



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék



Tartószerkezeti Szakvélemény

Budapest, VIII. kerület
Szentkirályi utca 29-31.

A Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Új Campus építési munkáinak hatása

Készítették:

Dr. Hegyi Dezső

egyetemi docens
vezető tervező
műemléki szakértő
SZÉS-1 13-9529

Dr. Ther Tamás

egyetemi docens
vezető tervező
műemléki szakértő
SZÉS-1 01-15075

2024. november 28.

Munkatársak:

Dr. Móczár Balázs

egyetemi docens
vezető tervező
geotechnikai szakértő
SZÉS-1 13-7317

Szondi Máté

doktorandusz

Tartalomjegyzék

1.	Előzmények	3
2.	Felhasznált irodalom	4
2.1	Felhasznált szabványok	4
2.2	Felhasznált dokumentumok.....	4
3.	A vizsgált épület ismertetése	6
3.1	Általános ismertető	6
3.2	A tartószerkezetek ismertetése	9
3.3	Az épület tartószerkezeteinek állapotának értékelése	15
4.	A melléépítés értékelése	16
4.1	A munkagödör építésének hatása a meglévő épületre	17
4.2	A merevítőrendszert érintő változás a bontás során	18
4.3	Az új épületek hatása a meglévő épületekre földrengés esetén.....	20
5.	Összegzés.....	21
6.	Fotó dokumentáció	23
6.1	Utcafront.....	23
6.2	Udvari homlokzat	25
6.3	Az északi lépcsőház.....	29
6.4	A déli lépcsőház	35
6.5	A tető	42

1. Előzmények

A Budapest Főváros VIII. kerület Józsefváros Önkormányzata megbízta a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemet azzal (Budapest, 2024. október 7, szerződésszám: 85836), hogy tartószerkezeti állagfelmérést és szerkezeti vizsgálatokat végezzen a következő épületeken:

1. Szentkirályi utca 23. (hrsz.: 36590)
2. Szentkirályi utca 29-30. (hrsz.: 36585/9)
3. Szentkirályi utca 33-35. (hrsz.: 36583)
4. Bródy Sándor utca 9. (hrsz.: 36592)

A szerződés szerint a feladat elvégzése az alábbi részekből áll:

- a) A vizsgálandó épületek tartószerkezeteinek állapotörögztítése:
 - i. az épületek bejárása lakásonként;
 - ii. feljegyzés készítése a látható tartószerkezeti hibákról, károkról;
 - iii. fotó készítése a látható tartószerkezeti hibákról, károkról;
 - iv. rövid értékelés készítése írásos formában az egyes épületekről.
- b) A vizsgálandó épületek tartószerkezeteinek vizsgálata a melléépítések vonatkozásában:
 - i. a várható süllyedések értékelése a tervezői adatszolgáltatások figyelembevételével;
 - ii. a meglévő épületek várható elváltozásainak vizsgálata;
- c) A Szentkirályi utca 29-31. alatti épület tartószerkezeti vizsgálata a bontási munkálatok függvényében:
 - i. a meglévő szerkezetek tartószerkezeti rendszerének vizsgálata különös tekintettel a Szentkirályi utca 27. csatlakozásának tekintetében;
 - ii. a bontás várható következményeinek vizsgálata a függőleges és a vízszintes teherhordó rendszerek tekintetében;
 - iii. a bontás várható következménye a merevítőrendszer vonatkozásában.

A szakértési feladatokat a BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéke végezi (projektfelelős Dr. Hegyi Dezső egyetemi docens, tartószerkezeti szakértő). Az Önkormányzat részéről a Városerépítészeti Iroda koordinálja a feladatot (projektfelelős Barta Ferenc főépítész).

A felmérés elkészítésével az Önkormányzat azért bízta meg a Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéket, mert az érintett épületek szomszédságában megkezdődtek a bontási munkálatai a Pázmány Péter Katolikus Egyetem új kampuszának a megvalósításának előkészítésére. Az épületek közvetlen szomszédságában valósul meg a projekt, ezért mind a bontási, mind az építési munkák hatással lehetnek a vizsgált épületekre.

A jelen szakvélemény a b) pont szerinti vizsgálatokat írja le. Ezen belül a Szentkirályi utca 29-31. épület tartószerkezeteit vizsgálja a melléépítés tekintetében.

A jelen szakvélemény előzményeként elkészült korábban a tárgyi épület melletti Szentkirályi utca 27. szám alatti épület bontási munkáinak hatását vizsgáló szakvélemény. A jelen szakvéleményben felhasználjuk az ott összegyűjtött információkat.

2. Felhasznált irodalom

2.1 Felhasznált szabványok

Eurocode 0: A tartószerkezetek tervezésének alapjai	MSZ EN 1990:2005
Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások.	MSZ EN 1991-1-1:2005
Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése	MSZ EN 1992-1-1:2010
Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése	MSZ EN 1993-1-1:2009
Eurocode 6: Falazott szerkezetek tervezése	MSZ EN 1996-1-1:2009
Eurocode 7: Geotechnikai tervezés	MSZ EN 1997-1:2006
Eurocode 8: Méretezés földrengés hatásra	MSZ EN 1998-1:2008
Épületek megépült teherhordó szerkezeteinek	TSZ 01-2013 Műszaki szabályzat. Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat

2.2 Felhasznált dokumentumok

Gyorsvizsgálati Szakvélemény a Budapest VIII., Szentkirályi u. 29/31. sz. lakóépület bauxitbeton felhasználásával készült szerkezeteiről. BME Vasbetonszerkezetek Tsz., 1968.

Szakvélemény a Budapest, VIII., Szentkirályi utca 29-31. sz. lakóépület bauxitbeton szerkezeteiről. BME Mechanika Tsz. 1983.

Erőtani számítás a Budapest Szentkirályi u. 29-31. sz. épület tetőtérbeépítéséhez. Hlovib Róbert és Lebovits Róbert, 1985.

1088 Bp. VIII. Szentkirályi u. 29-31. Hrsz.: 36585/9/A, Társasházi alapító okirat módosított melléklete, felmérési alaprajzok pince – IV. emelet. Kulcsár Ernő, 2005.

Változási vázrajz a 36585/9 helyrajzi számú földrészleten létesített épület társasházi alapító okiratához. 1081 Bp. Szentkirályi u. 29-31. Horváth István, 2018.

Bontási terv, 1088 Budapest – hrsz: 36582 (Szentkirályi utca 27.) tervdokumentáció: pince – földszint – emeletek – padlás – metszetek. Perfektum Építész Kft., 2023.

Építészeti Műszaki Leírás, Építési és Közlekedési Minisztérium részére, az 1088 Budapest, VIII. kerület, Bródy S. u. – Szentkirályi u. – Múzeum u. – Pollack M. tér, hrsz.: 36582. alatti MEGLÉVŐ, VEGYES RENDELTETÉSŰ ÉPÜLETEK bontási engedélyezési tervéhez. Perfektum Építész Kft., 2023.

Tartószerkezeti Műszaki Leírás, Budapest Fejlesztési központ Nonprofit ZRt. részére, az 1088 Budapest, VIII. kerület, Bródy Sándor u. – Szentkirályi u. – Múzeum u. – Pollack M. tér, hrsz.:

36582 alatti Meglévő, vegyes rendeltetésű épületek bontási engedélyezési tervéhez. Zelei Péter, 2023.

PPKE új Campus, Építési Engedélyezési Terv, Építészeti tervek, KÖZTI, 2023.

Talajvizsgálati Jelentés és Geotechnikai tervezési javaslatok a Budapest, VIII. kerület Pollák Mihály tér, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Campus projektének engedélyezési és kiviteli tervezéséhez. Petik Mérnöki Szolgáltató Kft., 2022.

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Pollák Mihály tér (Hrsz: 36582), Víztelenítő aknakutak vízjogi létesítési engedélyezési terve hidrológiai szakvéleménnyel. Műszaki leírás. Kék Csermely Vízvédelmi és Környezetgazdálkodási Tervező és Szervező Kft., 2023.

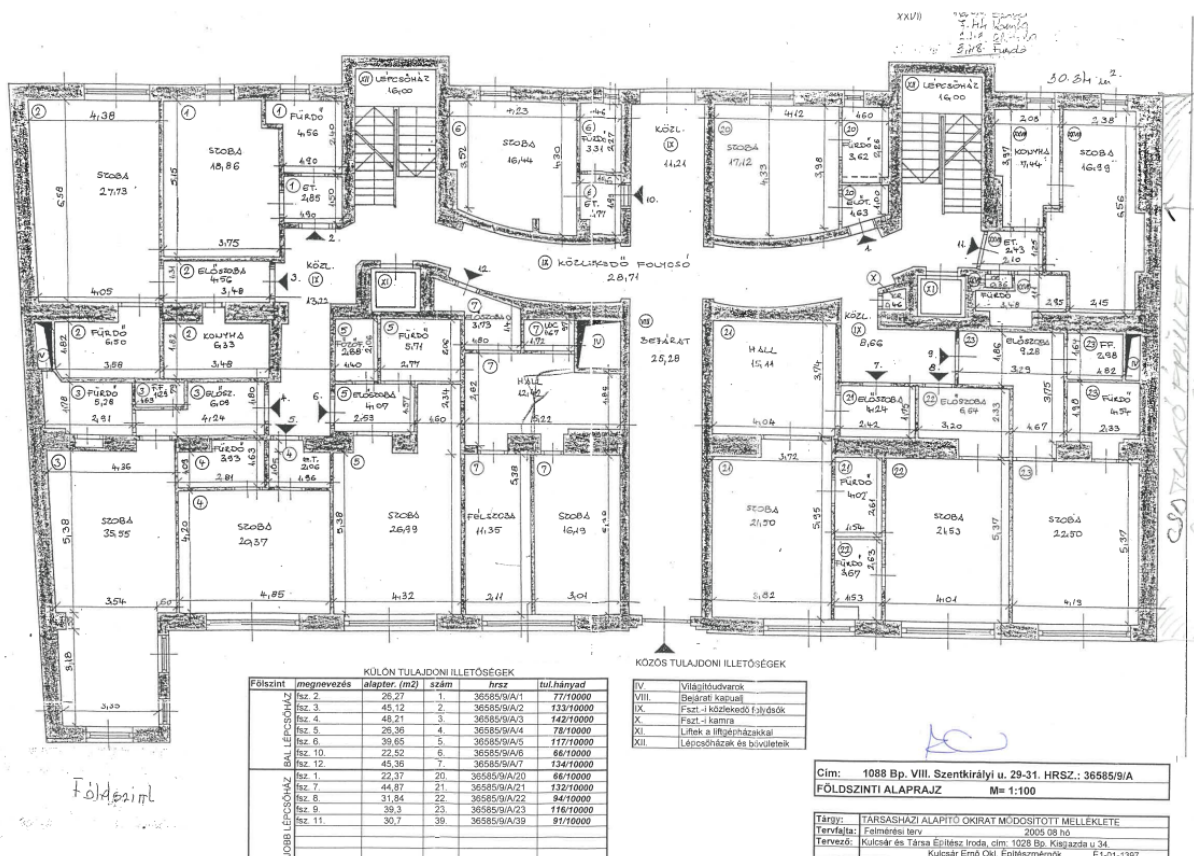
Tartószerkezeti műszaki leírás és számítás, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Új Campus – oktatási tömb, építési engedélyezési terv. Markovics Péter, 2023.

Tartószerkezeti műszaki leírás és számítás, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Új Campus – oktatási tömb, alapozás és munkatérlehatárolás. Markovics Péter, 2023.

3. A vizsgált épület ismertetése

3.1 Általános ismertető

Az épület tervezése 1929-ben kezdődött a Nemzeti Lovarda Egylet megbízásából. 1930-ban adták át használatra. Az épület terveit München Aladár készítette. Az épület ugyan külön helyrajzi számon van, de együtt és egyben épült a Szentkirályi utca 27. számú házzal. Az épület teljesen alapincézett, földszint, magasföldszint plusz négy szint magas, valamint a tetőteret is beépítették a nyolcvanas években.



Az épület hosszfalas, középfolyosós kialakítású, de a középfolyosó csak a földszinten megy végig. Az épületben két lépcsőház és két lift található.

Ahogy fent írtuk, az épület egyben készült a 27-es számmal, de az egy szinttel alacsonyabb volt eredetileg. Helyi beszámoló szerint kb. a 80-as években készült az emeletráépítés, amely azonos magasságra hozta a 29-31. alatti épülettel.

Az épület a kor szokásaihoz illeszkedő technológiákkal készült: a falak tömör téglából készültek, a födémek acél gerendás Horcsik rendszerrel épültek. A fedélszék ácsolt szerkezet.



Az épület általános állapota jó. A közös területeket bejárva számottevő tartószerkezeti károsodásra utaló jelet nem lehet látni. Egy ilyen korú épületen kisebb repedések megjelennek itt-ott, de számottevő károsodások nem láthatóak az épületen. Az épület belső terei jól karbantartottak. A homlokzatok állapota kevésbé jó. Az utcai homlokzat elhanyagolt, az udvari homlokzat erősen elhanyagolt. Tekintettel arra, hogy számos golyónyom látható az udvari homlokzaton, a háború és '56 óta nem volt felújítva ez a homlokzat.

Annak ellenére, hogy a környéket heves támadások érték a második világháborúban, ezt az épületet nem érte bombatalálat az 1982-es szakvélemény szerint, csak a tető égett le akkor és a fent említett belövések történtek.



Az épület általános állapota jó. A közös területeket bejárva számottevő tartószerkezeti károsodásra utaló jelet nem lehet látni. Egy ilyen korú épületen kisebb repedések megjelennek itt-ott, de számottevő károsodások nem láthatóak az épületen. Az épület belső terei jól

karbantartottak. A homlokzatok állapota kevésbé jó. Az utcai homlokzat elhanyagolt, az udvari homlokzat erősen elhanyagolt. Tekintettel arra, hogy számos golyónyom látható az udvari homlokzaton, a háború és '56 óta nem volt felújítva ez a homlokzat.

Annak ellenére, hogy a környéket heves támadások érték a második világháborúban, ezt az épületet nem érte bombatalálat az 1982-es szakvélemény szerint, csak a tető égett le akkor és a fent említett belövések történtek.



3.2 A tartószerkezetek ismertetése

Alapozás

Az épület alapozásáról közvetlen adatunk nincs. A kor szokásait figyelembe véve és a környező épületek alapján téglavagy beton sávalapozást feltételezhetünk. Az alapozási sík 60-80 cm-el lehet a pince padlósíkja alatt. A pince padlósíkja ~2,30 m-el van a terep szint alatt, az alapozási sík így ~3 m-el lehet a terepszint alatt.

A talajmechanikai vizsgálatok alapján ebben a mélységben barna homok található. Ez teherhordó réteg, közepes teherbírású tulajdonságokkal ($\phi=27-29^\circ$, $c=0$). Azonban fontos kiemelni, hogy egyszemcsés, nedvességre érzékeny, folyósodásra hajlamos ez a talajréteg.

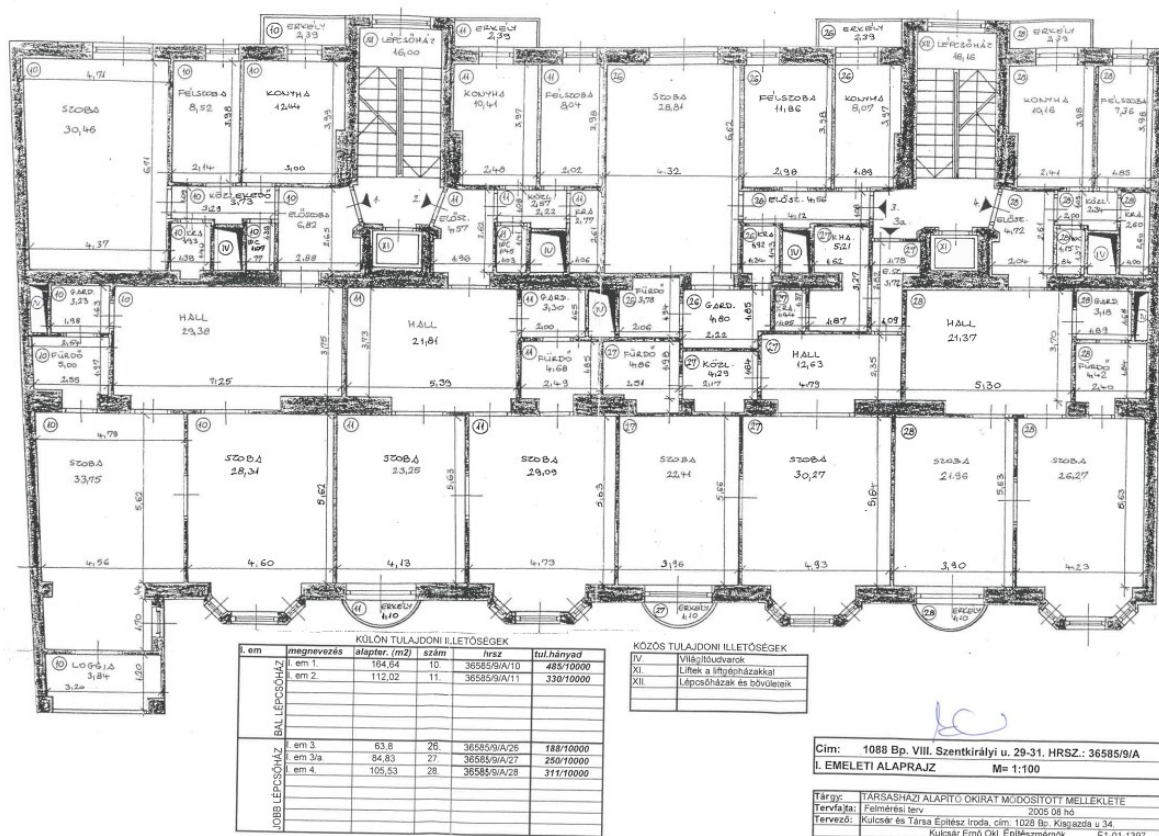
Megemlíthetjük, hogy az épület déli sarka alatt vezet a 4-es metró nyomvonala, ennek ellenére nincsenek süllyedésre utaló jelek az épületen, és a lakosok sem számoltak be arról, hogy károkat szenvedett volna az épület a metró építése során.

Az épületen nem látható alapozási hibára utaló jel. Megállapíthatjuk, hogy az épület alapozása jól ellátta a feladatát az elmúlt csaknem száz évben.

Függőleges teherhordó szerkezetek

Az épület falait a tervlapok, a korábbi szakvélemények és a lehullott vakolatok alatt megjelent felületek alapján ismerhettük meg. A falak tömör téglából készültek. Egyes helyeken hozzá lehetett férni szabad felületekhez, így a mérések alapján kisméretű téglából épült a ház. Az alkalmazott habarcs kis cementtartalmú meszes habarcs a karistolásos vizsgálat alapján.

Az épület hosszfólas, középfolyosós kialakítású. A folyosó csak a földszinten megy végig, viszont a felső szinteken is kirajzolódik a folyosó helye a két belső főfal mentén. A főfalak nem futnak egységesen végig: a nyugati oldalon nagy nyílások osztják rövidebb szakaszokra a falat. Részletesebb tervlapok nem állnak rendelkezésre, de feltételezhetjük más hasonló épületek alapján, hogy a megmaradt faltestek kéménypilléreként dolgoznak. Közöttük pedig acél gerenda támasztja alá a födémeket.



Haránt irányban a tűzfal, a lépcsőházak falai és a liftek falai állnak, valamint a 27-es szám alatti épület felé eső fal. Ezeken kívül válaszfalak futnak még haránt irányban, melyek vakolatlan vastagsága 10 cm alatt van.

A 27-es szám felé eső fal vastagságát mérésel igyekeztünk azonosítani. A hátsó homlokzaton a földszinten, a félemeleten és az első emeleten tudtunk olyan méréseket végezni, amelyek segítenek beazonosítani a fal vastagságát. Az utcai homlokzaton nem tudtunk elég adatot mérni ahhoz, hogy számolható legyen a falvastagság. A mérések szerint a falvastagság 68 cm, 64 cm és 54 cm felfelé haladva. A felületek részben vakoltak, és a habarcsvastagságok is változhatnak, így ezek a vastagságok illeszthetőek a kisméretű téglák méretlépcsőjébe. A fal valószínűleg tovább vékonyodik felfelé.

Meg kell említenünk, hogy a 27-es oldalon a félemeleten légrés és 10 cm vastag válaszfal készült a tömör téglafal elé. Feltehetőleg hangszigetelés volt a célja a fal építésének.

A 27-es szám felé eső fal közös a két épület között a rendelkezésre álló információk szerint. Ezt a körülményt a következő információkra alapozzuk:

- a három szám alatt lévő épület (27-29-31) egy ütemben épült egy tervezési és építési folyamatban
- a felmérések szerint 51-64 cm közötti tiszta falvastagság szerkeszthető ki az alsó három szinten; ebbe a vastagságba két független tűzfal nem férne el
- a két épületet elválasztó fal nem fut a tető síkja fölé, ahogy a tűzfalaknak el kellene készülniük
- egyes helyeken az utcai és az udvari falakon is látszik, hogy az épületek hosszfőfalai nincsenek egymástól eldilatálva, kötésben vannak falazva
- a bontási dokumentáció is egybeépített szerkezetként hivatkozik a két épületre [Zelei 2023, Perfektum 2023]



A falakon sehol sem látható a teherbírás kimerülésének a jele.

Vízszintes teherhordó szerkezetek

A 27-es szám bontása során feltárták a födémekeket is. A feltárások alapján helytálló volt a korábbi feltételezés, mely szerint a födém acélgerendái az utcára merőlegesek. A feltárásban a Horcsik födém tégláinak vastagsága 12 cm, a gerendák tengelytávolsága ~120 cm, a gerendák magassága ~24 cm.

A födémekről a különböző dokumentumokban ellentmondásos információk jelentek meg. A helyszínt bejárva és az 1985-ös átalakítási tervek alapján azonban egyértelmű, hogy az épület legnagyobb része acél gerendás téglabetétes szerkezet, mely Horcsik technológiával épült (az acél gerendák között üreges téglák vannak fektetve elhelyezve úgy, hogy a téglák között vasalás

segít a hajlítás felvételében). A tetőtér beépítés alatt a födémgerendák tengelytávolsága 110-130 cm között változik. Itt, a korábbi zárófödémnél a gerendák keresztmetszete I120, I160 és I180 melegen hengerelt szelvények. A pincében ennél szélesebb gerenda övet is láttunk a lehullott vakolat helyén, valószínűleg azért, mert a zárófödémeket kisebb teherbírásra tervezték, mint a köztes födémeket.

A 27-es szám alatti épületben készített födémfeltárások alapján is beigazolódott, hogy a födémek acélgerendás kialakításúak és Horcsik rendszerben készültek. A gerendák az utcára merőlegesek.



Az épület pincéjében található óvóhely felett vasbeton donga héj látható. A két BME szakvélemény [BME 1968, 1983] szerint a pince szint felett a földszinti folyosó alatt és a lépcsők pihenői alatt bauxit beton födém található, melynek a vastagsága ~20 cm.



Az erkélyek acél peremgerendákkal készültek. A peremgerendák között betonlemez készült. Ezeket ~20 éve felújították. Egyes helyeken kiegészítő könyököket is elhelyeztek.



A födécek általános állapota jó, a teherbírás kimerülésének nem látszik a jele sehol sem. Ennek ellenére néhány problémát itt meg kell említeni:

- a bauxit beton födém betonjának a szilárdsága kicsi ($\sim 4,7$ MPa), de az nem változott 1968 és 1983 között a BME két szakvéleménye alapján;
- az óvóhely feletti boltozaton nagyobb repedések is láthatóak, de azok már 1982-ben is láthatóak voltak;
- a pince feletti födém acélgerendái több helyen korrodáltak, a kerámia is helyenként repedezett.

A bauxitbeton állapota stabilizálódott az építés óta. Ezzel a szerkezet várhatóan nem igényel beavatkozást a jövőben.

A vasbeton boltozaton látható repedések állapota stabilizálódott az elmúlt évtizedekben. Amennyiben a terhelés nem változik az épületnek ezen a területén, nincsen szükség beavatkozásra.

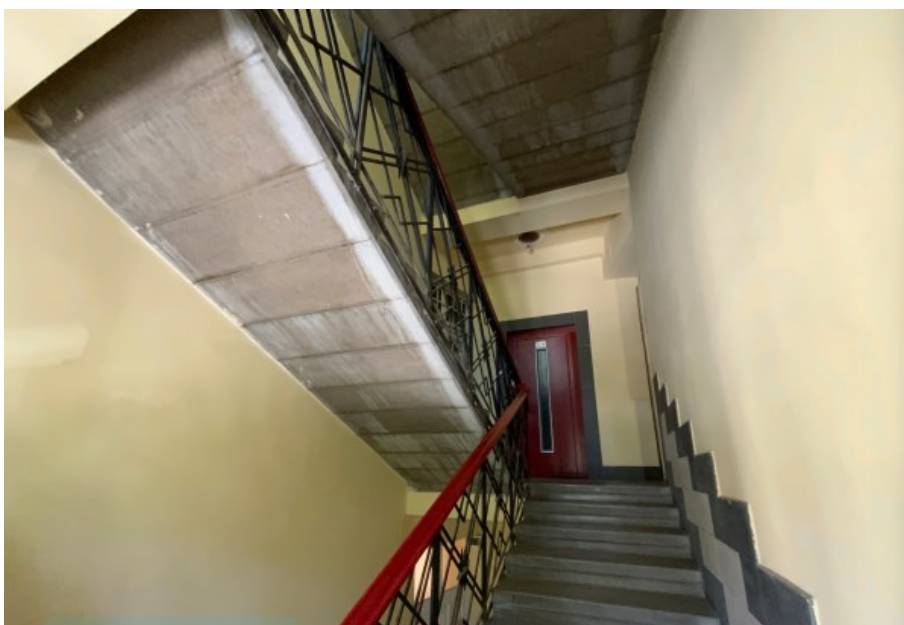


A korróziós problémákat viszont orvosolni szükséges ahhoz, hogy az épület hosszú távon megbízhatóan üzemeltethető legyen.

A korábbi szakvélemények és a lehullott vakolatok alapján a nyílások feletti áthidalások jellemzően vasbeton szerkezetek. A helyszíni beszámoló szerint acélgerendás kiváltások is vannak az épületben. Az áthidalókon a teherbírás kimerülésének a jele nem látható sehol sem. Azonban a leesett vakolatok helyén itt-ott korróziós nyomok láthatóak. Ezeket javítani szükséges ahhoz, hogy még hosszú élettartamot várhassunk el a szerkezetektől.



Az épület koszorúiról közvetett információink sincs. Tekintettel arra, hogy számos helyen megjelennek a vasbeton szerkezetek az épületen, arra lehet számítani, hogy vasbeton koszorúval készült az épület. A koszorúkat a födémek síkjában alakították ki, viszont az alapozás síkjában nem készítettek koszorút.



Lépcsők

Az épületben két lépcsőház van. Ezek a pincétől felvezetnek a tetőtérbe. Mindkét lépcsőházzal szemben van egy-egy lift.

A lépcsők lebegő lépcsőként vannak kialakítva. A lépcsőfokok műkőből készültek. A BME régi szakvéleményei [BME 1968, 1983] szerint lépcsőfordulók és a szinti pihenők bauxitbetonból készültek. A lépcsők állapota jó, a fokok épek és a fugák is jól illeszkednek.

A lépcsőházak és a liftek falai vastag, teherhordó téglafalak. A liftek integráltak az épületbe, nem utólagos szerkezetek.

Merevítés

Az épület merevítését a vastag téglafalak biztosítják. Hosszirányban a két homlokzat és a két középfőfal. A középfőfalak a fentiek szerint nem futnak folytonosan, nagyobb áttörések találhatóak rajta. A nyugati középfőfal valószínűleg kéménypillérek sorából áll. A kereszt irányú merevítést a tűzfalak, a lépcsőházak falai és a liftek falai biztosítják. A 27 és 29 számú házak közötti fal is része ennek a rendszernek.

Az épület válaszfalai is beleszólnak a merevítésbe, de mivel ezek vastagsága kisebb, mint 10 cm, az MSZ 01-2013 szerint ezeket a falakat nem lehet figyelembe venni a merevítés szempontjából. Ismert a lépcsőkarok merevítő hatása is, de lebegő lépcsők esetén ezt sem lehet figyelembe venni.

Az épület acél gerendás téglabetétes födémmel készült. A téglafal szerkezet vastagsága ~10 cm. Egy ilyen födém nem tekinthető tárcsamerevnek, ezért a számításokban a födémet síkjában rugalmas szerkezetnek kell figyelembe venni.

Kiemelendő még, hogy a haránt irányú falakra nem támaszkodnak födémgerendák, csak téglabetétes födémrészletek. Emiatt a falak leterhelése kicsi, ami kedvezőtlen a nyíróerő felvétele, így a falak vízszintes irányú teherbírása szempontjából.

A fedélszék

Az épület fa fedélszékkel készült. Csak közvetett információnk van arra (a BME 1982-es szakvéleménye), hogy a fedélszék a háborúban leégett és utána újjáépítették azt. A nyolcvanas évek közepén beépítették a tetőtérbe.

A tetőtér beépítésekor a korábbi zárófödémeket az egyik lakás felett megerősítették: újabb acélgerendát hegesztettek a régi gerendák felső övére: az I120-as gerendákra I100-as, az I160-as és I180-as gerendákat U100-as gerendákkal fejték meg.

3.3 Az épület tartószerkezeteinek állapotának értékelése

A fentiek alapján az épület tartószerkezeteinek általános állapota jó. Néhány lokális hiba látható az épületen, de ezek nem globális problémából fakadnak, hanem valamilyen helyi hatás miatt (ázás, belövés, korrózió, utólagos gépészeti áttörés kialakítása) alakultak ki.

A pince acélgerendás födémjének alsó síkján láthatóak korróziós károk. Ezeket javítani szükséges.

A légópince vasbeton boltozatán láthatóak nagyobb repedések. Ezek a repedések évtizedek óta ott vannak, stabilizálódtak. Beavatkozásra csak akkor van szükség, ha változik a terhelés a boltozat felett.

Az utolsó szakvélemény szerint a bauxitbeton szerkezetek betonszilárdságának csökkenése már megált a 80-as évekre. Beavatkozásra nincs szükség.

Egyes áthidalókon korróziós nyomok látszanak. Ezeket javítani szükséges.

A lakásokat bejárva számottevő károsodásokat nem láttunk. Kisebb repedések több helyen megjelentek, de ezek nem utaltak a tartószerkezetek teherbírásának kimerülésére.

4. A melléépítés értékelése

A rendelkezésünkre álló tervek szerint a Szentkirályi utca 29-31. szám melletti építés alapvetően két fő elemből áll: a 25-27-es számú épületek helyére épülő új épülettömb és a belső udvarba épülő szárny. Ez utóbbi ugyan nem csatlakozik majd közvetlenül a 29-31-es szám alatti épülethez, de a négy szint mély munkagödör mélysége miatt hatással van annak az alapozására. Ez a két rész valójában egy egységet alkot a terv szerint, de vizsgált épülethez való viszonyulásuk miatt két külön problémaként kell őket kezelnünk.

A 25-27 szám alatti telekrészre épülő oktatási épület U alakú, az utca felé nyitott térrel. Az épület egy szint mélyen alapincézett, földszint plusz hat emelet magas, lapostetős kialakítású. Az épület monolit vasbeton falakkal készül. A falak a homlokzatokon nagyrészt sűrű kiosztású pillérekre redukálódnak. Az épület 29-31. szám felé eső szárnya el van dilatálva az épület többi részétől a földszint felett.

A melléépítés alapozási síkja alá esik a meglévő és megmaradó 29-31 alatti épületek alapozási síkjának. A terv szerint [Markovics 2023] Jet-Grouting eljárással biztosítják majd a szomszédos épületek alapozásának a teherbírását. A tervező 2 cm-re becsüli a várható süllyedést a szomszédos épületek esetén. A megállapítása szerint tartószerkezeti károkra nem kell számítani, de szakipari szerkezetek kis mértékben károsodhatnak.

A belső udvarba épülő tömb négy szint mély munkagödörrel épül, sportpálya lesz kialakítva ebben a mélységben. A földszint felett hat szint épül itt is. Ez az épületszárny egy dilatációs egységet alkot a fent említett épületszárnyal a földszint felett is, a mélypince miatt kell külön tárgyalni.

A mélypince alapozási síkja ~14 m mélyen található, azaz több mint 10 méterrel az érintett szomszédos épület alapozási síkja alatt. Az építendő és a meglévő épület közötti távolság ~11 m, így a munkagödör kitermelésének a hatása eléri az meglévő épületet.

4.1 A munkagödör építésének hatása a meglévő épületre

A Szentkirályi utca 29-31. szám alatti épület egy szint pincével rendelkezik, a pincepadló síkja kb. ~2,40 méterre van a felszíntől. Az épület alapozása nem lett feltárva, de a korábbi tapasztalatok alapján az alapozási sík a pincepadló sík alatt 0,5-0,8 méterre várható.

A meglévő/megmaradó épület a tervezett új beépítés szempontjából két oldalról is érintett. Egyrészt a Szentkirályi utca 27. felőli épület bontásra kerül és itt az új tömbben egy 1 szinten alapincézett épületrész készül, melynek pincepadló síkja a -4,2 m rel. szinten lesz, a teljes építési folyamat alatt a munkagödör kiemelési mélység eléri az 5,2-5,4 métert. Mindez azt jelenti, hogy szükség van a Szentkirályi utca 29. szám alatti épület alapmegerősítésére/alapmélyítésére. Ezt az engedélyezési terv tartószerkezeti műleírása alapján Jet-grouting technológiával tervezik elkészíteni. Erről még pontos terv nem áll rendelkezésünkre, csak annyi adnak meg a műleírás 4.2 pontjában általánosságban, hogy a Jet cölöpök alsó síkja min. 6,5-7,0 méteres mélységbe kerül majd, de ha bekötne esetleg a miocén összletbe, akkor a Jet panelek hossza elérheti a 6-8 métert is.

A Jet-grouting ilyen kiemelési mélységek mellett bevett és jó megoldás a pesti talajviszonyok mellett, sok tapasztalat van rá. Megfelelő talpmélységekkel és kiosztással a megmaradó épület szélső falának mozgásai minimalizálhatóak, ugyanakkor még a leggondosabb kivitelezés mellett is a feszültségátrendeződés hatására kb. 1 cm-es többletsüllyedésre lehet számítani. A technológiából adódóan akár túlemelés is előfordulhat, de ez gondos monitorozás mellett elkerülhető. A csatlakozó szélső falon kívül a párhuzamos belső falaknál már ilyen kiemelési mélységek mellett többletsüllyedéssel nem kell számolni.

A Szentkirályi utcával párhuzamos belső oldalon a tervek szerint a vizsgált épülettől ~14 m-re egy új 4 szintes pincetömb készül. Itt a munkagödör kiemelési mélység kb. 13,5 méter. A munkatérhatárolás 2 szinten hátrahorgonyzott 60(65) cm-es résfal, a horgonyok előzetesen becsült teljes hossza 14-15 méter. Pontos számítások, tervek nem állnak még rendelkezésre.

A vizsgált épület szempontjából szerencsés, hogy nem közvetlenül a 4 szintes pince mellett van. Tekintettel arra, hogy a mélygarázs kiemelési mélysége meghaladja a 10-11 métert, így már „mély” munkagödörnek számít. kb. 10 méteres gödörmélység alatt a résfal teljes vízszintes elmozdulása kb. azonos a szerkezet rugalmas elmozdulásával, ugyanakkor egy 13-14 méteres gödörnél már nem lehet elhanyagolni a szerkezet mögötti talajtárcsa belső mozgásait, melyek a gödörmélységgel hatványozottan nőnek és hozzáadódnak a rugalmas alakváltozáshoz. A résfal vízszintes bemozdulása pedig összefügg a gödör körüli felszínmozgással. Ezt pontosan csak a résfal tervének és alakváltozásainak ismeretében lehet meghatározni tapasztalati képletekkel és/vagy FEM módszerekkel. A résfal vízszintes elmozdulási ábrájából lehet a felszínsüllyedési horpa görbét meghatározni. A tapasztalatok alapján a gödör körül felszínsüllyedés a munkagödör mélységnek 1,5-2,5-szeres távolságig várható. Jelen esetben várhatóan a kihatási zóna kb. 25-30 méter. Mindez azt jelenti, hogy a gödörtől ~14 m távolságra lévő ~19 m széles épület teljes egészében érintett, de min. az épület feléig még kihatnak a mozgások. Közvetlenül a munkagödör mellett a maximális felszínsüllyedés kb. 2,0-2,5 cm lehet, ezek alapján közelítő számításokkal a vizsgált épület gödör felőli szélső falánál már nem várhatóak 1,0-1,5 cm-nél nagyobb mozgások megfelelő munkatérhatárolás esetén és ezek a mozgások a Szentkirályi utcáig le is csengenek. Mindez azt jelenti, hogy előzetes a vizsgált épületnél keresztirányban kb. 1 cm-es süllyedéskülönbséggel lehet kalkulálni.

A várható süllyedések hatására az épületben nem várható tartószerkezeti sérülés, de kisebb károk előfordulhatnak. Mivel az épület vasbeton koszorúval rendelkezik, a vasalt szerkezet jól tompítja a süllyedések hatását. Az alapozásban nem valószínűsíthetjük a vasalást, ezért ennek hiánya némileg rontja a helyzetet.

A közműcsatlakozásokra is hatással lesz a süllyedés: az épület alapozása és a környezete másként mozog majd a különböző terhelés miatt. A mozgáskülönbségek sérülést okozhatnak a vezetékek csatlakozásainál.

A Szentkirályi utcával párhuzamos falakat közel azonos módon éri majd a süllyedés hatása, ezért ezeken a falakon kisebb az esélye a repedések kialakulásának. Az utcára merőleges falak esetében várható nagyobb valószínűséggel a repedések kialakulása.

4.2 A merevítőrendszert érintő változás a bontás során

A bontási folyamatot értékelő szakvéleményünkben részletesen vizsgáltuk, hogy a bontási munkák hogyan változtatják meg a megmaradó 29-31 szám alatti épület merevítőrendszerének viselkedését. Ennek eredményei a melléépítés szempontjából is lényegesek, ezért itt is közöljük.

Az épületek merevítőrendszere egy bonyolult, összefüggő rendszer. Csak az épületek komplex dinamikai vizsgálata alapján lehet megítélni, hogy milyen hatása lesz a bontásnak az épületekre.

Az épületeket a fentiek miatt megvizsgáltuk földrengés teherre (*külön dokumentációban mellékelve*). A vizsgálatot két állapotban végeztük el:

- a) a jelenlegi állapotban a két épületet egyben vizsgáltuk (27-29-31-es számokat egyben)
- b) a bontás utáni állapotban a megmaradó épületet önmagában vizsgáltuk (29-31-es számokat együtt)

A vizsgálat részletes ismertetését és részletes értékelését külön dokumentáció tartalmazza. Itt csak a lényeges pontjait emeljük ki az anyagnak.

A vizsgálat célja nem az volt, hogy az épületek megfelelőségét vizsgáljuk. Ehhez részletesebb információra lett volna szükség az épületek geometriájáról és az anyagminőségekről. A vizsgálat célja a változás minőségének a megállapítása volt. Azt néztük meg, hogy a bontás előtti és utáni állapotban hogyan változnak az épület elmozdulásai és a kihasználtságok.

Tekintettel arra, hogy az építés idején nem méretezték az épületeket földrengésre, arra lehetett számítani, hogy a szerkezetek nem fognak megfelelni a földrengés teherre. Ezt vissza is kaptuk a számítás eredményeként. Azonban az nem mindegy, hogy az a) és b) esetben hogyan változik a falak kihasználtsága és az elmozdulások mértéke, mert ez befolyásolja azt a biztonsági szintet, amivel a megmaradó épület rendelkezni fog a bontás után.

A vizsgálatot az AXIS VM szoftverrel végeztük. A földrengés terhet a vonatkozó szabvány és annak nemzeti melléklete szerint (EC8) vettük fel. A falakra jutó igénybevételeket pushover eljárással számoltuk. A falak ellenállását az EC8 szerint vettük fel.

A számítások eredményeit a lenti táblázatban foglalhatjuk össze:

	Szentkirályi 27-31.	Szentkirályi 29-31.
X irányú domináns lengésidő	1,13 [s]	1,25 [s]
célelmozdulás X irányban	159 [mm]	181 [mm]
relatív szinteltolódás X irányba	26,7 [mm]	30,2 [mm]
Y irányú domináns lengésidő	1,48 [s]	1,53 [s]
célelmozdulás Y irányban	189 mm	177 mm
relatív szinteltolódás Y irányba	31,7 [mm]	29,5 [mm]

Falszakaszok kihasználtsága		
	Szentkirályi 27-31.	Szentkirályi 29-31.
X irány – utcai homlokzat	1,25	1,35
X irány – első középfőfal	1,46	1,46
X irány – második középfőfal	1,25	1,20
X irány – udvari homlokzat	0,93	0,90
Y irány – 31. tűzfal	1,91	1,86
Y irány – déli lépcsőház	0,69	0,60
Y irány – északi lépcsőház	0,59	0,82
Y irány – 27-29. tűzfal	1,40	1,29

A számítások eredményei alapján az látható, hogy a bontás után az épület lágyabbá válik az X és az Y irányban is (a lengésidők nőnek mindkét irányban). Az épület elmozdulásai X irányban 13%-al nőnek abszolút értelemben és 11%-al a szintközi elmozdulások értelmében. Az Y irányban 6 és 7%-al csökkennek az elmozdulások és elmozduláskülönbségek.

A falak kihasználtságát egyes kiemelt falszakaszokon vizsgáltuk a földszinten (itt vannak a legnagyobb igénybevételek). A falak kihasználtsága számos helyen növekedett, de máshol csökkent.

Az, hogy az épület lágyabb, bizonyos értelemben kedvező, más vonatkozásban kedvezőtlen körülmény. A lágyabb épületek „jobbra tolódnak” a válaszspektrum görbén, ezért az igénybevételek csökkenhetnek. Egyes falszakaszok kihasználtságán ez meg is jelenik. Azonban a lágyabb épület nagyobb elmozdulásokat szenved, ami nagyobb repedéseket okoz. Ennek kisebb a jelentősége teherbírasi határállapotban, amikor is azzal számolunk, hogy az egész épület nagyobb repedéseket szenved ahhoz, hogy képlékeny teherátrendeződéssel kedvezőbb erőeloszlást kapjunk az épületen belül. Azonban alacsonyabb teherszinten, kisebb földrengés teher esetén, amikor még nem a tönkremenetel, hanem a korlátozott károk követelménye számít, nagyobb károk keletkeznek majd az épületen.

A vizsgálat eredményeként megállapíthatjuk, hogy kis mértékben (~2,6%) javulni fog az épület földrengéssel szembeni biztonsága a bontás után a legjobban igénybe vett fal alapján. De itt meg kell jegyezni azt, hogy mindkét esetben elégtelen az épület merevítőrendszerének a teherbírása földrengés teherrel szemben, csaknem másfélszeres a túlterheltség mértéke.

A várható károk mértéke (~13%) növekszik kisebb földrengések esetén. Összességében az épület érzékenyebbé válik földrengés teherrel szemben.

4.3 Az új épületek hatása a meglévő épületekre földrengés esetén

Az építési engedélyezési eljáráshoz készített tartószerkezeti műszaki leírás [Markovics 2023] és számítás tartalmazza az épület merevítésének az ismertetését. A leírás alapján a tervezett szerkezetek vízszintes terhekkel szembeni biztonságát a vasbeton falszerkezetek biztosítják. Az épület méretei miatt a földrengés teher a mértékadó a szélteherrel szemben.

A leírás szerint a tervezők nem a szabvány szerinti földrengés terhelést használták a vizsgálatok során. Idézzük a tervezőket:

„Hogy a terület jellemzői alapján a földrengési terhet pontosabban meg tudjuk határozni, alkalmaztuk a témában a Dr. Simon József okl. mérnök által készített szakvélemény adatait és megállapításait. Eszerint a meghatározó földrengések a területen 82%-ban 5,5 magnitúdó alatt maradnak, mely alapján az EC8-1 3.2.2.2. 2(P) 1. megjegyzése szerint az alkalmazandó válaszspektrum alakja a 2-es típusú szabványos spektrummal jellemezhető. A sziklára számított talajgyorsulás pedig $0,8\text{m/s}^2$ -re vehető fel.”

A hivatkozott szakvélemény (Dr. Simon József) nem része a dokumentációnak, ezért annak pontos tartalmát nem ismerhettük meg. Ismerve a földrengésteherre való méretezés szokásos módszereit a lokális spektrum alkalmazása lehet a hivatkozás alapja annak, hogy a zóna-besorolás szerinti $1,37\text{m/s}^2$ -es gyorsulás helyett számoltak. Azonban ebben az esetben a szabvány szerinti spektrum görbéket nem lehet alkalmazni, sem az 1-es sem a 2-es spektrum nem alkalmazható, hanem egyedi spektrumot kell felvenni a helyi adottságokhoz igazodva. Elvi hiba az egyedi gyorsulás érték alkalmazása a szabványos görbével együtt.

További hiba a számításokban, hogy a pillérek merevségét $1,0$ -s értékkel veszik fel. Ha igaz is, hogy a pillérek erősebben vasaltak a falaknál, dinamikus terhelés esetén a repedések jelentősen csökkentik a vasbeton keresztmetszetek inerciáját. Az erős vasalás és a nyomó igénybevétel miatt elképzelhető, hogy a $0,5$ -ös csökkentés túlságosan konzervatív értéket ad, de az $1,0$ -s érték biztosan túlságosan megengedő. Azonban mivel a falak merevsége dominál a merevítésben, ennek a körülménynek a hatása nem jelentős, de nem is elhanyagolható.

A leírás szerinti III. fontossági osztályba való sorolás helyes tekintettel az épület funkciójára.

A Geotechnikai jelentés szerint felvehető lenne a mértékadó talajgyorsulás 70% -a is, amivel a tervezők nem éltek. Ebben egyetértünk a tervezőkkel: a gyorsulásérték 70% -ának alkalmazása elvi hibát eredményezne a méretezésben. (Sajnos az EC8 bevezetésekor bekerült ez a csökkentési lehetőség a köztudatban, és azóta is fel, feltűnik.)

A földrengés számítások alapján az épület maximális eltolódása a földrengés hatására 43mm . Az előírt távolság a telekhatártól 50mm , ami elvileg megfelelő érték ahhoz, hogy földrengés esetén az új épület és a szomszéd ne ütközessen össze. Azonban tekintettel kell lennünk arra, hogy a meglévő épület is mozogni fog. Mivel a meglévő épület közvetlenül a telekhatáron áll, ezért annak a mozgásának már nem marad hely.

Az elvárható gondosság az lenne, ha az új épületet úgy építik meg, hogy a meglévő épület felé a távolság a duplája legyen a számított maximális elmozdulásnak. Azaz minimum 86mm -es távolságra lenne szükség. A meglévő állapothoz alkalmazkodni kellene a szükséges biztonsági szint elérése érdekében.

Itt szeretnénk kiemelni ismételten, hogy a földrengésteher felvétele számos ponton bizonytalan. A tervezők a megítélésünk szerint alulbecsülték a földrengés hatását, így a várható elmozdulások is nagyobbak, és nagyobb dilatációs hézag felvételére lenne szükség emiatt is.

Felmerülhet az, hogy minden épületnek a saját telkén belül kell biztosítani a mozgásra a teret. Azonban ez a meglévő épületek esetén utólag már nem kialakítható. Viszont az új és a meglévő épület szempontjából is biztonságos állapotnak kell előállnia egy új építkezés után. A jelen építés esetén az a körülmény is figyelmet érdemel, hogy az új épület kialakításának érdekében bontják el a 27-es szám alatti épületrészt, mely része volt a 29-31 alatti épületnek, így a bontás utáni kontúr az új építési folyamat eredményeként áll elő esetünkben, tehát valójában ez is az új építés közreműködőinek a felelőssége.

A tervezőknek nem volt kötelessége vizsgálni a 29-31-es épületek várható elmozdulásának a mértékét, ezért nem tudhatták azt, hogy az épület várható elmozdulása földrengés hatására 150 mm felett van. Ez azt jelenti, hogy ~20 cm-es hézag kialakítása lenne indokolt a biztonság érdekében.

Az új épületek tervezése a meglévő épületek bontásától független eljárásban készült más tervezőkkel. A bontási folyamatok tervezőinek vizsgálniuk kellett volna a meglévő és megmaradó 29-31. épület merevítőrendszerének változását a bontás következtében, és az lehetőséget adott volna az új projekt tervezőinek a helyes dilatációs távolság felvételére.

5. Összegzés

A Budapest, VIII. kerületi, Józsefváros Önkormányzat megbízásából a BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéke megvizsgálta a Budapest, Szentkirályi utca 29-31. szám alatti épület tartószerkezeteit. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsa, milyen hatások várhatóak a szomszédban felépítendő új campus épületeinek kialakítása miatt a meglévő épületeken.

A korábbi vizsgálatainkban tisztáztuk azt, hogy a 27. és a 29-31. szám alatt álló épületek egyszerre épültek és egybe épültek. A két épületet elválasztó fal közös szerkezet a két épület között. Ezen túlmenően az alapozás szerkezete is közös kell legyen. Emiatt a bontási folyamat számos kérdésben kihat a megmaradó épületre. A bontási folyamat por, zaj és rezgés terhelést jelent a környezetében, különösen magas mértékben az egybeépített 29-31. számú épületben. Lokális károkra lehet számítani a bontási munkák környezetében. Ezen túlmenően az épület merevítőrendszere megváltozik, és ezt a változást a tervezők nem kezelik.

A melléépítés során két síkon csatlakozik az új projekt a meglévő épülethez: a Szentkirályi utcára merőlegesen a 27-es szám felőli oldalon és a Szentkirályi utcával párhuzamosan a hátsó udvarban. A merőleges oldalon közvetlen melléépítés készül, a hátsó udvarban ~14 m-es távolság lesz a régi és az új épület között.

A közvetlen csatlakozás mentén a tervezett új épület munkagödre ~2 m-el lesz a meglévő alapozási síkja alatt. Jet-Grouting aláalapozás készül a biztonságos megtámasztás érdekében. Ez műszakilag megfelelő megoldás, hasonló helyzetekben gyakran alkalmazzák ezt Budapesten. Gondos kivitelezés mellett is várható ~1 cm-es süllyedés, ami tönkremenetelt nem eredményez, de kisebb repedések kialakulhatnak miatta az épületen.

A hátsó udvarban készülő 4 szint mély pince munkagödre ~14 m mély, ezért a nagyobb távolság mellett is várható, hogy 1-1,5 cm-t süllyed majd az épület ebbe az irányba eső homlokzata, de az átellenes oldalon is kialakulhat kisebb süllyedés. Számottevő repedéseket elsősorban a harántfalakon valószínűsíthetünk, a homlokzatok károsodásának az esélye kisebb.

Mivel a vizsgált épület valószínűleg vasbeton koszorúkkal készült, az alapozás mozgásainak hatása csillapítva van a felsőbb szinteken.

Az építészeti és tartószerkezeti dokumentációból kiolvasható információk alapján az új épületek várható elmozdulása földrengés hatására elérheti a meglévő épületet. A betervezett dilatációs hézag ugyan eléri a számított elmozdulás értékét, de ennek minimum a duplájára lenne szükség a biztonságos elválasztás érdekében. A meglévő épület rezgési tulajdonságait figyelembe véve kellett volna felvenni a dilatációs hézag szélességét. Emellett vitatható a földrengés hatásának a felvételének a módja is: olyan csökkentésekkel élt a tervező, melyek nem kellően alátámasztottak és nem konzekvensek, így alulbecsülik a valódi várható értékeket.

Összességében elmondható, hogy a melléépítés az alapozás és süllyedés szempontjából a belvárosi építések esetén szokásos kockázatokat hordozza: gondos kivitelezés mellett biztonságosan lebonyolítható, de még ilyen esetben is számítani lehet kisebb szerkezeti repedések kialakulására. A melléépítés vonalán kialakuló dilatációs hézag viszont nem megfelelő: a számításba vett földrengés hatás alulméretezett és még ehhez képest is kicsi a betervezett dilatációs hézag szélessége.

6. Fotó dokumentáció

6.1 Utcafront





6.2 Udvari homlokzat

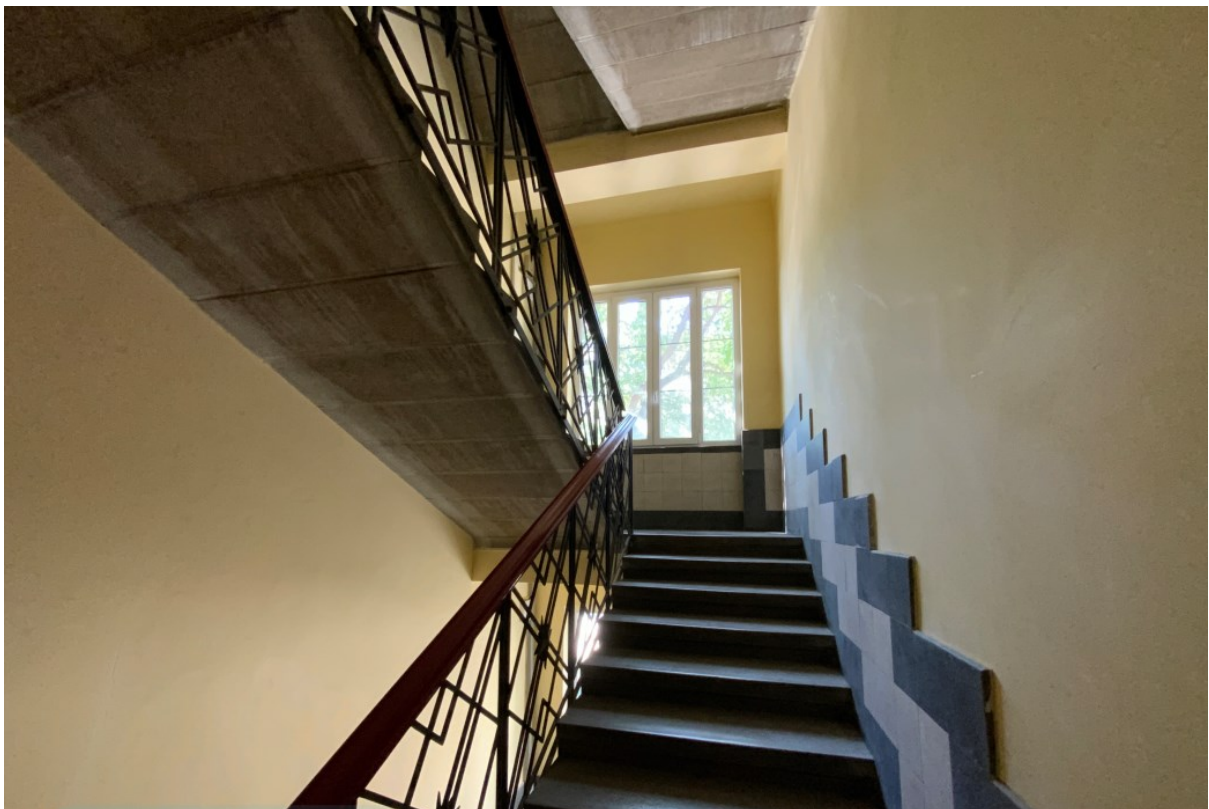


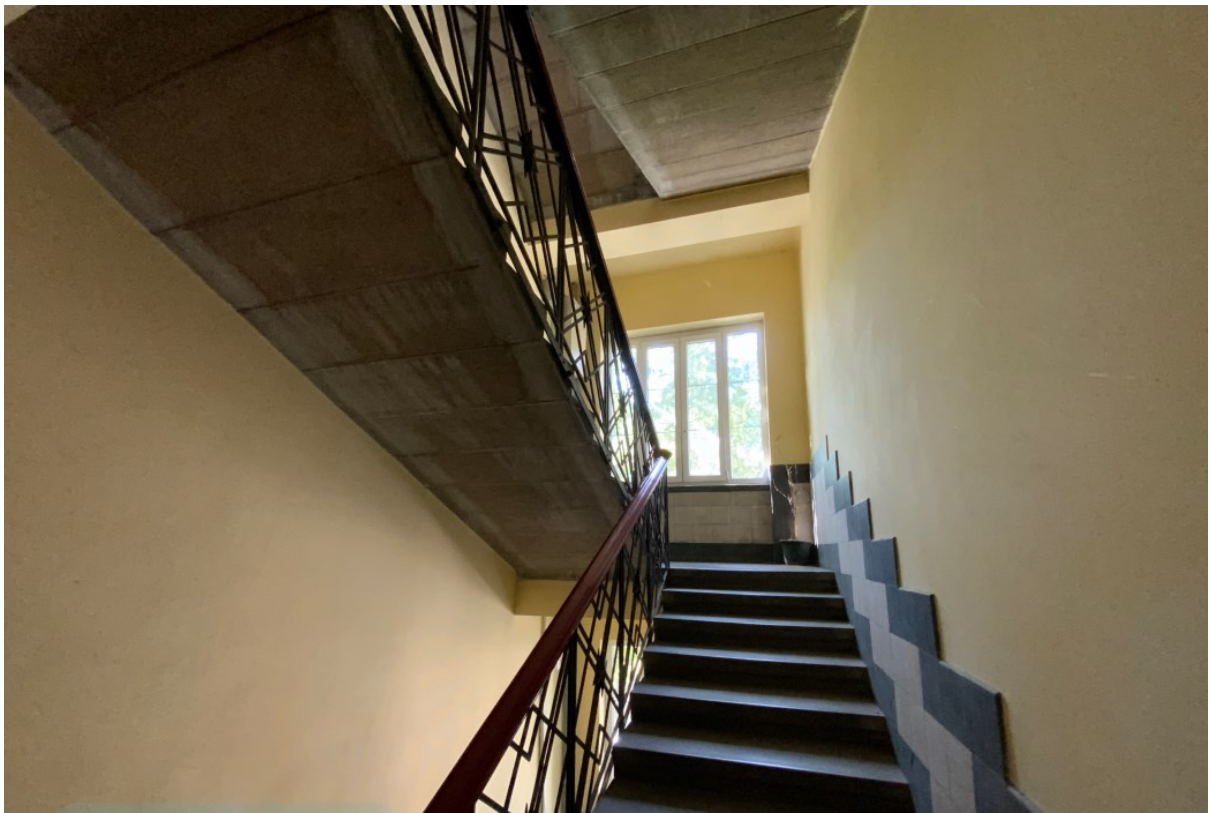


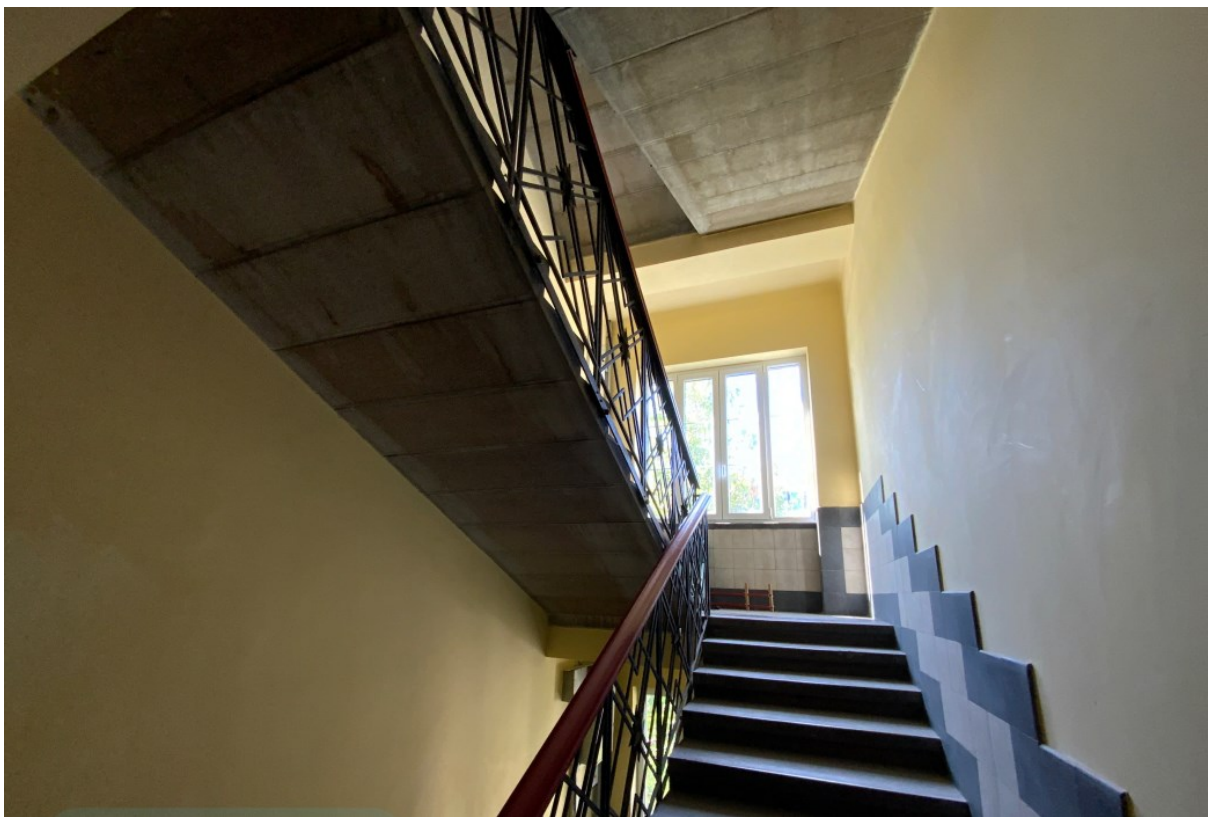


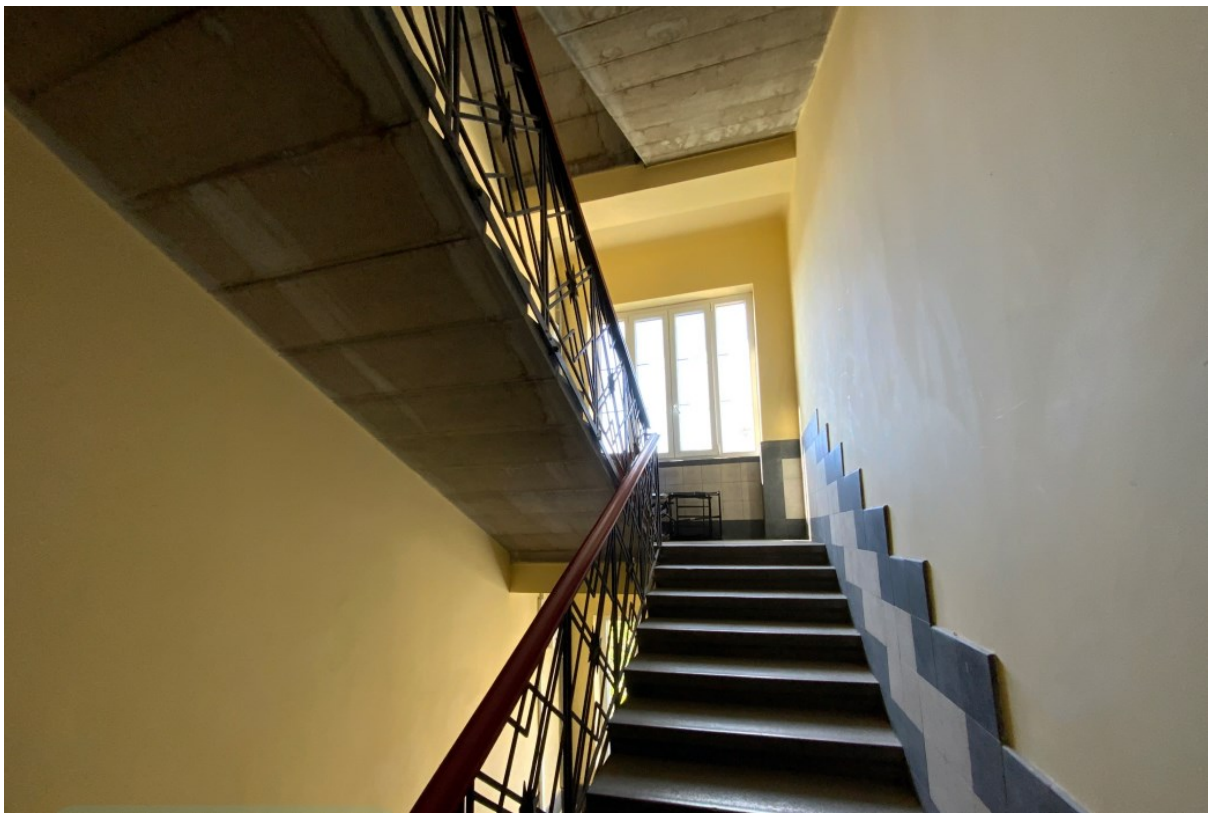


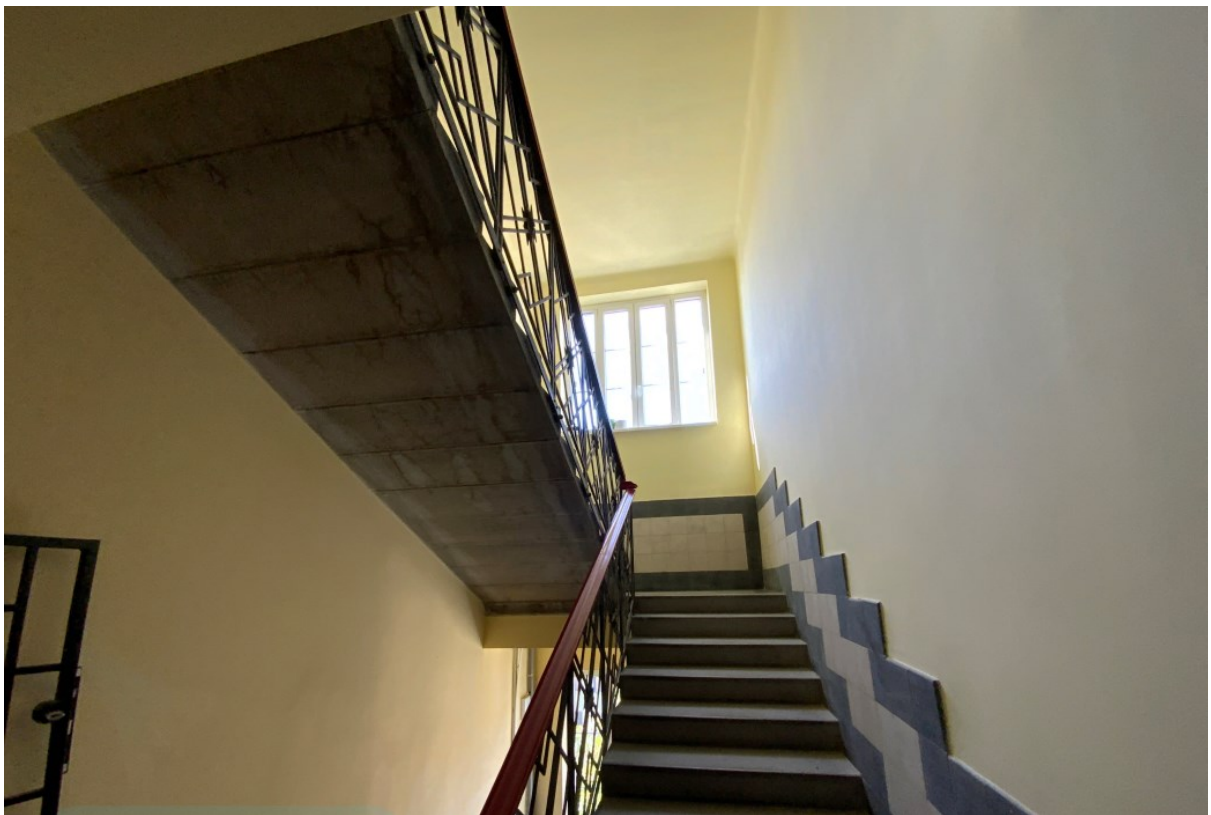
6.3 Az északi lépcsőház











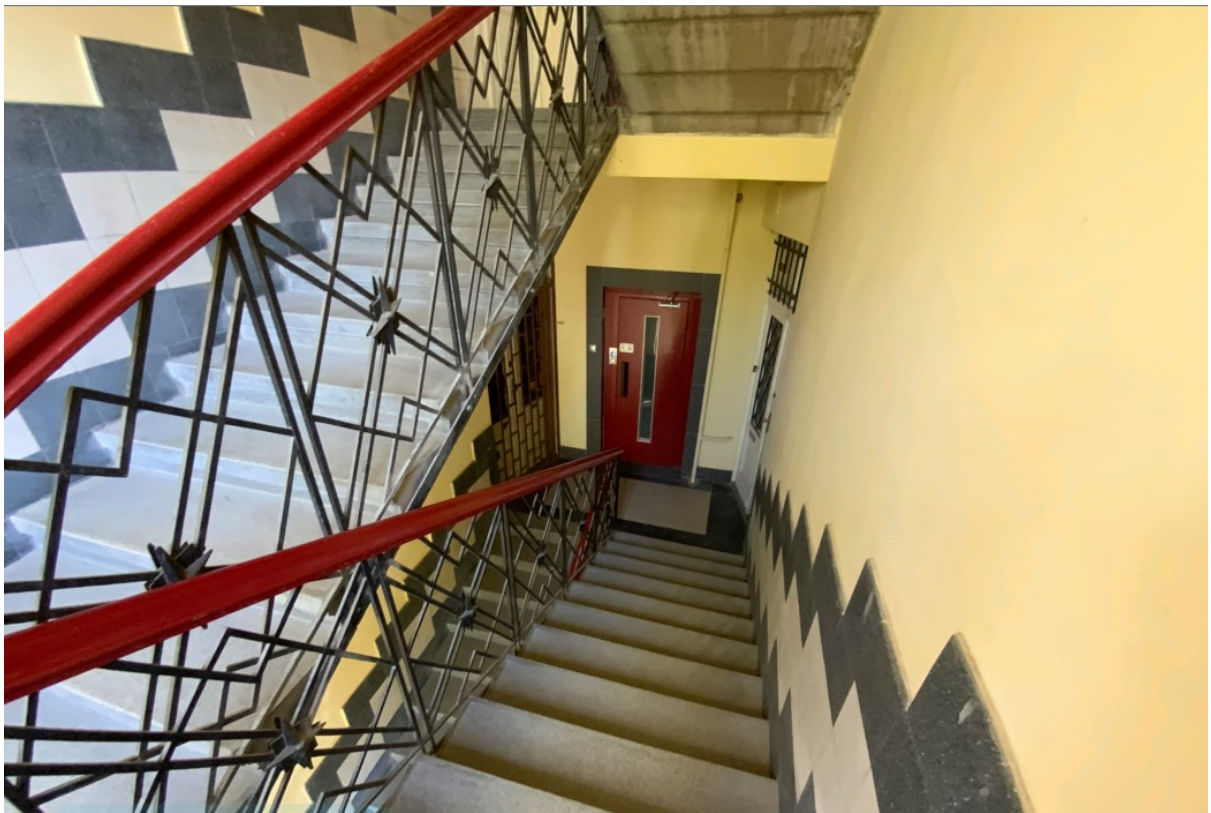


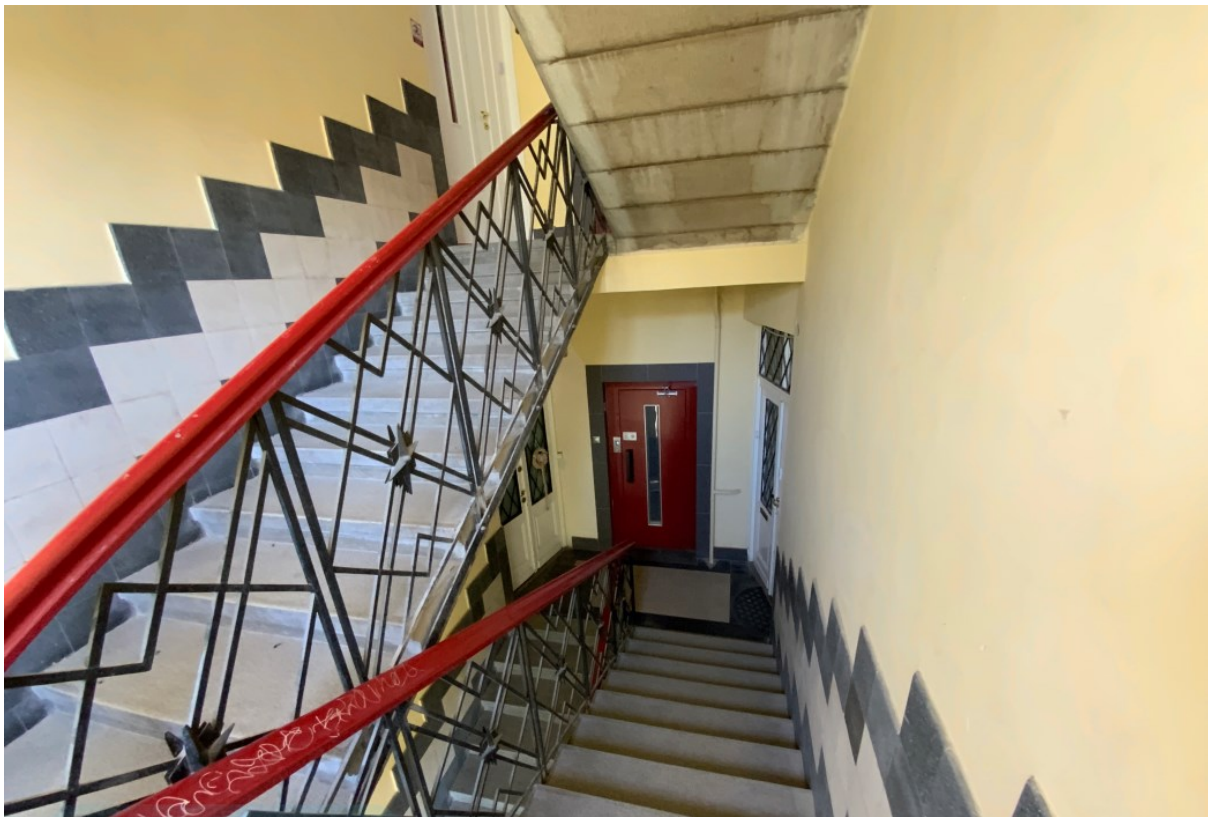
6.4 A déli lépcsőház















6.5 A tető



