süllyedésekkel arányos „rugóállandót”, az ágyazási tényezőt igazítottuk.

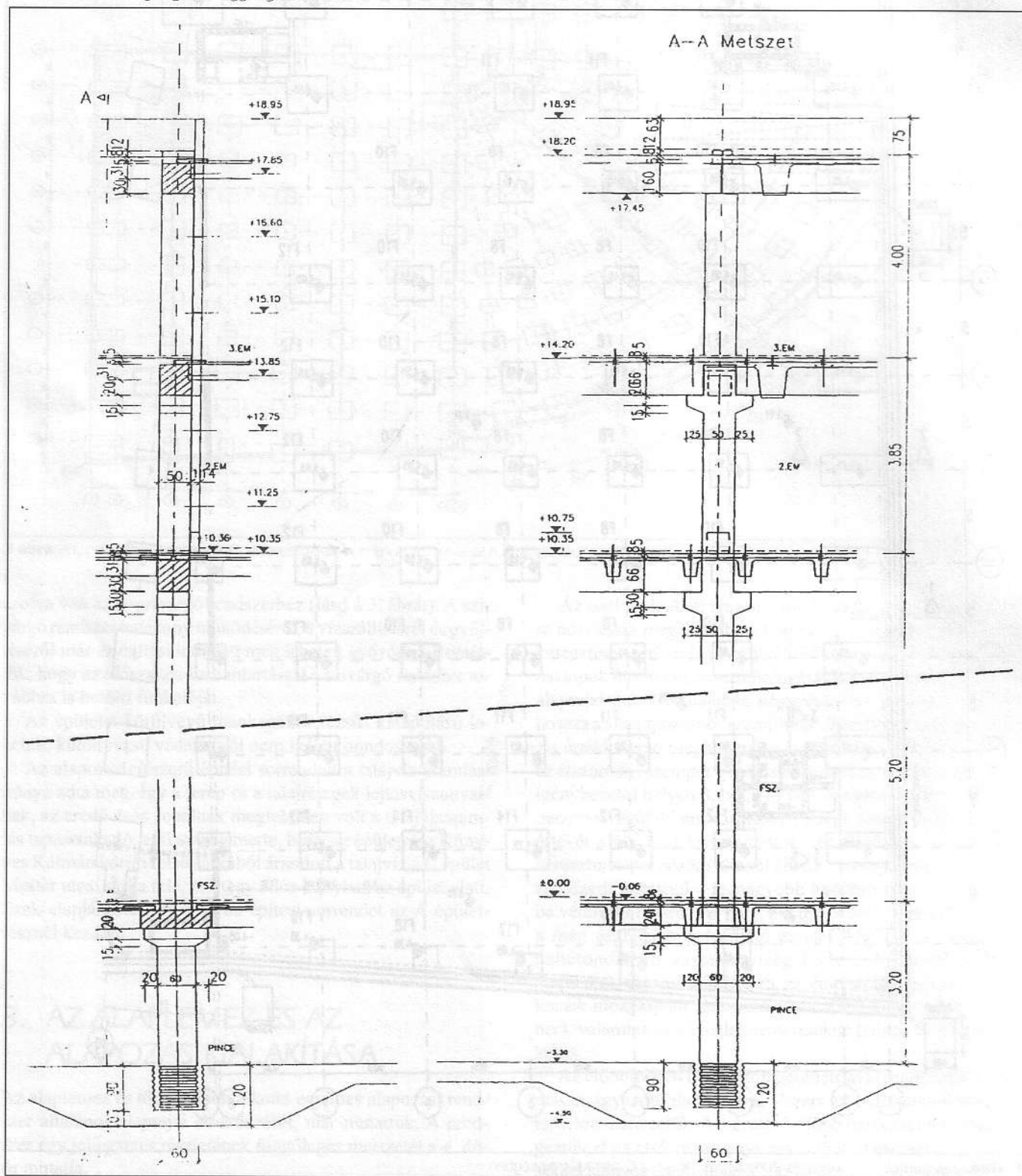
A hőmérsékleti hatás, zsugorodás és kötőhő szempontjából az alapozási rendszernél a következő megfontolásokat tettük:

- Az alapozás nyáron készül és ősszel már a „takaró” felmenő szerkezet állni fog, az üzembehelyezés egy éven belül megtörténik, tehát a külső hőmérsékletváltozás az éves téli és nyári átlag hőmérsékleti különbségből adódik, amit $\Delta t = 15^\circ\text{C}$ -ra vettünk fel.
- Az alapozási szerkezet a földbe nyúló tömbjeivel – a 60° -os szög alatti kiékelések ellenére is – gátolt a vízszintes irányú mozgásban. A szabad mozgási hosszak nem haladják meg a raszter tengelyek távolságát: $10,5 \times 8,2$ m-t.

- Azt feltételeztük, hogy az alacsony v/c tényező (0,42) mellett a kis zsugorodású cementtel (S54) készülő és talajba helyezett szerkezetnél a zsugorodás végértéke nem lesz több 0,3 %-nál.
- A kötőhőből származó hőmérséklet-különbség – a lemez alsó széle, középe és felső széle között az előzetes számításaink szerint és a betonozás utáni fólia védelem és nedvesen tartás mellett szintén nem több 15°C -nál.

A fenti megfontolásokra alapított számításokból az adódott ki, hogy általában a vasalás alapértékét a 0,15 mm repedéstágassághoz tartozó és a zsugorodási hatásból származó erő határozza meg és itt az alkalmazott alapvasalás minkét irány-

4. ábra A szerkezet jellegzetes függőleges metszetei



ban alul és felül Ø16/15 volt. Kivételt képeztek azok a helyek, ahol a „lemez” és a „tömbök” csatlakoznak és elsősorban a csak részlegesen magas és teljes magasságú épületrészek vannak, a belső udvarok határa, ahol a függőleges erők különbsége igen eltérő volt. Ezen csatlakozási szakaszokon un. pótvasalásokat helyeztünk el. A felső felület és alsó felület közötti hőmérséklet különbségből származó hatást ellensúlyoztuk az alapvasaláson felül elhelyezett repedésgátló vasalással (Ø7,8/15 mindkét irányban).

Az alaplemez kivitelezésénél alkalmazott betontechnológiát és minőség ellenőrzési rendszert a folyóirat következő számában közlésre kerülő cikk külön ismerteti.

4. MEGÁLLAPÍTÁSOK

Az alkalmazott műszaki megoldás helyességét az élet jelenleg már visszaigazolta. Ennek ellenőrzését olvasóink saját maguk is megtehetik a helyszín megtekintésével.

Nagy kiterjedésű, 100 m-nél nagyobb oldalhosszúsággal rendelkező építmények monolit vasbeton tömb alappal kombinált alaplemeze dilatációs hézagok nélkül is megvalósítható az alábbi szempontok részletes vizsgálata és elemzése útján:

- számításba kell venni az építés alatti hőmérsékleti viszonyokat,
- a különböző terhelésű lemeztömbök összekapcsolhatók, ha azokat azonos süllyedésre méretezzük,
- a vasalás mennyiségének meghatározása során figyelembe kell venni a zsugorodásból, a kötőhőből származó húzó feszültségeket,
- a betontechnológia részletes előírása során alacsony zsugorodású és kötőhőjű cementet alkalmazunk.

A dilatáció nélküli kb. 30 cm-nél vastagabb vasbeton alapozási szerkezet esetében a vízzárás tömegbetonnal – külön szigetelés nélkül – elérhető, ehhez biztosítani kell:

- az alaplemez alatt a terület eredeti vízháztartását, a rétegvizek szabad áramlását,
- a betonozási sorrend, illetve az építési egységekre való bontás során figyelembe kell venni a rétegvizek áramlási irányát,
- meg kell oldani az alapozási szerkezet alatt áramló vizek összegyűjtését és megfelelő befogadóba való bevezetését.

A felsorolt feltételekkel nagyméretű épületek szigetelés nélküli vízzárása megoldható.

5. HIVATKOZÁSOK

Betonkalender (1996, „Wasserundurchlässige Baukörper aus Beton”, Teil II. pp.383-441.

Dr. Almási József (1940) okl. mérnök, ügyvezető. Munkahelyei: Láng Gépgyár (1958), Mélyépítő Vállalat (1964-66), BME Vasbetonszerkezetek Tan-széke (1967-1995), ügyvezető a Cronauer Almási Engineering Consulting CAEC Kft.-nél (1995-től). A *fib* Magyar Tagozat tagja.

WATERTIGHT FOUNDATION AT LURDY BUILDING

Dr. József Almási

The traditional way to ensure the watertightness can be done with isolation material. At that case the leakage of watertightness turn out after taken in use the structures and its repair is quite impossible. Therefore at this building, where the basement is sitting in water we used watertight-concrete for the foundation. The paper gives information about the applied solution at Lurdy Building in Budapest and the ideas during the design.