

A Temesvári Új Ezredév Református Központ – Mérnöki kihívások sorozata

The New Millennium Reformed Center of Timisoara – A series of engineering challenges

Dr. NAGY-GYÖRGY Tamás¹, Dr. BOROS József²

¹ Temesvári Műszaki Egyetem, e-mail: tamas.nagy-gyorgy@upt.ro;

² Boroscons SRL, e-mail: boros.iosif@boroscons.ro

Abstract

The aim of the paper is to present the most interesting aspects and the engineering challenges of the New Millennium Reformed Center in Timisoara, designed by Imre Makovecz. There are presented the buildings, the evaluation of wind loads, the energy efficient design concept of the wall structure, and data from which it can be deduced many difficulties in design, construction, organization, and management, but also the beauty of the civil engineering profession.

Keywords: Makovecz, Timisoara, engineering challenges, wind load, composite wall.

Kivonat

A dolgozat célkitűzése, hogy bemutassa a Makovecz Imre tervezte Temesvári Új Ezredév Református Központ mérnöki kihívásainak érdekesebb szempontjait. Szó esik az épületegyüttesről, a szélteherhek figyelembevételéről, az energiahatékonyságot segítő falszerkezeti kialakításról, valamint olyan adatokról, melyekből következtetni lehet a tervezés, kivitelezés és munkaszervezés sok-sok nehézségére, de ezáltal az építőmérnöki szakma szépségére is.

Kulcsszavak: Makovecz, Temesvár, mérnöki kihívások, szélterhelés, szendvicsfal.

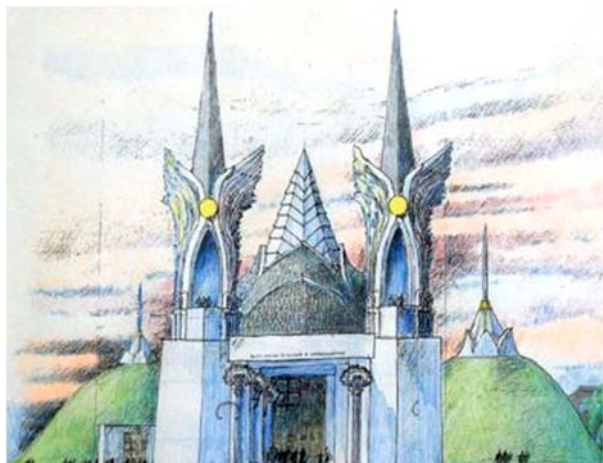
1. A KEZDETEKTŐL AZ ÚJRAKEZDÉSIG

A Temesvári Új Ezredév Református Központ tervezése az '90-es években kezdődött, amikor is Makovecz Imre, a magyar organikus építészet legjelentősebb képviselője, a városba látogatva felajánlotta támogatását a hét részből áll épületegyüttes terveinek kidolgozásához (1. ábra). Az évek alatt több változat is született. A részben kidolgozott tervek végrehajtása 1999-ben kezdődött, de ez 3 évvel később, 2002-ben finanszírozás hiánya miatt le is állt. Addig az időpontig csak a keleti szárny (E) szállás és ideiglenes irodahelyiségei készültek el teljesen, valamint a déli szárny (F) és a templom (A) alagsora.

Az építkezés 2013-ban Határon Átívelő EU-s pályázatból újramezdődött és 2014-ben sikerült a déli szárnyat (F) szinte teljesen befejezni. 2017-ben ugyancsak EU-s forrásokból a kamarazenei koncertterem (D) épületének építése is sikeresen zárult.

A legkomplikáltabb részek tervezése és kivitelezése 2018-ban kezdődött. Ezen épületek legfontosabb karakterisztikái a következőkben ismertetem. A főépület (A), amely templomként szolgál, alapterülete nagyságrendileg 32 x 21 m, a fölszíni padlótól számított magassága 28 méter. Az alsó 4 m vasbeton falelem, melyet a 24 m magasságú, rétegelt-ragasztott faszerkezetű tető fed. A szomszédos két szárnyas-torony (B1, B2) alapja 5,8 x 5,8 m, falai 26 m-ig vasbetonból vannak, melyet egy 14 m magas faszerkezetű süveggel zár le. Így a tornyok teljes magassága 40 m. A szárnyak impozáns formájúak és méretűek, a leghosszabb toll majdnem 16,5 m-es. A konferenciaközpont (C) alagsora és földszinti része vasbetonból készült, míg tetőszerkezet faszerkezetű.

A 2018-as újramezdes a meglévő épületrészek állapotfelmérésével és átvizsgálásával kezdődött. A feltérképezett hibák mellett újra kellett gondolni néhány funkcionalitást érintő kérdést is, figyelembe véve a megváltozott követelményeket (szabványok, terhek, anyagok, tűzvédelem, stb) és igényeket (komfort, energiahatékonyság, biztonság). A továbbiakban a fentebb felsorolt épületrészekből mérnöki szempontból érdekesebb részletek kerülnek bemutatásra.



1. ábra

Temesvári Új Ezredév Református Központ – az eredeti koncepció



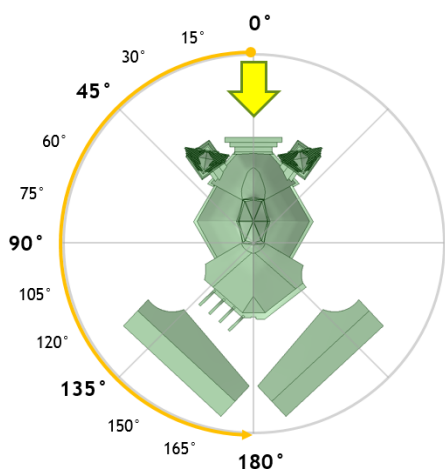
2. ábra

Temesvári Új Ezredév Református Központ – épületegyüttes részei

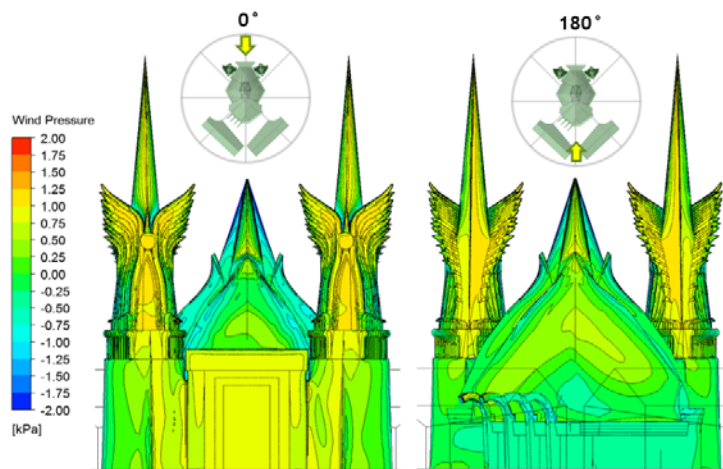
2. A SZÉLTERHEK

Az épületegyüttes két legszebb és mérnöki szempontból legtöbb kihívást rejtő eleme a templom épülete (A) és a tornyok (B1, B2). Az európai [1] és a romániai [2] szabványok útmutatást adnak az alaprajzban és a magasság mentén szabályos alakú épületek szerkezeti tervezéséhez használt szélhatások meghatározására. A gyakorlatban, ha a szerkezet alakja bonyolult, a szélterhelés értékelése megnehezedik, a sok egyszerűsítés miatt a szélnyomás eloszlása bizonytalansághoz vezet. Különleges formájú vagy felületű szerkezetek esetén a legnehezebb feladat a külső nyomási tényező (c_{pe}) meghatározása.

A vizsgált szerkezethöz a kézi megközelítő számítással végzett módszer használatával a szélterhelés elvileg csak hossz- és keresztirányban számolható, a szomszédos szerkezetek hatásainak figyelembevétele, valamint egy részletes nyomástérkép létrehozása nélkül. A megoldás a szélcsatorna tesztek lennének, melyek viszont költségesek és olyan tudást igényelnek, melyet csak kevesen birtokolnak kontinensünk e részében. E hiányosságok kiküszöbölésére egy numerikus eljárás, éspedig a folyadékodinamikai módszer segítségével történt. Ez a megközelítés lehetővé tette több szélirány figyelembevételét viszonylag korlátozott számítási erőfeszítéssel. Lehetőség nyílt minden domináns szélirányra azon felületek azonosítása, ahol nyomáskoncentráció lép fel, továbbá lehetővé vált a nyomó- és a szívóterhelés együttes vizsgálata, a síkban és magasságban változó szélnyomásra. Ezenkívül a numerikus megközelítés lehetővé tette a közeli épületek figyelembevételét és ezek hatását a vizsgált szerkezetre, beleértve a tetőszerkezet szélhasító hatását is.



Figyelembe vett szélirányok



Nyomástérkép – maximális értékek tornyokon, szárnyakon

3. ábra
A szimulált szélterhelés figyelembe vett irányai és egy nyomástérkép

Fontos következtetés volt, hogy a romániai szabvány [2] szerinti egyszerűsített kézi számítás

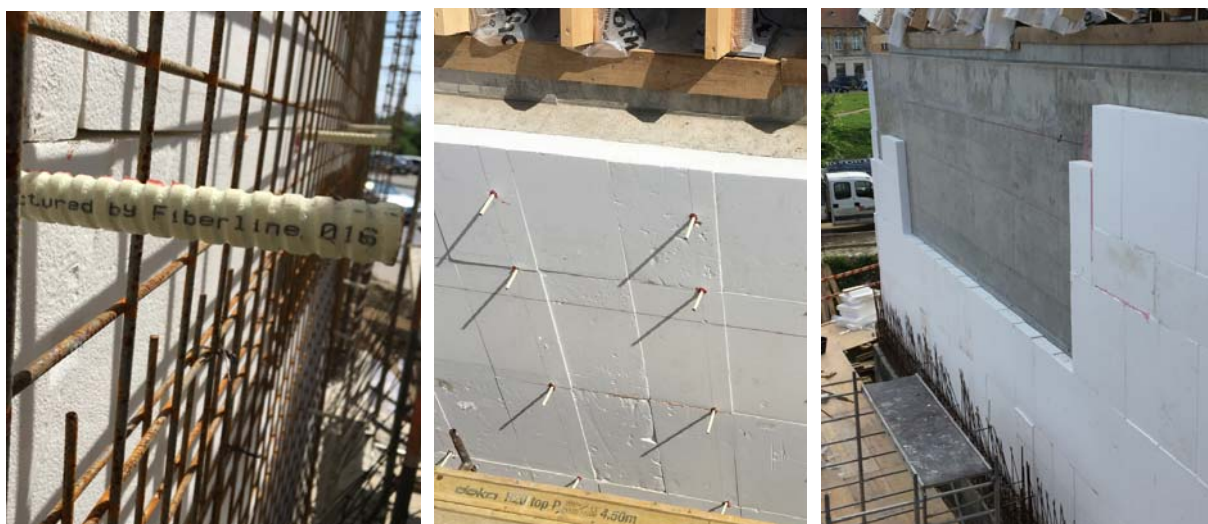
konzervatív nyomásértékeket eredményezett a szerkezet felületein, kivéve a szerkezet élei körül kialakult területeket, ahol kiugró nyomáskoncentráció volt észlelhető (lásd a 3. ábrán is látható 2 kN/m^2 -t meghaladó terheléseket).

Az alkalmazott módszer részletesebb bemutatása, a felhasznált adatok, valamint az eredmények itt olvashatók [3].

3. AZ ENERGIAHATÉKONYSÁG

A Központ megvalósítása során fontos tényező volt az épület fenntarthatósága. Szem előtt tartva az organikus építészet részleteit, az eredeti koncepció megőrzését, illetve a szabványok és előírások által meghatározott követelményeket úgy szerkezeti, mint energiahatékonyság szempontjából, új technológia megoldások és korszerű anyagok beépítése nélkül nem lehetett volna megfelelni a kihívásoknak.

Az energiahatékony épületek irányelveivel összhangban, a szerkezeti elemeknél az előírásoknak megfelelő hőátbocsátási tényezővel rendelkező nyílászáró és anyagokat lettek felhasználva hőhidmentes és légtömör kialakítással. A külső homlokzati vasbeton szendvicsfalaknál pedig, ahol csak lehetett üvegszál erősítésű polimer betétek, mint csatlakozóelemek lettek használva hőhidmentes kapcsolatokként. Ez utóbbiról tanulmány is készült [4], összehasonlítva a hagyományos és az új megoldást hőtechnikai, fenntarthatósági és költség-hatékonysági szempontok szerint is. Megállapítható volt, hogy az üvegszál erősítésű polimer (GFRP) csatlakozóelemek jelentősen csökkentik a pontszerű hőhidak kialakulását, megtartva ezáltal a falszerkezet kezdeti hővezetési ellenállását. GFRP betétek alkalmazásával 94%-ban csökkennek a pontszerű hőáramlások a hőszigetelésben, a hővezetési tényező így változatlan marad, míg az acélbetétek esetén ez az érték 10%-al csökken, növelve ezáltal a hővesztéséget a térelválasztó szerkezetben.



4. ábra

A hőszigetelés és az üvegszál erősítésű csatlakozóelemek

4. NÉHÁNY ÉRDEKESEBB ADAT

A **Hangversenyterem (D)** duplahéjú tetőszerkezete 5 munkanap alatt készült el 1 mm-es kivitelezési pontossággal. A fal- és tetőszerkezet hőszigetelésének vastagsága 20-40 cm közötti, GFRP hőhidmentes kapcsolatokkal megoldva. A teremben hangszigetelt falak, padlófűtés, légkeveréses hűtő-fűtő rendszer és hővisszanyerő berendezés is található.

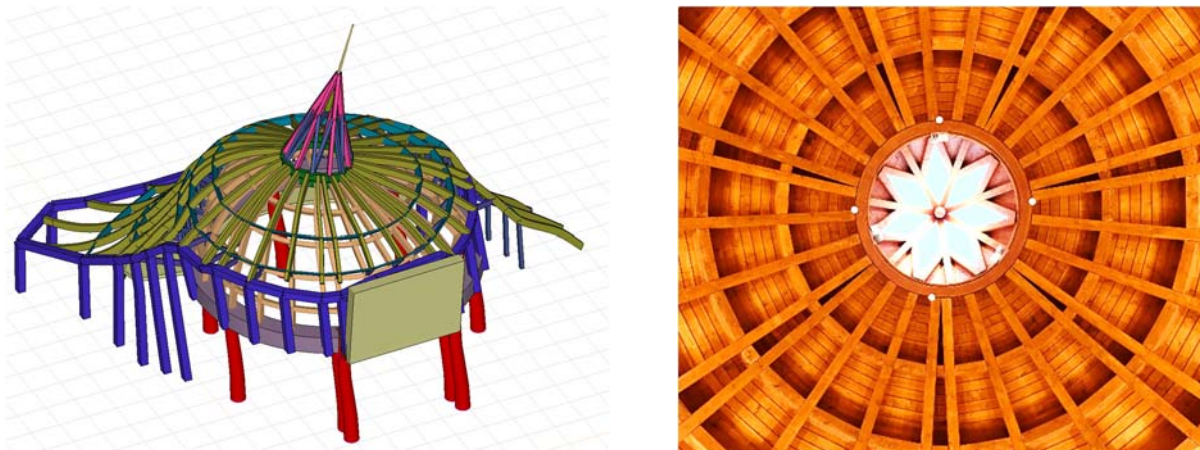
A **Templom (A)** portál-oszlopa 11,30 m magas és 2,70 x 3,4 m szabálytalan keresztmetszetű, míg a portál-gerenda 3,30 x 2,90 m szabálytalan keresztmetszetű 165 tonnás elem. Mindkét rész kivitelezésénél látványbeton megalkotása/létrehozása volt a cél, öntömörödő beton használatával, ami sajnos e tájkon egyelőre elérhetetlennek tűnő álom. Bár a nagy nemzetközi tőkével rendelkező betongyártó és zsaluzó cégek jelen vannak az országban, hozzáértésük nagyon (!) távol áll az ilyen feladatok kivitelezéséhez szükséges szinttől.

A tetőszerkezet kivitelezése 6 munkanap alatt készült el. A szerelésnél a tartókat a 28 m magasságba elemel 11 m magas és több mint 8 tonnás opeionhoz (bevilágító rész) rögzítették. A legkomplikáltabb

csomópont 1800 mm magas, 6 irányba elágazó kapcsolat, amelyik az 1200 kg-os és 8,30 x 3,50 m-es lámpatartó szerkezet $\frac{1}{4}$ -ét is tartja.

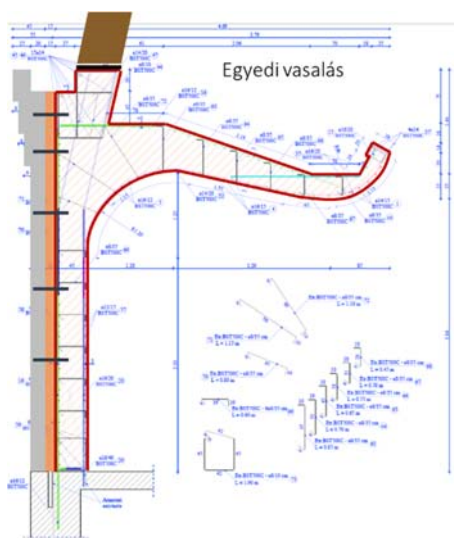
Érdekes tapasztalat volt a leesés elleni rendszer zuhanásgátló kikötéseinek tervezése, hisz az országban egy cég sem vállalta, így egy franciaországi cég anyavállalatával kellett számításokat elfogadtatni.

Tanulságos volt még szobrászokkal a portáldíszekről tárgyalni, még ha első ránézésre nem is szerkezetmérnöki feladat. A tartóssági és szerelhetőségi követelményeket úgy sikerült betartani, hogy a szilikon formában öntött nagy nyomószilárdágú (>80 MPa) habarcsba kétirányú bazaltháló (>3000 MPa) lett helyezve. Még az orgona beszerelése sem ment zökkenőmentesen, hisz az előre egyeztetett beépítendő tömeg a kivitelezésre majdnem készérésére nőtt. És ez utóbbi két esetben, a művészek nem igazán gondolkodtak el műveik rögzítéseiről.

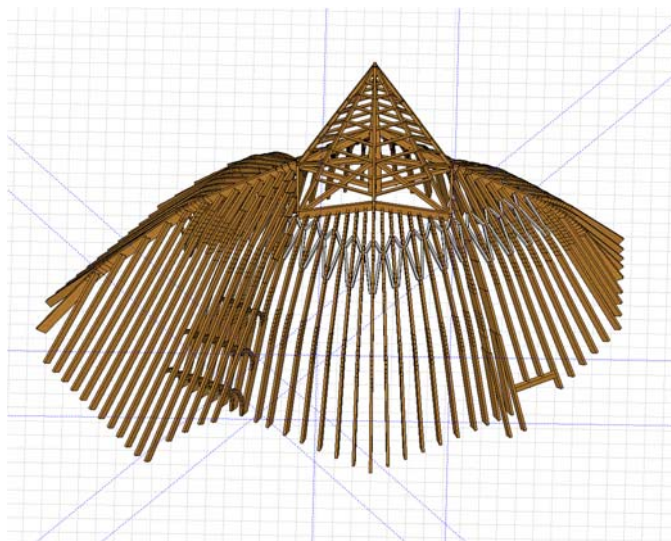


5. ábra

A Hangversenyterem (D) 3d-s földrengés-modellje és a kivitelezett tetőszerkezet opeionja



A balkon szerkezeti formája



A tetőszerkezet 3d-s modellje

6. ábra

A Templom (A) néhány szerkezeti elemének részlete

A **Tornyok (B1, B2)** építésének első fázisában a meglévő alapok egyikét meg kellett erősíteni egy addig rejtett kivitelezési hiba miatt, majd csak ezután következhetett a nagyjából 400 darab $\phi 12$ -es, a vasbeton falak rögzítését szolgáló, acélbetét műgyantával való beragasztása. A csonkagúla alakú tornyokban az íves egykarú, több pihenővel ellátott lépcső a 12,5 m-es szintig, míg a vasbeton toronyrész a 26,2 m-ig tart. Erre lett ráhelyezve a 14 m magas fából készült toronysisak, melynek díszítő eleme egy 80 cm fesztávú csillag. A szárnyak szerkezete, több statikai próbálkozás után, acélszelvényekből készültek, borításuk titáncink táblával lett megoldva. Bár már több mint egy éve sikerült legyártani, sajnos eddig még nem kerültek a helyükre, de előre láthatólag 2022 őszéig átadható lesz. Talán említésre méltó, hogy az építészek elméleti modelleken, látványterveken kidolgoztak minden egyes cikk-cakkot a szárnyon, mindent tökéletesen szimmetrikusnak

tekintve. Így gyorsan ment. De, amit értesültek egy 3d-s szkennelés után a kivitelezési pontatlanságokról, a szárnyak játékaiknak megállapítása számukra is kihívássá vált.

A **Konferenciaközpont (C)** építése ígérkezett a lekönnyebb feladatnak, de a pontosabb talajmechanikai vizsgálatok után már látni lehetett, hogy helyenként, a tervezett lemezalap talpától számított 1,5 m-ig is talajcserét kellett végrehajtani. Ez támaszfalak beépítését, szakaszos aláalapozást és sok-sok ellenőrzést kívánt. Az alagsor, a földszint és az emeleti rész tartószerkezete vasbetonból készült, míg a kettős héjú tetőszerkezet úgyszintén rétegelt ragasztott elemekből. E cikk írásakor (2022 május) kezdődtek meg a tetőszerkezet kivitelezési előkészületei.



A szárnyak kivitelezési rajza



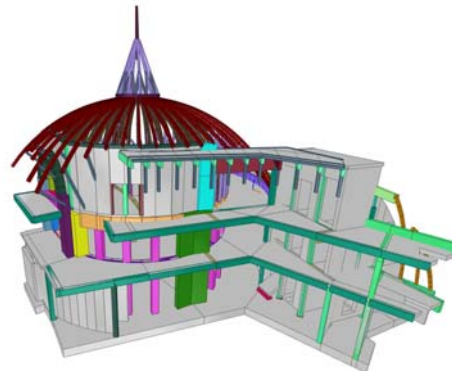
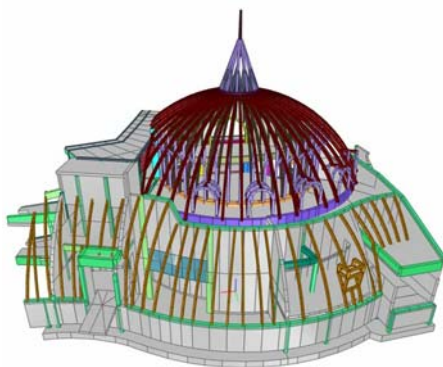
A csillag



A toronyisak beemelése (2020 december)

7. ábra

A Toronyok (B1, B2) néhány érdekesebb részlete



8. ábra

A Konferenciaközpont (C) szerkezeti modelljének két nézete

Sok mindenről lehetne és kéne még írni a Temesvári Új Ezredév Református Központtal kapcsolatban, hisz minden épületrészt megérdemelné a részletesebb tárgyalást. Csak arra tudok biztatni mindenkit, ha teheti személyesen is keresse fel. Üljön be egy orgonakoncertre, tekintse meg az állandó és időszakos kiállításokat, vegyen részt egy-egy kulturális vagy tudományos értekezleten e falak között. Szeretettel várjuk!

5. HIVATKOZÁSOK

- [1] EN 1991-1-4:2005+A1 Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions, 2010.
- [2] CR 1-1-4/2012 - Cod de proiectare. Evaluarea actiunii vântului asupra constructiilor.
- [3] Nagy-György T., Boros J., Crişan A., eil Sandu V., *Egy szélérzékeny tetőszerkezet számítási érdekességei*, 24th International Conference on Civil Engineering and Architecture - ÉPKO2020, 2020, 22-128.
- [4] Karda Sz., Nagy-György T., Boros I., *Üvegszál erősítésű polimer csatlakozóelemek használata vasbeton szendvicsfalaknál*, 24th International Conference on Civil Engineering and Architecture - ÉPKO2020, 2020, 44-49.