

Détári, György: Spaces in the structure (Terek a szerkezetben)
Metszet, Vol 12, No 6 (2021), pp 50-55,
<https://doi.org/10.33268/Met.2021.6.6>

Accepted: 02 November 2021

Published: 23 November 2021

Affiliation: BME Budapest University of Technology

Abstract: Athletics Stadium, Budapest, Hungary; Architect:
Marcel Ferencz

The Budapest Athletics Stadium will be implemented in several stages due to the organization of the 2023 World Athletics Championships. In addition to the high degree of freedom intended regarding post-event use, and the need for a year-round use of the facility as a whole and the low proportion of heated spaces requiring special boundary conditions have occurred during the design. The interiors of the building will be realized as internally insulated rooms within the reinforced concrete supporting structures, also keeping in mind the physical aspects of the building. The article shows how the openwork surfaces in traditional architecture can appear in today's architecture due to technological development, how they can be used in many ways, and at the same time what new opportunities they create in the formation and appearance of architectural forms.



TEREK A SZERKEZETBEN

A BUDAPESTI ATLÉTIKAI STADION ESETTANULMÁNYA

—A belső oldali hőszigetelések az általános szakmai gyakorlat szerint épületfizikai szempontból kockázatos, előnytelen szerkezetek. Mégis vannak olyan helyzetek, amikor a peremfeltételek összessége ezt a műszaki megoldást teszi a legcélszerűbbé. Erre példaként szolgáljon a Budapesti Atlétikai Stadion épülete.

—A konkrét épület bemutatása előtt érdemes az általános műszaki feltételeket és elveket áttekinteni. Az ipari, közlekedési és sportcélú épületek sok esetben fűtetlen tereket foglalnak magukban az alapterület meghatározó részében. Struktúrájuk a nagy kiterjedés és ismétlődő szerkezeti elemek miatt pedig szerkezeti homogenitást követel meg túlnyomó részben

01

előregyártott elemek alkalmazásával. Az arányában kevesebb, állandóan üzemelő, huzamos emberi tartózkodásra szolgáló tér elhelyezkedése az épületen belül nem feltétlenül követi az épület szerkezeti elrendezését. A termikus burok célszerű kialakítására ekkor az alábbi megoldások kínálkoznak:

- az elsődleges szerkezetektől független, önálló, teljes értékű határoló szerkezetekkel és termikus burokkal rendelkező egységek kialakítása;
- a fűtött terek külön dilatációs egységbe szervezése;
- szükség szerint lokálisan, külső oldali hőszigetelés alkalmazása;
- az érintett terek belső oldali hőszigetelése.

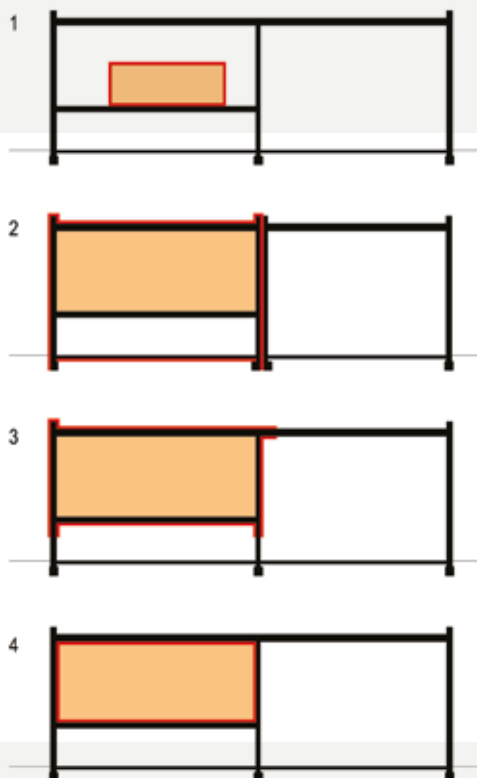
02

—Az első megoldás teljesen tiszta helyzetet teremt, azonban az épületbe telepített „kapszulákkal” kötődnek a térelhatárolási funkciók. Az épület külső burka, ha nem is hőszigetelt, a szél- és csapadékzárási funkciókat ellátja. Azonban a fűtött egységek külső burkát is – a helyes hő- és páratechnikai működés érdekében – szinte teljes értékű épületburokként kell kialakítani. Csak a meteorológiai hatásokra nem kell méretezni a szerkezeteket.

—A második lehetőség jó megoldást jelent, ha a tartószerkezeti struktúra egy dilatációs egysége maradéktalanul összehangolható a fűtött terek kubatúrájával. Ellenkező esetben építészeti és gazdaságossági kérdéseket vet fel az érintett épületrészbe kerülő fűtetlen



01



02



03

- 01 Madártávlati kép - látványterv (Forrás: Napur Architect Kft.)
 02 Huzamos tartózkodású terek elhelyezési sémái
 03 Építés előtti állapot helyszínrajza (Forrás: Napur Architect Kft.)

SZERZŐ | AUTHOR
 Détári György DLA

terek kezelése. Összehangolhatók-e az adott koncepcióban a hőszigetelt és hőszigetetlen homlokzati, valamint tetőfelületek, vagy arányos-e a termikus burokkal körbevett, de nem fűtött terek körüli hőszigetelés többlete?

—A harmadik megoldás összetett feladat nemcsak épületszerkezeti, hanem építészeti és tartószerkezeti szempontból is. A tartószerkezeti elemek a fűtött térben és a kültérben különböző hőmozgásokat végeznek, ami jellemzően számottevő igénybevételt eredményez. Erre a többlet hőteherre méretezni kell őket. Építészeti szempontból pedig kezelni kell a hőszigetelt és hőszigetetlen felületek, valamint a termikus burkot áttörő tartószerkezeti elemek hőhídhidatást csökkentő

kiegészítő hőszigeteléseinek egységes, esztétikus megjelenését.

—A negyedik megoldás az első három hátrányait maradéktalanul kiküszöböli, hiszen nincsenek kettőzött szerkezetek, homogén az építészeti megjelenés és a tartószerkezeti működés, azonban épületfizikai szempontból kockázatos.

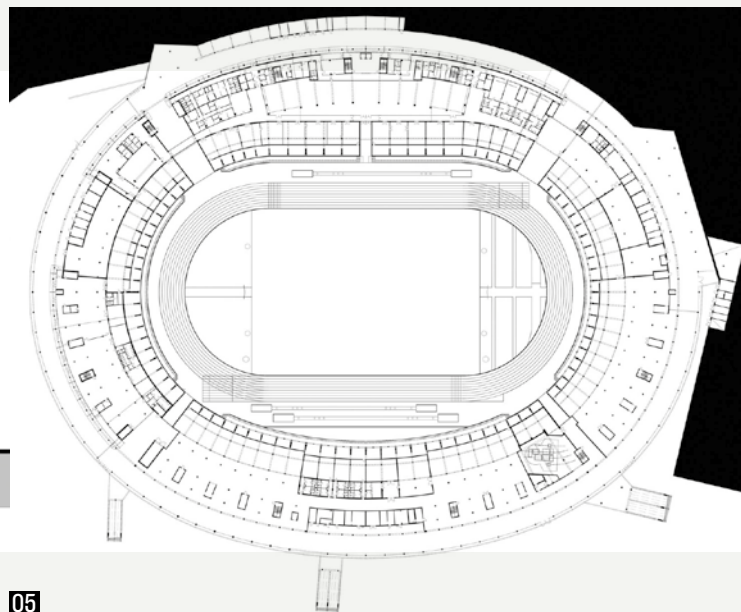
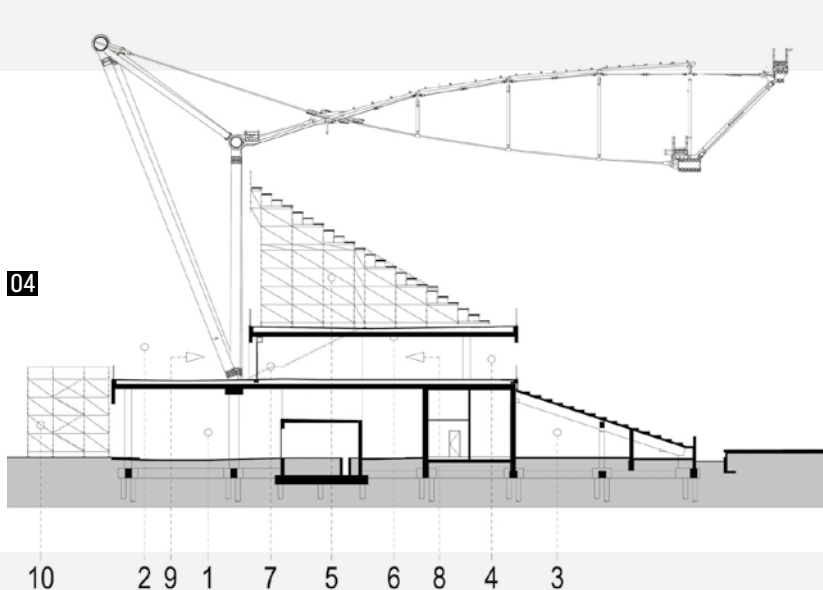
—A felmerülő állagvédelmi problémákra az épületszerkezeti kutatások és építőanyag-gyártói fejlesztések már több – gondos tervezés és kivitelezés mellett – jól működő megoldást kínálnak. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy a belső oldali hőszigeteléseket elsősorban olyan meglévő épületek felújításához fejlesztik és készítik, ahol a külső felületeken építészeti vagy műszaki okokból

a hőszigetelés nem helyezhető el. Mivel az utólagos beavatkozások nem feltétlenül járnak az épület kötelező energetikai felülvizsgálatával, engedélyezésével, tanúsításával, és a szerkezet műszaki teljesítménye adottság, a használhatósága pedig szerzett jog, ezért nem feltétlenül cél, hogy a hatályos rétegtrendi hőátbocsátási tényezőkövetelményértékének megfelelően legyenek a szerkezetek. Műemléki épületekre az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló, 7/2006. (V. 24.) TNM-rendelet hatálya nem is terjed ki:

„1. § (2) E rendelet hatálya nem terjed ki azon műemlék épületre, helyi védelem alatt álló épületre és azok épületelemeire, amelyek esetében

02

- 04 Jellemző metszet - műszaki alapvetések (Forrás: Napur Architect Kft.)
- 05 Földszint (üzemeltetési szint) alaprajza (Forrás: Napur Architect Kft.)
- 06 Emelet (közönségforgalmi szint) a későbbi bérlemények helyével (Forrás: Napur Architect Kft.)
- 07 Fűtött és időszakosan fűtött terek az épületben (Forrás: Napur Architect Kft.)



az energiahatékonyságra vonatkozó minimumkövetelmények betartása a műemléki vagy a helyi védettséget megalapozó érték megváltoztatását eredményezné.”

—Új építésű épület esetében az energetikai követelmények betartásával kapcsolatban azonban nincsen kompromisszum. Így a hőszigetelés minimális vastagságát jogszabály rögzíti, azonban a maximális vastagságot az épületfizikai működés korlátozza:

„A belső oldali hőszigetelés mértékét nem energetikai, hanem állagvédelmi szempontok határozzák meg. Ezért a belső oldali hőszigetelések vastagságának – szemben a külső oldalival – van felső határa” [1] – állapítja meg dr. Kakasy László vonatkozó kutatásában (Kakasy, 2011). Az állagvédelem és az egyes felületek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó előírás belső oldali hőszigetelés alkalmazása esetén így egymásnak ellentmondó követelmények lehetnek, amit a tervezés során fel kell oldani.

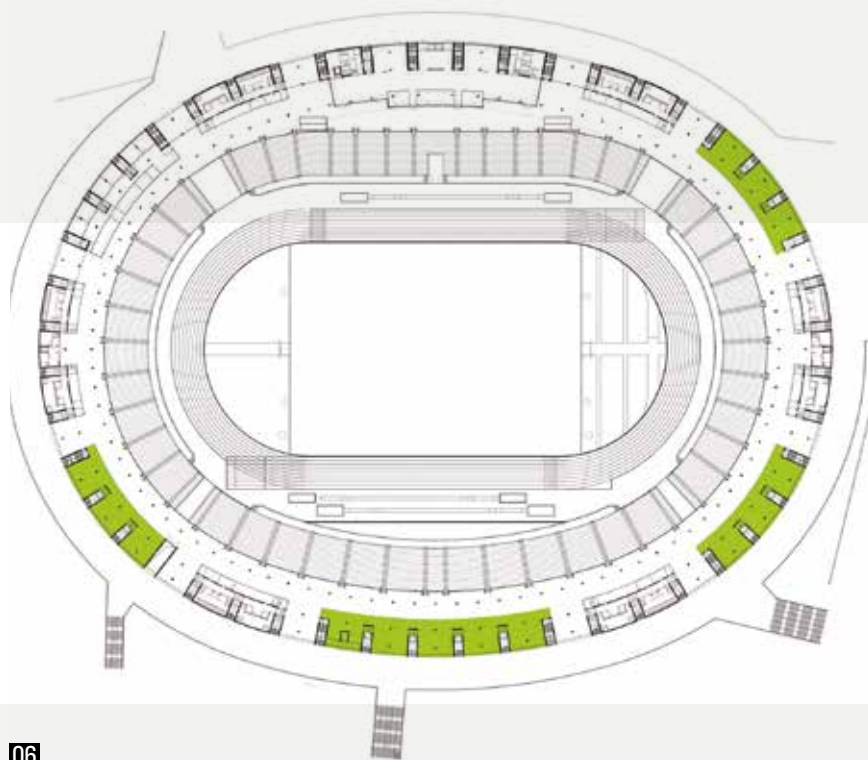
—Az állagvédelmi kockázat a szerkezeten belüli páralecsapódásként és kedvezőtlen esetben fagykárként jelenik meg. A fagykár alapvetően a belső terekből a szabadba áramló pára lecsapódásából és megfagyásából keletkezik, ugyanakkor

a fagypont alá hűlő szerkezetek a kívülről beszivárgó csapadékvíz fagyásának is kitéttek. A szerkezetek működésének vizsgálata így körütekintést igénylő összetett feladat. A hétköznapi gyakorlatban elvégzett páradiffúziós vizsgálat és a számítás alapjául szolgáló fizikai modell feltételezései ebben az esetben nem helytállóak. „Ezek a feltételezések utólagos belső oldali hőszigeteléseknél – ahol például a csapóeső és a kapillaris nedvességvezetés nagy szerepet kap – nem vezetnek megbízható eredményekhez, illetve nem sokat árulnak el a szerkezet valós működéséről” [2] – vonja le dr. Bakonyi Dániel a következtetést. Az összetett méretezési feladatot kézi számítással nem lehet elvégezni. A piac több szimulációs programot is kínál, amelyek a külső és belső hatásokat időbeli lefutásukkal együtt veszik figyelembe.

—A belső oldali hőszigetelés konkrét műszaki megoldásai két különböző működési elven alapulnak. Az első megoldás esetén a belső oldali hőszigetelés abszorbens viselkedésű, ami azt jelenti, hogy hőszigetelő képességének számottevő romlása nélkül képes jelentős mennyiségű nedvesség felvételére a belső térből. Mivel az anyagban

a nedvesség a kapillarisokat tölti ki, amelyekben a víz fagyási mechanizmusa eltérő, ezért maga a hőszigetelés sem érzékeny annyira a fagypont alatti hőmérsékletre. Amennyiben a páratartalom a belső térben kedvező irányban változik, a hőszigetelő anyag belső felületén képes a felvett nedvességet a beltérbe leadni. A párávándorlás, nedvességfelvétel és -leadás időben lassan lejátszódó folyamatok. A szükséges méretezés ennek megfelelően éves ciklusban készül. Mivel a szerkezetben kulcsfontosságú a belső tér irányába való nedvességleadás, ezért a belső felületképzés ezt nem akadályozhatja. Így zuhanyzóknál, vizes helyiségekben, ahol jellemzően magas páradiffúziós ellenállású burkolatokat, sőt használati víz elleni szigeteléseket is alkalmazunk, ezen hőszigetelő anyagok alkalmazása nem ajánlott.

—A második megoldás a beltérben fejlődő pára teljes kizárásán alapul. Ezt a működési elvet meg lehet valósítani réteges szerkezetek alkalmazásával. Ekkor hagyományos hőszigetelő anyag kerül a szerkezet belső felületére, majd annak a beltér felé eső oldalán külön párazáró réteget készítenek. A szerkezet megfelelő működése ezen réteg



06

felületfolytonosságán, végső soron a kivitelezés minőségén múlik. Amennyiben a beltérből nedvesség jut a szerkezetbe, úgy páralecsapódás, nedvességfeldúsulás alakul ki a külső szerkezetben és a hőszigetelésben. Így belátható, hogy a párazáró réteg legkisebb sérülése is a hőszigetelés, adott esetben a teljes szerkezet tönkremenetelét vonhatja maga után. Az ilyen szerkezetek építése így nagyobb kockázatot jelent.

—Az elv megvalósításának másik módja az, ha a szigetelés anyaga önmagában nem képes nedvesség felvételére, és a belső felületen a szigetelőtáblák hézagjai megfelelően, a szigeteléssel egyenértékűen zárhatóak. A táblásított habüvegből ez nagy biztonsággal kivitelezhető. Komoly hátrány azonban, hogy egy szokványos hőszigetelő anyaghoz képest egy nagyságrenddel nagyobb a bekerülési költségük.

—Mindezen körülmények és lehetőségek ismeretében alakultak ki a Budapesti Atlétikai Stadion műszaki megoldásai.

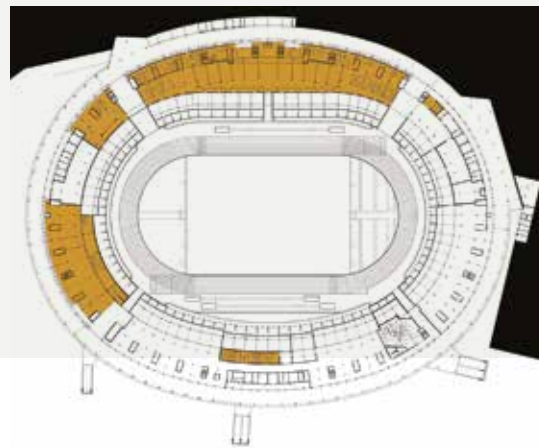
—Az épület terveit 2018–2019 között a Napur Architect Kft. készítette Ferencz Marcel DLA és Détári György DLA tervezésében a Budapest Fejlesztési Központ megrendelésére.

—Az épület, jöjjelhet a 2023. évi atlétikai világbajnokság megrendezésére épül, valójában hiányt pótló beruházás, amelyhez kapcsolódóan egy leromlott állapotú, de városszerkezeti szempontból jelentős terület újul meg olyan módon, hogy a korábbi évtizedek intenzív beépítési elképzelései helyett jelentős zöldfelületű közparkkal és közösségi létesítményekkel gazdagítja a várost.

—Hiányt pótló a beruházás, mivel a nemzeti atlétikai központ a Puskás Ferenc Stadion építésével gyakorlatilag megszűnt, az új épületben már nem kapott helyet a sportág. A fővárosban így 2016 óta nincs nemzetközi minősítésű atlétikapálya.

—A tervezési területen ezt megelőzően, ártéri viszonyok között, 70 éven át házgyár, majd betonkeverő telep üzemelt, szomszédságában a nagy múltú, de a rendszerváltást követően széthullott VITUKI sorsára hagyott, alig kihasznált, erősen elhanyagolt épületei álltak.

—A stadion a világeseményi helyszínek tematikája szerint hosszú távon is üzemeltethető alapépületből, valamint a rendezvényt és többletközönségét befogadó ideiglenes kiépítésből áll. A befogadóképesség tekintetében különösen nagy



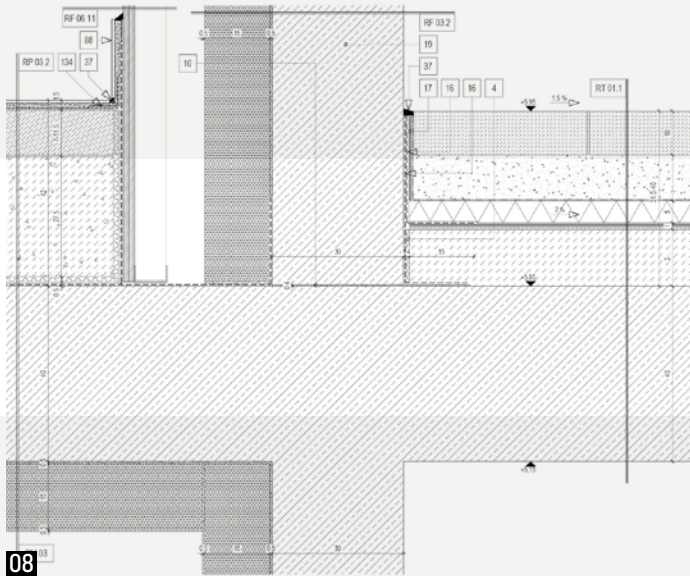
07

a differencia: az alapépület mindössze 15 000 férőhelyes, az erre kerülő bővítés pedig 25 000 fő befogadását célozza meg. A fenntarthatóság jegyében alapvető cél volt, hogy a versenyre kiépülő funkciókat a lehető legnagyobb arányban bérelhető szerkezetekből lehessen alakítani.

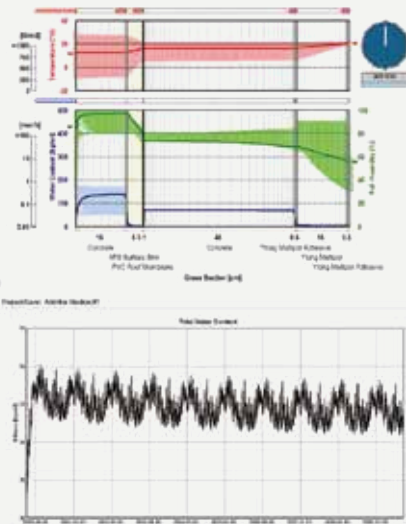
—Az ideiglenes lelátó így állványrendszerű bérelt szerkezet, a közönséget és személyzetet kiszolgáló egységek típuskonténerekbe kerülnek. Az eseti funkciókat parafalakkal lehet leválasztani a stadion rendelkezésre álló tereiből. A későbbi átalakítás során egyetlen válaszfalat és ajtót sem kell áthelyezni az alapépület kialakításához. Tekintettel arra, hogy a versenyt és a tesztversenyt is nyári időszakban rendezik meg, az épület fűtetlen fedett terei fogadják a többletfunkciók többségét.

—A rendezvények igényei évről évre változnak a közvetítés-technika, az eseményt kísérő show-elemek, a sportági program alakulásával. Ezek időben nehezen kalkulálhatók előre, így a lehető legrugalmasabb struktúra tervezése biztosítja a zökkenőmentes adaptációt.

08



08



09

- 08 Belső oldali hőszigetelés és padlórétegrend csatlakozása (Forrás: FRT Raszter Kft.)
 09 Páratechnikai vizsgálat diagramja a zárófödémre vonatkozóan (Forrás: WUFI, FRT Raszter Kft.)
 10 Földszint feletti földem belső oldali hőszigetelése lelátó alatt (Forrás: FRT Raszter Kft.)

A célokhoz igazodó tervezési alapvetések a metszeten tekinthetők át:

04

1. kétszintes épület, az alsó szinten gépjárművel teljesen körüljárhatóan;
2. szabad térként kialakított, emelt szintű közlekedő a felső szinten a közönség mozgatására;
3. előregyártott vasbeton lelátó-szerkezet, alatta a rendezvényt kiszolgáló ideiglenes funkciók felvonulási területével, fűtetlen térként;
4. teljes terület mentén kialakított emelvény az utolsó sor mögött, kerekesszékes nézőknek;
5. ideiglenes lelátó 25 000 főre bérelt állványrendszerrel, a lehető legkevesebb egyedi elemmel és részletmegoldással;
6. szilárd földem az állványzat sűrű támaszrendszerének fogadására és kiváltására, valamint az elengedhetetlen tűzvédelmi lehatárolás biztosítására;
7. menekítés a kiváltó szintről az emelt szintű közlekedőre;
8. 15 000 fős közönség kiszolgálása a küzdőtér irányából;
9. 25 000 fős közönség számára bérelt konténerbüfé és WC-egységek, kiszolgálás az emelt szintű közlekedő felé, az állandó és ideiglenes közönség szétválasztása menekítési szempontból;
10. állványszerkezetű ideiglenes menekítőlépcsők a terepszintre.

—A metszeti logika és geometria szinte a teljes terület mentén tartható volt, kivéve a fejpületet, ahol a 84 m hosszú 6 sávos bemelegítő pálya, valamint a célegyenessel párhuzamos lelátó igénye egyedi alaprajzi kialakítást tett szükségessé.

—Az utóhasznosítás során, az ideiglenes konténer helyén – a kiürítéshez szükséges közlekedési sávok területét kivéve – bérlemények alakíthatók ki, amelyek számára rugalmasan belakható területet biztosít az épület. A kiváló földem az utóhasznosításban közösségi sportterületként működik. Futópark, görkorcsolyapálya, szabadtéri edzőpark, pihenőterület kiépítése tervezett, pazar kilátással a város és a Duna irányába.

—Az atlétikai stadion tervezése során az alábbi tervezési adottságok miatt döntöttünk a belső oldali hőszigetelés mellett:

- A tartószerkezeti rendszer az épület geometriai alapszerkesztését követi, amit a tömegmozgató és a térlefedés erőjátéka diktál. A belső terek kontúrja így nem illeszkedik a raszterekhez, nem lehetett fűtött és fűtetlen dilatációs egységeket kialakítani.
- Az atlétika mint alapfunkció kiszolgálásához viszonylag kevés huzamos tartózkodású térre van szükség az épület dimenzióhoz mérten, valamint a sportág

szezonális jellegű. Az átmeneti időszakban használt közönségforgalmi terek használati ideje általában egy nap, így a felfűtés időszakos. A hőtároló tömeg elvesztése a termikus burok belső oldalán így nem volt kardinális veszteség, a téli időszakban pedig még az átlagosnál is kisebb a kihasználtság.

—A metszetek magassági koordinációja a lelátó szerkesztését meghatározó kényszerek és a magas talajvízszint miatt rendkívül feszes. A gépészeti rendszerek helyigénye miatt lelátó gerendák, bordák kialakítására nem volt lehetőség, a jelentős terhelésű földem közvetlenül a pillérekre támaszkodó monolit vasbeton lemezek. Ennélfogva a belső felületek könnyen hőszigetelhetők voltak.

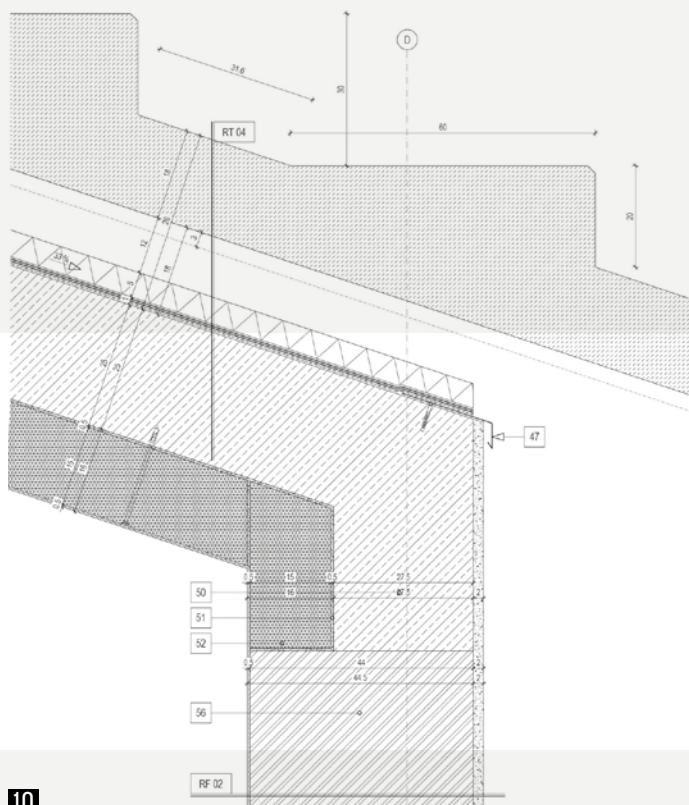
—Építészeti szempontból az épület megjelenésében a tető markáns szerkezetén túl az alsó szintek földemperemei dominálnak. A gyors építhetőség és homogén megjelenés érdekében a tartószerkezetek maguk adják a végleges külső felületet. A stadionban ezért a monolit vasbeton szerkezetek belső oldalán helyeztük el a hőszigetelést.

—Az épületkubaturán belül, ahol nem a natúr beton megjelenés dominál, a külső térelhatároló szerkezetek a hőszigetelési igénynek megfelelő vastagsággal kialakított kerámiafalazatok. A tartószerkezet

07

05

06



10

az egységes hőmozgások érdekében azonban ekkor is mindig kültérben készül, a termikus burk külső oldalán. Így a falazott szerkezetekbe épített vasbeton merevítő pillérek, koszorúk esetében is a belső oldalra került a kiegészítő hőszigetelés, a helyes páratechnikai működés érdekében habüvegből.

Az első emeleti fűtött terek alatt sok esetben fűtetlen vagy külső terek helyezkednek el, így a termikus burk ezen terek esetében a földszint feletti födém felső síkján vezetett. A hasznosított tető rétegrendjében a vízvezetést biztosító lejtésképzés és a zúzalék ágyazatú térkő burkolat együttes vastagságával a hőszigetelt padlórétegrend vastagsága magassági értelemben jól koordinálható, nem eredményez feleslegesen vastag feltöltési rétegeket.

—A belső oldali hőszigetelés anyagául alapvetően habüveget választottunk a kevésbé érzékeny, hosszú távon megbízható épületfizikai működés és nagy mechanikai ellenállás miatt. Ez alól kivétel a födémek alsó síkja, mivel a kiváló födém flexibilis utóhasznosítása és a rendezvények ideiglenes

berendezése miatt a tetőrétegrendekben a csapadékvíz elleni szigetelés védelmi rétegeként is táblás, extrudált polisztirolhab hőszigetelést alkalmaztunk. Ezt figyelembe vettünk a rétegrendi hőátbocsátási tényező számításakor, ahogyan a csapadékvíz elleni szigetelés aljzatául szolgáló, helyenként jelentős vastagságú, könnyűbeton lejtésképző réteget is, így a szerkezet belső oldali hőszigetelés nélküli hőátbocsátási teljesítménye lehetővé tette kedvezőbb költségű ásványi hőszigetelő lapok alkalmazását. Az egyes rétegrendek páratechnikai megfelelőségét szimulációs szoftverrel vizsgáltuk felül, és a nagy páratelhelésű terekben a födém alsó síkjára ezért habüveg hőszigetelést helyeztünk. Az oldalfalakon mindenhol habüveg hőszigetelés mellett döntöttünk a fent említett nagyobb mechanikai ellenálló képesség miatt.

—A belső terek termikus burka szintenként és adott esetekben a merevítő és tartószerkezeti vasbeton falak között alakul ki önálló egységként. Gazdaságossági okokból az egymással szomszédos terek esetében a belső oldali hőszigetelések csak a tartószerkezetek

08

09

IRODALOM / REFERENCES

- [1] **Kakasy, László:** „A századforduló megtartandó homlokzatú lakóépületeinek energiaracionalizálása”, *Magyar Építőipar*, Vol 60, No 2 (2011), pp 52-58.
- [2] **Bakonyi, Dániel - Kakasy, László:** „Belső oldali hőszigetelések - lehetőségek és korlátok”, *Magyar Építéstechnika*, 2012/2-3, pp 40-41.

által képzett hőhidak mérséklésének erejéig készülnek. A hőhidak hatását ezenkívül mérsékelni kell minden vonal- és pontszerű szerkezeti átvezetés esetében is. A kiegészítő hőszigetelés, a szakmai ökol szabályt követve, a hőhidat képező szerkezet mértékadó vastagságának háromszorosáig készül. A termikus burk ezektől a szerkezeti átvezetésektől eltekintve folytonos a terek teljes határoló felületén.

—A később létesülő funkciók belső terei utólagosan, a többi térhez hasonlóan lakhatják be a stadion szerkezeteit, követve a részletképezések logikáját.

—A Budapesti Atlétikai Stadion épületében így a struktúrát követve őszintén dominál a tartószerkezet, tereinek és felületeinek többsége mindenki által bejárható szabadtéri műtárgy, míg a funkciók időszakos és nyári használatuknak megfelelően pavilonként működnek a szerkezet ölelésében.

10