

**A székesfehérvári József főherceg
laktanya oktatási intézménnyé
alakítása**

Bordács Dorottya

Pécsi Tudományegyetem
Műszaki és Informatikai Kar
Építőmérnök Szak

**A székesfehérvári József főherceg laktanya oktatási
intézménnyé alakítása**

Készítette: Bordács Dorottya

Évfolyam: 5.

Belső konzulens: Kárpáti Kinga

Beosztása: mesteroktató

Pécs

2024

Tartalom

Bevezetés	1
Műemléki épületek védelme	1
Az épület általános ismertetése	2
A laktanyaépület története	2
A Budai úti gyalogsági laktanyák 1944 után.....	3
A címer története	4
Az épület környezete	5
A régi és az új alaprajzok	6
Az épület	6
Épületszerkezetek ismertetése	6
Az építéshez felhasznált anyagok	7
Az épületre vonatkozó szabványok.....	8
A felhasznált építőanyagok szilárdsági adatai.....	9
Az alapozás	11
Az alaptestek	11
A pinceszint.....	11
A tető.....	12
A tetőtér kialakítása.....	12
Faanyagvédelem a tetőtérben.....	13
A tűzvédelem fontossága.....	14
Axis VM modell a tetőszerkezet igénybevételeiről	14
A cserépteher számítása a tetőszerkezetre.....	18
Ácskapcsolat számítása	19
Képek az épületről	24
Összefoglalás	26
Forrásmegjelölés	27

Irodalmi jegyzék	27
Ábrajegyzék	28
Táblázatjegyzék	29
Mellékletek	29

Bevezetés

A székesfehérvári Lánosz Kornél Gimnázium épülete (vlt József főherceg laktanya) egy jelentős történeti és építészeti értékkel bíró iskolaépület Székesfehérváron. A nevét Lánosz Kornél matematikusról kapta, aki a matematikai analízis területén végzett kiemelkedő munkát.

Az épület története a 20. század első felére nyúlik vissza, és több stílusjegyet is magán visel. Az építészeti megoldások tükrözik a korszak jellegzetességeit. Az épület műemléki védelem alatt áll, amely biztosítja történeti és építészeti értékeinek megőrzését.

Műemléki épületek védelme

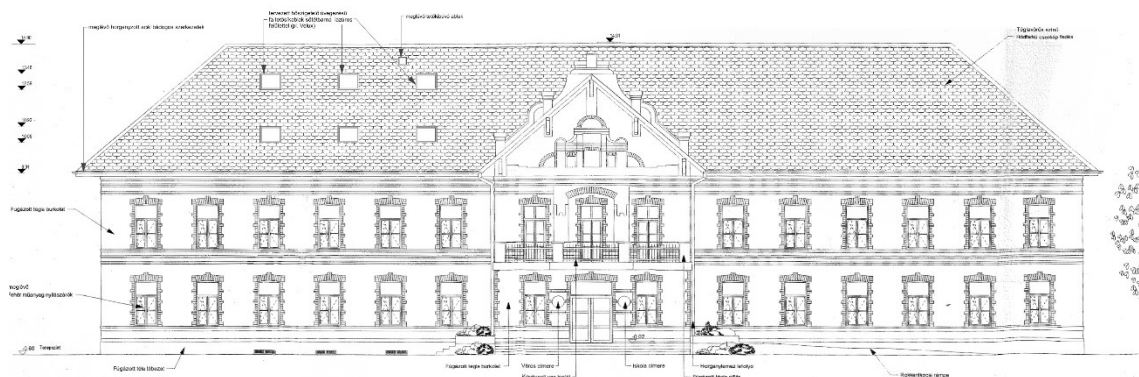
Fontosnak tartom, hogy a műemléki épületek amennyire lehet, megmaradjanak eredeti formájukban. Ez több szempontból is előnyös. Az adott város kulturális és történelmi értékéhez nagyon sokat hozzá tud adni egy ilyen épület. Egyediséget, identitást ad a településnek. A környezetet az ilyen jellegű építmények vizuálisan is gazdagítják, mivel ezek tekintélyt parancsolóak, sokszor díszesek. A különböző építészeti stílusok az adott korokat tükrözik, ezzel is színesítve a városképet. Továbbá erősítik a közösségi identitást, mivel ezekhez az épületekhez az közösségek van, hogy évszázadokon át kötődtek.

Mérnöki szemmel nézve a gazdasági és fenntarthatósági szempontok sem elhanyagolhatók az esztétika mellett. Egy műemléki épület felújítása, újrahaznosítása során sokkal kevesebb építési hulladék keletkezik, mintha egy teljesen új épületet húznának fel. Ugyanakkor a régi szerkezet adaptálása az új szabványokhoz is energiahatékonyabb, hiszen ezeket az anyagokat nem kell újra kitermelni, illetve szállítani. Gazdasági előnyök származhatnak az újrahaznosított épületek turisztikai vonzerőjéből, illetve, ha egy múzeumot alakítanak ki egy műemlékvédelemmel ellátott épületben, azok növelhetik a városi területek értékét.

Negatívumként a korszerűsítés nehézsége szól a felújítások ellen, viszont sok esetben ezeknek a megvalósítása még mindig gazdaságosabb, mint egy vadonatúj épületet felépíteni.

Az épület általános ismertetése

A meglévő épület 1903-ban gyalogsági laktanyának készült (József főherceg laktanya), majd 2001-ben alakították át iskolává. Azóta működik az épületben a Lánzos Kornél Gimnázium. Középfolyosós, két lépcsőházas, ferde dúcos, szelemenszékes, fedélszékkal rendelkező épület, a lépcsőházaknál részben alapincézett, földszint +1 emeletes, részleges tetőbeépítéssel. A telek területe 4247 m².



1. ábra: Északi homlokzat rajza. Forrás: felújítási tervdokumentáció

A laktanyaépület története

Székesfehérvár katonai jelentősége évszázadokra nyúlik vissza, melyet az állandó helyőrséggel rendelkező katonai egységek erősítettek meg. A város 1867 után kezdte el a modern laktanyák építését, és több katonai alakulatot telepítettek ide. A város gazdasági fejlődésének érdekében 1902-ben Székesfehérvár vállalta a Budai úti gyalogsági laktanyák építési költségeit. Az épületeket Say Ferenc tervezte, a kivitelezést pedig a Grünwald és Schiffer cég végezte. Az építkezés 1903-ra készült el, ekkor a főhomlokzaton elhelyezték Székesfehérvár városcímerét.

A császári és királyi 69. gyalogezred volt az első, amely birtokba vette a laktanyát. Az első világháborút követően 1920-tól 1944-ig a magyar királyi Szent István 3. honvéd gyalogezred működött itt.

A második világháború után az orosz csapatok vették át az épületet, majd kivonulásuk után visszakerült Székesfehérvár tulajdonába. A parancsnoki épületet 2001-ben felújították, és ma a Lánzos Kornél Gimnázium található benne.



2. ábra: Fénykép a 69. gyalogezred egyik géppuskás alegységéről. Forrás: Archiv

A Budai úti gyalogsági laktanyák 1944 után

Az épületek az orosz csapatok kivonulásáig végig laktanyaként működtek. Kivonulásukat követően az épületeket ismét Székesfehérvár városa vette birtokba. Az épületeknek ezt követően már nem tudtak funkciót adni. A laktanya még meglévő, de leromlott állapotú épületeit lebontották.

A 2000-es évek elején oktatási céllal igyekeztek hasznosítani a szabadon álló, megmaradt egykori laktanyaépületeket. A tiszti épületbe a Lánosz Kornél Gimnázium, a két legénységi épületbe a Budapesti Corvinus Egyetem, majd később az Óbudai Egyetem székesfehérvári kara került elhelyezésre.

1993-ban az ezred még élő tisztjei emléktáblát helyeztek el a volt tiszti épület falán, mellette 6 réztáblán az 1941-1945 között a harcokban hősi halált halt katonatársak emlékére.



3. ábra: Az emléktábla az északi homlokzaton található. Saját fotó.

A címer története

Az építéskor, 1903-ban, a laktanya parancsnoki épülete homlokzatára barokkos díszítéssel a város címere került, ezzel is jelezve, hogy az épületet Székesfehérvár építtette. A címer az elmúlt közel 120 év viszontagságait túlélte, de az idő megviselte. A magyar királyi Szent István 3. gyalogezred megalakulása 100. évfordulójára a Honvéd Hagyományörző Egyesület az eredeti címet restauráltatta és a homlokzaton egy másolatot helyezett el. A restaurált címet a gimnázium az iskola aulájában helyezte el, egy az épület és vele a címer történetét bemutató táblával.

Az eredeti címer anyaga mészkő. A laktanya neogótikus stílusú épületének homlokzatán helyezték el, ami jól illik az épület elegáns és monumentális megjelenéséhez. A mészkőből készült címerek tartósak és jól bírják az időjárási viszontagságokat, így gyakran használják őket jelentős épületeken.



4-5. ábra: A bal oldali képen a címer másolata van az északi homlokzaton, a jobb oldali képen a restaurált eredeti címer látható az iskola aulájában. Forrás: Simon Erika, FEOL

Az épület környezete

Az ingatlan a 8000 Székesfehérvár, Budai út 43., 8483/4 hrsz. alatt található, és Székesfehérvár Megyei Jogú Város tulajdonát képezi. Az épület településképi szempontból kiemelt jelentőségű területen fekszik. A telek területe régészeti lelőhely.

Az épület előtti Budai út a város egyik legforgalmasabb közútja, 4 sávval rendelkezik. Ez az út régen is nagy jelentőségű volt, amikor az épület még laktanyaként funkcionált. Ugyanis ez az út köti össze Székesfehérvárt Budapesttel. A két város között szintén emellett az út mellett található még sok nagyobb jelentőségű város, mint például Velence, Agárd vagy Pákozd. Naponta több száz jármű halad végig ezen az úton. A nagy forgalom miatt nagy a szennyezés is, ez meglátszik a homlokzat tégláin is, az idők során elkoszolódtak. Emellett a dinamikus hatás sem elhanyagolható. A több évtizede épült ingatlanok hajlamosabbak az ilyen nemű hatásokra tönkre menni, mivel amikor felépítették őket, ilyen igénybevételekkel abszolút nem számoltak. A vizsgált épület előtt egy viszonylag nagy, parkosított kert részt található, ami nagyban hozzájárul a dinamikus hatások csökkentéséhez. A gimnáziumon szemrevételezés során nem találtam jeleket az ilyen eredetű károsodásokra.

A környező terület nagyfokú beépítése miatt viszont a talajvízszint is megemelkedett az utóbbi évtizedekben. A talajvíz nem tud olyan mértékben elszivárogni, mint az építést követő években, ez beázásokat okoz az épület pinceszintjén, illetve a kapilláris repedésekben. Az utóbbi problémát a 2001-es felújítás során orvosolták, a pince beázásával viszont továbbra is számolni kell a csapadékos időszakokban.

A belvárostól körülbelül 3,5 km-re található az ingatlan, Székesfehérvár Víziváros városrészében. A környezetében már nem sok műemléki épület található, mivel ez a városrész a panelházakról és az újjépítésű lakóparkokról ismert. A belvárosban viszont egymást érik a műemléki védelem alatt álló ingatlanok.

A szomszédos telkeken szintén oktatási intézmények helyezkednek el, ezeknek szintén a volt laktanya részét képező épületek adnak otthont.

A régi és az új alaprajzok

A régi és az új alaprajzok között fundamentális különbség, viszont valamennyire mégis különböznek. A leglényegesebb, hogy az átalakítás során a válaszfalakat pár helyen kivették a jobb tanterem kialakítás érdekében. Ezen felül a vizes blokkok is átalakításra, áthelyezésre kerültek.

A padlás alaprajzi kialakítása nem változott alapvetően, azonban a beépítés miatt bekerültek Ytong válaszfalak a térbe, illetve tetőablakok beépítésére is sor került. (korszerűsítés)

Az épület

Épületszerkezetek ismertetése

A következőkben leírtak a 2001-es felújítás során megállapított állapotok, illetve az akkor átalakított részeket írják le. Forrásnak a módosított építési engedélyezési tervdokumentációt használtam.

Alapozás: Téglá sávalapok az épület teljes területén és a pincszint alatt.

Határoló falazatok: A meglévő határoló falazatok hőtechnikailag nem voltak megfelelőek, így utólagos hőszigeteléssel látták el őket a felújítás során. A homlokzat nyerstégla felületképzését meghagyták, a belső oldalon hőszigetelő alapvakolatot vittek fel.

Válaszfalak: A tantermek között hanggátló fal van, 17 cm vastagságban. A vizesblokkokban 10 cm vastag válaszfalat építettek.

Födémek: A meglévő födém szerkezetről eltávolították a salakfeltöltést 20 cm vastagságban, és helyette Protteolith betont használtak, felette 4 cm Austrotherm úsztatóréteggel, esztrich betonnal és Norament kaucsuk burkolattal (láng és tűzálló).

Szigetelés: Az északi oldalon lévő terasz csapadékvíz elleni szigetelését 2 rtg. modifikált hegesztő nehézslemezzel oldották meg. Az épület főfalai a pince feletti födém felső síkja felett sajtoló fémlemez szigetelést kapnak, míg a vízszintes felületek 1 rtg. hegesztett oxidálbitumenes szigetelést.

Homlokzati nyílászárók: Az ablakok fehér műanyag nyílászárók thermopán üvegezéssel, az ajtók fehér színű alumínium szerkezetek.

Belső nyílászárók: Fémtokos Hörmann szerkezetek, a vakolt, élvédett kávába utólag elhelyezve a fő- és válaszfalakban. A fém nyílászárók a tűzvédelmi előírások alapján lettek alkalmazva.

Padlóburkolatok: Az épület hidegburkolatai anyagában színezett kerámia lapokból készültek kísérő lábazattal. A melegburkolatok az irodákban ragasztott csaphornyos parketta lécekből lakkozva. A többi helyiség Norament kaucsuk burkolatot kapott. A lépcsők burkolata a folyosók anyagának megfelelő lépcsőburkoló lapokból készült, kísérő lábazattal.

Külső vakolatok: Az épületen dísz jelleggel található vakolatok a meglévővel azonos színben felújításra kerültek, TERRANOVA kapart burkolati rendszerrel.

Lábazat: A külső lábazat téglaburkolatot kap.

Álmennyezet: A teljes épületen látszóbordás THERMATEx ásványi rostból készült fehér színű álmennyezet található.

Tetőhéjalás: Vörös színű TONDACH hódfarkú cserép 18x38 cm méretekkel.

Az építéshez felhasznált anyagok

A laktanya építése során használt téglák jellemzően a helyi téglagyárakban készültek. Magyarországon a 19. század végén és a 20. század elején a laktanyaépületeknél, mint például a székesfehérvári József főherceg laktanya esetében, általában vörös téglát alkalmaztak.

A laktanyát a monarchia időszakában építették, amikor az Osztrák–Magyar Monarchiában a katonai építkezéseknél használt anyagok, beleértve a téglákat is, gyakran egységes minőségűek és szabványosak voltak. Az ilyen épületek esetében a helyben gyártott téglák biztosították az építési anyagok megfelelő minőségét és tartósságát.

A 2001-es felújítás során az eredeti tartószerkezetet nagyrészt változatlanul hagyták, a homlokzatok is maradtak a régi állapotban. A válaszfalakból kiszedtek párat a tantermek megfelelő mérete érdekében, illetve az első emelet feletti gerendafödémét kiváltották egy 18 cm vastag vasbeton lemezszerkezettel. A földszint feletti födém megmaradt az eredeti

poroszsüveg kialakításban. Az épület teherhordó falai nagyméretű, a válaszfalak kisméretű tömör téglából készültek.

Az épület külső falán 40 cm magasságban a fal teljes szélességében található egy vízzáró acéllemez. Ezt a pincében évente visszatérő beázás miatt kellett alkalmazni. A térség magas talajvíz-szintje miatt gyakran beázik a pinceszint, ilyenkor a kapilláris repedésekben egész magasra feljutott a víz, ezért volt szükség a vízzárásra. Ez az építés után sok évvel került kivitelezésre. Minél kisebb roncsolás érdekében vibrációs technikát alkalmaztak az elhelyezésnél. Egy vibrációs gép magas frekvencián rezgette a lemezt, ami ezáltal fokozatosan hatolt be a falba, a téglák közé. Ezt elvégezték az egész épület területén.



6. ábra: Vízzáró acéllemez, saját fotó

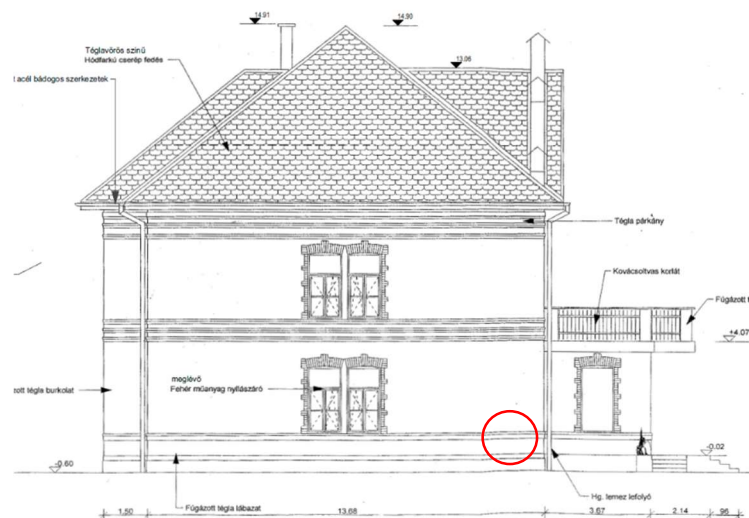
Az épületre vonatkozó szabványok

Amikor megépítették a laktanyát 1903-ban, a szabványok és építési szabályok még nagyon különböztek a maiaktól. A környezetre nézve legfontosabb épületenergetikai szabvány, a 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló törvény. Ennek nem felel meg az épület a felújítás után sem, mivel a szerkezet nagy része maradt az eredeti állapotban, ami utoljára az 1990-es évek elején esett át nagyobb átalakításon.

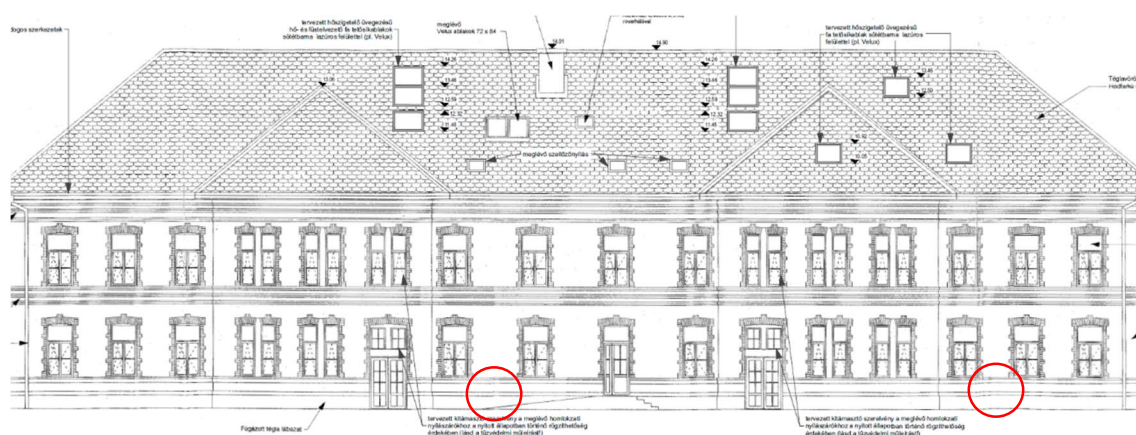
A 2001-es tűzvédelmi tervezésnél a 35/1996.(XII.29.) BM számú rendelettel közzétett OTSZ általános érvényű követelményeihez kapcsolódó szabványok előírásait vették figyelembe. Az 1996. évi XXXI. sz. törvény 21. paragrafusában foglaltak szerint az alkalmazott előírások megfelelnek az általános és eseti előírásoknak így az azoktól való eltérés nem volt szükséges.

A felhasznált építőanyagok szilárdsági adatai

Az épület homlokzatán és lábazatán fugázott téglalburkolat található. Ezekről sejtettem, hogy csak díszítő szerepük van, viszont meg szerettem volna győződni erről a feltételezésről. Az egyetem építőanyag laborjában volt lehetőségem nyomószilárdsági vizsgálatnak alávetni 3 db téglát. Ezeket a próbatesteket az épület déli és keleti lábazatából vettem ki.



7. ábra: Az épület keleti homlokzata, jelölve a vizsgált tégl helyével. Forrás: felújítási tervdokumentáció



8. ábra: Az épület déli homlokzata, jelölve a vizsgált tégl helyével. Forrás: felújítási tervdokumentáció

Ezen felül megvizsgáltam 1 db nagyméretű tömör téglá szilárdsági paramétereit is. Ezt is feltüntettem a táblázatban.

Először megmértem a téglák tömegét, majd a térbeli paramétereket, ezután a nyomóvizsgálatot hidraulikus törőgéppel végeztem, amelyben a terhelési sebesség is állítható. A törési tönkremenetelig a szerkezet a nyomást lassan növelte, egyre nagyobb axiális terhelést helyezve a mintára. Mikor a minta elérte a tönkremeneteli határértéket, a vizsgálat befejeződött. A lassú tehernövelés jelentősége, hogy statikus jellegű legyen az igénybevétel. Ezt megismételtem mindegyik mintával.

Vizsgált anyag	Méret [cm]	Tömeg [kg]	Térfogat [cm ³]	Nyomóteher [kN]	Terhelt felület [cm ²]	Nyomófeszültség [kN/cm ²]
1. díszítő téglá	7x7x15	0,859	735	131,6	105	1,253
2. díszítő téglá	7x7x15	0,934	735	89	105	0,848
3. díszítő téglá	7x7x15	0,836	735	80,9	105	0,770
Nagyméretű tömör téglá	6x15x18	2,533	1620	345,5	270	1,280

1. táblázat: A téglatörési dokumentáció táblázatos összefoglalása

Ebből a táblázatból kiderül, hogy a három vizsgált építőanyag mintáknak nem túl nagy a teherbírási, ezáltal ezeket tényleg csak díszítésre alkalmazták az építés során. A téglák habarccsal vannak rögzítve a homlokzaton, ezáltal nemhogy terhet nem viselnek, de többletterhet is okoznak a szerkezeten.



9. ábra: A 3 díszítő téglá a hidraulikus nyomóvizsgálat után.

Az alapozás

Az alaptestek

A pince alatti alaptestek mérete 48x52x100 cm, felső síkjuk -2,65 m mélyen van. Kisméretű tömör téglából készültek. A külső falak alatti alaptestek mérete 48x62x100, felső síkjuk -0,60 m-en van. A teherhordó falak alatt vannak elhelyezve az épület kerületén.

A pinceszint

Kialakított pince csak a két lépcsőház alatt található, a fő épületrész nem alápincézett. Lejutni a lépcsők alatti ajtókon át lehet. A térség magas talajvízszintje miatt nem használható tárolás céljára, mivel sokszor beázik. A pince falai a főfalakhoz is felhasznált téglából készült, a padló döngölt föld. Egy központi folyosóról nyílnak kisebb helyiségek. Poroszsüveg födém fedí a helyiségeket, az ablakoknál az áthidalók íveltek. Mind az áthidalók és födém íves formáját a tiszta nyomott zónák kialakítása indokolja. A két lépcsőház alatt alaprajzilag két egyforma pince található, tükrözve egymásra. A legnagyobb belmagasság 2,25 m.



10-11. ábra: A pince két fajta helyisége, a padló döngölt föld, a falak kisméretű téglák. Saját fotók.

A szemrevételezés során nagyobb nyomásra utaló morzsolódó, hámló repedéseket vagy süllyedésre, nyírásra utaló ferde markáns repedéseket nem tapasztaltam. Ez azt igazolja, hogy a több évtizede épült alap továbbra is megfelel a használatból adódó terhekre.

A tető

A tetőtér kialakítása

A tető kötőgerendás, két állószékes, fa szerkezetű. Néhány főállást, ahol indokoltnak látták, acél szerkezetű rácsos tartókkal váltottak ki. A tetőfedés téglavörös színű, hódfarkú cserép.

Mivel az iskolához nem tartozik más épület, a tornatermet a padlástérben alakították ki.

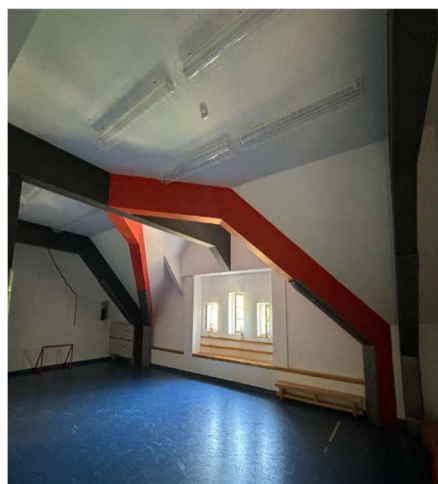
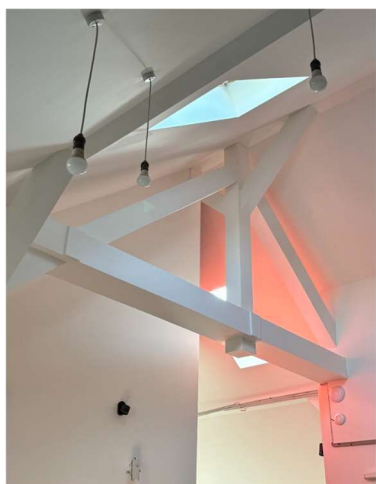
Az épület tetőtere 2015-ben átépítésen esett át. A keleti lépcsőházból elérhető rádióstúdiót kibővítették, illetve a nyugati lépcsőházból elérhető tornaterem félkész öltözőit és vizesblokkjait készítették el. A keleti padlásteret egy haránt irányú mészhomok téglafal két nagyobb egységre osztja. Ebbe a tetőszerkezetbe a bővítés keretein belül tetősíklablakok kerültek, ezek beépítésekor egy-egy szarufát ki kellett váltani, és a hordott terhet a szomszédos szarufákra terhelni.



Ezek mellett a termék mellett még van két beépítetlen padlásrész, a keleti oldali 67,53 m², a nyugati pedig 188,51m². A helyiségeket jelenleg raktárnak használják.

A felújított rádióstúdióban a szabadon hagyott fatartógerendákat tűzvédelmi okokból kifolyólag tűzálló gipszkarton borítással látták el. A tornateremben a fa gerendákat acél rácsostartókkal váltották ki a jobb beépíthetőség jegyében, ezeket szintén tűzálló gipszkartonnal vonták be. A tartószerkezeteket a termeknek megfelelő színnel festették le, ezzel modern hangulatot kölcsönözve a helyiségeknek, de mégis megtartva az eredeti geometriákat.

12. ábra: A két beépítetlen padlásrészben láthatóak az eredeti tetőgerendák, itt nem kellett gipszkarton borítást alkalmazni. Saját fotó.



13-14. ábra: A bal oldali képen látható az új, kibővített stúdió gerendái közül az egyik, jobb oldalon pedig a tornaterem kiváltott acél gerendái a gipszkarton borítás után.

Saját fotók.

A funkcióváltás miatt az épület gépészeti átalakításokon is átesett. Ennek keretein belül a padlástérben elhelyezésre került egy új kazánház, ami növelte a terheket a zárófödémén. A megoldás a zárófödém cseréje volt, egy 18 cm vastag monolit vasbeton szerkezet került kialakításra. Ennek a részletesebb elemzését diplomamunka keretein belül fogom elvégezni.

Faanyagvédelem a tetőtérben

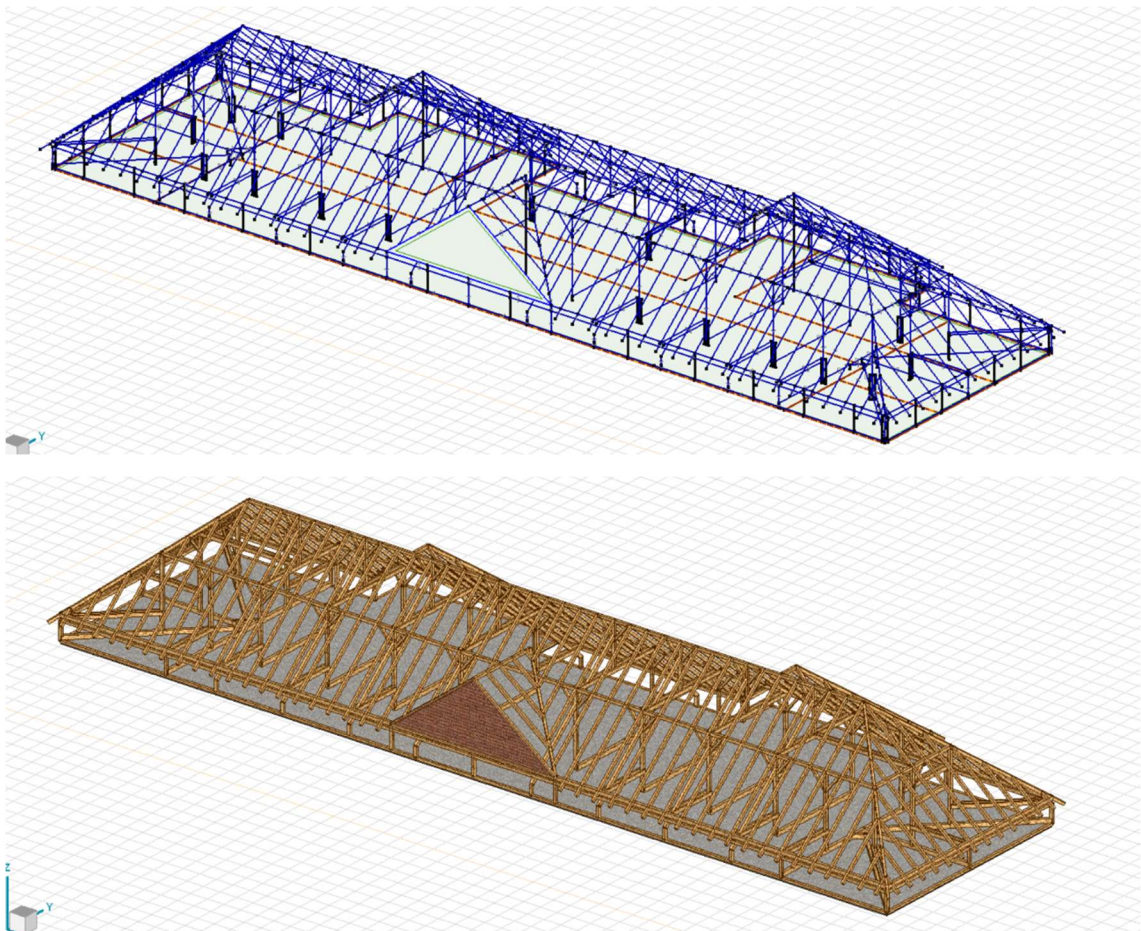
Mivel a tetőszerkezet túlnyomó része fa anyagú, nagyon fontos a védelem. A közel másfél évszázad alatt megfelelő védelem nélkül a tartóelemek romlásnak indultak volna, és nem állna az épület a mai napig stabilan. A 2001-es és a 2015-ös felújításnál is vizsgálatnak vetették alá a szerkezetet, hogy kiderüljön az akkori állapot. A fa korához képest jó eredmények születtek, alig volt szükség javításra, cserére. Volt viszont pár székállás, amit a rovarkárok, korhadás, előregedés miatt ki kellett váltani egy-egy acél gerendával. A 2015-ös felújítás során készült részletes faanyagvédelmi szakvélemény a vonatkozó MSZ és MSZ EN szabványokat, és a korábban érvényes, a szakmai gyakorlat alapját képező 9001/1982 MÉM számú közleményt, valamint a 27/1981 (XII.29.) MÉM sz. rendelet Faanyagvédelmi Szabályzatának előírásait vette figyelembe.

A tűzvédelem fontossága

A faanyagvédelem mellett még elengedhetetlen szerepet játszik a tűzvédelem is. Mivel az egész tetőszerkezet fa anyagú (pár acél gerenda kivételével), különösen fontos a védelem. A tetőtér beépítése miatt sok fa gerenda az új termék része lett. Ezeket tűzálló gipszkarton borítással látták el, amik meghosszabbítják az állékonyságot egy esetleges tűz esetén.

Axis VM modell a tetőszerkezet igénybevételeiről

A helyszíni bejárás során felvett adatok, illetve kapott alaprajzok segítségével elkészítettem egy 3 dimenziós modellt a tetőszerkezetről. Ez a modell tartalmazza a fa tetőgerendákat, a 18 cm vastag monolit vasbeton födémét, és a teherhordó falakat a födém alatt.



15-16. ábra: Axis VM modell drótváz és 3D nézetben. Forrás: saját munka

A vasbeton lemez és a kötőgerendák között 20 cm rés van a felújítás miatt. Ezek alatt az alátámasztások kisméretű tömör téglák. A régi fa födém 20 cm-el feljebb volt, mint az új vasbeton födém, de a jobb beépíthetőség érdekében lejjebb vitték a síkot.

A felújítás során voltak olyan részek, amik megerősítésre szorultak. Ezeket a helyeket acél gerendákkal támasztották alá, viszont ezekről az anyagokról nem találtam dokumentációt. Ahol acél gerenda van a szerkezetben, azt Axisban merev testtel helyettesítettem.

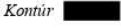
A következő anyagokból építettem fel a modellt:

Anyagok

1 C22

Típus: Fa (Puha)	Eurocode-H, EN 338:2009	Lineáris
	<i>Anyag</i>  <i>Kontúr</i> 	$E_x = 1000 \text{ kN/cm}^2$ $E_y = 33 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,20$ $\alpha_T = 8\text{E-}6 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 410 \text{ kg/m}^3$
		$E_{0,05} = 670 \text{ kN/cm}^2$ $G_{\text{mean}} = 63 \text{ kN/cm}^2$ $f_{mk} = 2,20 \text{ kN/cm}^2$ $f_{0k} = 1,30 \text{ kN/cm}^2$ $f_{90k} = 0,04 \text{ kN/cm}^2$ $f_{0k} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$ $G_{0k} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$ $f_{yk} = 0,38 \text{ kN/cm}^2$ $k_{\sigma} = 0,67$

2 C30/37

Típus: Beton	Eurocode-H, EN 206	Lineáris
	<i>Anyag</i>  <i>Kontúr</i> 	$E = 3280 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,20$ $\alpha_T = 1\text{E-}5 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$
		$f_{tk} = 3,00 \text{ kN/cm}^2$ $\gamma_c = 1,500$ $\alpha_{cc} = 1,00$ $\phi_t = 2,00$

3 Solid Clay Brick M2.5 G

Típus: Falazat	Eurocode-H, EN 1996-1-1	Lineáris	Állóhézag: Kitöltött
	<i>Anyag</i>  <i>Kontúr</i> 	$E = 363 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,15$ $\alpha_T = 5\text{E-}6 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 1850 \text{ kg/m}^3$	$f_b = 1,00 \text{ kN/cm}^2$ $f_k = 0,36 \text{ kN/cm}^2$ $f_{tk0} = 0,02 \text{ kN/cm}^2$ $f_{tk1} = 0,01 \text{ kN/cm}^2$ $f_{tk2} = 0,02 \text{ kN/cm}^2$ $\phi_{se} = 1,00$ $\gamma_M = 2,000$

A felépített modellre rátettem az önsúly-, cserép-, és meteorológiai terheket. Ha kizárólag önsúly van a szerkezeten, akkor viszonylag kis igénybevételek jönnek létre, mivel a fakötések merevvé teszik a szerkezetet. A cserépterheket a szarufákra tettem fel, hódfarkú cserép tömegével számolva.

A meteorológiai terheket teherpanelek segítségével vittem fel a szerkezetre. A programba szabványosan bevittem a meteorológiai terheket és a teherpanelekre helyeztem azokat.

Itt látható a táblázat a teherkombinációkról:

Teheresetek

	Név	Csoport	Csoport típusa
1	Önsúly	Önsúly	állandó
2	Cserépteher	Cserépteher	állandó
3	Szél [Kombinált] X+.S.O	Szél	Szél
4	Szél [Kombinált] X+.S.P	Szél	Szél
5	Szél [Kombinált] X+.S.S	Szél	Szél
6	Szél [Kombinált] X-.S.O	Szél	Szél
7	Szél [Kombinált] X-.S.P	Szél	Szél
8	Szél [Kombinált] X-.S.S	Szél	Szél
9	Szél [Kombinált] Y+.P.O	Szél	Szél
10	Szél [Kombinált] Y+.P.P	Szél	Szél
11	Szél [Kombinált] Y+.P.S	Szél	Szél
12	Szél [Kombinált] Y+.S.O	Szél	Szél
13	Szél [Kombinált] Y+.S.P	Szél	Szél
14	Szél [Kombinált] Y+.S.S	Szél	Szél
15	Szél [Kombinált] Y-.S.O	Szél	Szél
16	Szél [Kombinált] Y-.S.P	Szél	Szél
17	Szél [Kombinált] Y-.S.S	Szél	Szél
18	Szél [Kombinált] Y-.P.O	Szél	Szél
19	Szél [Kombinált] Y-.P.P	Szél	Szél
20	Szél [Kombinált] Y-.P.S	Szél	Szél
21	Hó UD	Hó	Hó
22	Hó DX+	Hó	Hó
23	Hó DX-	Hó	Hó
24	Hó DY+	Hó	Hó
25	Hó DY-	Hó	Hó
26	Hó DX+Y+	Hó	Hó
27	Hó DX+Y-	Hó	Hó
28	Hó DX-Y+	Hó	Hó
29	Hó DX-Y-	Hó	Hó
30	Hó UD EX	RendkHó	Rendkívüli hó
31	Hó DX+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
32	Hó DX-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
33	Hó DY+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
34	Hó DY-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
35	Hó DX+Y+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
36	Hó DX+Y-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
37	Hó DX-Y+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
38	Hó DX-Y-EX	RendkHó	Rendkívüli hó

Név: Tehereset neve; Csoport: Tehercsoport; Csoport típusa: Tehercsoport típusa;

Súly anyagok szerint

	Anyag neve	ρ [kg/m ³]	ΣV [m ³]	ΣG [kg]
1	C22	410	51,686	21191,134
2	C30/37	2500	121,011	302527,668
3	Solid Clay Brick M2.5 G	1850	3,300	6104,325
	Összesen		175,996	329823,126

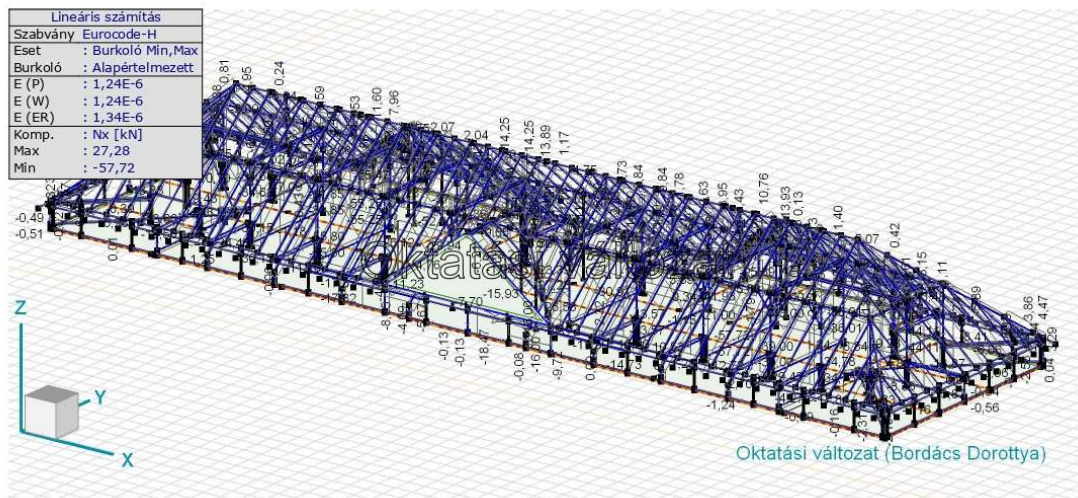
ρ : Sűrűség; ΣV : Össztérfogat; ΣG : Össztömeg;

Tehercsoportok (Eurocode-H)

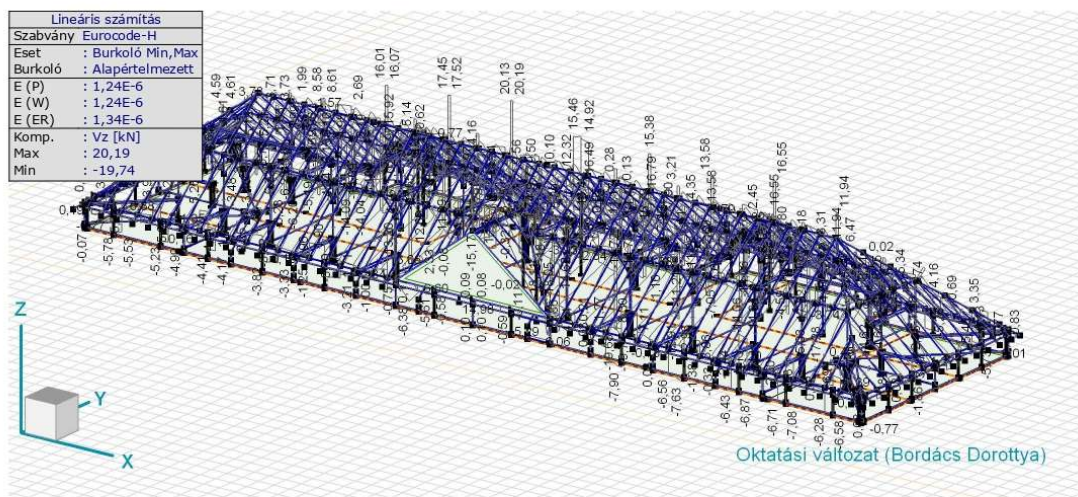
	Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additív
1	Önsúly	állandó	1,350	1,000	0,850					✓
2	Szél	Szél				1,500	0,600	0,200	0	
3	Hó	Hó				1,500	0,500	0,200	0	
4	RendkHó	Rendkívüli hó								
5	Cserépteher	állandó	1,350	1,000	0,850					✓

Csoport: Tehercsoport; Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 : Pszi tényező; Additív: Egyidejűleg is működő teheresetek;

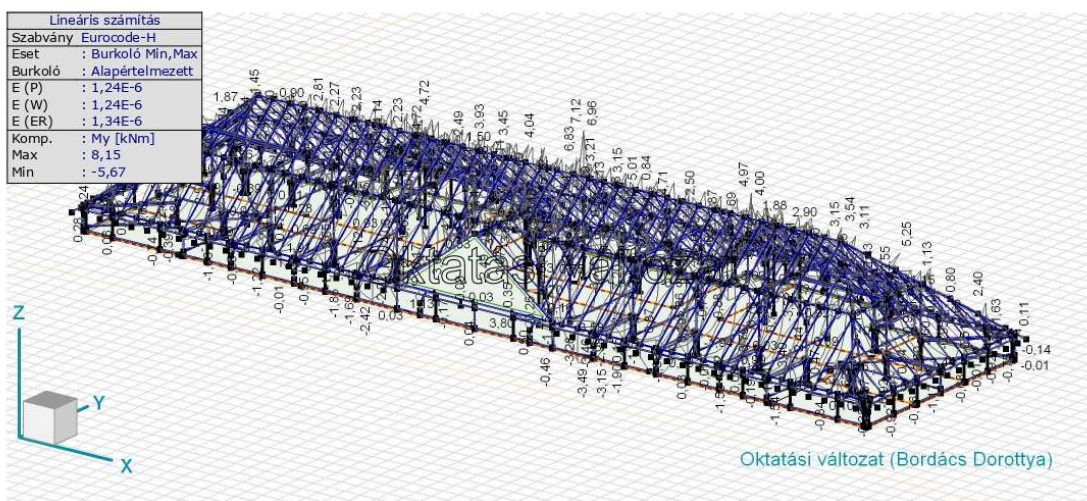
A teheresetek alapján létrejött igénybevételek a következők a rúdszerkezeten: a maximális normálerő 57,72 kN, a maximális nyíróerő 20,19 kN, a maximális nyomaték pedig 8,15 kNm.



Normálerő igénybevétel a rúdszerkezeten



Nyíróerő igénybevételek a rúdszerkezeten



Nyomatéki igénybevételek a rúdszerkezeten

A cserépteher számítása a tetőszerkezetre

A cserépteher számítása:

A cserepek típusa: TONDACH hódfarkú téglavörös tetőcserép

Kiindulási adatok:

Hosszúsága:	38 cm
Szélessége:	18 cm
Fedési hosszúság:	18 cm
Tömege:	1,7 kg



A teherhordó szarufák
hossza: 900 cm

Forrás: www.tondach-shop.hu

Az egy sorba feltehető cserepek száma 18 cm-es fedéssel: $\frac{900 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 45 \text{ db}$

A szarufák egymástól való vízszintes távolsága: 100 cm
Ebből adódóan minden 900 cm hosszú szarufára mindkét oldalról 3-3
cserép terhelését számoltam. (Egyenletes tehereloszlást feltételezve):

$$45 \cdot (3 \cdot 2) = 270 \text{ db}$$

$$270 \cdot 1,7 \text{ kg} = 459 \text{ kg} \quad \text{ez a tömeg oszlik el 900 cm-en}$$

$$459 \text{ kg} \cdot g = 4.501 \text{ kN}$$

100 cm-re jutó terhelés:

$$\frac{4.501 \text{ kN}}{9 \text{ m}} = 0,5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Az Axis modellnél ezzel az értékkel (**0.5 kN/m**) számoltam az igénybevételeket a cserépteher teheresetnél.

Ácskapcsolat számítása

Az Axis modell segítségével meghatározott igénybevételek alapján, a mértékadó keresztmetszetben egy nagyságrendi ellenőrzést készítettem el. A fa anyaga C22-es osztályba sorolható, a következő táblázatból vettem ki a tulajdonságait:

2.2.1 A szerkezeti (természetes) faanyagok szilárdsági osztályai

A táblázat szerinti jellemzők a 20°C hőmérsékletnek és 65% relatív légnedvességnek megfelelő nedvességtartalmú fára vonatkoznak. (Ekkor a faanyag nettó nedvességtartalma: kb. w = 12%.)

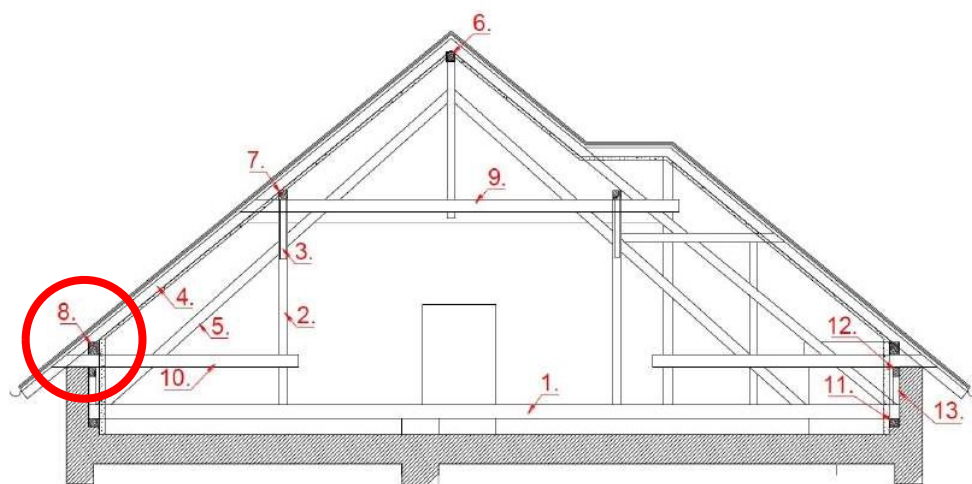
		Fenyő és nyár fafajok												Lombos fafajok					
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Szilárdsági tulajdonságok [N/mm²]																			
Hajlítás	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70
Rostirányú húzás	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42
Rostirányú merőleges húzás	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34
Rostirányú merőleges nyomás	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	11	14
Nyírás	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Merevségi tulajdonságok [kN/mm²]																			
A rostirányú rugalmassági modulus középértéke	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20
A rostirányú rugalmassági modulus 5%-os kvantilise	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10	11	8,0	8,7	9,4	12	14	17
A rostirányú merőleges rugalmassági modulus középértéke	$E_{90,mean}$	0,2	0,3	0,30	0,32	0,3	0,4	0,38	0,40	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3
A nyírási rugalmassági modulus középértéke	G_{mean}	0,4	0,50	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25
Sűrűség [kg/m³]																			
A sűrűség	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900
A sűrűség középértéke	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1080
Stabilitási anyagjellemzők [-]																			
Kihajlásvizsgálatnál a $k_{c,1}$ tényező számításához	λ_{Euler}	53	55	57				59					60		59		63	67	70
Kifordulásvizsgálatnál a $k_{c,2}$ tényező számításához*	$\lambda_{m,Euler}$	16,2	16,2	16,1	15,8	15,5	15,5	14,9	14,4	13,9	13,5	13,2	12,9	14,3	14,1	13,6	13,6	13,6	13,7

*Lombos fafajok esetén az értékek csak közelítő számítás esetén alkalmazhatók

2. táblázat: A szerkezeti természetes faanyagok szilárdági osztályai. Forrás: BME Építésmérnöki Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti tanszék, Fa tartószerkezetek segédlet (Méretezés az Eurocode alapján, 2009)

Ácskapcsolat számítása:

A vizsgált keresztmetszet:

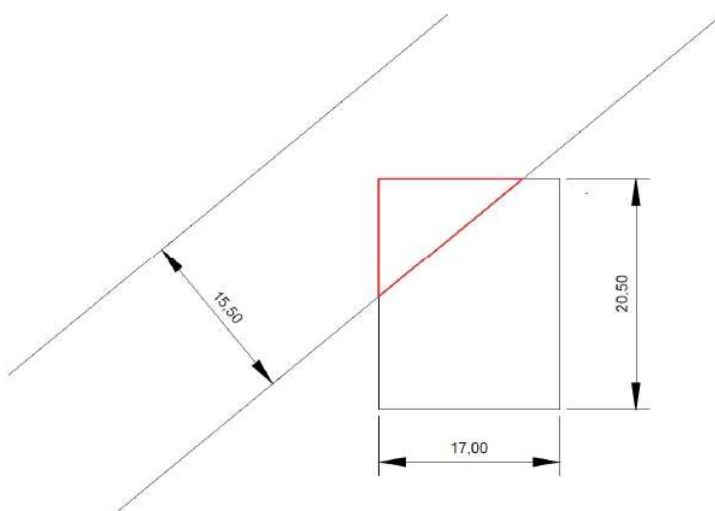


Forrás: faanyagvédelmi dokumentáció a 2015-ös tetőfelújításról

A 8-as és a 4-es számú gerenda találkozásánál vettem fel a metszetet. A 8-as egy 17x20,5 cm méretű talpszelemen, a 4-es pedig egy 12,5x15,5-ös méretekkel rendelkező szarufa.

Mindkét faanyag C22-es besorolású.

A két elem a következőképpen van kötésben egymással:



A pirossal jelölt háromszög az a rész, ahol az igénybevételek létrejönnek. Ezt a területet a szarufából vágták ki és úgy illesztették rá a talpszelemenre.

Kiindulási adatok:

Szarufa

Szélessége: 12,5 cm
Magassága: 15,5 cm
Hossza: 900 cm

Anyagosztály: C22

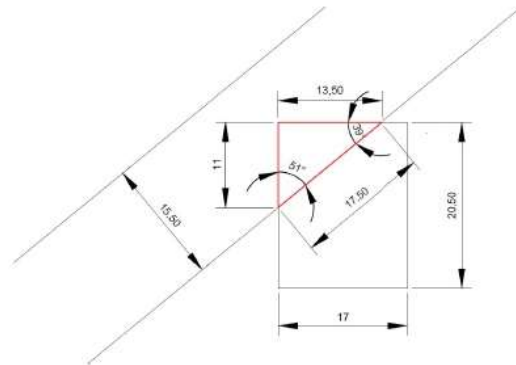
Talpszelemen

Szélessége: 17 cm
Magassága: 20,5 cm

Anyagosztály: C22

Geometriai paraméterek:

$a := 13.5 \text{ cm}$ $\alpha := 90 \text{ deg}$
 $b := 11 \text{ cm}$ $\beta := 39 \text{ deg}$
 $d := 12.5 \text{ cm}$ $\gamma := 51 \text{ deg}$
 $f := 15.5 \text{ cm}$



C22 fa anyag tulajdonságai:

$$f_{c.0.k} := 20 \frac{N}{mm^2} \quad f_{c.90.k} := 2.4 \frac{N}{mm^2} \quad \text{nyomás}$$

$$f_{t.0.k} := 13 \frac{N}{mm^2} \quad f_{t.90.k} := 0.5 \frac{N}{mm^2} \quad \text{húzás}$$

$$f_{v.k} := 2.4 \frac{N}{mm^2} \quad \text{nyírás}$$

Szarufa méretezése:

Nyomásra

$$A_{szf.ny} := a \cdot \sin(\beta) \cdot d = 106.198 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.szf.ny} := A_{szf.ny} \cdot f_{c.0.k} = 212.396 \text{ kN}$$

$$F_{max.szf.ny} = 212.396 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad F_{szf} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a szarufában:

$$\sigma_{max.szf.ny} := \frac{F_{max.szf.ny}}{A_{szf.ny}} = 2 \frac{kN}{cm^2} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad \sigma_{szf} := \frac{F_{szf}}{A_{szf.ny}} = 0.144 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Húzásra

$$A_{szf.h} := (f - a \cdot \sin(\beta)) \cdot d = 87.552 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.szf.h} := A_{szf.h} \cdot f_{t.0.k} = 113.818 \text{ kN}$$

$$F_{max.szf.h} = 113.818 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad F_{szf} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a szarufában:

$$\sigma_{max.szarufa} := \frac{F_{max.szf.h}}{A_{szf.h}} = 1.3 \frac{kN}{cm^2} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad \sigma_{szarufa} := \frac{F_{szf}}{A_{szf.h}} = 0.175 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Talpszelemen méretezése:

Nyomásra

$$A_{tsz.ny} := a \cdot \sin(\beta) \cdot d = 106.198 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.tsz.ny} := A_{tsz.ny} \cdot f_{c.90.k} = 25.487 \text{ kN}$$

$$F_{max.tsz.ny} = 25.487 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad F_{tsz} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a talpszelemenben:

$$\sigma_{max.tsz} := \frac{F_{max.tsz.ny}}{A_{tsz.ny}} = 0.24 \frac{kN}{cm^2} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad \sigma_{tsz} := \frac{F_{tsz}}{A_{tsz.ny}} = 0.144 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Kihasználtság:

$$\frac{F_{tsz}}{F_{max.tsz.ny}} \cdot 100 = 60.029 \text{ \%}$$

Szelemen-szarufa kapcsolat (összetett igénybevétel):

$$A_{háromszög} := \frac{a \cdot b}{2} = 74.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{téglalap} := d \cdot \sqrt{(a^2 + b^2)} = 217.676 \text{ cm}^2$$

$$F_{max} := A_{háromszög} \cdot 2 \cdot f_{v.k} + A_{téglalap} \cdot f_{t.90.k} = 46.524 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad F_{tsz} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

Kihasználtság:

$$\frac{F_{tsz}}{F_{max}} \cdot 100 = 32.886 \text{ \%}$$

A számítás mutatja, hogy a fa tetőszerkezet a jelenlegi teherkombinációkra megfelel.

Képek az épületről



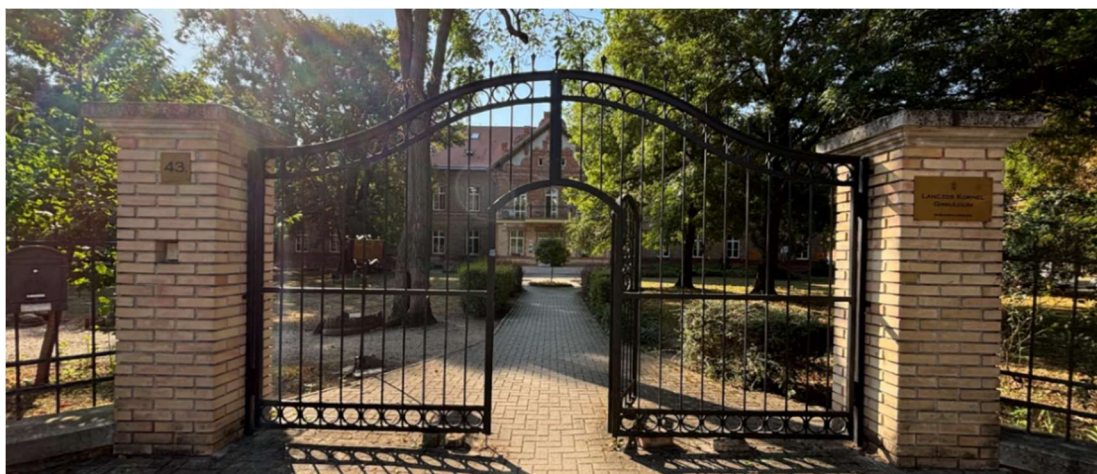
19. ábra: Az 1903-ban épült gyalogsági laktanya parancsnoki központja. Forrás: Archív



20. ábra: Az iskola épülete napjainkban, saját fotó.



21. ábra: A huszárlaktanya egy 1899-es képeslapon. Forrás: Archív



22. ábra: A Lánosz Kornél Gimnázium bejáratí kapuja a Budai út felől napjainkban, saját fotó.



23-24. ábra: A mai napig látható emlékeztetőként szolgál a szovjet megszállásra az épület falazata, de több magyar nyelvű vésés is megtalálható rajta. Saját fotók.

Összefoglalás

Összességében egy nagyon nagy múltra visszatekintő épületet vizsgáltam a kutatómunkám során. Számtalan érdekes dolgot megtudtam az elmúlt 120 év építészeti és épületszerkezeti megoldásairól. A szerkezet és a kapcsolatok a mai napig statikailag megfelelnek. Ebből is látszik, hogy a műemléki épületek korszerűsítése és védelme fontos feladata az építőiparnak.

Forrásmegjelölés

<https://www.lkg.hu/ismerkedj-velunk/laktanya-es-varoscimer/>, 2024. SZEPTEMBER 6.

<https://www.feol.hu/magazinok/2019/07/gyalogsgagi-huszarlaktanya-fejer-megye>, 2024. SZEPTEMBER 6.

<http://honvedegyesulet.hu/files/7/e/cimerja.jpg>, 2024. SZEPTEMBER 8.

<http://honvedegyesulet.hu/files/1/b/cimerfo.jpg>, 2024. SZEPTEMBER 8.

<https://njt.hu/jogszabaly/2023-9-20-8X>, 2024. SZEPTEMBER 13.

<https://faga.hu/energetikai-kovetelmenyek>, 2024. SZEPTEMBER 13.

<https://www.tondach-shop.hu/tondach-keramia-tetocserepek/tondach-hodfarku-tetocserepek/tondach-hodfarku-teglavoros-tetocserep-18x38.php>, 2024. NOVEMBER 1.

Irodalmi jegyzék

Műszaki leírás és tervdokumentáció a 2015-ös tetőfelújításról

Engedélyezési terv a 2015-ös felújításról

Módosított építési engedélyezési tervdokumentáció a 2001-es felújításról

Faanyagvédelmi szakvélemény a 2015-ös tetőfelújításról

BME Építészmérnöki Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti tanszék, Fa tartószerkezetek segédlet (Méretezés az Eurocode alapján, 2009)

Ábrajegyzék

1. ábra: Északi homlokzat rajza. Forrás: felújítási tervdokumentáció
2. ábra: Fénykép a 69. gyalogezred egyik géppuskás alegységéről. Forrás: Archív
3. ábra: Az emléktábla az északi homlokzaton található. Saját fotó.
4. ábra: A képen a címer másolata van az északi homlokzaton. Forrás: Simon Erika, FEOL
5. ábra: A képen a restaurált eredeti címer látható az iskola aulájában. Forrás: Simon Erika, FEOL
6. ábra: Vízáró acéllemez, saját fotó
7. ábra: Az épület keleti homlokzata, jelölve a vizsgált téglá helyével. Forrás: felújítási tervdokumentáció
8. ábra: Az épület déli homlokzata, jelölve a vizsgált téglá helyével. Forrás: felújítási tervdokumentáció
9. ábra: A 3 díszítő téglá a hidraulikus nyomóvizsgálat után.
10. ábra: A pince két fajta helyisége, a padló döngölt föld, a falak kisméretű téglák. Saját fotók.
11. ábra: A pince két fajta helyisége, a padló döngölt föld, a falak kisméretű téglák. Saját fotók.
12. ábra: A két beépítetlen padlárészben láthatóak az eredeti tetőgerendák, itt nem kellett gipszkarton borítást alkalmazni. Saját fotó.
13. ábra: A bal oldali képen látható az új, kibővített stúdió gerendái közül látható az egyik. Saját fotók.
14. ábra: A jobb oldalon a tornaterem kiváltott acél gerendái a gipszkarton borítás után. Saját fotók.
15. ábra: Axis VM modell drótváz nézetben. Forrás: saját munka
16. ábra: Axis VM modell 3D nézetben. Forrás: saját munka
17. ábra: Szarufa igénybevételei

18. ábra: *Talpszelemen igénybevételei*

19. ábra: *Az 1903-ban épült gyalogsági laktanya parancsnoki központja. Forrás: Archív*

20. ábra: *Az iskola épülete napjainkban, saját fotó.*

21. ábra: *A huszárlaktanya egy 1899-es képeslapon. Forrás: Archív*

22. ábra: *A Lánczos Kornél Gimnázium bejárati kapuja a Budai út felől napjainkban, saját fotó.*

23. ábra: *A mai napig látható emlékeztetőként szolgál a szovjet megszállásra az épület falazata, de több magyar nyelvű vésés is megtalálható rajta. Saját fotók.*

24. ábra: *A mai napig látható emlékeztetőként szolgál a szovjet megszállásra az épület falazata, de több magyar nyelvű vésés is megtalálható rajta. Saját fotók.*

Táblázatjegyzék

1. táblázat: *A téglatorési dokumentáció táblázatos összegzése*

2. táblázat: *A szerkezeti természetes faanyagok szilárdági osztályai. Forrás: BME Építésmérnöki Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti tanszék, Fa tartószerkezetek segédlet (Méretezés az Eurocode alapján, 2009)*

Mellékletek

AxisVM dokumentáció

Cserépteher számítás

Ácskapcsolat számítás

A szerkezeti (természetes) faanyagok szilárdsági osztályai

Téglatorés táblázat