

A WESTEND CITY CENTER TARTÓSZERKEZETEI

Gonda Ferenc

D Kettő Statikus Iroda

1075 Budapest VII., Károly krt.9.

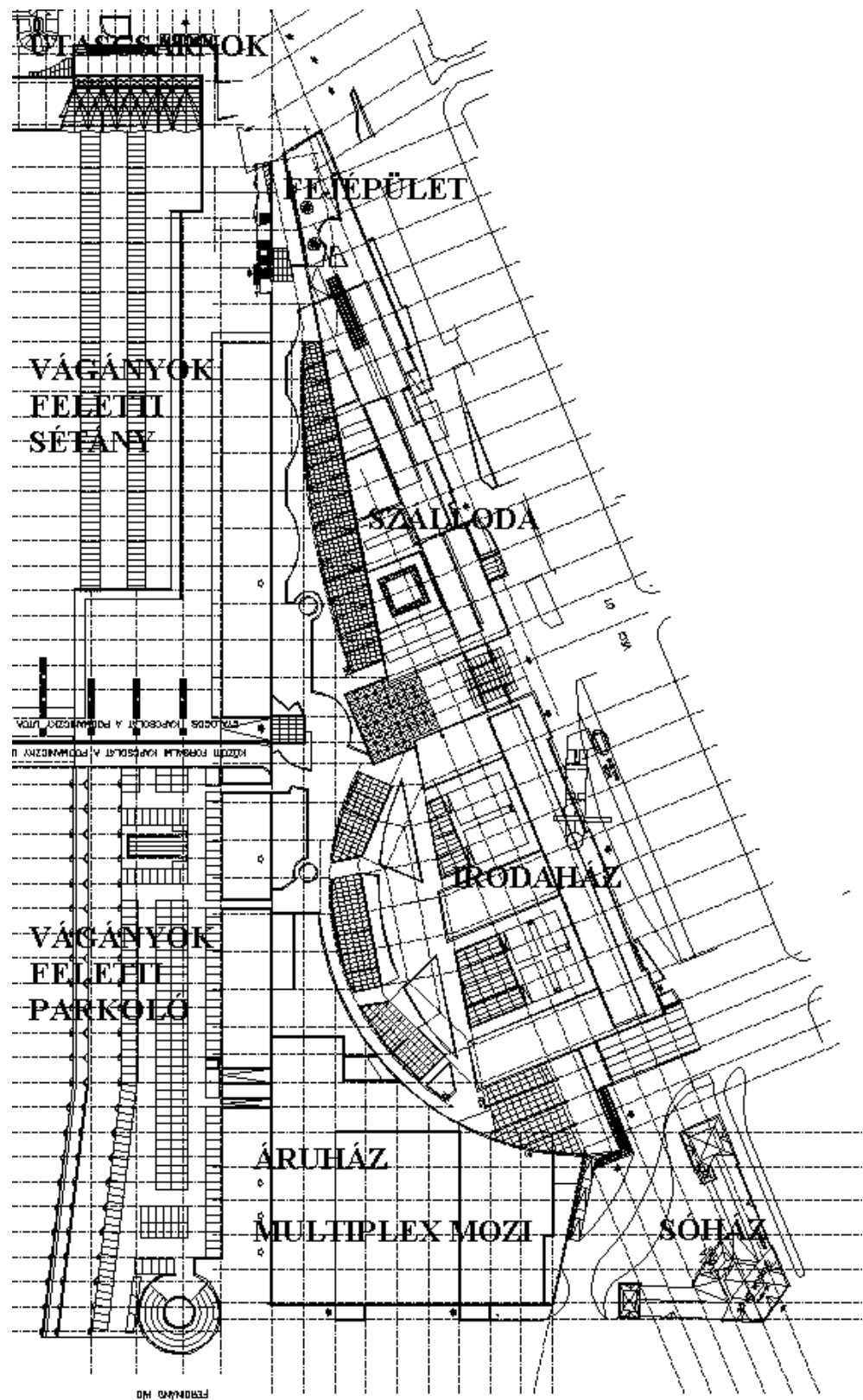
ÖSSZEFOGLALÁS

A mintegy kettőszázezer négyzetméteres, sokfunkciós épület tartószerkezetei a vasbeton és acél építés széles választékát vonultatják fel. A legnagyobb területen használt kombinált (monolit pillérek és főtartók, előregyártott fióktartók és zsaluzópanelok, helyszíni vasalt felbeton) rendszer mellett monolit síklemez-födémek, gerendarács-födémek, faltartók, továbbá tömörgerincű, síkbeli és térbeli rácsos, valamint függesztett acélszerkezetek készültek. A sokféleség mellett a viszonylag nagy fesztávok (8-12-20 m), nagy szintmagasságok (kereskedelmi területen 6 és 7 m, moziban 9 m) és nagy hasznos terhek (6, 10, 15 kN/m², továbbá „C” és „B” jelű járműterhek) teszik érdekessé az épületet.

1. VÁROSKÖZPONT EGY ÉPÜLETBEN

Budapesten a Váci út páratlan oldalán, a Nyugati pályaudvartól a Ferdinánd hídig terjedő közel 400 m hosszon készült a Westend City Center névre keresztelt, csaknem 200.000 m²-es, sokfunkciós épület. Városfejlesztő-városképző jelentőségéről építész tervezőjének cikkéből téjékozódhatnak az érdeklődők (Dr. Finta József, 2000.). Az épület tetőfelülnézete az 1. ábrán látható. Bevásárlóközpont tágas, részben íves alaprajzú passzázsokkal és hatalmas üvegtetőkkel, áruházak, irodaház, szálloda, multiplex mozi, föld alatti és vasúti vágányok feletti parkolók, épületen átvezetett út, tetőkertek és tetősétányok, vasúti utascarnok alkotják. Ezek a funkciók részben egymás mellett, részben egymás felett helyezkednek el. Az épületnek mintegy gerince a Nyugati tértől a műemlék jellegű – ezért megtartott – volt Sóház épületig húzódó háromszintes bevásárlóközpont. Erre épült fel a déli felén a 230 szobás Hilton szálloda, északi felén a 17.000 m²-es irodaház, míg a maradék tetőfelület kert és sétány. A Balzac utcának mintegy folytatásaként egy lesüllyesztett út képez természetes határvonalat a Sóház mögötti egyterű áruházi tömb felé. Ennek a közel 7.000 m² területnek alsó három szintjén föld alatti parkoló, tetején pedig 14 moziterem kapott helyet. A pályaudvar külső vágányainak végében lebontották a keresztperon régi tetőjét, ott új utascarnok épült. A csarnoktól kezdve a vágányokat egy parkosított sétány fedi le, mely a Ferdinánd híd felé egy háromszintes parkolólemezzé bővül. A vágány-felülépítés és a „törzsépület” között 16 m széles út épült, a két épületrészt több gyalogos híd, valamint az épületben kialakított rámpához kapcsolódóan egy gépkocsi-híd köti össze.

Az épület két végén kiépített új közlekedési kapcsolatoknak csak a fogadását kellett az épület tervezőinek biztosítaniuk. A Katona József utcai Metró-aluljárónak a kisebb mértékű átalakításával a legalsó szint is majdnem főbejárat értékű gyalogos megközelítéshez jutott,



1. ábra Westend City Center épület tetőalrajza

a vágányok feletti parkolóból a kihajtást pedig a Ferdinánd hídnak egy újonnan épített sávja teszi lehetővé.

2. SZERKEZETVÁLASZTÁS

2.1 A funkció szempontjai

- a szálloda kivételével mindenhol pillérvázás szerkezet legyen
- kereskedelmi területen 10-12 m támaszköz, 6-7 m szintmagasság
- irodaházban, szállodában, parkolóknál minimális födémvastagság a kötött párkánymagasság miatt
- mozikban 9 m-es belmagasság, 10-20 m támaszköz.

2.2 A kivitelezés szempontjai

- rövid előkészítést igénylő, gyors építési mód
- legyen szakaszolható
- több kivitelező párhuzamosan is dolgozhasson
- szokványos anyagokat és szerkezeteket használjunk, hogy minden gyorsan beszerezhető legyen
- épületen belül lehessen darut elhelyezni, utólag könnyű legyen „befoltozni” a szerkezetet
- előregyártott szerkezetben ne legyenek 6 tonnánál nehezebb elemek
- téli viszonyok között is lehessen építeni.

2.3 A tervezés szempontjai

- áttekinthető erőjátékú legyen a szerkezet, mely lehetővé teszi az építéssel párhuzamos tervezést és a folyamatos tervszállítást
- a változatos és menet közben is változó igényeket követni lehessen
- vízszintes erőkre és süllyedéskülönbségekre kellően merev legyen a szerkezet.

2.4 A gazdaságosság szempontjai

- legyen olcsó
- legyen gyorsan építhető, mert itt a lassúság miatt valóban haszon marad el.

2.5 A kiválasztott szerkezetek

A sokféle funkcionális igény miatt kézenfekvőnek látszott, hogy ne próbáljunk egyféle szerkezetet erőltetni (Gonda, 1999). A teljes acélszerkezetről – amit az amerikai-kanadai befektetők otthoni tapasztalata alapján komolyan mérlegeltünk – több ok miatt le kellett mondanunk:

- minden előzetes elemzés drágábbnak mutatta a vasbetonnál

- tűzvédelme költségesnek, hosszadalmasnak, esetenként esztétikailag is kifogásolhatónak tűnt
- kétséges volt, hogy a szerkezetválasztás idején még nem teljesen kiforrott épület várható módosulásai követhetőek lennének-e az építés folyamán.

Területenként és funkcióként próbáltuk a relatív optimumot megtalálni. Az összes szempont mérlegelése után a döntés a bevásárlóközpont, az irodaház, valamint a vágányok feletti parkoló és sétány területén az előregyártással kombinált vasbeton; az áruházi és a föld alatti parkoló szinteken, továbbá a szállodában a monolit vasbeton; a nagy támaszközű mozi- és mozielőtér-területen, az utascarnokban, a gépészeti felépítményekben az acélszerkezet lett. Természetesen az előtetők és üvegtetők tartószerkezete is acél.

3. DILATÁCIÓ, MEREVÍTÉS

Az egy tömbben beépített, trapézhoz hasonló terület hossza majdnem 400 m, legnagyobb szélessége 120 m, legkisebb szélessége 20 m, a beépített terület kerekén 30.000 m². Úgy láttuk, hogy az alaprajzilag roppant változatos, szétszabdalt, magasságában 14 és 30 m között változó épület merevítését csakis falakkal lehet és szabad megoldani. Világos, hogy a dilatáció és a merevítés kérdéseit csak együtt lehet kezelni. A hagyományos 40-50 m-es dilatációs hosszak betartása olyan kötöttségeket jelent a falak elhelyezésében, amit a funkció nem visel el. Egyébként is az utóbbi években a klimatizált, kívülről meglehetősen jól hőszigetelt épületek itthon is és külföldön is 80-100 méteres egységekre vannak bontva, ennek ellenére számottevő károsodásokról nem tudok. Mi is követtük ezt a gyakorlatot. Hosszában 6 – nem egyenlő – részre osztottuk az épületet, a leghosszabb 80 m, a legrövidebb 50 m. Keresztben a passzázsok és a felettük lévő üvegtetők három, a keskeny végén két részre vágják a szerkezetet, így tényleges dilatációs hézagot csak az áruházi tömbben készítettünk. A nagy dilatációs hosszak miatt – és a több cég párhuzamos munkáját lehetővé teendő! – a határokon a függőleges szerkezeteket (oszlopot, falat) megkettőztük. A földszint alatti födémet és a terepszint alatti födémeket viszont – mivel összeépültek az egybefüggően készült részfalal, tehát az akadálytalan hőmozgásuk úgyis illuzórikus lenne – teljesen egybefüggően alakítottuk ki. A zsugorodás repesztő hatásait pedig részint a betontechnológia módszereivel, részint a teljes területet lefedő felső hálók alkalmazásával igyekeztünk csökkenteni.

A merevítésre a lépcsőházi falak, a liftakna falak és a gépészeti aknák falai, valamint a vágányok felé és a Ferdinánd híd felé eső eléggé zárt homlokzatok vasbeton falai automatikusan adódtak, de a Váci út felőli csaknem teljesen üveg homlokzat az épületnek ezt az oldalát eléggé nyitottá teszi. A gépészaknák fala is csak elvileg merevít, hiszen minden szinten jelentős nyílások kellene a vezetékeknek, ezek roppantul „felpuhítják”. Mindezek ellenére külön merevítő falak elhelyezésére csak igen korlátozottan volt lehetőség, és ezeknek is egy része – csakúgy, mint a csak az irodaházat kiszolgáló lépcsőházak falai – nem tudott az alaplemezig lemenni. Ezen falaknak a függőleges reakcióját kiváltottuk, vízszintes reakcióját pedig a bevásárlóközpont födéme, mint tárcsa az alsó szintek merevítéseire viszi át.

4. MUNKAGÖDÖR HATÁROLÁS

4.1 Talajadottságok

A nagyjából vízszintes terület terepszintje átlagosan 104,0 m EOMA. A talajvizsgálatok szerint (Szörényi Júlia, 1998.) a felső 4-5 m vastagságban feltöltés és homok van. Alatta szerves anyaggal kevert homok-homokliszt-iszap réteg található, melynek rossz teherbírási és alakváltozási tulajdonságai vannak. A még mélyebben fekvő kavicsos réteg már alapozásra alkalmas, és mintegy 11,0 m mélységben jó vízzáró anyagok – a kiscelli agyag felső rétege – kezdődnek. Víztelenítési szempontból kellemetlen helyzet, hogy az alsó kavicsos réteg szivárgási tényezője nagy, $k = 10^{-2} - 10^{-1}$ cm /s, de a felette lévő rétegé kicsi, $k = 10^{-3} - 10^{-4}$ cm /s.

4.2 Talajvíz

A talajmechanikai és hidrológiai szakvélemények azt mutatták, hogy a talajvíz a Ferdinánd hídtól a Nyugati pályaudvar felé áramlik, a két szélső pont között jelentős, 1 m szintkülönbség van. A nagy kiterjedésű épület ezt az áramlást legfeljebb ideiglenesen, az építés közben akadályozhatta, végleges állapotban a víz átvezetését biztosítani kellett. A hét-nyolc méter mély munkagödör száraz kialakítására alapvetően két lehetőség volt:

- hézagos körülzárás (pl. hézagos cölöpfal) folyamatos víztelenítéssel
- vízzáró körülzárás (pl. résfal) külön megépített vízátteljesítéssel

A tervezői-kivitelezői-megbízói közös döntés a kiszámíthatóbb megoldás, a teljes zárás lett.

4.3 Résfal

A talaj felső, törmelékes 2,50 métere szárazon kiemelhető volt, meredek rézsúval. A rézsú felületét löttbeton réteg és talajszegezés védte meg. Erről a munkaszintről 50 cm vastag vízzáró beton résfallal zárták körül a leendő pincét. A résfal 1,5 – 2,0 m-re köt be a vízzáró agyagba, felül egy sor kihorgonyzás készült.

4.4 Vízelenítés

Végleges állapotban 11 víztelenítő kút szolgál a résfalak mögé és az alaplemez alá beszivárgó víz eltávolítására. A víz összegyűjtését a résfal mellett és az alaplemez alatt vezetett drénhálózat segíti. A kutak az ideiglenes építési állapotban a közbezárt vizek eltávolítására és a vízszintnek a liftsüllyesztékek szintje alatti mélységben tartására is szolgáltak.

5. ALAPOZÁS

5.1 Az alapozási mód megválasztása

A nagy alapterületen rendkívül eltérő pillérterhek felvételére volt szükség. A maximum 20.000 kN, az átlag 10.000 kN, a legkisebb pedig 1.000 kN. Mivel az alapozási síkon eltérő

tömörségű rétegek voltak, a megkívánt legfeljebb 10 mm süllyedéskülönbségek csak mélylappal kombinált lemezalapozással voltak elérhetők. A kétféle alapozás együttdolgozásának modellezése abból a feltételből indult ki, hogy 1 cm legyen mind a lemez, mind a cölöpök (cölöp csoportok) süllyedése (Juhász-Pethő-Bocskói, 1999.). A fűrt cölöpök 90 cm-es és 120 cm átmérővel készültek, hosszuk 9 m. A lemez vastagsága 60 cm, a cölöpfejeknek kialakított területen 90-120 cm. Alapozási sík a lemezre nézve -6,70 m és -7,70 m.

5.2 Számítási modell

A cölöpök teherbírását a talajadatok alapján, rugalmas viselkedését a cölöpátmérőtől függő tapasztalati értékekből számítottuk. A számított törőteherből és törési elmozdulásból a süllyedéseket exponenciális függvénnyel közelítettük, a köpenysúrlódás és talpellenállás eltérő viselkedésének figyelembe vételével. A cölöp változó rugóállandójából a várható süllyedéshez tartozó értéket használtuk fel a cölöp-lemez kombináció modellezéséhez. Az alaplemez ágyazásánál a talaj puhább, a cölöpök pedig keményebb rugóként voltak figyelembe véve. A cölöpökre véglegesen jutó terheket az elmozdulásokból számítottuk vissza. A cölöpök próbaterhelése építés közben történt, a számított értékek ellenőrzésére szolgált.

6. VASBETON ÉS ACÉL ÉPÜLETFELSZERKEZET

6.1 Előregyártással kombinált monolit vasbeton szerkezet

6.1.1 Az alkalmazás jellemzői

A legnagyobb területen, több mint 100.000 m²-en – ez a bevásárlóközpont, az irodaház és a vágányfelülépítés – az előregyártással kombinált monolit vasbeton rendszert választottuk. Ez a szerkezet egy korábbi épületünkben, a Szabadság téri Bank Centerben is jól vizsgázott, a komplett rendszer szolgálati szabadalomra is vált. Elemei: monolit pillér, monolit főtartó, előregyártott fióktartó, zsalupanelra felhordott felbetonból kialakított lemez. A helyszíni felső vasalások és helyszíni betonozás következtében nem csak a főtartók, hanem a fióktartók és a lemezek is többtámaszúak.

A bevásárlóközpont területén – amelyre ráépült az irodaház és a szálloda – a pillérek alapszterét a Váci úttól a terület szögfelezőjéig 8 x12, onnan a vágányokig 10 x12 m-ben határoztuk meg. (A 12 m a Váci úttal párhuzamos irány.) Ettől funkcionális és geometriai okokból sok helyen el kellett térni, de ez lényegében nem borította fel a rendszert. A rászterpontokban monolit pillérek vannak különböző méretekkel: négyzetes 50x50 cm-től 90x90 cm-ig és kör Ø60 cm-től Ø90 cm-ig. A Váci útra, ill. a vágányokra merőleges 8 és 10 m támaszköz irányában a terepszint és +7 m-es üzletszinteken 60 cm széles, a +13 m-es szinten (a tetőkert alatt) 100 cm széles, egységesen 75 cm + födémlemez magas többtámaszú monolit főtartók készültek. Ezekbe előregyártott fióktartók kötnek be, a pillérközők harmadolása vagy negyedelése révén 2,67 vagy 2,50 m-enként, méretük 30x60 cm. A fióktartók tetejére 8 cm vtg zsalupanelok fekszenek fel. A zsalupanel és a felbeton

együttdolgoztatására hurokvasak állnak ki az elemből, ezzel még azt is biztosítjuk, hogy a felbetonnal érintkező felületet véletlenül sem lehet lesimítani, az eléggé durva marad.

A fióktartókat többtámaszúsító felső vasalás és a födémlemezt többtámaszúsító teljes felső háló beszerelése után 7 cm felbetonnal alakult ki a 15 cm-es födémlemez, egyben a főtartók és fióktartók fejlemeze. Alátámasztásra csak a főtartó zsaluzatának volt szüksége, a fióktartó két végét a főtartó zsaluzata tartotta. A lehajlás csökkentése végett esetleg a fióktartókat közepén is alá lehet támasztani. A födém építésének különböző fázisai jól láthatók a 2. ábrán. A kép jobboldalán a fióktartók láthatók a főtartók zsaluzatára felfektetve, a kép közepén a zsalupanelok is a helyükön vannak, míg a háttérben a teljesen bebetonozott födém látszik.

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

2. ábra A bevásárlóközpont födeme építés közben

Az íves passzázsok mentén kialakult íves födémseleken, továbbá a daruknak kihagyott födémlyukak befoltozásánál és néhány egyéb speciális helyen monolitikus fióktartók készültek. Ezeket igyekeztünk minden szempontból az előregyártottakhoz hasonlóan kialakítani, hogy a szerkezet minél egységesebb maradjon.

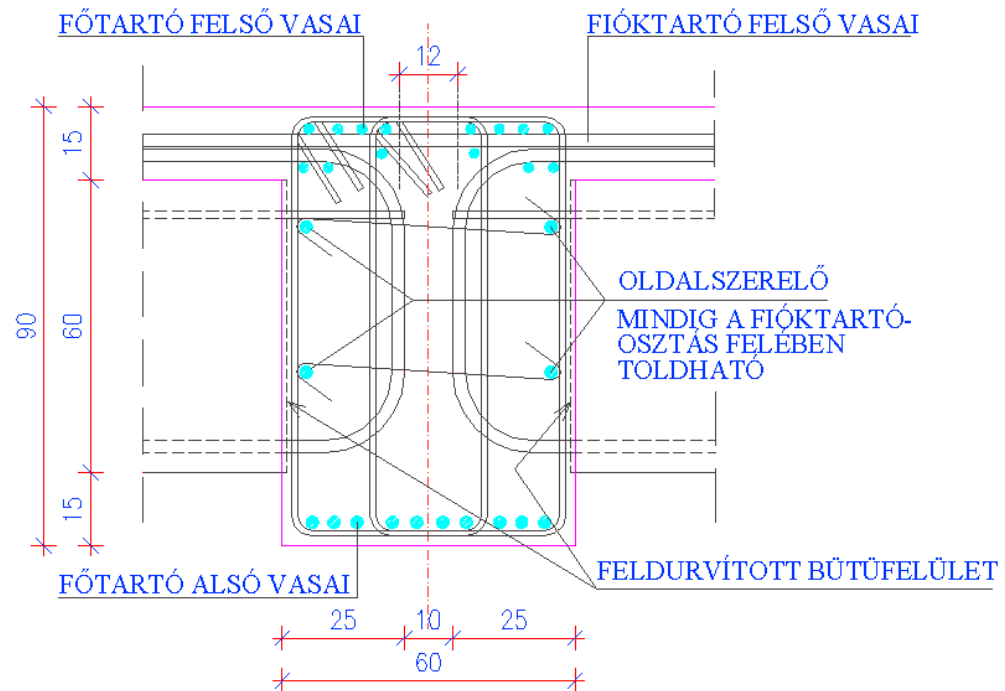
A vágány-felülepítésben (parkoló és sétány) a geometriai adatok kissé mások: a peronközéptől-peronközépig adódó, illetve a peronok után összefutó vágányok között elhelyezendő pillérek közötti távolságok változó, jellemzően nagyobb – csaknem 15 m – főtartó-támaszközöket adtak ki. Ennek megfelelően viszont a fióktartó-fesztávok rövidebbek, 8 m-esek, a tartók egymástól 3 m-re vannak. A sétány oszlopainak elkészülte utáni állapotot mutatja a 3. ábra fényképe.

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

3. ábra A vágány-felülepítés monolit pillérei

6.1.2 A födémrendszer jellemzői

A hasonló szerkezetektől ezt a födémét alapvetően az különbözteti meg, hogy a fióktartók végén hurokszerűen kialakított bekötővasak vannak, maga a betonkeresztmetszet csak 1 cm-t, egy fél betontakarásnyit áll be a főtartó keresztmetszetébe. A főtartó és fióktartó jellemző csatlakozását mutatja a 4. ábra. A fióktartó felfekvése nem zavarja a főtartó kengyelezését és oldalszerelő hosszvasait, valamint nem csökkenti a nyírásra figyelembe vehető gerendaszélességet. (Bár a klasszikus megoldásban „belógó” fióktartó-vég részvételét a ferde nyomóerők átadásában nem tartom lehetetlennek). A tartóvég bütüfelületét hornyokkal feldurvítjuk, hogy a tapadási erőre a szabvány által megengedett



4. ábra A főtartó és fióktartók csatlakozási metszete

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

5. ábra Fióktartók a főtartó zsaluzatára támasztva

legnagyobb súrlódási tényezőt vehessük figyelembe. Az alulról kinyúló hurokvasakon kívül a fióktartó két felső vasa is kiáll a tartóvégből. Az 5. ábrán a hurokvasak és a durva bútú-felület látható. A fióktartó kengyelei olyan magasak, hogy a felbeton is a fióktartó részévé válik, viszont a gyártási okból felfelé szélesedő keresztmetszetben a függőleges kengyelszáron 4,5 cm-re nő a betonfedés, s ez lehetővé teszi a zsalupanelok akadálytalan felfekvését.

Ez a szerkezet az egészében monolit megoldáshoz képest igen kevés helyszíni zsaluzással, ritka alátámasztással, igen gyorsan készíthető. A helyszíni munka csökkentésére olyan főtartó-vasalást terveztünk, amely előreszerelt armatúraként készíthető (ezt a gyakorlatban nemigen használták ki). Ugyanakkor az épület teljesen monolitikus szerkezetként viselkedik, ezáltal merevsége nagyobb, alakváltozásai kisebbek, alaprajzi és magassági kialakítása rugalmasabb, mint a teljesen előregyártott szerkezeté.

6.2 Monolit síklemez, monolit gerendarács

Az áruházi területen 10x11 m-es raszter felett meg legjobban a funkciónak és az épületrész geometriájának. Mivel ennek az alsó három szintje parkoló, ott mindössze 3 méteres szint-magassággal számolhattunk. Egy gerendás szerkezet ebbe nem fért bele. Monolit síklemezt

választottunk, mely a parkoló szinteken 30 cm vastag, az áruházi szinteken – 10 és 15 kN/m² hasznos terhelésre – 38 és 40 cm. A pillérek körül 3x3 m területen kétszeresére vastagítottuk a lemezt. Így hagyományos kengyeles átszűrődási vasalást lehetett alkalmazni, az alakváltozásokat is L/300 értékre lehetett korlátozni. A 20.000 kN mértékadó terhelésű pillérek az alsó három szinten 100x100 cm, a felső kettőn 80x80 cm keresztmetszetűek. Hasonló síklemezként kellett kialakítani a bevásárlóközponti alagsor kétszintes területén mindkét pincefödémét, továbbá azt a födémét, amely a Balzac utcával szemben kialakított, a Váci úttól a hátsó útig az épület alatt átvezető utcát hordja. Ez valóban utca: 16 m széles, C osztályú gépkocsi-terhelésre alkalmas.

A +13 m-en lévő födém tulajdonképpen a mozi alaplemeze. A 14 vetítőterem sem méreteiben, sem tájolásában nem engedelmeskedett semmiféle tartószerkezeti rendszernek,

az alájuk benyúló előcsarnok hasonlóképpen. A pillérekre kétirányú, 60x230 cm méretű gerendarács került, a raszterbe nem eső mozifalak alatt azonos méretű betétgerendák készültek. A tervezéskor még nem pontosan ismert gépészeti vezetékek számára a gerendákba raszterenként négy db 90x90cm-es áttörést készítettünk. A födémlemez 30cm vastag, két irányban teherviselő és többtámaszú.

Ugyancsak monolit gerendarácsot kellett készítenünk a terepszintű födémbe benyúló rakodóudvarok alatt; ide 40 tonnás tehergépkocsik állhatnak be.

6.3 Vasbeton és acél

A több mint 6.000 m² alapterületen épült mozi kívülről egy csaknem 14 m magas vasbeton fal határolja. A belső terület filigrán acélszerkezetei nem alkalmasak, illetve gazdaságosan nem voltak kialakíthatók a teljes épület merevítésére. A falaknak – természetesen pillérekkel megerősítve – alul befogott konzolként kell a teljes szélterhet felvenniük. A nézőtér padlófödéme egy vasbeton falakra-pillérekre-gerendákra támaszkodó, lépcsős vasbeton lemez. A nézőtér felett csak a menekülő- és vetítőfolyosók, valamint a hozzájuk tartozó lépcsők készültek vasbetonból.

A nézőtér síkja felett – a terhek csökkentése végett – a függőleges szerkezetek 200x200 mm méretű acélpillérek, amelyek az akusztikai igények miatt igen vastag (56 cm) szerelt elválasztó falakban el is vannak rejtve. A tetőfödém főtartói a nagyobb fesztávokon (kerekén 8 és 20 m között) párhuzamos övű rácsos tartók, a rövidebbek hengerelt I 360 szelvények. Szerkesztési okokból előnyösebb volt a tartómagasságot fesztávától függetlenül egységesnek választani. A rácsos tartók 1,50 m magasak. Felső és alsó övük melegen hengerelt kettős U szelvény, a szelvényméret természetesen a nyomott övben nagyobb. A ferde rácsrudak és a rácsoszlopok a két övszelvény közé bevezetett zárt négyszögszelvények. A rúdcsatlakozások hegesztve vannak, csomólemezeket is alkalmaztunk. A tetősíkban is és a szükséges helyeken függőleges síkban is andráskereszt merevítések készültek. Mivel a közepén elhelyezkedő nagy mozi terem magasabbak, a tető két különböző síkon van. A nagy alapterületű tetőfelület lejtései nagyobb részben az oszlopmagasságok változtatásával vannak megoldva, vagyis különböző szinteken vannak a

főtartók, kisebb részben vendégfödém-szerű „rátétekkel”. A tetőhéjalás 150 mm magas acél trapézlemez, csak hő- és vízszigetelés van rajta. A mérsékelt födémsúly lehetővé tette, hogy a minimum 5, maximum 6 m-enként elhelyezkedő főtartók közvetlenül legyenek a héjalás támaszai, fióktartók nincsenek. Minden mozi teremhez saját klímagép tartozik, ezeket a néhány tonnás „roof-top unit”-okat a tetősík felett készített külön kiváltógerendák hordják. A termék padlójának akusztikai szigetelése úgy van megoldva, hogy a födémre úsztatóréteg és vasalt aljzatbeton került. A falak maguk „akusztikus” szerelt falak, és a teljes „hangszigetelt doboz” kialakítása a falakhoz csatlakozó álmennyezettel valósult meg.

Tűzvédő festéssel látták el a burkolatlan acélszerkezeteket.

Ugyancsak acél és vasbeton együttes alkalmazásával készültek az épületen belül a passzázsok felett átkötő, kívül pedig a „törzsépület” és a vágányfelülépítés közötti 8-16 m fesztávú gyalogos hidak. Ezek tömörgerincű acél főtartókból és a rájuk támaszkodó kibetonozott trapézlemez járófelületből állnak.

6.4 Monolit vasbeton falak és födémek

A szálloda a klasszikusnak mondható monolit harántfalakkal és többtámaszú síklemez födémmel készült. A 12 m-es alsó szintű raszter és a 4 m-enkénti harántfalas szerkezet közé egy faltartós kiváltószintet iktattunk be.

6.5 Terhek, anyagminőségek

Néhány jellemző mértékadó *födémteher* értékét mutatjuk be a következőkben.

parkolók az áruházi tömbben	17,31 kN/m ²
áruház fszt.-en	31,37 kN/m ²
áruház emeleten	25,36 kN/m ²
bevásárlóközpont általában	18,64 kN/m ²
zöldtető 1 m földdel	36,26 kN/m ²
utcai sétány 2 m földdel (Váci út)	62,44 kN/m ²
irodaház	13,49 kN/m ²
szálloda	12,28 kN/m ²
utca a házban	23,08 kN/m ²

6.6 Néhány szerkezeti érdekesség

6.6.1 Kiváltások

A szokványosnak igazán nem mondható épületméretek következtében egy néhány kiváltás is szokatlanul nagy méretű. A Ferdinánd híd felé kiöblösödő passzázs miatt az irodaháznak a Váci útra merőleges szárnyában két pillért 18 m fesztávú monolit gerendával kellett kiváltani a +13 m-es födémbe. Mivel itt a –6 m-en fekvő alaplemezig nincs más szerkezet,

az 1,15 m széles, 2,60 m magas gerenda zsaluzatát több mint 17 m magasságú állványzattal kellett alátámasztani.

A Váci út mentén lévő metrószellőző műtárgy fölé az irodaház két homlokzati pillére esett. E két kiváltást minimális méretekkel kellett megoldani, lehetőleg a föld alatt. A kisebbik fesztávnál a rendelkezésre álló 1,30 m-ben ez sikerült is, de a nagyobbiknál – 11.000 kN pillérteher és 11 m-es fesztáv mellett – ez a minimum egy 3 m magas, fordított T szelvényű gerenda volt, gerincvastagsága 1 m, övszélessége 1,60 m, mivel kisebb szélességben nem fértek el a vasak. A hatszárú Ø20mm kengyelezés látható a 6. ábrán.

Funkcióváltás miatt a pincében meg kellett szüntetni egy már megépült vasbeton merevítő falat. Ennek az *utólagos kiváltásnak* a „szenvendő alanya” szerencsére pillértől-pillérig tartott és rasztervonalon állt. Így a földszinttől felfelé megmaradó fal végei alá eső pilléreket köpenyezéssel erősítettük meg, a pince feletti födémbe pedig utólagosan gerendává erősítettük az eredetileg koszorúként megvasalt monolit sávot.

6.6.2 Utólagos lift

Ugyancsak funkcióváltás miatt az áruházi síklemez födémen át utólag liftaknát kellett építeni. Az alaplemeztől kezdődően mindig födém alsó síkig építették az aknafalat, ennek megszilárdulása után vágták ki az aknanyílást a födémbe. Így az önsúly hatására kialakult erőtérképeken és alakváltozásokon gyakorlatilag nem változtatott a beavatkozás.

6.6.3 Födémépítés a résfalon kívül

A mélyített út Lehel tér felőli oldalát ugyanúgy résfal határolja, mint a terepszint alatti többi épületrészt. Ezért amikor egy jobbra kanyarodó sávval utólag meg kellett szélesíteni a terepszint alatti lejtős födémre épített utat, a támfalként működő lábazati fal és az alatta lévő résfal akadályt jelentett. Vissza kellett a támfalat és a résfal fejgerendáját bontani, mélyebb síkon a fejgerendát újra megépíteni, a födémhez pedig egy konzolos lemeztoldatot építeni. A támfalat a konzol vége már nem bírta volna el, ezért a támfalként egy függetlenül lealapozott virágvályú készült az út mellé.

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

6. ábra Metró-szellőző feletti kiváltó vasszerelés közben

6.6.4 Osztott és kettőzött fióktartók

A területre felállított 16 daru sem volt képes mindenüvé beemelni a közel 6 tonnás fióktartókat. Így több helyen hosszában *elfelezve*, két darab 15 cm széles tartóból kellett összeállítani a fiókgerendát. A két felet közös sablonban gyártották, hogy beépítéskor pontosan illeszkedjenek. Beemelés után ideiglenes átmenő csavarokkal kötötték össze, végleges állapotban pedig a 15 cm vastag vasbeton lemez dolgoztatja együtt a két fél-tartót.

A tetősétány miatt a +13 m szinti födémen kétszeres a teher. Nem sűrítettük a fióktartókat, hiszen azzal kétszeresére nőtt volna a zsalupanelok emelési száma, hanem *megkettőztük*. Itt azonban a két egymás melletti fióktartót ideiglenes összekötés nélkül helyeztük el.

7. ÜVEGTETŐK ACÉLSZERKEZETEI

7.1 Általános ismertetés

Ezek az úgynevezett látszó tartószerkezetek kevés „titkot” rejtenek, erőjátékuk meglehetősen jól követhető. (Gonda, 2000) A szerkezeti méreteket is elég kerekítve említeni, mert csak a hozzávetőleges nagyságokat szükséges érzékeltetni. Inkább fontosak azok a háttérinformációk, amelyek a tervezés szempontjairól, döntési dilemmáiról szólnak. Legfontosabb, hogy ezek a szerkezetek szinte iterációs tervezési együttműködést kívánnak a statikus és építész között. Vagyis sorozatos megbeszéléseken a legapróbb részletekig meg kell egymás szándékait és lehetőségeit ismerni, fokozatosan közelítve a formai és szerkezeti szempontból is megfelelő megoldást. Az építészeti tervezés meghatározó személyeivel a szükséges partneri jó viszony kialakításában is igyekeztek maximumot nyújtani az üvegtető statikus tervezői. A kiviteli részlettervek és műhelytervek a gyártók megbízásából külön készültek.

7.2 Fejépület üvegtetője

Fejépület néven azt az épületvéget említjük, amelyik a Nyugati tér felé eső, pontosabban az egykori Westend udvarra nyíló főbejáratot foglalja magába. Itt a három, vasbetonból készült kereskedelmi szint fölé egy 46 m hosszú, 1000 m²-es üvegtető épült (7. ábra). Alaprajzilag úgy helyezkedik el, hogy a fele egy óriási előtetőként a tér fölé nyúlik ki. A pályaudvar műemlék tetőszerkezetével úgy teremt rokonságot, hogy ennek a síkja is 21 fokos lejtésű.

Az üvegfelületet közvetlenül alátámasztó szelemenek szélestalpú I szelvényből készültek, 3,00 méterenként a „szintvonalakkal” párhuzamosan, vagyis vízszintesen helyezkednek el. Az „esésvonalakon” vannak 4,6 m-enként a 20 m-es fesztávú, konzolos rácsos főtartók. A csekély önsúly miatt szélszívásból az íves alsó övük is nyomottá válhat, ezért minden rúdjuk I szelvény. A támaszoknál annyira csökken a tartómagasság, hogy a rácsos tartó tömör szelvénybe megy át. A tetősíkban középen és a két szélső mezőben van szélrács. A főtartókat két helyen fogják össze hossz-kötések, a szélrácsos mezőben függőlegesen is vannak andráskereszt merevítések.

A lejtésben álló főtartók két támasza között majdnem 8 m magasságkülönbség van. A főtartók mélyebben lévő támaszai akár rövid oszlopoknak is tekinthetők, amelyek állékonysági okokból össze vannak rácsozva. Megjelenésükben azonban egy négyövé, mindkét végén konzolos rácsos tartót alkotnak. E tartó kialakítására azért is volt szükség, mert a fejépület vasbeton fala rövidebb, mint az üvegtető. A tartó övei és rácsrúdjai melegen hengerelt szögacélok, a rácsoszlopok részben szögacélok, részben I szelvények.

A legsajátosabb része ennek a tetőnek a magasabb oldali, a Váci út felé eső alátámasztás. Az üvegtetőhöz képest *középen*, de a vasbeton épületnek a *végén* van az egyetlen támasz, így alakul ki az előzőekben már említett előtető jellegű kinyúlás. Erről a támaszról indulva

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

7. ábra Üvegtető a fejpületen

a 10 főtartót alátámasztó 10 páros csőláb egy alulról felfelé legyezőszerűen szétnyíló térbeli szerkezetet rajzol ki. A kisátmérőjű csőszelvények karcsúságát alsóbbrendű rácsosozásokkal kellett csökkenteni. A rácsosozás nagyjából a hosszakat harmadolva két körív mentén van elhelyezve. A szerkezet a középtengelyére szimmetrikus. A középső két lábat X rácsosozás merevíti mindkét síkban. Az indító tag egy térbeli hegesztett szerkezet, amely egyetlen támasz ugyan, de valójában – hogy hosszirányú merevsége legyen – két csőlábbal kapcsolódik a vasbeton szerkezethez. A szélszívből fellépő húzóerők miatt egy-egy láb 8 db M 36 méretű bebetonozott csavarral van lefogva, a csavarelhelyezés megkívánt pontossága ± 2 mm volt.

Gyakorlatilag minden csomópont hegesztve készült. A szelvények a találkozási pontokon össze vannak szabva, csomólemezeket nem alkalmaztunk. A csöveket az áthatásnak megfelelően kellett szabni, a nagyobb átmérőjű csőnek ütközik a kisebb átmérőjű. A szabadban elhelyezkedő szerkezet varratai szigorúan légzárók.

A bonyolult csomópontok üzemen készültek el, a helyszínen az egyszerűbb szelvényillesztést másodosztályú tompavarrattal lehetett készíteni.

7.3 Üvegtető a vágányok felett

A Váci út felé eső külső vágányok végénél elbontották a régi perontetőt, és a keresztperon fölé egy új utascarnok épült. A vágány-felülépítés és e csarnok közötti 46 m széles és 24,5 m hosszú teret egy ferde üvegtető fedi le. Stílusban a lefedés a fejpület üvegtetőjéhez igazodik, a tartószerkezet részletmegoldásai pedig a helyi adottságokhoz.

A csarnok a Katona József utcai aluljáró fölé épült. Az aluljáró zárófödéme további terhek hordására nem volt képes, az aluljáró mellett pedig a MÁV számtalan kábele, kábelcsatornája és egyéb vezetéke fut. Ezért a csarnok pilléreit és az üvegtető lábait is csak az aluljáró oldalfalára lehetett támasztani. Az építész igénye az volt, hogy a függőleges alátámasztó szerkezetek egy-egy ponton összefogva jelenjenek meg. Az üvegtető lábait ezért a keresztperon acél pilléreit körülölelő vasbeton gallérra támasztottuk, a geometriai elrendezést úgy alakítottuk, hogy az üvegtető négy lábának, a csarnok pillérének, valamint az aluljáró vasbeton falának és födémének súlyvonala egy pontban találkozzék.

A csarnok pillérei 9,0 m-enként vannak, ez az üvegtető főtartói közötti távolságnak nagy. A szelemenek magassága ugyanis annyira megnőne, hogy zavarná a tető átláthatóságát. Ezért az üvegtető főtartói 4,50 m-es osztásban követik egymást. A raszterben lévő főtartót két láb

támasztja alá, amelyek a főtartó síkjában ferdek. A két raszter között lévő főtartót alátámasztó lábak térben ferdek. A főtartók és a lábak kapcsolatát úgy oldottuk meg, hogy a főtartóba befogott csapra a lábak végén kialakított hüvely csatlakozik. Az így kialakuló flexibilis kapcsolat nem csak a kivédhetetlen pontatlanságok kiegyenlítésére alkalmas, hanem a hőmozgások levezetésére is.

A főtartó kéttámaszú, konzolos gerenda. A fejpülettel említett stílusrokonság miatt rácsos tartó. A pozitív nyomaték szakaszán a felső öv és a rácsoszlopok melegen hengerelt I szelvények, a ferde rudak és az alsó övek pedig rúdacél-párok. A passzázsoktól eltérően (lásd 7.6 pont) itt folytonos alsó öv van és különálló rácsrúd. A negatív nyomaték szakaszán minden elem I szelvény, de a tartó végén az övlemezek íves vezetése miatt lemezekből hegesztett egyedi szelvény készült. A főtartókra melegen hengerelt szelvényekből készült szelemensor támaszkodik, amely az üvegtartó bordákat támasztja alá.

7.4 Főbejárati előtető

Az épület középső főbejárata az irodaház és a szálloda magas tömbje között, egy raszternyit be is tolva a homlokzat síkja mögé, a központi udvarra mintegy rávezetve helyezkedik el. Az építészeti koncepció szerint ide valami lágyabb, de karakteres tömeg került: a 8. ábrán látható hullámos vonalú előtető, tartóborda nélküli üveg fedéssel. Két főtartója egy-egy elnyújtott szinuszhullámhoz hasonlítható, ezek egyedileg hegesztett szekrénytartók. A főtartók belső vége a +7 m szintű födémen támaszkodik, nagyjából 10 méteres fesztáv után a másik támasz az utcaszinten álló, kifelé dőlő oszlop, az utca fölé pedig további 9 méternyi konzol nyúlik ki. A főtartók 8 méter távolságát rácsos fióktartók hidalják át, a két támasz és a konzolvég közelében pedig egy-egy sarokmereven csatlakozó átkötést készítettünk, hogy vízszintes síkban keretszerű erőjáték alakuljon ki. Az egyik felső támasz ugyanis éppen egy dilatációs vonalra került, ezt a csomópontot ezért gerendairányban fixnek, keresztirányban elcsúszónak kellett kialakítani. Ráadásul a kis önsúly miatt e támasznál a támaszreakció lehorgonyzó erő is lehet, ezért a csúszó talpat felső peremekkel is meg kellett fogni.

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

8. ábra Előtető a Radnóti Miklós utcával szemben

7.5 Felfüggesztett előtetők

A hotel bejárata feletti előtető a többi nagy előtetőtől a szerkezeti részleteken túl abban tér el, hogy függesztve van, nem pedig alátámasztva. Az épülethez való csatlakozáshoz két acélcsövet építettünk be, az alsóra támaszkodnak az előtető gerendái, a felsőre pedig fel vannak függesztve. A tető olyan könnyű, hogy az alulról ható szél nyomása nagyobb mint a szerkezet önsúlya. A függesztő rudak természetesen érdemi nyomást nem tudnak felvenni, ezért az előtető a két szélén le van kötve a vasbeton szerkezethez.

Az irodaház három bejárata felett azonos szerkezetű, a hotelénál kisebb előtető készült. A tető maga – leegyszerűsítve – egy beüvegezett acélráma, közel vízszintes síkban. Önálló

acélpillérek épültek be a homlokzat-felületbe, ezek a ráma hátsó oldalát függőlegesen és vízszintesen is megtámasztják. A tető külső oldalát két függesztőrúd köti fel a vasbeton homlokzatra. Önsúlya és geometriai viszonyai olyan szerencsésen alakultak, hogy alulról felfelé ható szélerőből sincs nyomás e rudakban. Ami az erőjátékot illeti: a két acéloszlop helyét a homlokzati ritmus, azaz a bejárat szélessége határozza meg, a tetőnek nyilván szélesebbnek kell lennie a bejáratnál, a felkötés viszont nem döfheti át az üvegfelületet. Ezért egyik támasz sem tud a statikailag kívánatos helyén, vagyis gerendavégen lenni. Az üveg U-acél kerete tehát kétirányú hajlítást és csavarást is szenved.

7.6 Lábakon álló üvegtető

A Sóház felőli főbejárat már nem a terepszinten, hanem +2 m szinten van, ezért előlépcső és gyalogosrámpa vezet fel. Ez utóbbit üvegtetővel kívánták lefedni. A rámpa vasbeton oldalfalán acéloszlopok állnak, rajtuk csak a rámpa felé kinyúló gerendákon támaszkodik a tető. Az oszlop és gerenda egy alul befogott, fordított L alakú keretet alkot.

7.7 Bevilágító tetők a közlekedő terek felett

A bevásárlóközpontot három passzázs és egy központi udvar tárja fel a gyalogos forgalom számára, ezek felett összesen nyolc üvegtető engedi be a természetes fényt. A passzázsok a –6 m szinten vannak, a tetők a +14 m szintű tetőkertből vannak kiemelve, vagyis a légtér több mint 20 m magas. A tetők formája változatos, mindenhol összhangban van az alatta lévő térrel:

- az irodaház Váci útra merőleges szárnyai alatt egy tölcészerűen bővülő, a mozi előtérrel összeolvadó belső utca van, e felett három darab *trapéz alakú* tető készült. Fesztávjuk 5 és 20 m között változik. Ahogy bővül a tér, a tetők is egyre jobban ki vannak emelve a tetősíkból, indulásnál 2 m-re, a túlsó végen 6 m-re. Külön érdekesség, hogy a mozi előteréhez úgy kapcsolódik a legmagasabb üvegtető, hogy szerves része egy önmagában is 800 m² területű, acélszerkezetű csarnoknak. Olyannyira, hogy a csarnok főtartói teljesen hasonló kialakításúak, mint az üvegtetők főtartói. Az üveg és a tömör héjalás – az acél trapézlemez – a tartószerkezettől teljesen független, önálló vonal mentén vált.
- az irodaház mögötti íves közlekedőt három olyan tető fedi le, amelyek *egyik hosszoldala egyenes, a másik enyhén íves (a sugár 80 m)*, a fesztáv 9-11 m. Így a keresztben 10 fok lejtésű, sík üvegtető alátámasztására olyan acélszerkezet kellett, amelynek magassága az íves oldal mentén változik.
- a szálloda mögött maga a passzázs egyenes, de a tetőnek csak a szállodához simuló oldala egyenes, a másik határvonala enyhén ívelt. A változó magasságú oldalfal természetesen itt is megjelent.
- a nyolcadik tető *négyzet* alaprajzú, a 24x24 m-es központi udvar felett van.

A passzázsokban a 12 m-es épületraszter felezésével nagyjából 6 m-enként főtartók vannak, tetejükön hosszirányban I szelvényű szelemenek. Azért nem kerek szám a felezés, mert a távolságot az íves vagy ferde passzázstengely mentén kell mérni. Eleinte úgy gondoltuk, hogy a kicsi fesztávokon a főtartó egyszerű gerenda, a nagyobbakon rácsos tartó, a négyzetes, nagy fesztávú télikert felett pedig térrács jellegű, vagyis határozott teherviselési irányt nem mutató fedés legyen. Másrészt viszont el kellett gondolkoznunk azon, hogy akarunk-e ilyen sokféle szerkezetet együtt látni. Ugyanis a tágas belsőben valóban egyszerre lehet látni több tetőt is. Végül, főleg építészeti okból a minél egységesebb megjelenés mellett döntöttünk, vagyis vagy a rácsos, vagy az aláfeszített tartó jöhetett szóba. Formai-esztétikai kérdés, hogy – ha alsó öve és ferde rácsrúdjai köracélból vannak – a minden szempontból egyszerűbb rácsos tartó ugyanazt a benyomást kelti, mint a többszörösen aláfeszített gerenda. Ennek a vizuális hatásnak a fokozására párosan használtuk a köracélokat, az alsó öv felhajlik a rácsoszlopnál és ferde rácsrúdként folytatódik. A kétmezős tartónál (lásd 9. ábra) egyszer kettő, a négymezős tartónál kétszer kettő, a hatmezősnél háromszor kettő köracél jelenik meg. Az oszlopvégi irányváltásnál a köracélok egy acélhenger körül vannak meghajlítva, ahhoz hegesztéssel rögzítve. A végük lekötéséhez nagy átmérőjű csapot hegesztettünk a felső öv gerincére. A menetes végű köracélokat ezen átfűzve csavaranyával rögzítettük. Az állékonyság végett a tetősíkban is, az oldalfalak síkjában is andráskereszt szélrácsokat helyeztünk el, köracél szelvényből.

A nagy terület miatt az üvegtetőknél sem lehetett kikerülni a dilatáció problémáját. A csaknem harmincezer m² területen a háromszintes vasbeton épület természetes *hosszirányú* dilatációs hézagainak kínálkoztak a passzázsok. Ezek a három egymás feletti födémen egyre szélesebb sávban vágják ketté a szerkezetet. A *keresztirányú* mozgási hézagokat azonban nem akartuk a tetőből kiemelt üvegtetők szerkezetén egy tartókettőzéssel hangsúlyossá tenni. Helyette az acélszerkezetnek, mint egy nagy doboznak bizonyos oszlopai alatt lehetővé tettük az elcsúszást a vasbeton födém szegély-gerendáján.

SZERKESZTÉSI OK MIATT NINCS FÉNYKÉP

9. ábra Kétmezős acéltartó a bevilágító tetőben, építés közben

8. A TERVEZÉS

8.1 A tervezés menete

Az elvi építési engedély terve 1997. decemberében készült el, a résfalazási munkák 1998. júliusában kezdődtek, a szerkezetkész állapotot köszöntő bokrétaünnepség 1999. júliusában, míg a kereskedelmi területek ünnepélyes megnyitása 1999. november 11-én volt. Az imponálóan rövid megvalósulási idő nem csak rendkívüli terheket rótt a tervezőkre, hanem a tervezési folyamatot is sajátossá formálta. Ahogy mondani szokták, néhányszor „a kocsi megelőzte a lovakat”. Például a földmunka tenderterve hamarabb készült el, mint az épület engedélyezési terve. Az alapozás kiviteli tervezése előbb kezdődött, mint ahogy a tartószerkezeti tenderterv elkészült, sőt a tartószerkezeti tender megelőzte mind az építész, mind a gépész és villamos tendertervet. Ezért aztán elemi

követelmény volt, hogy bizonyos tervezési elveket, alapadatokat a lehető legkorábban, már az elvi engedély során rögzítsünk és legalább ezeken ne módosítsunk.

A legkevésbé szokványos szerkezetre, a kombinált monolit-előregyártott vasbetonra a statikai számításokat is elvégző mérnöktársaim részére egységes elveket állítottam össze, amivel végül is a méretezési szabványok által előírt és megengedett változatok közül kiválasztottuk az általunk használandókat. Célszerűnek láttam rögzíteni a számításba veendő fejlemez-szélességet, függetlenül a támaszközöktől és fióktartó-osztásoktól; a képlékeny nyomaték-átrendezés alkalmazását; a főtartók és fióktartók kengyelezési szisztémáját; a hosszvasak lehetséges elrendezéseit (ahogy a 2. ábrán is látható); táblázatosan összegyűjteni a tipikus vasalásokhoz tartozó határ-igénybevételeket.

8.2 A tervezők

A feszített ütemű tervezésben igen nagy létszámú csoport – ahogy divatos szóval mondják, team – vett részt.

Építészeti tervezés: Finta Stúdió, Dr. Finta József, Fekete Antal és társaik

Felelős statikus tervező: D Kettő Statikus Iroda

Gonda Ferenc, Molnár Mara

Statikus tervezők: Nagy Péter, Hegyi Mihály, Földes Balázs, Horváth Csaba, Földes Csaba, Müller Marianne, dr. Szabó Gyula, Engert Miklós, Méry Zsolt, Marczell Kolos, Pethő Csaba, továbbá a TM Janeda Kft. (vágányfelülépítés, szálloda, fejpület vasbeton szerkezetei): vezető tervező Volkai János, tervezők D. Hetesi Lilla, Glatz Katalin, Oláh Farkas, Pintér Margó, Markó Krisztina, Mészáros Péter, Villányi Gábor. Résfal és alapozás: Uvaterv: Pethő Csaba, Bocskói Andrea.

9. TAPASZTALATOK

A kereskedelmi létesítmények a tervezés során bármikor, de még a szerkezetépítés alatt és után is változhatnak. Ezért szinte jósként számba kell venni a lehetséges új igényeket (pl. egy nagy belmagasságban előbb-utóbb galériát akarnak építeni), és az érintett szerkezeteket módosíthatóan kell tervezni.

A szerkezetre kialakított szerkesztési elveket érdemes volt még a lokális optimum rovására is mindenütt betartani. Ezzel minimumra csökkentettük a tévesztés lehetőségét, hiszen „fejből” tudtuk, mit tervezett a kollégánk.

Az építés sebességét nem az alapterület, inkább a szintek száma határozza meg. Több egységre bontva szinte az egész terület egyszerre építhető, az egységeknek akár más-más kivitelezője is lehet.

10. HIVATKOZÁSOK

- Dr. Finta József: A Westend City Center, Műszaki Tervezés 2000. 1. szám, pp. 5.-8.
- Gonda Ferenc: A Nyugati City Center tartószerkezetei, Műszaki Tervezés 1999. 4. szám, pp.16-20.
- Gonda Ferenc: Üvegtetők acélszerkezetei a Westend City Centerben, Műszaki Tervezés 2000. 1. szám, pp. 9-13.
- Juhász Imre-Pethő Csaba- Bocskói Andrea: Nyugati City Center – munkagödör-határolás és az alaplemez tervezése, Műszaki Tervezés 1999. 4.szám, pp.20-21, 25-26.
- MSz 15022/4 –86 Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Előregyártott beton, vasbeton és feszített beton szerkezetek .
- Szörényi Júlia: Talajmechanikai szakvélemény, tsz. 97/64 (Bohn Kft., 1998)
- Volkai János: A Westend vágány-felülépítés szerkezettervezési érdekességei, Műszaki Tervezés 2000. 1. szám, pp.17-20.

**EZ A CIKK DR.BALÁZS L.GYÖRGY-DR.KOVÁCS BÉLA: TARTÓK 2000
C. KÖNYVÉBEN TALÁLHATÓ**