

PÓTKÉZBESÍTÉS

07/71-9/2024



TÁJÉKOZTATÓ

Budapest Főváros VIII. kerület Józsefvárosi Önkormányzat
Képviselő-testülete számára

19

Előterjesztő: Pikó András polgármester, Rádai Dániel alpolgármester					
A képviselő-testületi ülés időpontja: 2024. november 21. sz. napirend				
Tárgy: Tájékoztatás a Pázmány Campus beruházással kapcsolatban					
A napirendet nyilvános ülésen kell tárgyalni, döntés nem szükséges.					
ELŐKÉSZÍTŐ SZERVEZETI EGYSÉG: POLGÁRMESTERI KABINET					
KÉSZÍTETTE: DR. DOMJÁN DOROTTYA KABINETVEZETŐ-HELYETTES					
PÉNZÜGYI FEDEZETET IGAZOLÁSA: PÉNZÜGYI FEDEZETET NEM IGÉNYEL					
JOGI KONTROLL: <i>[Signature]</i>					
BETERJESZTÉSRE ALKALMAS: <i>Dr. Bojsza Krisztina</i> DR. BOJSZA KRISZTINA ALJEGYZŐ					
<table border="1"> <tr> <td>Érkezett: 2024. NOV. 14.</td> <td>Szám: 02/325-25/2024</td> </tr> <tr> <td>Melléklet:</td> <td>Előzmény: EA</td> </tr> </table>		Érkezett: 2024. NOV. 14.	Szám: 02/325-25/2024	Melléklet:	Előzmény: EA
Érkezett: 2024. NOV. 14.	Szám: 02/325-25/2024				
Melléklet:	Előzmény: EA				
Pénzügyi és Tulajdonosi Bizottság véleményezi	-				
Társadalmi Ügyek Bizottság véleményezi	-				
Városfejlesztési, Környezetvédelmi és Közterület-hasznosítási Bizottság véleményezi	X				
Határozati javaslat: A Városfejlesztési, Környezetvédelmi és Közterület-hasznosítási Bizottság megismerte a tájékoztatóban foglaltakat, és támogatja a tájékoztató tudomásul vételét.					

Tisztelt Képviselő-testület!

1. Előzmények

A Magyar Rádió egykori területén, kiemelt kormányzati beruházásként megvalósuló Pázmány Campus fejlesztés kapcsán az érintett épületekre vonatkozó bontási engedélyt az építésügyi hatóság 2023. decemberében adta ki. Annak ellenére, hogy az engedélyt Budapest Főváros VIII. kerület Józsefvárosi Önkormányzata (a továbbiakban: Önkormányzat) és több más érintett is bíróság előtt megtámadta, amely per még folyamatban van, azonban precedens értékű Magyarországon, hogy közigazgatási per ellenére megkezdődött a bontás.

Az Önkormányzat 2024. szeptemberében szakértői szerződést kötött a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel (a továbbiakban: BME). A szerződés megkötésének célja az volt, hogy az Önkormányzat a bontással szomszédos épületeket és ezzel az ott lakókat fenyegető veszélyeket idejében felmérje. A BME szakértelme révén a szerződés alapján elvégzett statikai felmérés lehetőséget nyújt a beruházás hatásainak előzetes felmérésére, és ezzel a szükséges megelőző intézkedések meghozatalára a környező épületek és a lakók védelme érdekében.

A szakértői szerződés tárgya a beruházás közvetlen szomszédságában lévő 4 épület állékonysági és diagnosztikai vizsgálata, valamint a bontások miatt leginkább érintett Szentkirályi u. 29-31. épület tartószerkezeti vizsgálata.

A vizsgálat 3 részből áll:

- az érintett 4 társasházi épület tartószerkezeteinek állapottrögzítése,

ÉRKEZETT

2024 NOV 14.

15:55
C

[Signature]

- a vizsgálandó épületek tartószerkezeteinek vizsgálata a melléépítések vonatkozásában,
- a Szentkirályi utca 29-31. alatti épület tartószerkezeti vizsgálata a bontási munkálatok függvényében.

A vizsgálati anyag még nem teljes, az eddig elvégzett szakértői felmérések alapján a **társasházi épületek tartószerkezeteinek állapottrögzítése és a Szentkirályi u. 29-31. épület bontási munkálatokra tekintettel történő tartószerkezeti vizsgálata készült el.** Ez utóbbi olyan jelentős megállapításokat tartalmaz, ami szükségessé teszi a Képviselő-testület erről való tájékoztatását.

A tájékoztatást különösen aktuálissá teszi az, **megkezdődött a Szentkirályi u. 27. sz. épület bontása** – függetlenül a folyamatban lévő pertől és a perben függőben levő, a két épület közötti viszony megállapítására irányuló statikai szakértő kirendelése iránti kérelemtől; a Fővárosi Törvényszék 2024. október 28-i végzésétől, mely szerint a bíróság a II. rendű felperes és a felperesi érdekelt azonnali jogvédelem iránti kérelmeinek részben helyt adva elrendelte, hogy nem bontható a Szentkirályi utca 29-31. és 27. épület között megmaradó határoló fal alatti alapozás, valamint, hogy a szakvélemény alább a 2.2 pontban kiemelt kérdései sem tisztázottak.

2. Vizsgálati eredmények

A szakértői felmérés alapján megállapítható, hogy a bontás az alábbi kritikus pontokon hordoz olyan veszélyeket, amelyek figyelmen kívül hagyása beláthatatlan következményeket hordoz:

Dinamikus és vibrációs károk a bontás során: A bontási munkálatok – különösen a közös falak bontása és az ütési, rázkódási hatások – közvetlen veszélyt jelentenek a 29-31-es épület szerkezeti épségére, mivel az átgyűrűző rezgések gyengíthetik a meglévő szerkezetet. Ez a lakókra és az épületre nézve hosszú távon is veszélyeket rejt.

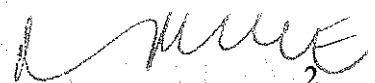
Talaj- és alapozási károk: A bontáskor fellépő talajmozgások, gödörásások miatt a megmaradó épület alatt is süllyedés és stabilitásvesztés léphet fel. A talaj sérülése pedig az épület dőléséhez és további szerkezeti gyengüléséhez vezethet, amit a statikai vizsgálatok is kiemeltek.

Stabilitás és szerkezeti gyengülés: A két épület egymásra alapozva és egymáshoz kapcsolódva épült, így a 27. számú épület elbontása a 29-31-es számú épület merevségét és stabilitását jelentősen csökkenti. A bontási műveletek során ezek a közös falak károsodhatnak. Ennek következménye lehet, hogy a megmaradó épület homlokzati részei és a belső terek is kisebb sérüléseket szenvedhetnek.

Ellenállóság gyengülése, fokozott földrengésveszély: A statikai vizsgálatok azt mutatják, hogy a bontás miatt a 29-31-es épület szerkezeti állóképessége csökken, így egy földrengés nagyobb és kiterjedtebb károkat okozhat. Az épület földrengésvizsgálata szerint már egy kisebb, vagy közepes földrengés is veszélyes lenne a megmaradó épületre, a földrengési előírásoknak nem felelne meg teljesen és egy egyszerű rázkódás is súlyos repedéseket és szerkezeti károkat eredményezhet.

Javaslatok figyelmen kívül hagyása: A dokumentum több biztonsági javaslatot is megfogalmazott – például óvatos bontási módszerek alkalmazását és megerősítő szerkezeti módosításokat a 29-31-es épületen. Ezek elmulasztása nemcsak az épület károsodását, hanem az ott élők veszélyeztetését is jelentené.

2.1. Társasházak tartószerkezeti állapotfelmérése



2

A BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéke tartószerkezeti állagfelmérést végzett a következő épületeken: Szentkirályi u. 23., Szentkirályi u. 29-31., Szentkirályi u. 33-35, Bródy Sándor u. 9.

A tartószerkezetek állapotrögzítése épületenként történt. A szakértők az épületeket lakásonként bejárták, a látható tartószerkezeti hibákról, károkról, feljegyzést és fényképet készítettek, valamint az egyes épületekről rövid értékelés készült. Az elkészült dokumentáció rögzíti az épületek állapotát, ami alapján ellenőrizhető lesz majd a későbbiekben, hogy egy-egy elváltozás az építési munkálatok alatt következett-e be vagy azok már korábban is megvoltak.

Azok, akiknek a lakásában a felmérés megtörtént, tájékoztatásul megkapják a saját lakásukra vonatkozó dokumentációt.

2.2. Tartószerkezeti szakvélemény a Szentkirályi u. 29-31. épületről

A BME Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszéke megvizsgálta a Szentkirályi u. 29-31. szám alatti épület tartószerkezeteit. A vizsgálat célja az volt, hogy megállapítsa, milyen hatások várhatóak abból, hogy a Szentkirályi utca 27. szám alatt álló épületet elbontják. Az elkészült Tartószerkezeti Szakvéleménynek a bontási munkák hatásait bemutató fejezete a tájékoztató 1. melléklete, a földrengésvizsgálatot bemutató fejezete a tájékoztató 2. melléklete.

A vizsgálat megállapította, hogy a Szentkirályi u. 29-31. sz. épület ugyan külön helyrajzi számon szerepel, de együtt és egyben épült a Szentkirályi u. 27. számú házzal. A rendelkezésre álló információk alapján **a két épületet elválasztó fal közös, nem két független tűzfal választja el az épületeket.** Ezt alátámasztja az, hogy a két épület egy ütemben, egy tervezési és építési folyamatban épült; a tervlapok alapján a fal kb. 45 cm vastag; a fal nem fut a tető síkja fölé, egyes helyeken látszik, hogy **az épületek főfalai kötésben vannak falazva; a bontási dokumentáció is egybeépített szerkezetként hivatkozik a két épületre.**

Ez azt jelenti, hogy a **bontás során óhatatlanul gyengül a megmaradó falszakasz.** Az alapozás szerkezetei is egybeépültek, ezért a **bontás során lokálisan sérülhetnek a megmaradó épület szerkezetei.**

A bontási engedély megtámadására indított közigazgatási perben **azonnali jogvédelem** keretében kértük, hogy a bontás ne induljon el, illetve a Szentkirályi u. 29-31. társasház kérte a **bontás leállítását** a Szentkirályi u. 27. sz. épület tekintetében. A bíróság ezzel kapcsolatban részben helyt adott az azonnali jogvédelem iránti kérelemnek, azonban csak annyiban, hogy a két épületet elválasztó fal alatti alapozás bontását nem engedte. Ez azonban egyáltalán nem jelent megoldást, mert ha az alapozáson kívüli többi rész bontása megtörténik, az a vizsgálat alapján komolyan veszélyezteti a megmaradó épületet.

Tekintettel arra, hogy a két épület egy szerkezetként épült, egy egységet alkot, ezért a bontási folyamat megtervezéséhez **számos kérdést tisztázni kellene, amelyekre a bontási dokumentáció nem ad választ:**

- mely szerkezetek azok, amelyek elbontása lehetséges anélkül, hogy a megmaradó épület sérülne, illetve anélkül, hogy az épület biztonságos működése akadályokba ütközne?
- milyen módon, milyen eszközökkel végezhető el az egybeépült tartószerkezetek bontása?
- milyen rezgési és zaj terhelés fogja érni a megmaradó szerkezetek lakóit a bontási folyamat során és ez mennyi ideig tart?



- milyen intézkedésekre van szükség ahhoz, hogy az alapozás szerkezete, az általaj ne sérüljön a bontás során, különös tekintettel arra, hogy a teherhordó talajnedvességre érzékeny, folyósodásra hajlamos?
- milyen módon történik a lakók élet és vagyonbiztosítása a bontás során?

A tartószerkezeti elemek bontása kézi szerszámok alkalmazása esetén is nagy zajjal, rezgéssel és porral jár. Ennek hatása lesz a megmaradó épületre és az épület használóira is. Mivel a megmaradó és a bontandó épületek nagy felületen egybe vannak építve, **a tartószerkezetek akadály nélkül átvezetik a zajt és a rezgéseket egyik épületről a másikra.**

Az épületeket a BME megvizsgálta földrengés terhelésre is. A vizsgálat célja annak megállapítása volt, hogy a bontás előtti és utáni állapotban hogyan változnak a megmaradó Szentkirályi u. 29-31. épület adottságai. A vizsgálat eredményként **az épület összességében érzékenyebbé válik földrengés terheléssel szemben, a várható károk mértéke növekszik kisebb földrengések esetén.** A Szentkirályi u. 27. épület elbontásával a megmaradó társasház kisebb földrengések esetén kedvezőtlenül reagál, a **csatlakozó szerkezetek (burkolatok, nyílászárók, csőhálózatok, bútorok stb.) tönkremenetele még mérsékelt földrengés esetén is nagyobb lesz, mint a jelenlegi állapotban volna.**

Melléklet:

1. számú melléklet: Tartószerkezeti Szakvélemény – Szentkirályi utca 29-31., a Szentkirályi u. 27. alatti épület bontási munkáinak hatása
2. számú melléklet: Tartószerkezeti Szakvélemény – Szentkirályi utca 29-31., Földrengésvizsgálat

Kérjük a tájékoztató tudomásul vételét.

Budapest, 2024. november ...^{11.}

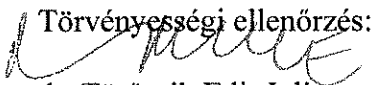


Pikó András
polgármester



Rádai Dániel
alpolgármester

Törvényességi ellenőrzés:



dr. Töröcsik Edit Julianna
jegyző





Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék



Tartószerkezeti Szakvélemény

Budapest, VIII. kerület
Szentkirályi utca 29-31.

A Szentkirályi utca 27. alatti épület
bontási 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 5.

[Handwritten signature] 5

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.....	10
3.3	Az épület tartószerkezeteinek állapotának értékelése.....	16
4	A bontási folyamat értékelése.....	16
4.1	A tervezett bontás ismertetése.....	16
4.2	A bontás hatása vizsgált épületre.....	16
4.3	A tartószerkezetek összefüggései a csatlakozás környezetében.....	17
4.4	A merevítőrendszert érintő változás.....	18
5	Összegzés.....	20

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 állapotörögzítése:
 - 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 Városerősségi 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 munkálatok 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 c) pont szerinti vizsgálatokat írja le.

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, Bródi 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 hidrogeológiai szakvéleménnyel. Műszaki leírás. Kék Csermely Vízvédelmi és Környezetgazdálkodási Tervező és Szervező Kft., 2023.

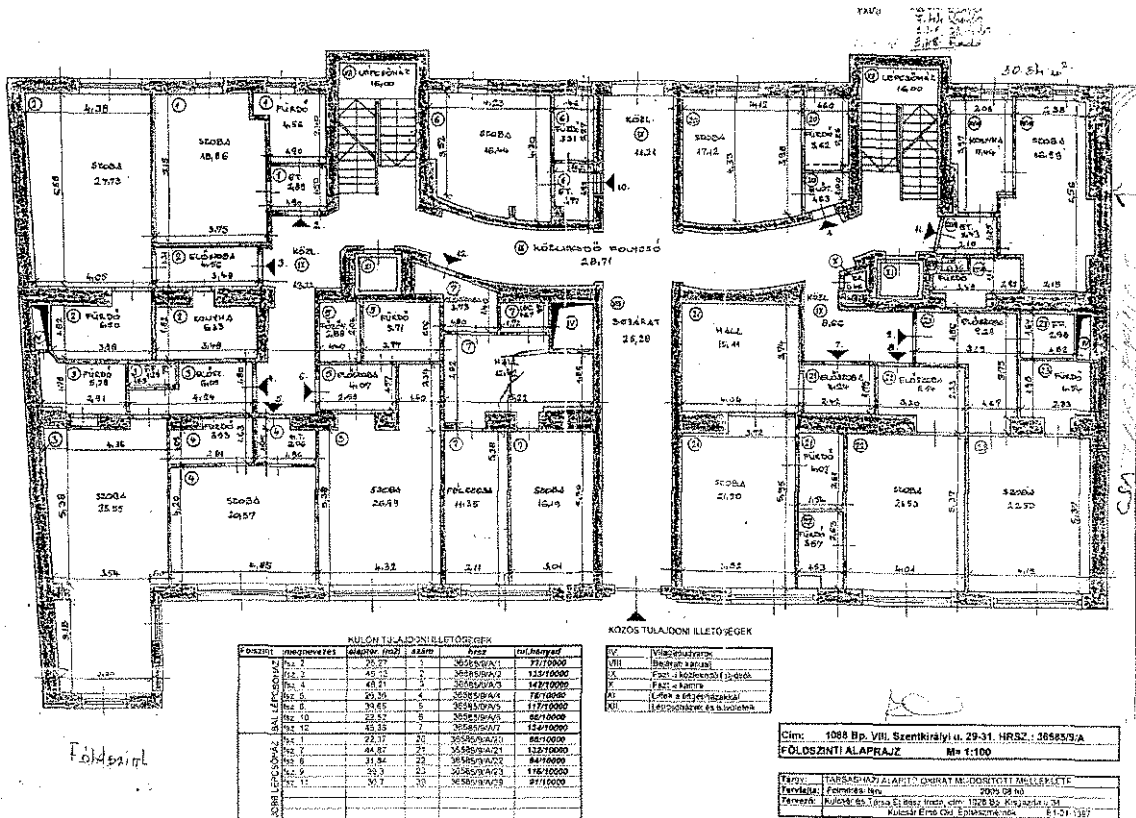
Tartószerkezeti műszaki leírás és számítás, Pázmány Péter Katolikus Egyetem Új Campus – oktatási tömb, építési engedélyezési terv. Markovics Péter, 2023.

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, magassföldszint plusz négy szint magas, valamint a tetőteret is beépítették a nyolcvanas években.

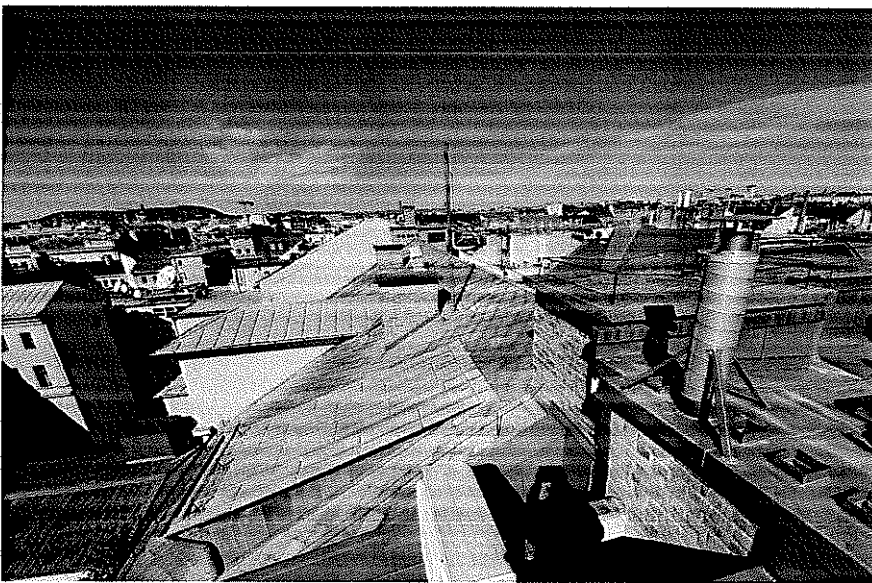
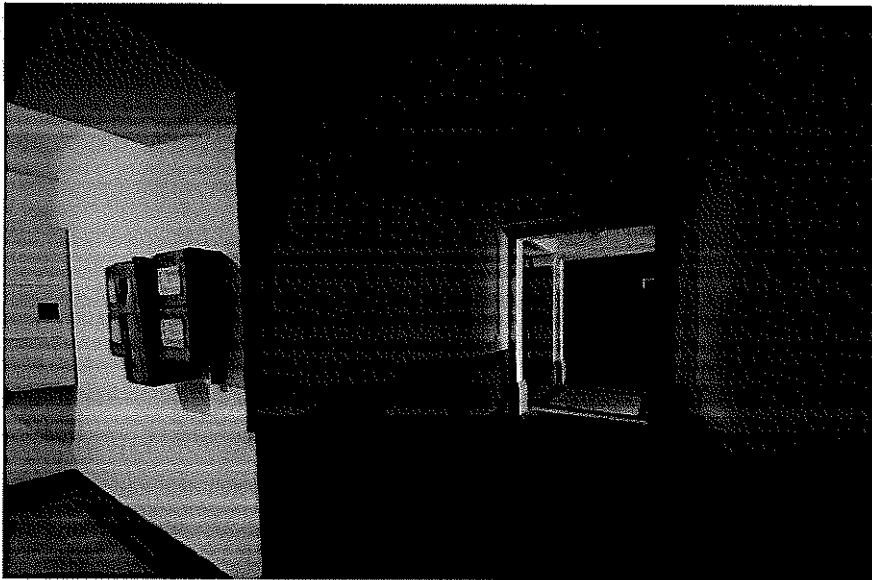


Az épület hosszfólas kialakítású. Középfolyosós kialakítású, de a középfolyosó csak a földszinten megy végig. Az épületben két lépcsőház és két lift található.

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.

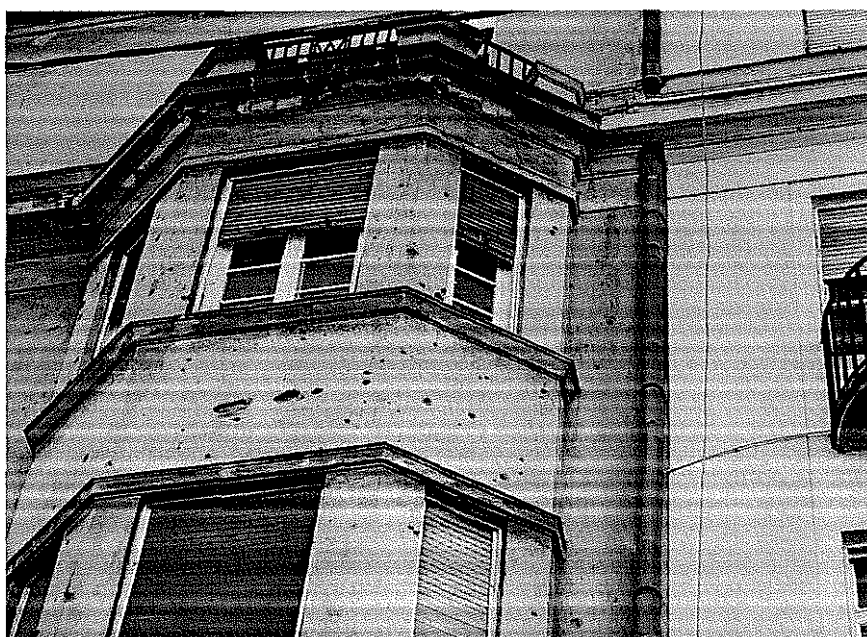
Az épület a kor szokásaihoz illeszkedő technológiákkal készült: a falak tömör téglából készültek, a födémek acél gerendás Horcsik rendszerrel épültek. A fedélszék ácsolt szerkezet.

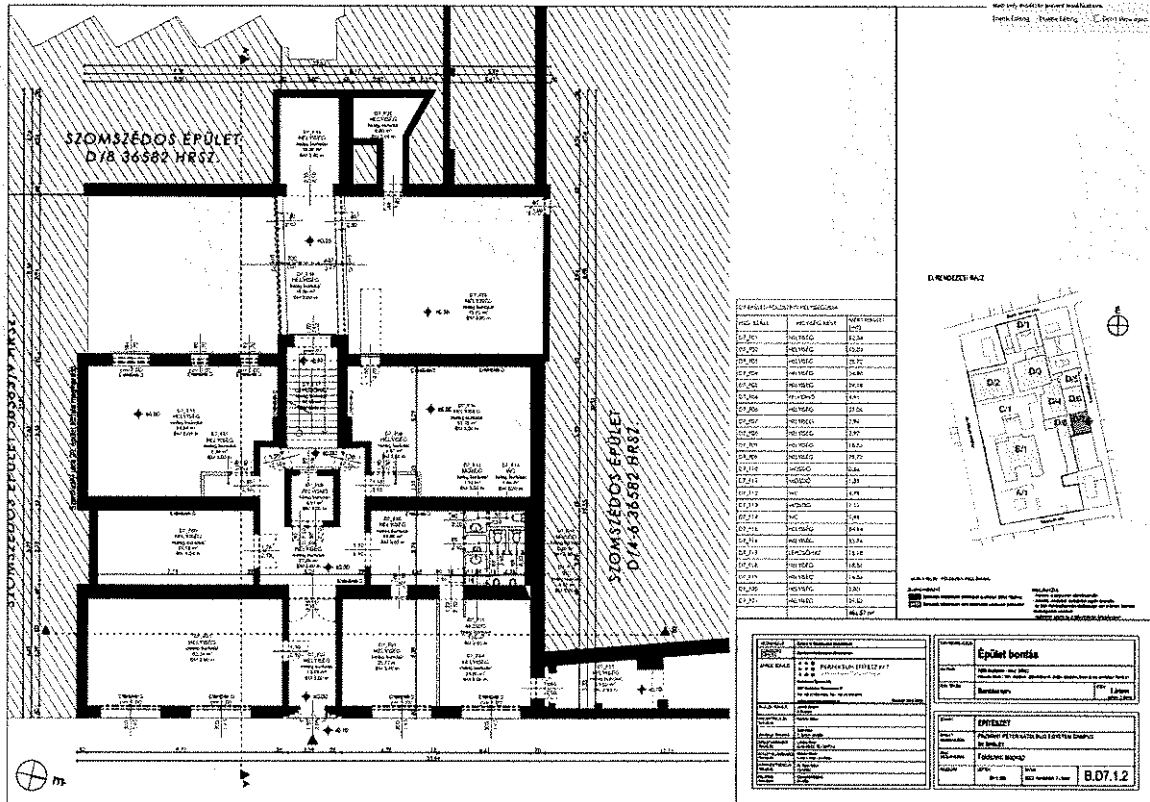
[Handwritten signature]
10



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 belövésesek történtek.





Handwritten signature 13

3.2 A tartószerkezetek ismertetése

Az épület alapozás szerkezeteiről közvetlen adatunk nincs. A kor szokásait és a környező épületek alapján téglaválasztást 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 ($\varphi=27-29^\circ$, $c=0$). Azonban fontos kiemelni, hogy egyszemcsés, nedvességre érzékeny, folyósodásra hajlamos ez a talajréteg.

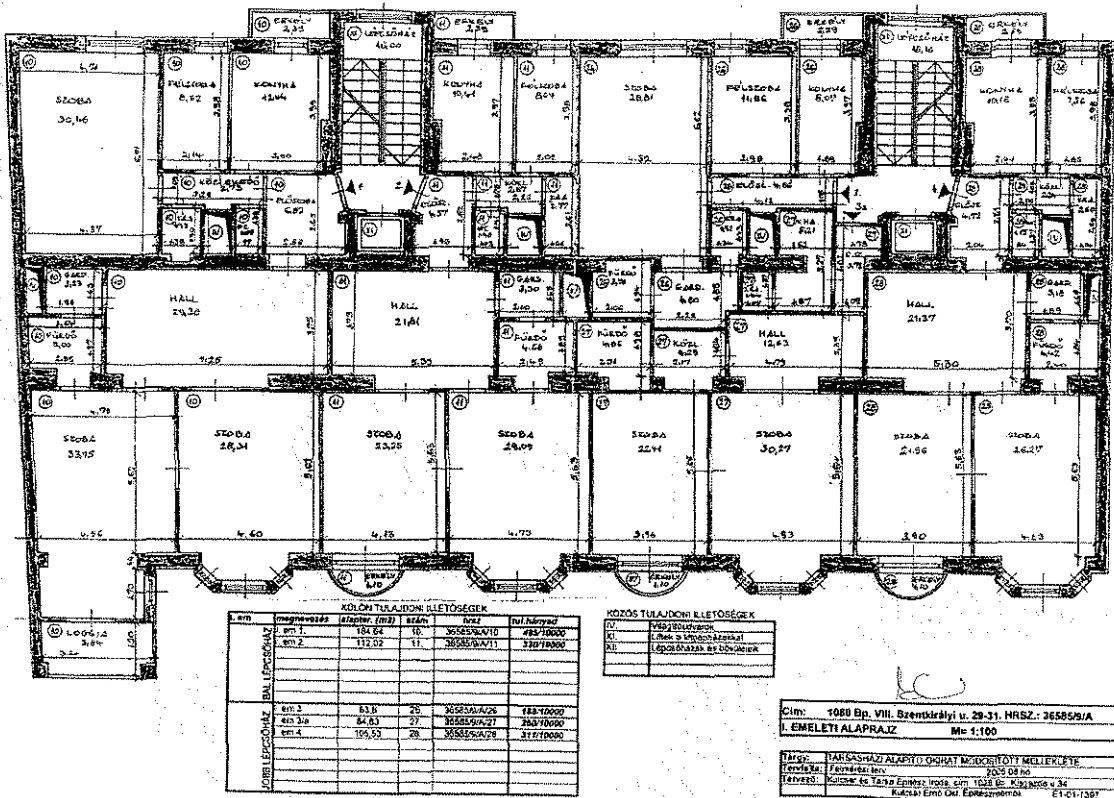
Megemlíthetjük, hogy az épület déli sarka alatt vezet a 4-es metró nyomvonala, ennek ellenére nincsenek süllyedésre utaló jelek az épületen, és a lakosok sem számoltak be arról, hogy károkat szenvedett volna az épület a metró építése során.

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

Az épület falait a tervlapok, a korábbi szakvélemények és a lehullott vakolatok alatt megjelent felületek alapján ismerhettük meg. A falak tömör téglából készültek. Mivel a látható felületek elég kicsik, nem egyértelmű, hogy kis- vagy nagyméretű téglaválasztást a falazó anyag. A tervlapokon szereplő falvastagságok inkább nagyméretű téglára utalnak, viszont a húszas években már a kisméretű téglaválasztás alkalmazása volt a jellemző. Az alkalmazott habarcs kis cementtartalmú meszes habarcs.



Az épület hosszfófalas, 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 földémet.



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

A 27-es szám felé eső fal a rendelkezésre álló tervek alapján ~45 cm vastag (a 29-31-es épület alapító okiratához tartozó alaprajzokat és a 27-es szám bontási tervéhez tartozó alaprajzot egymás mellé illesztve ez a méret rajzolódik ki). Kopogtatással megvizsgáltuk a falat, és a válaszreakció is valószínűsíti, hogy a kiserkesztett 45 cm-es vastagság jó közelítés. Ez a fal sem hord födémgerendát az alaprajzi elrendezés alapján egyik épületben sem: a 29-31-ben túl nagy támaszköz alakulna ki ebben az irányban. A 27-ben is ~1,5-ször nagyobb fesztáv lenne ebben az irányban, ami valószínűtlenné teszi, hogy mégis ebbe az irányba rakják a födémgerendákat.

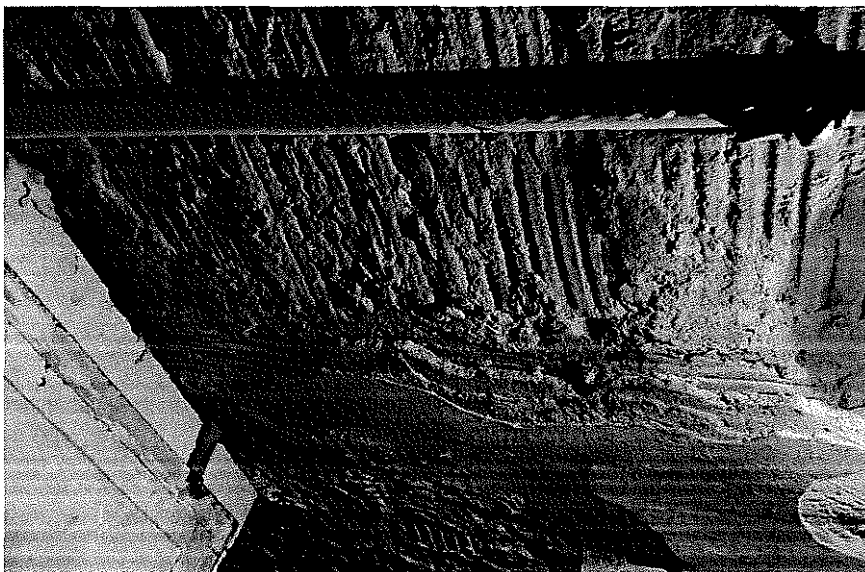
A 27-es szám felé eső fal közös a két épület között a rendelkezésre álló információk szerint. Ezt a körülményt a következő információkra alapozzuk:

- a három szám alatt lévő épület (27-29-31) egy ütemben épült egy tervezési és építési folyamatban
- a rendelkezésre álló tervek alapján ~45 cm vastag a két épületet elválasztó fal. 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 hosszfalai nincsenek egymástól eldilatálva, kötésben vannak falazva
- a bontási dokumentáció is egybeépített szerkezetként hivatkozik a két épületre [Zelei 2023, Perfektum 2023]

[Handwritten signature]
15

A falakon sehol sem látható a teherbírás kimerülésének a jele.

A földemekről 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 téglá betétes 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 földéngerendák tengelytávolsága 110-130 cm között változik. A gerendák keresztmetszete I12, I160 és I180 melegen hengerelt szelvények. A pincében ennél szélesebb gerenda övet is láttunk a lehullott vakolat helyén, valószínűleg azért, mert a zárófödémeket kisebb teherbírássra tervezték, mint a köztés földémekeket.



Az épület pincéjében található óvóhely felett vasbeton donga héj látható. A két BME szakvélemény szerint a pince szint felett a földszinti folyosó alatt és a lépcsők pihenői alatt bauxit beton földém 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 (~4,7 MPa), de az nem változott 1968 és 1982 között;
- 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.

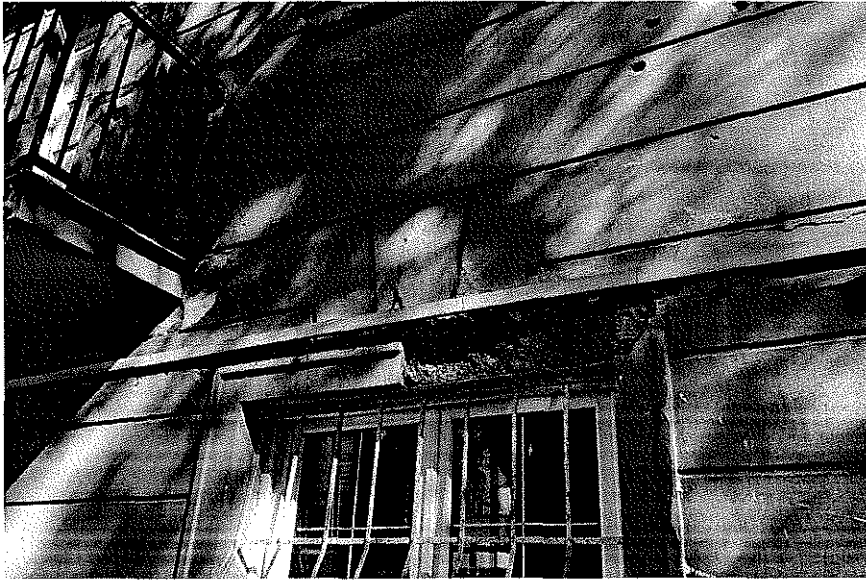
A bauxitbeton állapota stabilizálódott az építés óta. Ezzel a szerkezet várhatóan nem igényel beavatkozást a jövőben.

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



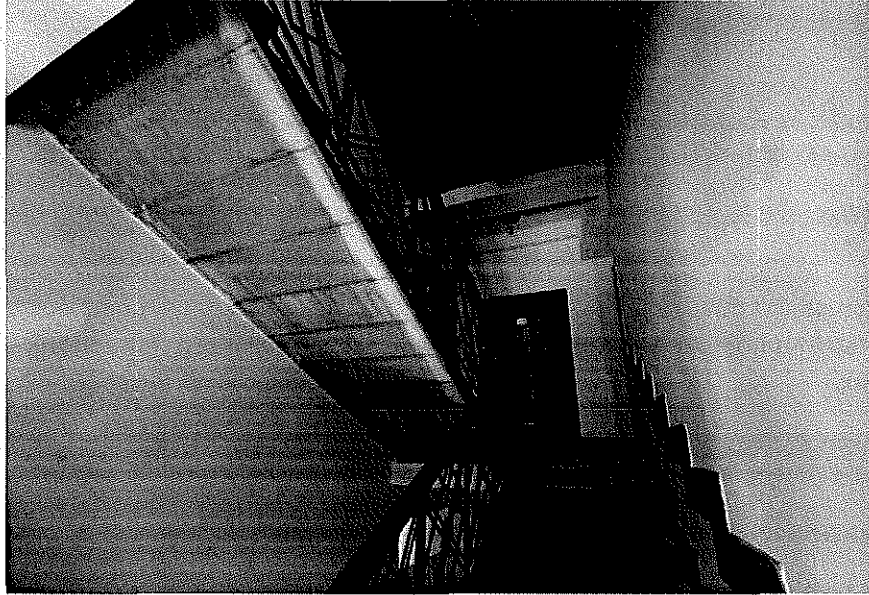
A korróziós problémákat viszont orvosolni szükséges ahhoz, hogy az épület hosszú távon megbízhatóan üzemeltethető legyen.

A korábbi szakvélemények és a lehullott vakolatok alapján a nyílások feletti áthidalások jellemzően vasbeton szerkezetek. A helyszíni beszámolók szerint acélgerendás kiváltások is vannak az épületben, de ezeket mi nem láttuk. 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.

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 szerint lépcsőfordulók és a szint pihenők bauxitbetonból készültek. A lépcsők állapota jó, a fokok épek és a fugák is jól illeszkednek.

A lépcsőházak és a liftek falai vastag, teherhordó falak. Tégla szerkezetből készültek ezek a falak. A liftek integráltak az épületbe, nem utólagos szerkezetek.

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 téglabetétes födém vastagsága ~10 cm. Egy ilyen födém nem tekinthető tárcsamerevnek, ezért a számításokban számított merevséggel kell figyelembe venni.

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

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

A tetőtér beépítésekor a korábbi zárófödémeket 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 lokalizáltak.

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 bontási folyamat értékelése

4.1 A tervezett bontás ismertetése

A rendelkezésre álló bontási dokumentáció [Zelei 2023, Perfektum 2023] röviden ismerteti a Szentkirályi u. 27. alatti bontandó épület meglévő szerkezeteit. Ezek a leírások is megemlíti, hogy a 27 és a 29 szám alatti épületek közvetlenül csatlakoznak egymáshoz. A bontás ismertetésénél leírják, hogy a két épület teljesen egybeépült.

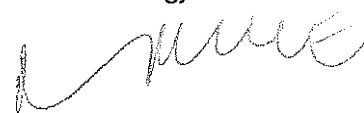
Az engedélyezési dokumentáció tartószerkezeti leírása úgy rendelkezik, hogy a két épületet elválasztó falat nem szabad elbontani.

A bontási folyamatra azt írják elő a tervezők, hogy a szomszédos épületeket érintő helyeken óvatosan kell dolgozni. A falakat kézzel szabad csak bontani. Az alapozási sík alá nem lehet menni, és vissza kell tölteni a talajt, amit tömöríteni is szükséges.

Az építészeti műszaki leírás is megemlíti, hogy a 27-es épület közvetlenül kapcsolódik a 29-31-es épülethez [Perfektum 2023]. Leírja, hogy a két épület között nincsen határoló tűzfal. Arra nem tesz utalást ezt a műszaki leírás, hogy a különböző szigetelések, burkolatok és gépészeti rendszerek hogyan különíthetők el két szomszédos épület vonatkozásában, hogyan végezhető a bontási folyamat. Csupán annyi szerepel itt, hogy a határoló falig szabad csak bontani.

4.2 A bontás hatása vizsgált épületre

A Szentkirályi u. 27. és 29-31 épületek egy szerkezetként épültek, egy egységet alkotnak. Emiatt nem lehet kiindulni abból, hogy a két helyrajzi számon lévő épület szerkezetei egymástól



függetlenek, és a két épület nem befolyásolja egymás üzemszerű, biztonságos működését. Mindezek okán a bontási folyamat megtervezéséhez számos kérdést tisztázni kellene:

- mely szerkezetek azok, amelyek elbontása lehetséges anélkül, hogy a megmaradó 29-es szám alatti épület sérülne
- mely szerkezetek azok, amelyek elbontása lehetséges anélkül, hogy a megmaradó 29-es szám alatti épület biztonságos működése akadályokba ütközne
- milyen épületszerkezeti, burkolati és gépészeti rendszereket érint a bontás
- milyen módon, milyen eszközökkel végezhető el az egybe épült tartószerkezetek bontása
- milyen rezgési és zaj terhelés fogja érni a megmaradó szerkezetek lakóit a bontási folyamat során, és ez mennyi ideig tart
- milyen hatással van a bontás a megmaradó épület merevítőrendszerére
- milyen intézkedésekre van szükség ahhoz, hogy az alapozás szerkezete, az altalaj ne sérüljön a bontás során, különös tekintettel arra, hogy a teherhordó talaj nedvességre érzékeny, folyosódásra hajlamos

A fent felsorolt kérdések közül az alábbi problémákat látjuk kifejezetten aggályosnak.

Az épületszerkezeti, burkolati rendszerek átfedésben vannak a két épület között. Annak érdekében, hogy a megmaradó épület hosszú távon jól működhessen a bontás után is, a burkolati rendszerek megtámasztása, folytonossága biztosítva kell legyen. Esetenként szükség lehet kiváltásokra, javításokra a bontás során.

Az építés idején lazábban kezelték a gépészeti és elektromos rendszerek kialakítását, mint ahogy ma arról gondolkodunk. Ezért fontos, hogy az esetleges átfedéseket kezeljék a bontási folyamat során.

A bontási folyamat, kifejezetten a tartószerkezeti elemeknek a bontása kézi szerszámok alkalmazása esetén is nagy zajjal, rezgéssel és porral jár. Ennek hatása lesz a megmaradó épületre és az épület használóira is. Mivel a megmaradó és a bontandó épületek nagy felületen egybe vannak építve, a tartószerkezetek akadály nélkül átvezetik a zajt és a rezgéseket egyik épületről a másikra.

4.3 A tartószerkezetek összefüggései a csatlakozás környezetében

A tartószerkezeti rendszereket rendszerint alulról felfelé, az építés sorrendjében elemezzük. Tekintettel a bontási folyamatra, ezt most fordítva tesszük meg itt.

A 27-es szám alatti épület tetőjét csak évtizedekkel a 29-es után alakították ki a mai formájában. Emiatt a két szerkezet nincs összekapcsolva. A 27-es bontása tartószerkezeti szempontból ezért szabadon elvégezhető, a 29-es tetőszerkezetének az állékonyságát nem befolyásolja a 27-es bontása. Azonban a vízelvezetést érinti majd a beavatkozás. Elsősorban a bádogos szerkezetek kiváltása és átalakítása válhat szükségessé a bontás során annak érdekében, hogy a vízelvezetés biztonságosan megoldott legyen a megmaradó épületrészen.

A földémszerkezetek acélgerendás kialakításúak. Az acélgerendák az utcával párhuzamos hosszfalakra támaszkodnak. A jelenlegi tudásunk szerint a határoló falra acélgerendák nem támaszkodnak. Az acélgerendák között téglabetétes földém található. A határoló falnál az acélgerendát nagy valószínűséggel elhagyták, és a téglabetétes földémlemez a falra támaszkodik.

A feltételezett koszorúba lehet bekötve. A téglabetétes földem hajlítónyomatékának felvételében a téglabetétek közötti vasalás segít. Ennél a földem típusnál terpesztőerő nincs, így az nem okoz problémát, hogy megszűnik a szimmetrikus terhelés a fal felett (poroszsüveg földemeknél szokott ez gondot okozni).

A két épület közös falai kötésbe vannak falazva. Ez azt jelenti, hogy a bontás során a dinamikus hatások miatt óhatatlanul gyengül a megmaradó falszakasz lokálisan.

Az alapozás szerkezetei is minden bizonnyal egyben épültek. A 27-es szám bontása során a dinamikus hatások miatt lokálisan sérülhetnek a 29-es szerkezetei.

Külön problémát jelent, hogy az épületek alapozási síkja a folyósodásra hajlamos barna homok rétegre esik. Ez a réteg nedvességre különösen érzékeny.

4.4 A merevítőrendszert érintő változás

A függőleges és a vízszintes teherhordó rendszerek szétválasztása a fentiek szerint leginkább lokális problémákat jelentenek. Az épületek merevítőrendszere viszont 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 tolnak” 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 teherbírás 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. 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.

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 abból, hogy a Szentkirályi utca 27. szám alatt álló épületet elbontják.

A vizsgálatok során 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.

A bontás várható hatásokként, kockázataként az alábbiakat sorolhatjuk fel:

- tisztázatlan az, hogy a bontás során mi történik az egyes csatlakozó szerkezetekkel: szigetelések, burkolatok, stb.;
- tisztázatlan az, hogy vannak-e gépészeti és elektromos rendszerek, melyek összekapcsolódnak a két épületben;
- az összeépített szerkezetek miatt a bontás jelentős dinamikus, zaj és por hatással fognak járni a csatlakozás környezetében és az épület távolabbi részein is kézi eszközök alkalmazása esetén is;
- az épület alapozása azon a barna homokos rétegen nyugszik, amely folyósodásra hajlamos, nedvességre különösen érzékeny, ezért a bontás során megnyíló munkagödör kiemelt kockázatot jelent;
- az épület merevítőrendszere megváltozik a bontás következtében: az épület lágyabbá válik. Ennek következtében az egyébként elégtelen merevítéssel bíró épület ellenállóképessége kis mértékben növekszik, viszont a kisebb földrengések nagyobb kárt fognak okozni az épületben.

A fentiek alapján elmondhatjuk, hogy a Budapest, Szentkirályi utca 27. számú épület bontása számos kockázattal és veszéllyel jár a Szentkirályi utca 29-31. szám alatti épülettel kapcsolatban. Ezen kockázatok kezelésére a bontási tervek nem adnak megoldást. A kockázatok és veszélyek egy részének hatékony kezelésére nem is látható hatékony megoldás. Ilyenek a következők:

- a bontás során keletkező intenzív dinamikus és zajhatás kezelése az összeépített tartószerkezetek bontása során;
- a merevítőrendszer megváltozásának kezelése.



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tanszék



Tartószerkezeti Szakvélemény

Budapest, VIII. kerület
Szentkirályi utca 29-31.

Földrengésvizsgálat

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 5.

Tartalomjegyzék

I.	Kiindulási adatok	I-3
	Nemlineáris anyagok ismertetése	I-3
	Geometria.....	I-4
	Terhek	I-4
	Önsúlyok	I-4
	Hasznos terhek.....	I-4
	Földrengési paraméterek	I-4
II.	A Szentkirályi u. 27-29-31. épületegyüttes földrengési vizsgálata	II-6
	Rezgésvizsgálat.....	II-7
	Pushover vizsgálat	II-9
	X irányú eltolás.....	II-9
	Y irányú eltolás.....	II-14
III.	A Szentkirályi u. 29-31. társasház földrengési vizsgálata	III-22
	Rezgésvizsgálat.....	III-23
	Pushover vizsgálat	III-25
	X irányú eltolás.....	III-25
	Y irányú eltolás.....	III-31
IV.	Értékelés	IV-37

I. Kiindulási adatok

Nemlineáris anyagok ismertetése

Kétféle nemlineáris, képlékenyedő, húzószilárdságra gyenge téglafalazat anyagmodellt definiáltunk.

1. Meglévő és megmaradó nagyméretű tömörtégla falak. A tervezett új falazatok esetében az alkalmazott habarcs legalább M4 szilárdságú kell, hogy legyen. Ezeket a 3D modellben narancssárga színnel ábrázoljuk.

Anyagjellemzők

Név: meglevo_teglafal
Típus: Falazat
Aktuális szabvány: Eurocode
Nemzeti szabvány: Eurocode [H]
Anyagszabvány: EN 1996-1-1

Szín: [Color swatches]
Kontúr színe: [Color swatches]
Textúra: New Brick

Falazat méretezési paraméterek
Állóhézag: Kitöltött
 f_b [N/mm²] = 8,00
 f_k [N/mm²] = 2,60
 f_{vk0} [N/mm²] = 0,20
 f_{xk1} [N/mm²] = 0,10
 f_{xk2} [N/mm²] = 0,20
 ϕ_∞ = 1,00
 γ_M = 2,000

Lineáris tulajdonságok
Izotrop / Ortotrop
 E_x [N/mm²] = 1300
 E_y [N/mm²] = 1300
 ν = 0,25
 ρ [kg/m³] = 1850
 α_T [1/°C] = 5E-6

Nemlineáris tulajdonságok
Anyagmodell / folyási feltétel: Képlékeny / Bresler-Pister

Sigma-epszilon diagram
 Paraméterek alapján
 E [N/mm²] = 1300
 E_T [N/mm²] = 0
 σ_{yT} [N/mm²] = 0,01
 σ_{yC} [N/mm²] = 2,60
 Függvény alapján

Kéttengelyű nyomás (Bresler-Pister)
 C_{yB} = 1,200
 σ_{yB} [N/mm²] = 3,12

Alátöltési keményedés: izotróp keményedés β = 1,000

Merevség: Kezdeti merevség / Érintő merevség

Folyási felület

OK Mégsem

Geometria

A szerkezet geometriáját egyszerűsített módon definiáltuk:

- az egyes falnyílások egyenes záródásúak, a falkávak egy átlagos nyílásszélességgel vannak figyelembe véve
- az egymáshoz nagyon közeli nyílások közötti falazatok jelenlétét elhanyagoltuk.
- a födémek modellezésénél egy 12 cm vastagságú téglá anyagú födémlemezt vettünk figyelembe, amellyel a kerámia elemekkel kialakított Horcsik födém merevségét közelítettük. A födém ilyen értelemben nem tekinthető tárcsamerev födémnek!
- a lépcsőházak merevítő hatását – mivel azok lebegő lépcső kialakításúak – nem vettük figyelembe.
- a tetőszerkezetet és a tetőtérbeépítést teherként vettük figyelembe.
- az épület pinceszintjét - mivel az nem tekintendő lengő tömegnek – nem vettük figyelembe a modellben

Terhek

A modellben figyelembe vett terhek.

Önsúlyok

- szerkezeti önsúlyok – a definiált szerkezeti térfogatok alapján generált súly (Horcsik födém, falak)
- padlóréttegrendek – egységesen 15 cm szilikát szerkezet beépítését vettük figyelembe minden födém szinten $3,75 \text{ kN/m}^2$
- tetőszerkezet súlya a zárófödémén $4,0 \text{ kN/m}^2$

Hasznos terhek

- a lakás funkcióhoz tartozó hasznos teher $2,0 \text{ kN/m}^2$, melynek kvázi állandó része 30%
- épített válaszfalak terhe a födémeken egyenletesen megoszló teherként $3,0 \text{ kN/m}^2$

A földrengési méretezésnél és a rezgésvizsgálatnál az önsúlyokat és a válaszfalterhet alapértékükkel, a hasznos terhet kvázi állandó részükkel vettük figyelembe.

Földrengési paraméterek

Az épület Budapesten, a 4. földrengési zónában található. A sziklán vett talajgyorsulás alapértéke $a_{g,R} = 0,14g$. Az általajt B osztályba soroltuk, így a talajszorzó $S = 1,2$, az épület fontossági osztálya $\gamma_1 = 1,0$.

Mindezek alapján az épület rugalmas pszeudogyorsulási válaszspektrumának „platója”:

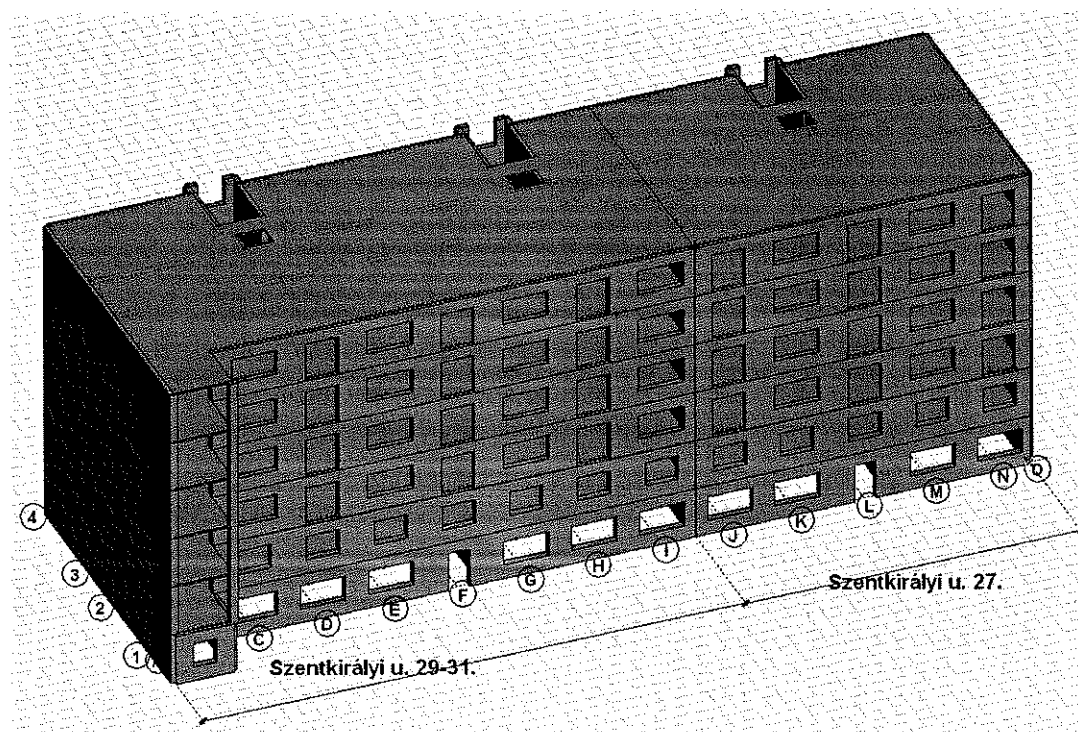
$$S_e = a_{g,R} \gamma_1 S 2,5 = 4,12 \text{ m/s}^2$$

A pszeudogyorsulási válaszspektrum alapján közelítő módon kiszámítható, hogy merev szerkezet esetén a pushover vizsgálatnál milyen célelmozdulás értékeket érdemes első közelítésben figyelembe venni. A pszeudogyorsulás definíciójából adódóan: $D_{\max} = S_e/\omega^2$. Ezen D_{\max} értékeket a rezgésvizsgálat eredményeképpen megkapott dominás rezgésidőkből számíthatjuk.

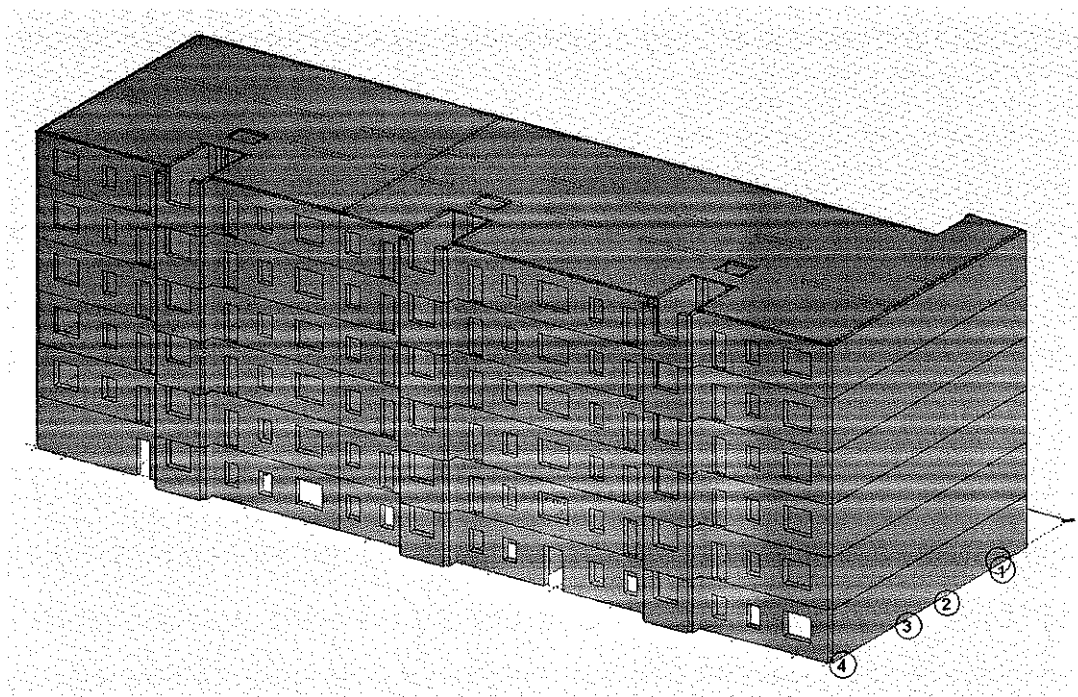
A Pushover vizsgálat során mindkét épületet megvizsgáljuk X irányú (Szentkirályi utcával párhuzamos, hosszirány) és Y irányú (Szentkirályi utcára merőleges irány) eltolóerőre.

- vizsgáljuk, hogy a falak nemlineáris, képlékenyedő anyagmodell alkalmazása esetén képesek-e az előírt célelmozdulásnak megfelelő mértékben képlékenyedni
- vizsgáljuk továbbá, hogy az egyes faltestek az így kialakult képlékeny igénybevétel-átrendeződés esetén képesek-e viselni a rájuk jutó igénybevételeket
- Ezek alapján meghatározzuk, hogy az előírt földrengési teher mekkora részét képesek viselni az épületek a vizsgált falak teherbírása alapján.

II. A Szentkirályi u. 27-29-31. épületegyüttes földrengési vizsgálata



A modell utcai nézete



A modell udvari nézete

Rezgésvizsgálat

Az épület rezgésvizsgálatához az önsúlyok és válaszfalterhek alapértékével és a hasznos terhek kvázi állandó részével figyelembe vett teheresettel számoltunk.

Rezgésalakok tömegrészesedése (I.) [kvazi_allando]				
	T [s]	Hiba	ϵ_x	ϵ_y
1	1,476	2,71E-10	0,005	0,794
2	1,130	1,61E-10	0,498	0,015
3	0,931	1,14E-10	0,333	0,001
4	0,498	3,38E-11	0,001	0,014
5	0,406	2,42E-11	0	0,119
6	0,336	1,73E-11	0,086	0,005
7	0,326	1,47E-11	0,047	0,020
8	0,290	6,06E-10	0,004	0
9	0,277	2,17E-8	0,001	0
10	0,249	6,11E-6	0,001	0,017
3/10			0,836	0,810

A szerkezet X irányú lengésalakja domináns a 2. és 3. lengésalaknál, amely két alak a modális tömegek mintegy 84%-át képviseli. Az Y irányú lengésalakja domináns az 1. és 5. lengésalaknál, amely két alak a modális tömegek mintegy 92%-át képviseli.

Az egyes lengésalakokhoz tartozó dinamikai paramétereket mutatja az alábbi táblázat. A Magyarországon 1. típusú földrengésekhez előírt válaszspektrum „platója” 0,15 és 0,5 [s] közötti periódusidejű szerkezetek esetén veendő figyelembe. Látható, hogy a várakozásoknak megfelelően a nagyon lágy épület első két, Y és X irányokban domináns első periódusideje a válaszspektrum platójáról „lecsúszik”. A lágy épület földrengési terhe tehát kisebb, mint egy merev szerkezet esetében, azonban a földrengés során elszenvedett alakváltozások igen nagyok is lehetnek!

Sajátfrekvenciák (I.) [kvazi_allando (SLS Kváziállandó)]					
	f [Hz]	T [s]	ω [rad/s]	S.é.	Hiba
1	0,68	1,476	4,26	18,12	2,71E-10
2	0,89	1,130	5,56	30,94	1,61E-10
3	1,07	0,931	6,75	45,53	1,14E-10
4	2,01	0,498	12,63	159,49	3,38E-11
5	2,47	0,406	15,49	239,97	2,42E-11
6	2,97	0,336	18,67	348,72	1,73E-11
7	3,07	0,326	19,30	372,53	1,47E-11
8	3,45	0,290	21,68	469,82	6,06E-10
9	3,61	0,277	22,67	513,97	2,17E-8
10	4,01	0,249	25,22	636,23	6,11E-6

Az egyes irányokhoz tartozó tetőponti célelmozdulás értékét a fentiek alapján meghatározhatjuk:

$$D_{\max,X} = S_e / \omega_2^2 = 4,12 / 5,56^2 = 133 \text{ [mm]}$$

$$D_{\max,y} = S_e / \omega_1^2 = 4,12 / 4,26^2 = 227 \text{ [mm]}$$

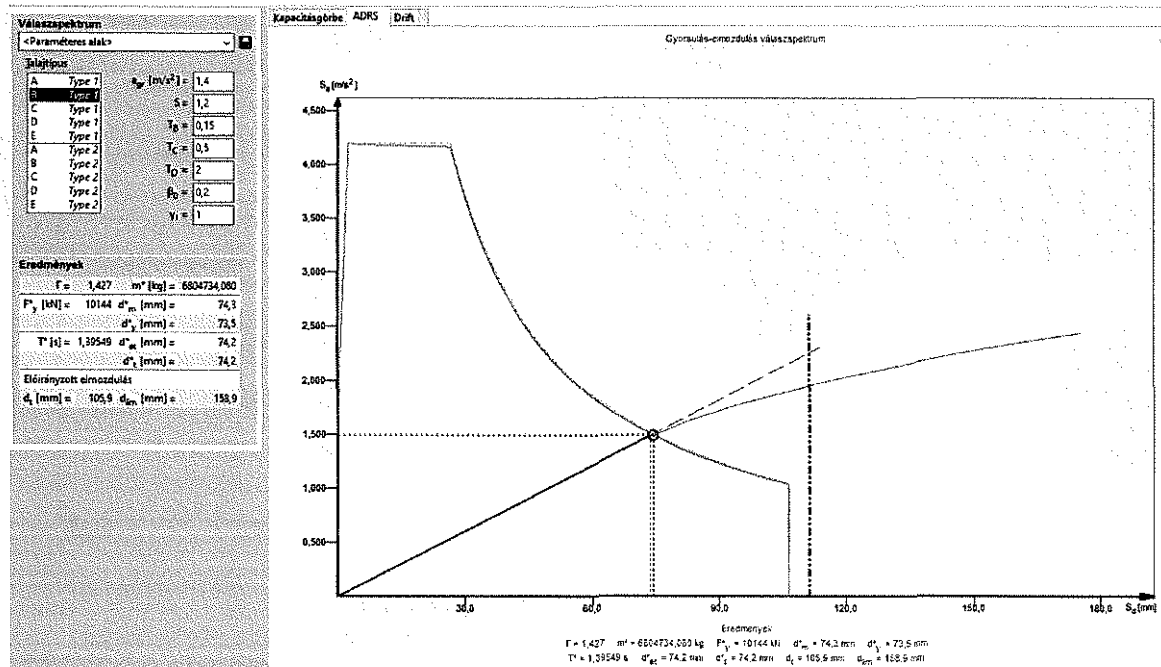
Az alábbi számítások során az itt meghatározott célelmozdulások alapján határozzuk meg a szerkezet viselkedését, hogy lássuk, a szerkezet mennyire mutat duktilis viselkedést, és a nagy elmozdulások során a képlékenyedő falak milyen kihasználtságot mutatnak.

Az eredmények értékelésénél azt a teherszintet fogjuk figyelembe venni, ami a szabvány által előírt célelmozduláshoz tartozik.

Pushover vizsgálat

Az eltolás (pushover) vizsgálatnál X és Y irányú oldalirányú teherrel terheljük a nemlineáris viselkedést mutató falazott szerkezetet.

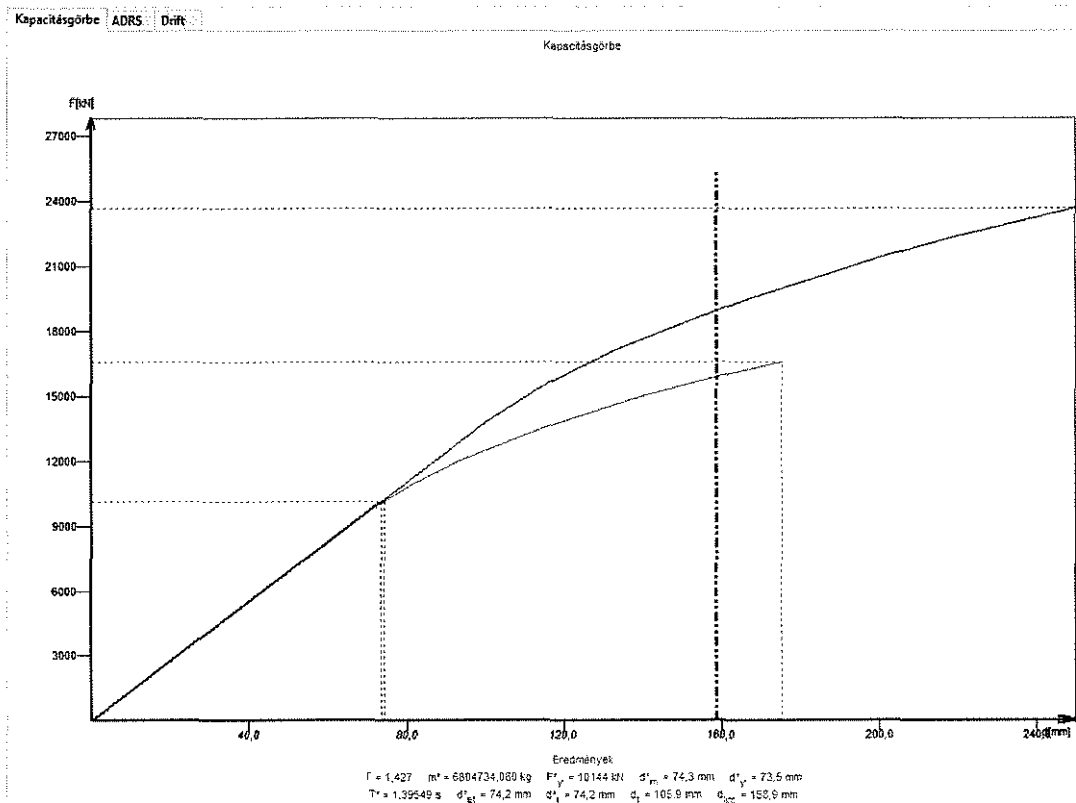
X irányú eltolás



A számított erő-elmozdulás diagram erősen lágyuló jelleget mutat. A felpuhuló nemlineáris rendszert egy idealizált bilineáris viselkedésű rendszerrel helyettesítjük, amelyhez a következő értékeket kaptuk X irányú eltolás esetén:

- idealizált bilineáris rendszer folyásához tartozó elmozdulás: $d_y^* = 73,5$ mm
- egyenértékű egyszabadságfokú rendszer előírányzott képlékeny elmozdulása: $d_i^* = 74,2$ mm
- elvárt elmozdulási képesség: $d_{lim} = 158,9$ mm
- a rendszert terhelő alapnyíróerő értéke $F_y^* = 10144$ kN

A rendszer kapacitásgörbéje az alábbi képen:



A vizsgálathoz beállított 250 mm-es célelmozdulási érték a fentiek alapján megfelelő közelítés volt, a célelmozdulás ennél kisebb (158,9 mm). Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a szerkezet a földrengés során képlékenyedik.

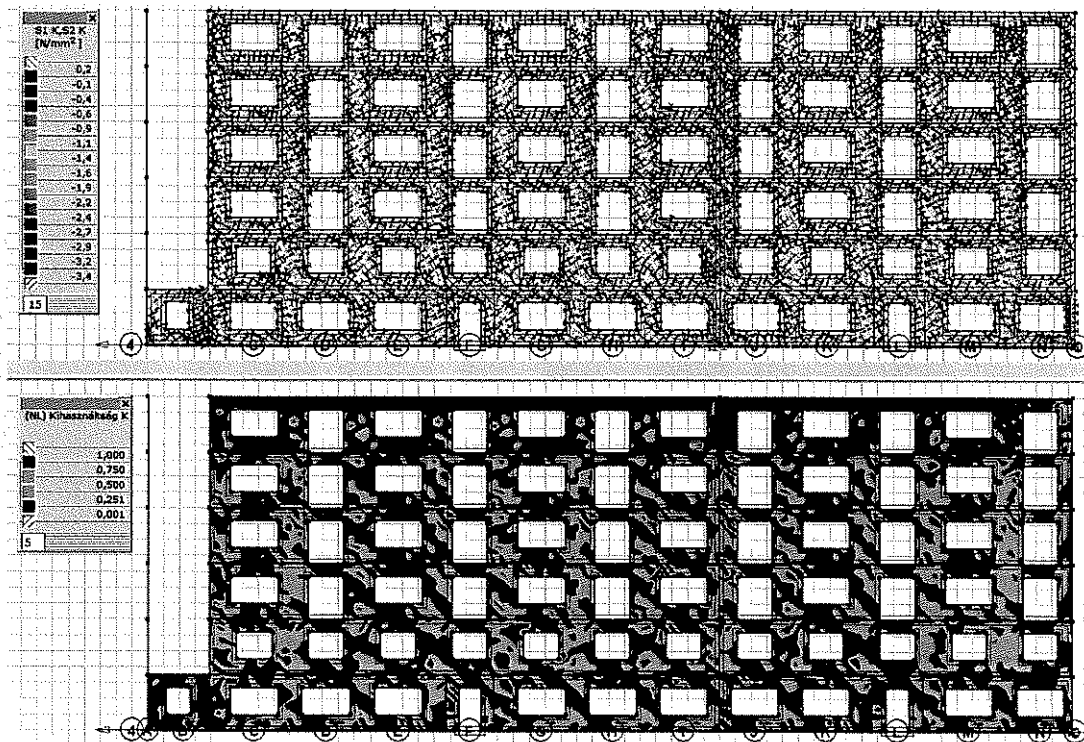
PO X M

PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [1]	(13801,619)	[eX(1387) = 100,0 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [2]	(15672,453)	[eX(1387) = 116,7 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [3]	(17153,420)	[eX(1387) = 133,3 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [4]	(18329,771)	[eX(1387) = 150,0 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [5]	(19455,213)	[eX(1387) = 166,7 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [6]	(20413,592)	[eX(1387) = 183,3 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [7]	(21393,350)	[eX(1387) = 200,0 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [8]	(22219,676)	[eX(1387) = 216,7 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [9]	(22967,498)	[eX(1387) = 233,3 mm]
PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [10]	(23654,982)	[eX(1387) = 250,0 mm]

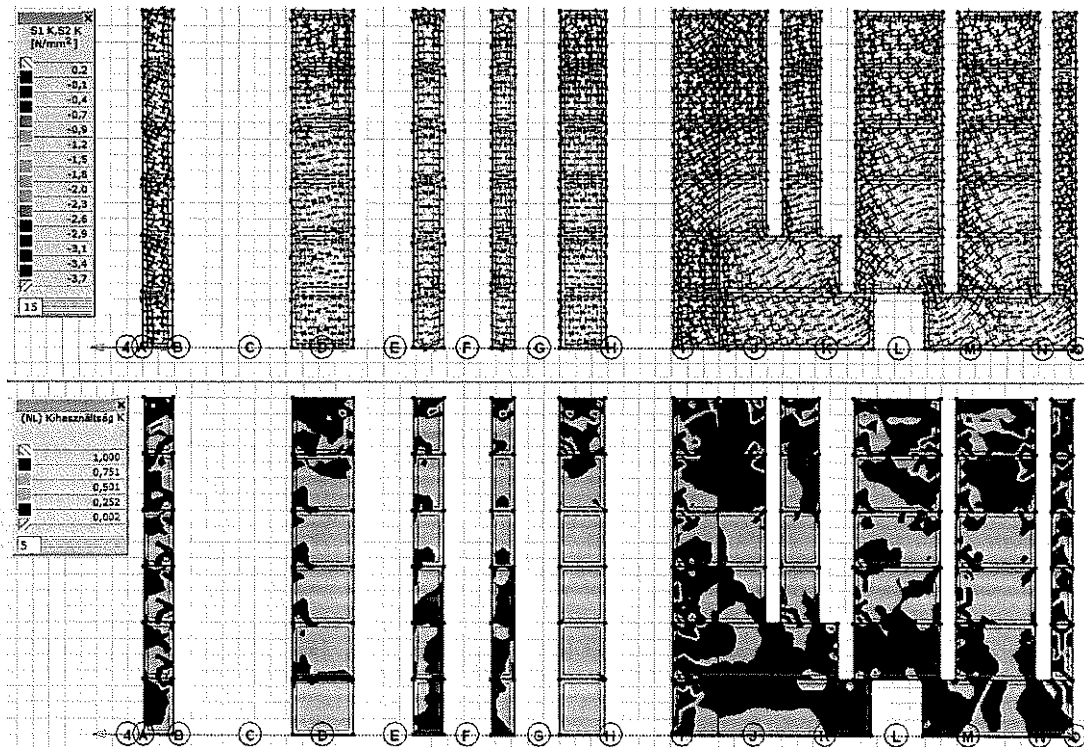
Az alábbiakban az 5. teherlépéshez tartozó teherszinten mutatjuk be az egyes homlokzati és hosszfallak anyagi kihasználtságát (az anyagi pont feszültségállapota – kétparaméteres folyási felület határa) és a főfeszültségek lefutását.

Nagy kihasználtságot találunk az egyes nyílások közötti falsávokban, az alapozás síkja felett a teherátadás helyén és a kevésbé leterhelt falkoronán a zárófödém alatt.

Hosszfőfalak

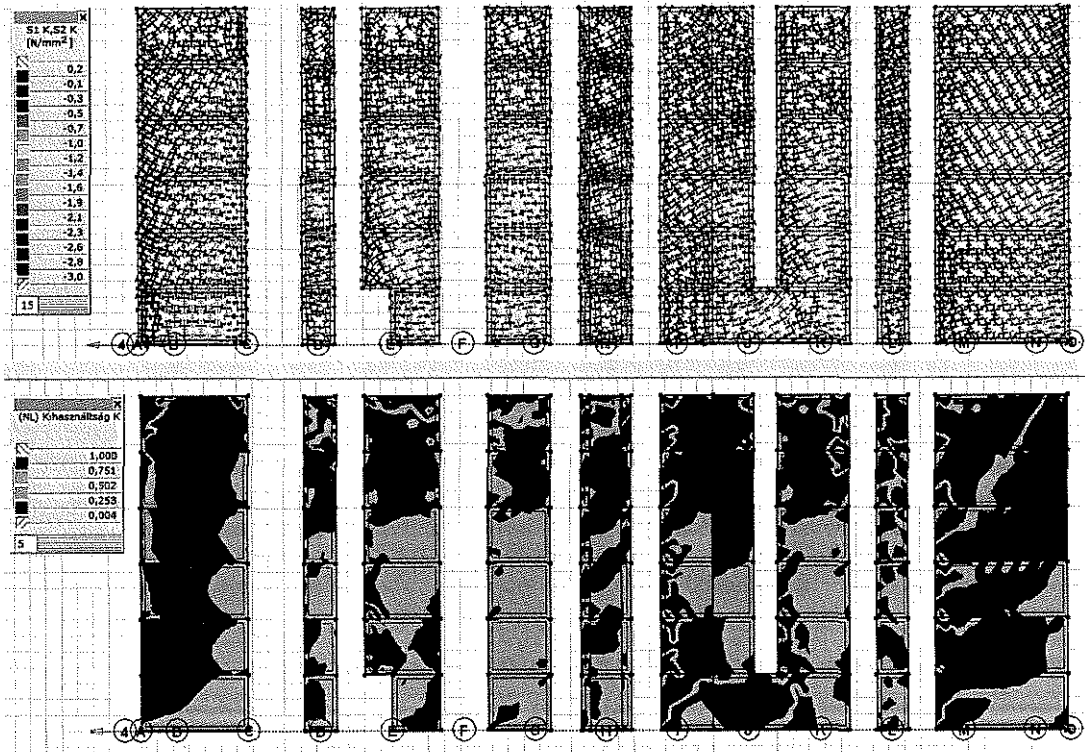


Utcai homlokzat

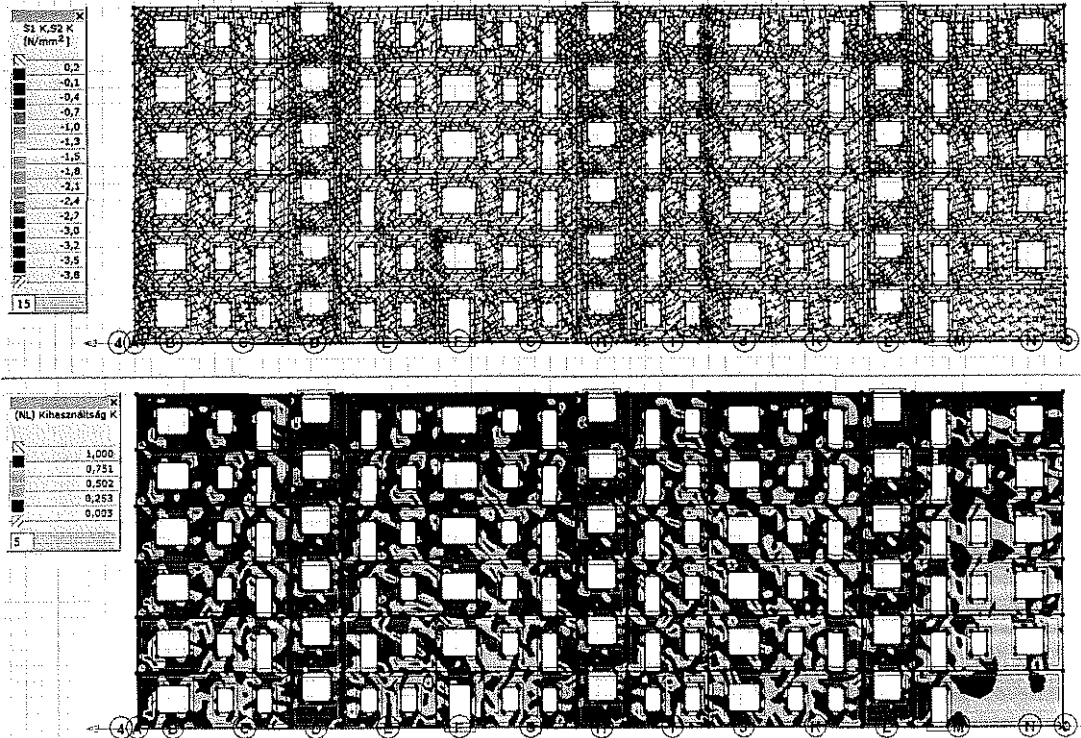


Első középőfal

Handwritten signature and number: K. M. E. 35

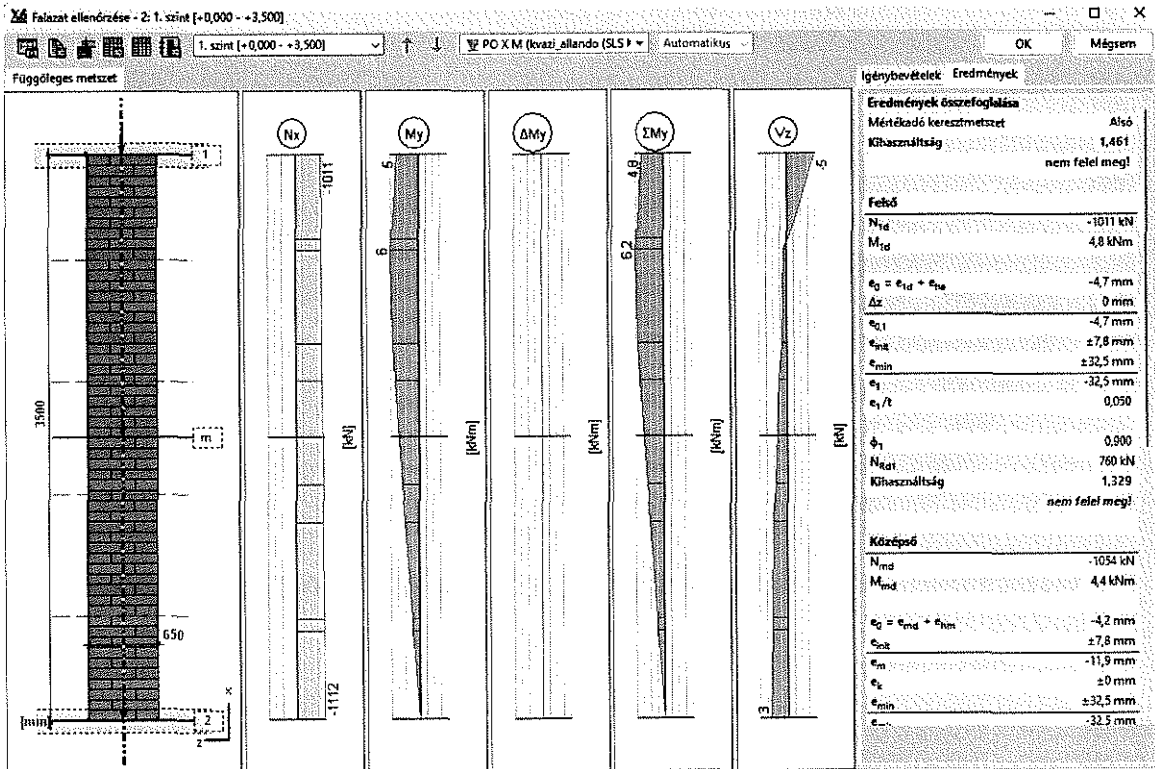


Második középfőfal



Údvari homlokzat

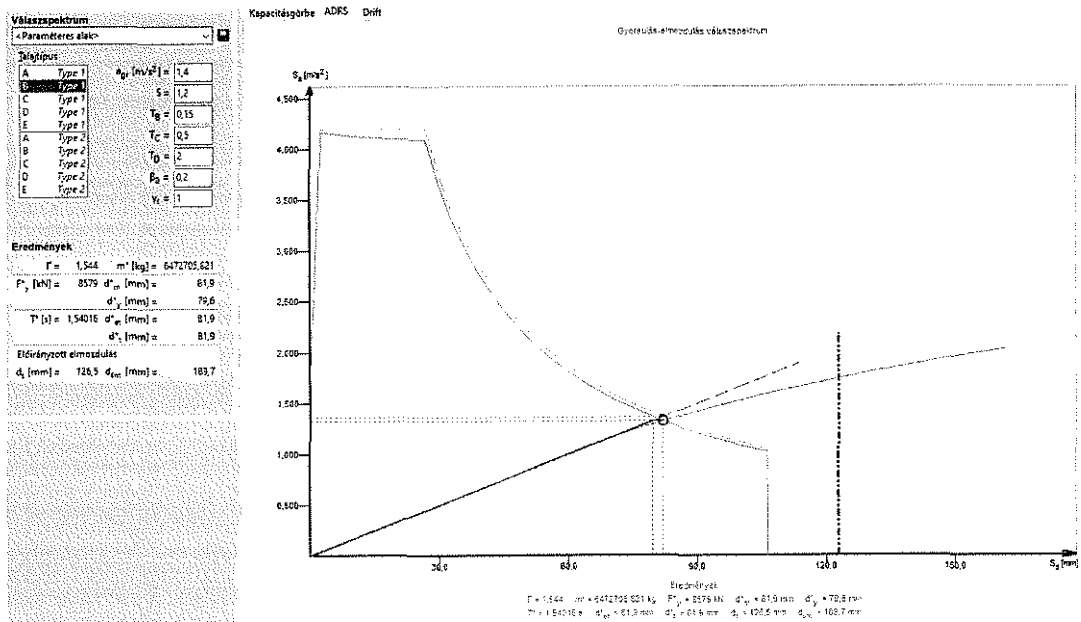
Handwritten signature



Az utcához közeli középőfal kihasznátsága a vizsgált helyen

Y irányú eltolás

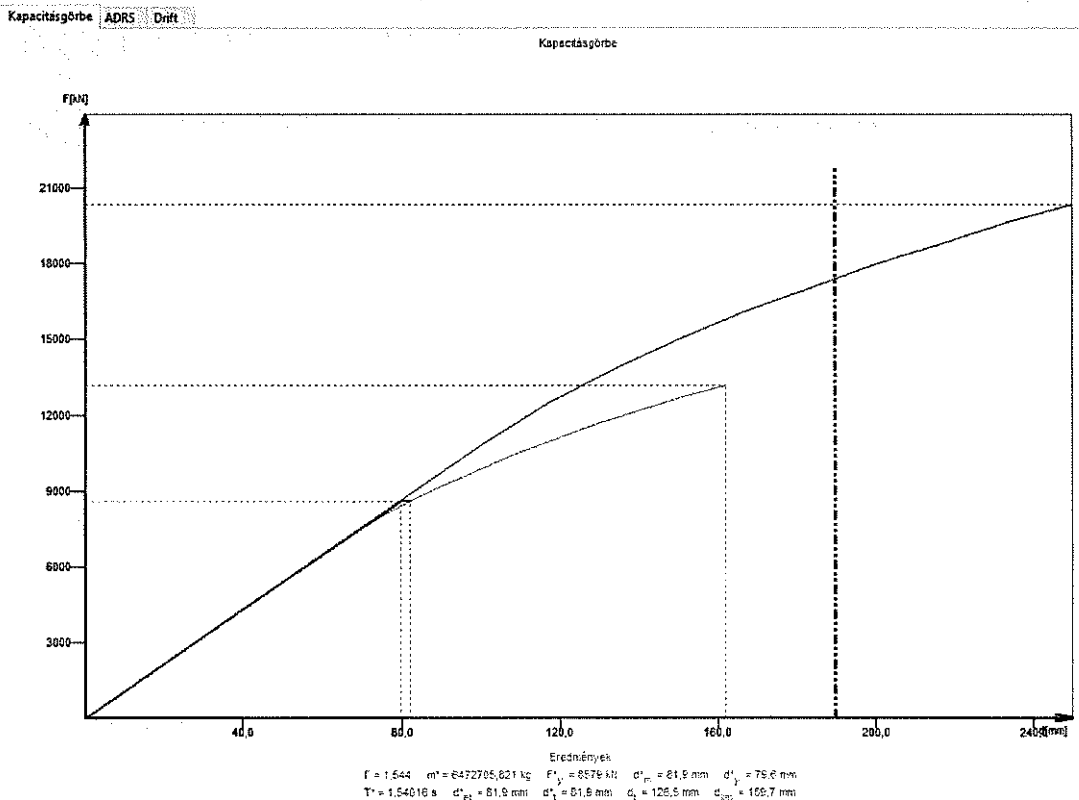
Az Y irányú eltolásvizsgálatnál a közelítően felvett 250 mm-es célelmozdulási érték szintén elegendőnek bizonyult.



A számított erő-elmozdulás diagram lágyuló jelleget mutat. A felpuhuló nemlineáris rendszert egy idealizált bilineáris viselkedésű rendszerrel helyettesítjük, amelyhez a következő értékeket kaptuk Y irányú elfolás esetén:

- idealizált bilineáris rendszer folyásához tartozó elmozdulás: $d_y^* = 79,6$ mm
- egyenértékű egyszabadságfokú rendszer előírányzott képlékeny elmozdulása: $d_i^* = 81,9$ mm
- elvárt elmozdulási képesség: $d_{lim} = 189,7$ mm
- a rendszert terhelő alapnyíróerő értéke $F_y^* = 8579$ kN

A rendszer kapacitásgörbéje az alábbi képen látható:



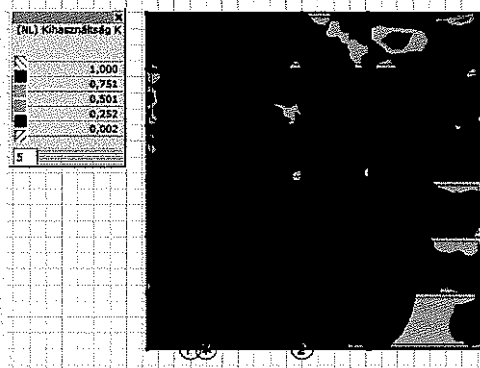
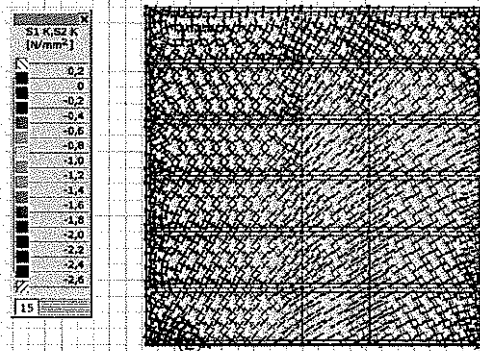
A vizsgálathoz beállított 250 mm-es célelmozdulási érték a fentiek alapján megfelelő közelítés volt, a célelmozdulás ennél kisebb (189,7 mm). Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a szerkezet a földrengés során képlékenyedik.

PO Y M			
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[1]	(10819,787)	[eY(1387) = 100,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[2]	(12449,377)	[eY(1387) = 116,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[3]	(13798,100)	[eY(1387) = 133,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[4]	(14977,443)	[eY(1387) = 150,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[5]	(16067,803)	[eY(1387) = 166,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[6]	(17020,635)	[eY(1387) = 183,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[7]	(17983,537)	[eY(1387) = 200,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[8]	(18795,119)	[eY(1387) = 216,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[9]	(19639,736)	[eY(1387) = 233,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó))	[10]	(20328,477)	[eY(1387) = 250,0 mm]

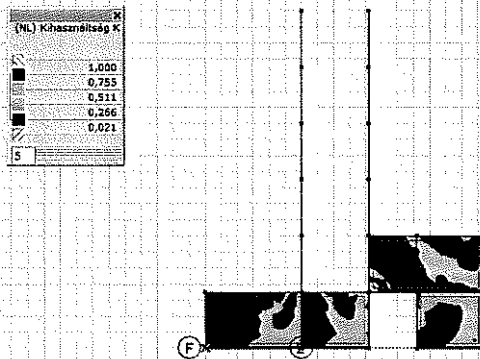
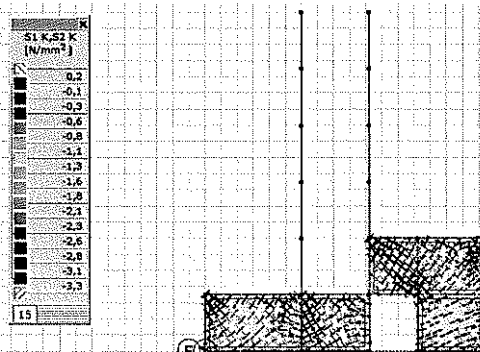
Az alábbiakban a 7. teherlépéshez tartozó teherszinten mutatjuk be az egyes tűzfalak és harántfalak anyagi kihasználtságát (az anyagi pont feszültségállapota – kétparaméteres folyási felület határa) és a főfeszültségek lefutását.

Nagy kihasználtságot találunk az egyes nyílások közötti falsávokban, az alapozás síkja felett a teherátadás helyén és a kevésbé leterhelt falkoronán a zárófödém alatt.

Keresztirányú falak

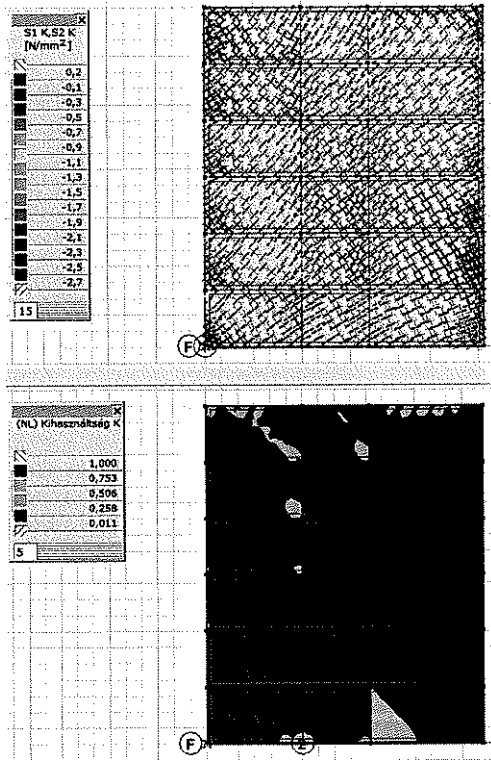


A Szentkirályi u. 31. tűzfala

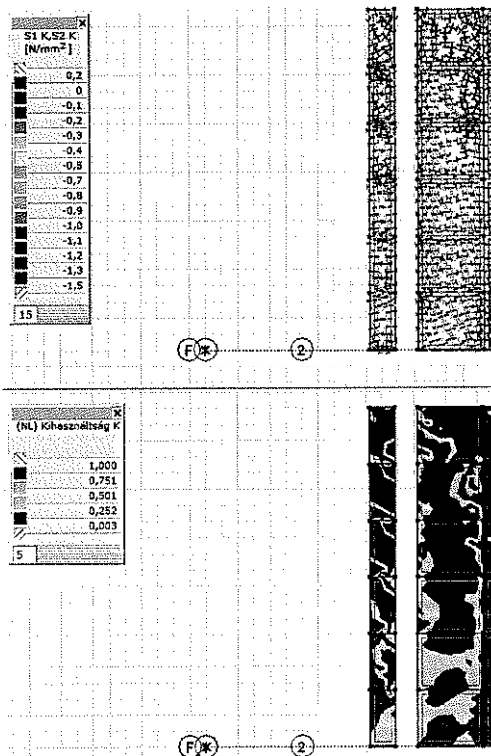


A Szentkirályi u. 29-31. egyik középső harántfala

Handwritten signature

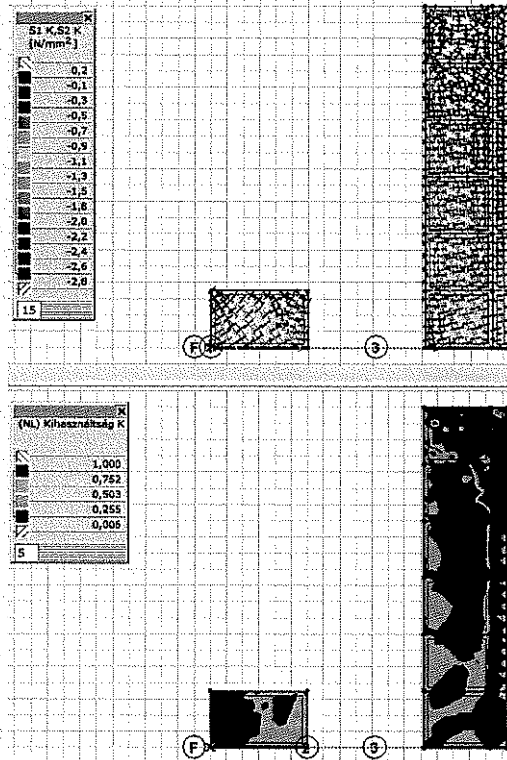


A Szentkirályi u. 27. és 29. közötti harántfal

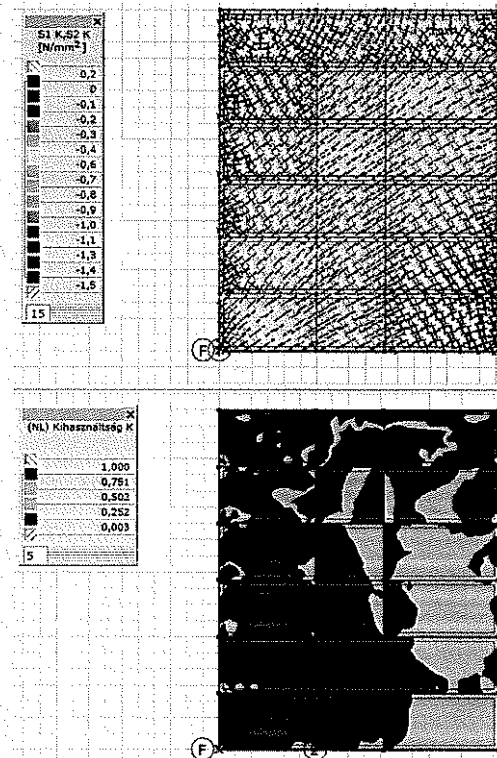


Lépcsőházi harántfal a Szentkirályi u. 29-31. épületben

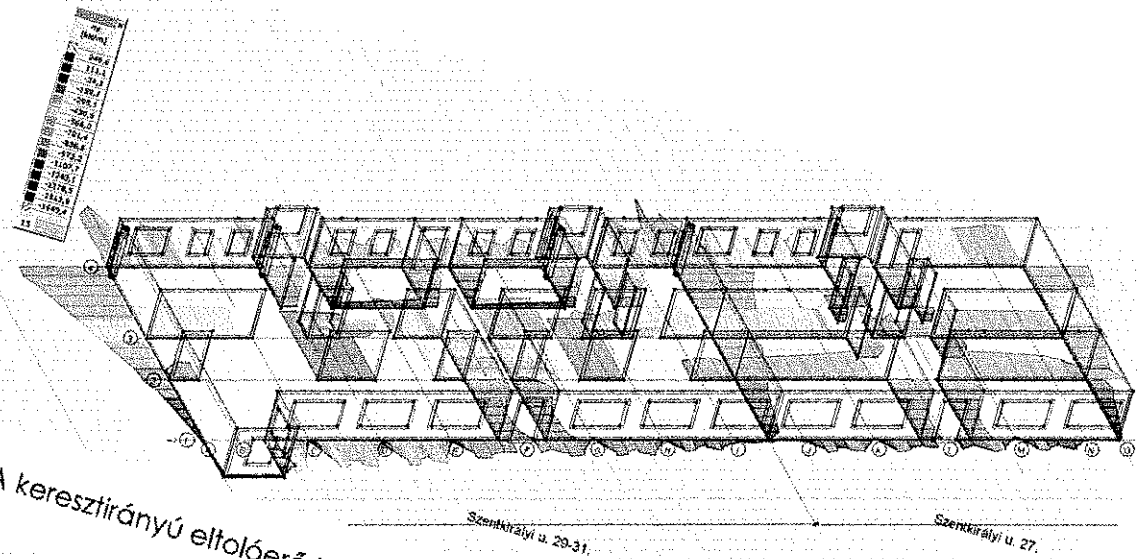
Handwritten signature and number:
 K. M. ...
 42



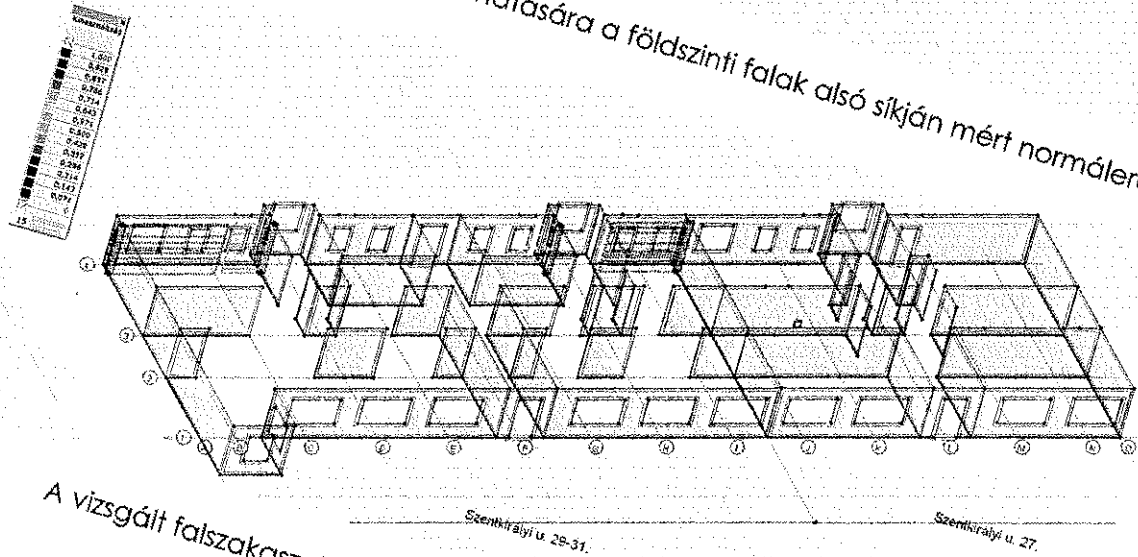
Lépcsőházi harántfal a Szentkirályi u. 27. épületben



A Szentkirályi u. 27. épület tűzfala



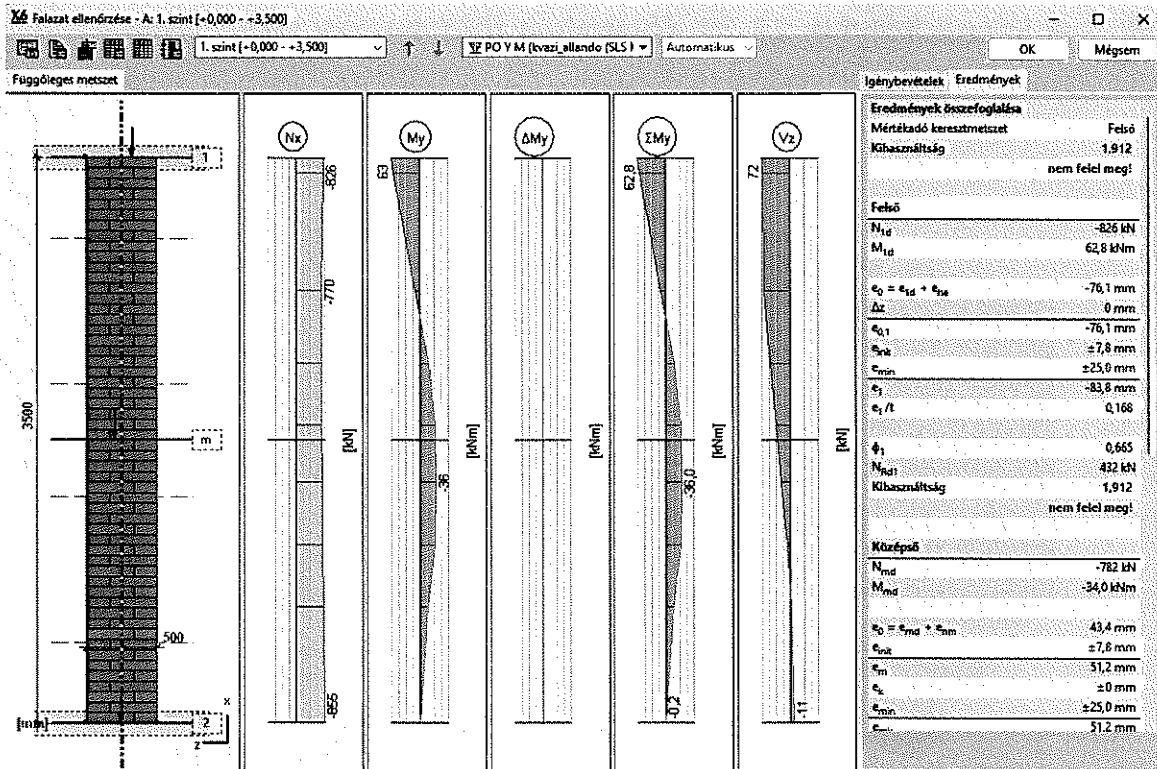
A keresztirányú eltolódó hatására a földszinti falak alsó síkján mért normálerő



A vizsgált falszakaszok kihasználtsága – maximális kihasználtság: 1,91

II-20.

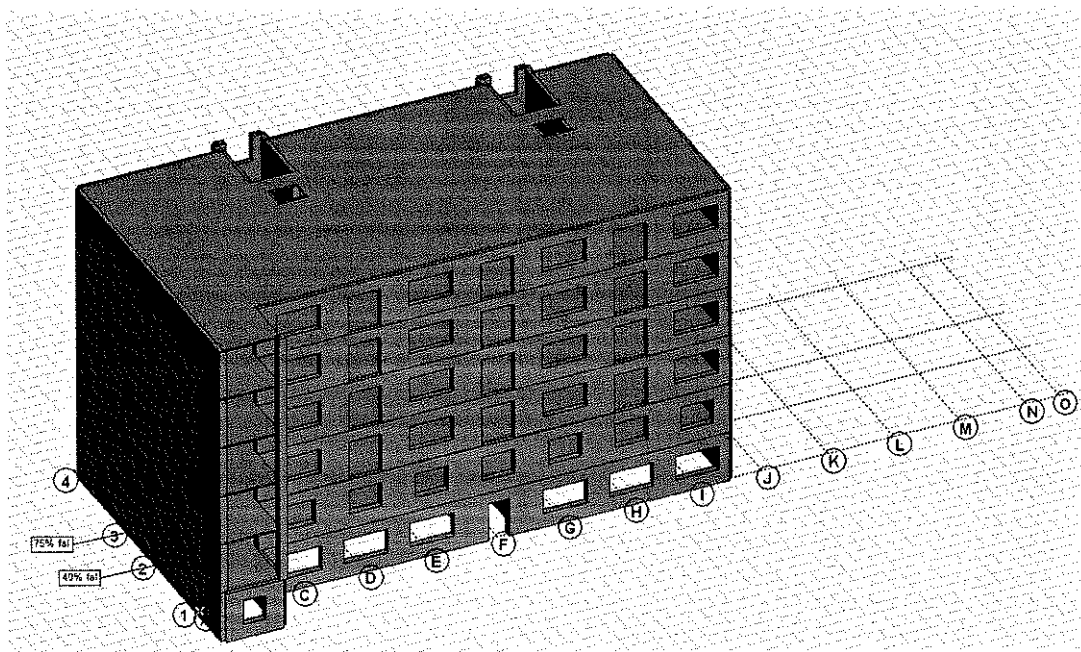
[Handwritten signature]



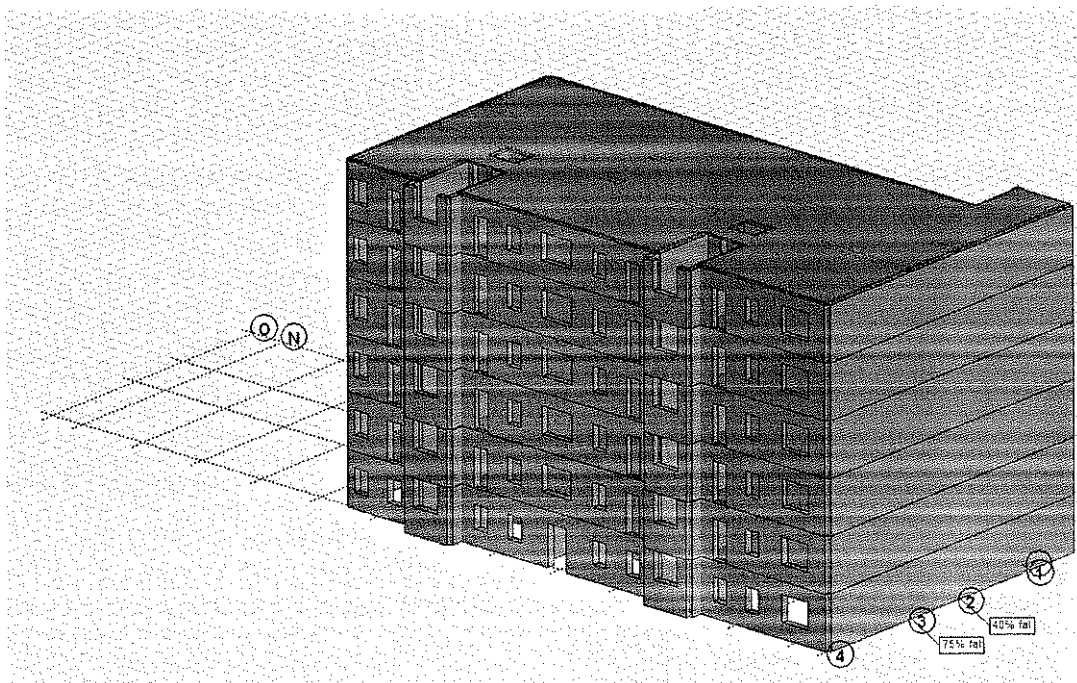
A Szentkirályi u. 31. tűzfalának mértékadó falszakasza

[Handwritten signature]

III. A Szentkirályi u. 29-31. társasház földrengési vizsgálata



A modell utcai oldali nézete



A modell udvari oldali nézete

Rezgésvizsgálat

Az épület rezgésvizsgálatához az önsúlyok és válaszfalterhek alapértékével és a hasznos terhek kvázi állandó részével figyelembe vett teheresettel számoltunk.

Rezgésalakok tömegrészesedése (I.) [kvázi_állandó]				
	T [s]	Hiba	ϵ_x	ϵ_y
1	1,532	2,84E-10	0,049	0,735
2	1,252	1,97E-10	0,710	0,052
3	0,781	8,91E-11	0,073	0
4	0,416	2,48E-11	0,001	0,163
5	0,358	1,92E-11	0,135	0,004
6	0,292	4,19E-9	0	0
7	0,260	7,84E-8	0,002	0,001
8	0,248	8,60E-7	0,001	0,027
9	0,230	7,64E-6	0	0,002
10	0,225	9,09E-6	0	0,001
10/10			0,971	0,984

A szerkezet X irányú lengésalakja domináns a 2. és 5. lengésalaknál, amely két alak a modális tömegek mintegy 85%-át képviseli. Az Y irányú lengésalakja domináns az 1. és 4. lengésalaknál, amely két alak a modális tömegek mintegy 90%-át képviseli.

Az egyes lengésalakokhoz tartozó dinamikai paramétereket mutatja az alábbi táblázat. A Magyarországon 1. típusú földrengésekhez előírt válaszspektrum „platója” 0,15 és 0,5 [s] közötti periódusidejű szerkezetek esetén veendő figyelembe. Látható, hogy a várakozásoknak megfelelően a nagyon lágy épület első két, Y és X irányokban domináns első periódusideje a válaszspektrum platójáról „lecsúszik”. A lágy épület földrengési terhe tehát kisebb, mint egy merev szerkezet esetében, azonban a földrengés során elszenvedett alakváltozások igen nagyok is lehetnek!

Sajátfrekvenciák (I.) [kvázi_állandó (SLS Kváziállandó)]					
	f [Hz]	T [s]	ω [rad/s]	S.é.	Hiba
1	0,65	1,532	4,10	16,82	2,84E-10
2	0,80	1,252	5,02	25,18	1,97E-10
3	1,28	0,781	8,05	64,79	8,91E-11
4	2,40	0,416	15,10	228,13	2,48E-11
5	2,79	0,358	17,56	308,28	1,92E-11
6	3,42	0,292	21,49	461,71	4,19E-9
7	3,85	0,260	24,21	585,93	7,84E-8
8	4,03	0,248	25,30	639,91	8,60E-7
9	4,36	0,230	27,37	748,87	7,64E-6
10	4,45	0,225	27,94	780,53	9,09E-6

Az egyes irányokhoz tartozó tetőponti célelmozdulás értékét a fentiek alapján meghatározhatjuk:

$$D_{\max,x} = S_e / \omega^2 = 4,12 / 5,02^2 = 163 \text{ [mm]}$$

Handwritten signature and date: 17.11.17

$$D_{\max, \gamma} = S_e / \omega_1^2 = 4,12 / 4,1^2 = 245 \text{ [mm]}$$

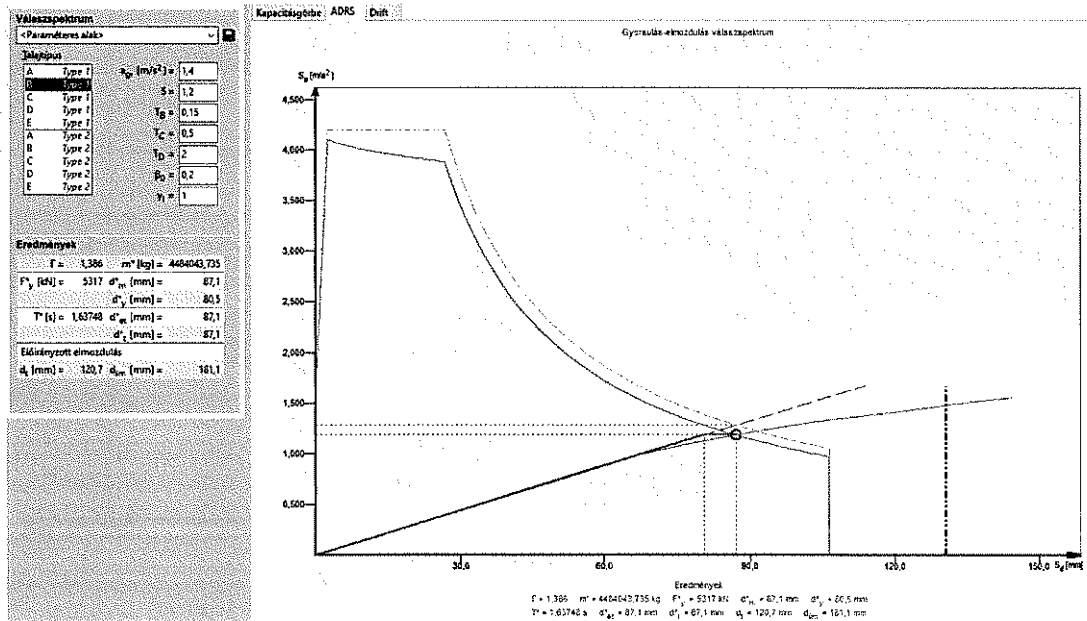
Az alábbi számítások során az itt meghatározott célelmozdulások alapján határozzuk meg a szerkezet viselkedését, hogy lássuk, a szerkezet mennyire mutat duktilis viselkedést, és a nagy elmozdulások során a képlékenyedő falak milyen kihasználtságot mutatnak.

Az eredmények értékelésénél azt a teherszintet fogjuk figyelembe venni, ami a szabvány által előírt célelmozduláshoz tartozik.

Pushover vizsgálat

Az eltolás (pushover) vizsgálatnál X és Y irányú oldalirányú teherrel terheljük a nemlineáris viselkedést mutató falazott szerkezetet.

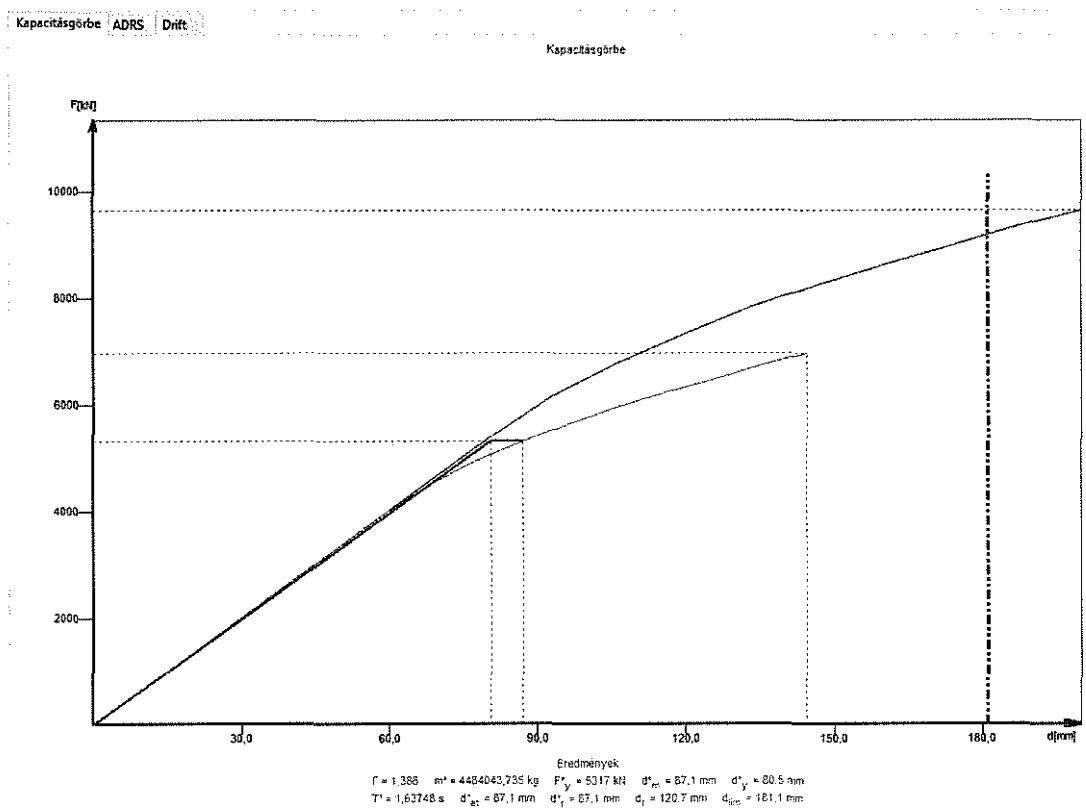
X irányú eltolás



A számított erő-elmozdulás diagram erősen lágyuló jelleget mutat. A felpuhuló nemlineáris rendszert egy idealizált bilineáris viselkedésű rendszerrel helyettesítjük, amelyhez a következő értékeket kaptuk X irányú eltolás esetén:

- idealizált bilineáris rendszer folyásához tartozó elmozdulás: $d_y^* = 80,5$ mm
- egyenértékű egyszabadságfokú rendszer előírányzott képlékeny elmozdulása: $d_t^* = 87,1$ mm
- elvárt elmozdulási képesség: $d_{lim} = 181,1$ mm
- a rendszert terhelő alapnyíróerő értéke $F_y^* = 5317$ kN

A rendszer kapacitásgörbéje az alábbi képen:



A vizsgálathoz beállított 200 mm-es célelmozdulási érték a fentiek alapján megfelelő közelítés volt, a célelmozdulás ennél kisebb (181,1 mm). Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a szerkezet a földrengés során képlékenyedik.

- Nemlineáris vizsgálat**
- PO X M**
- PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [1] (5370,307) [eX(982) = 80,0 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [2] (6186,743) [eX(982) = 93,3 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [3] (6823,620) [eX(982) = 106,7 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [4] (7341,167) [eX(982) = 120,0 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [5] (7839,599) [eX(982) = 133,3 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [6] (8259,705) [eX(982) = 146,7 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [7] (8632,187) [eX(982) = 160,0 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [8] (8968,802) [eX(982) = 173,3 mm]
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [9] (9341,389) [eX(982) = 186,7 mm]**
 - PO X M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [10] (9649,669) [eX(982) = 200,0 mm]

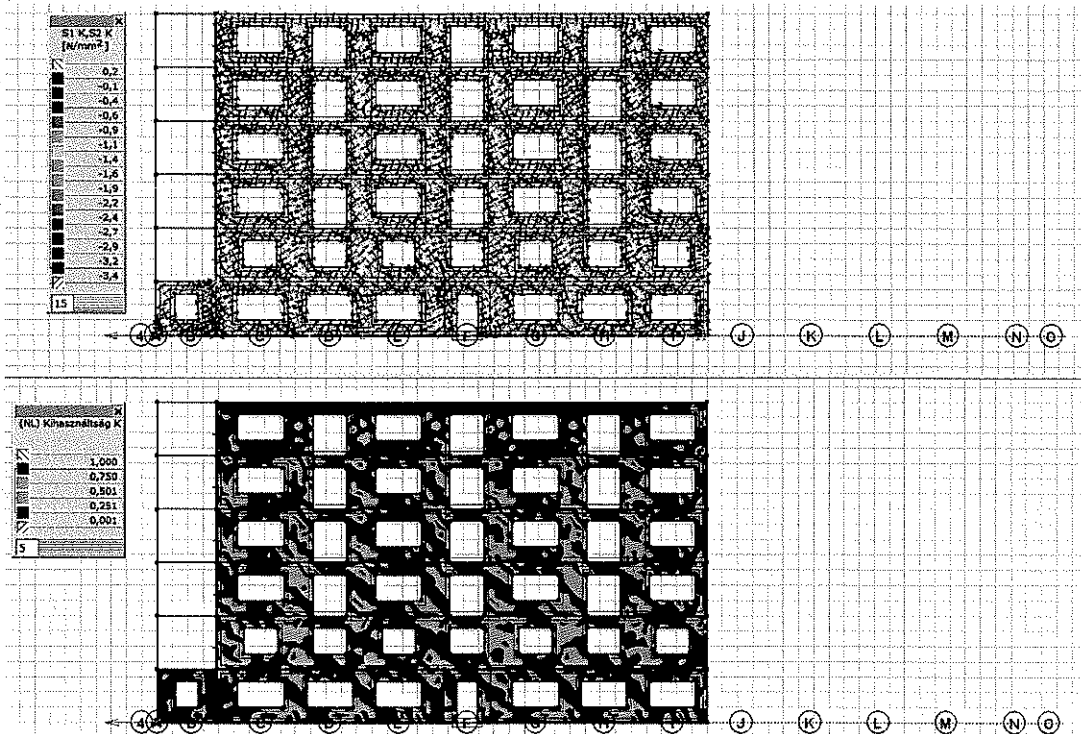
Az alábbiakban a 9. teherlépéshez tartozó teherszinten mutatjuk be az egyes homlokzati és hosszfalak anyagi kihasználtságát (az anyagi pont feszültségállapota – kétparaméteres folyási felület határa) és a főfeszültségek lefutását.

Nagy kihasználtságot találunk az egyes nyílások közötti falsávokban, az alapozás síkja felett a teherátadás helyén és a kevésbé leterhelt falkoronán a zárófödém alatt.

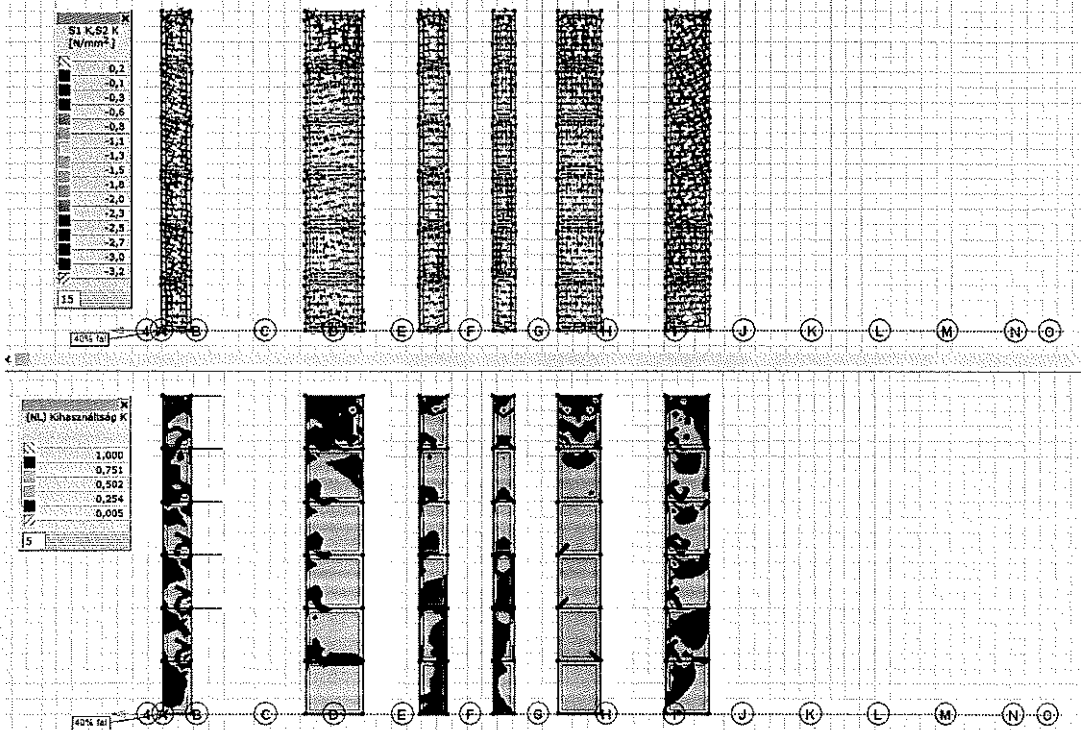
[Handwritten signature]

50

Hosszfalak

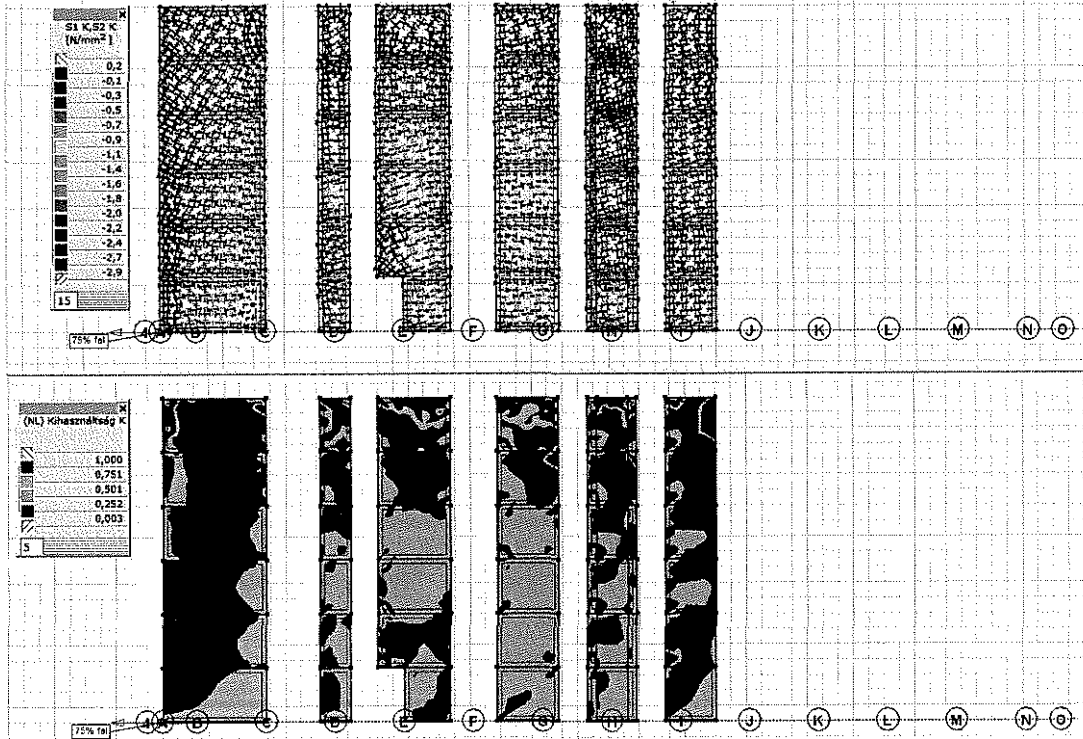


Utcai homlokzat

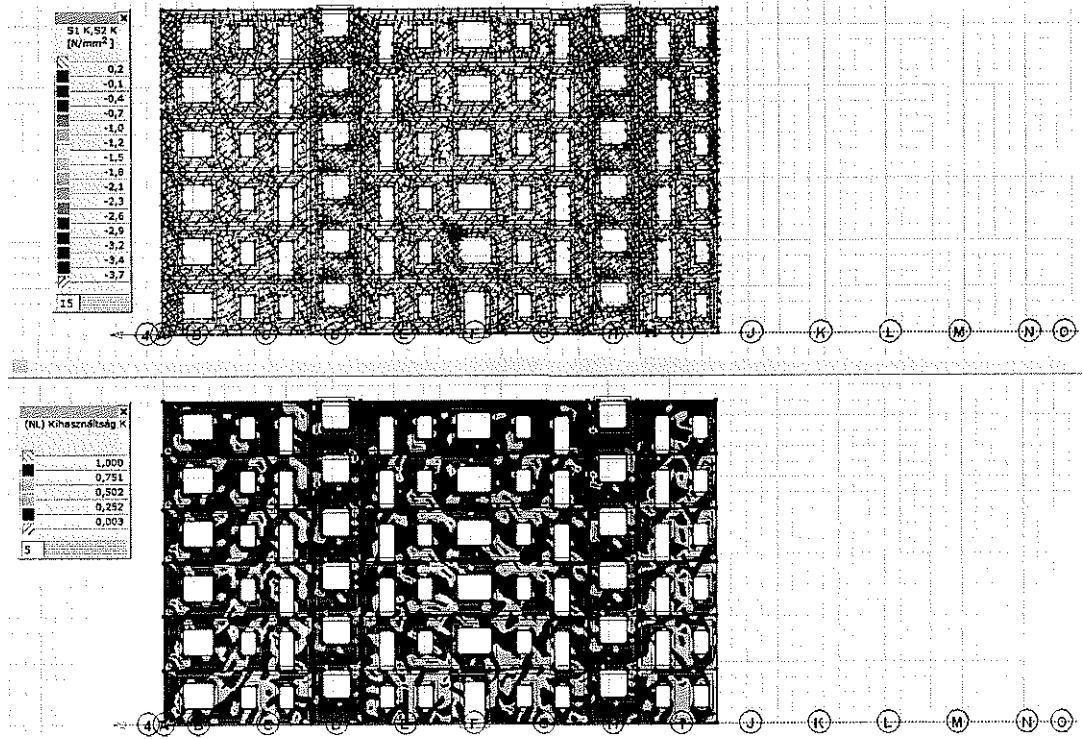


Első középfal

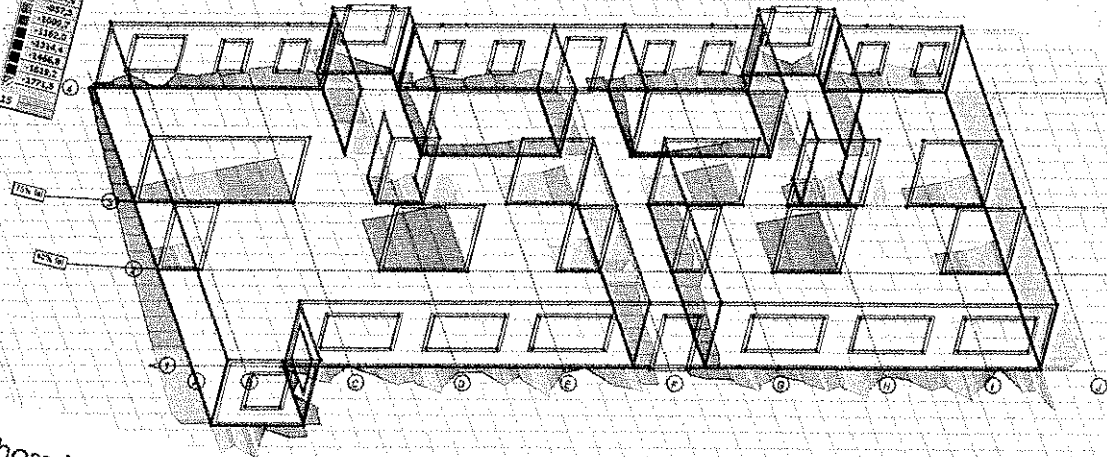
[Handwritten signature]
51



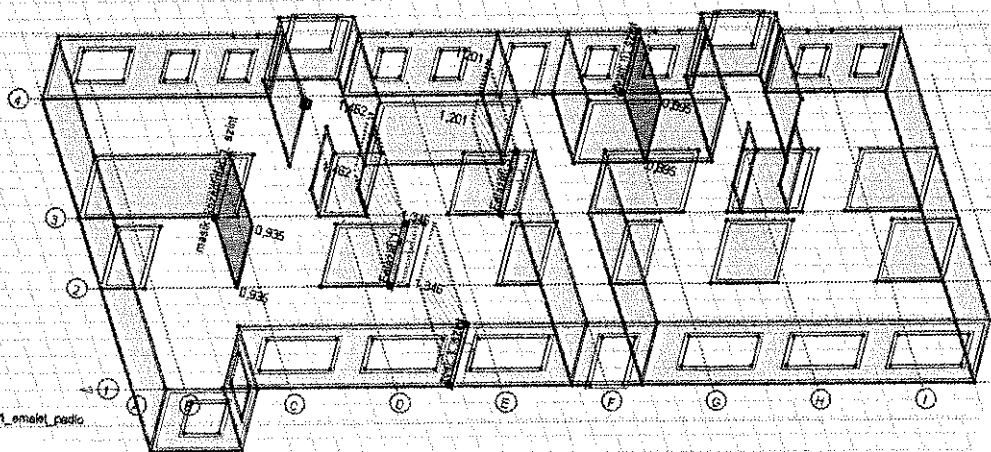
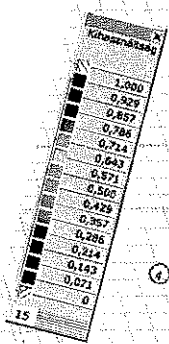
Második középőfal



Udvari homlokzat



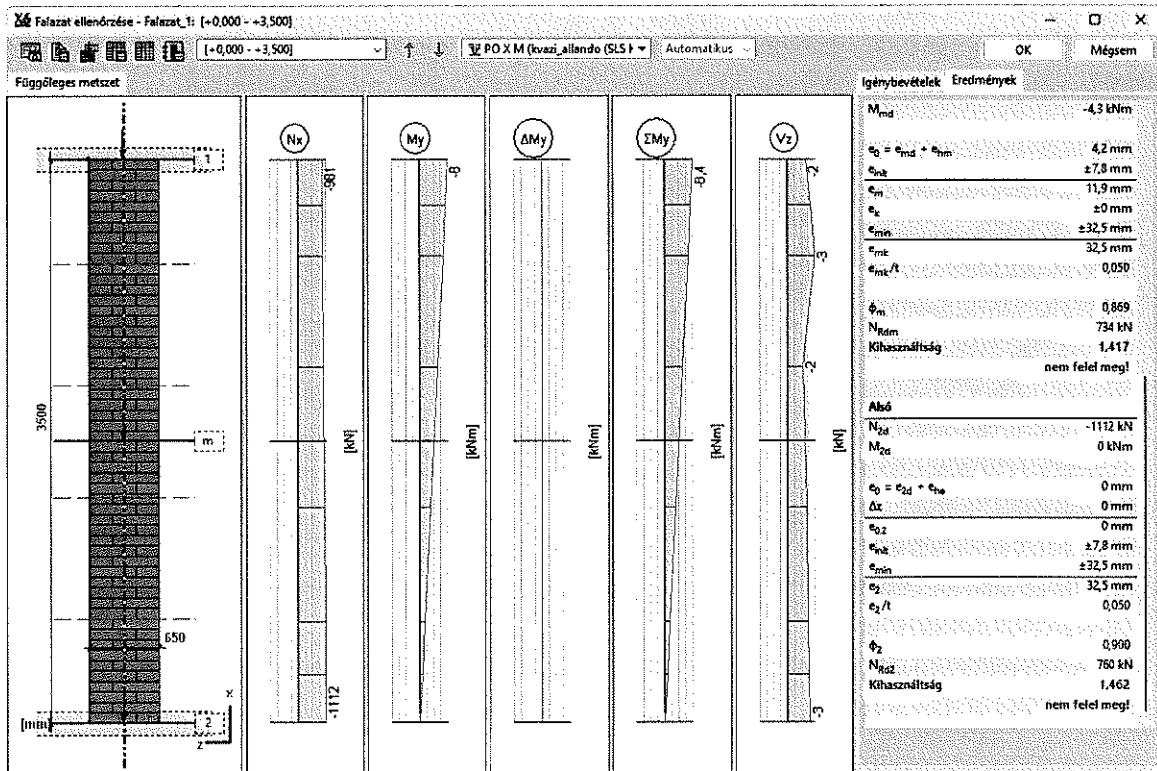
A hosszirányú eltolóerő hatására a földszinti falak alsó síkján mért normálerő



A vizsgált falszakaszok kihasználtsága – maximális kihasználtság: 1.46

III-29.

Handwritten signature and number 53

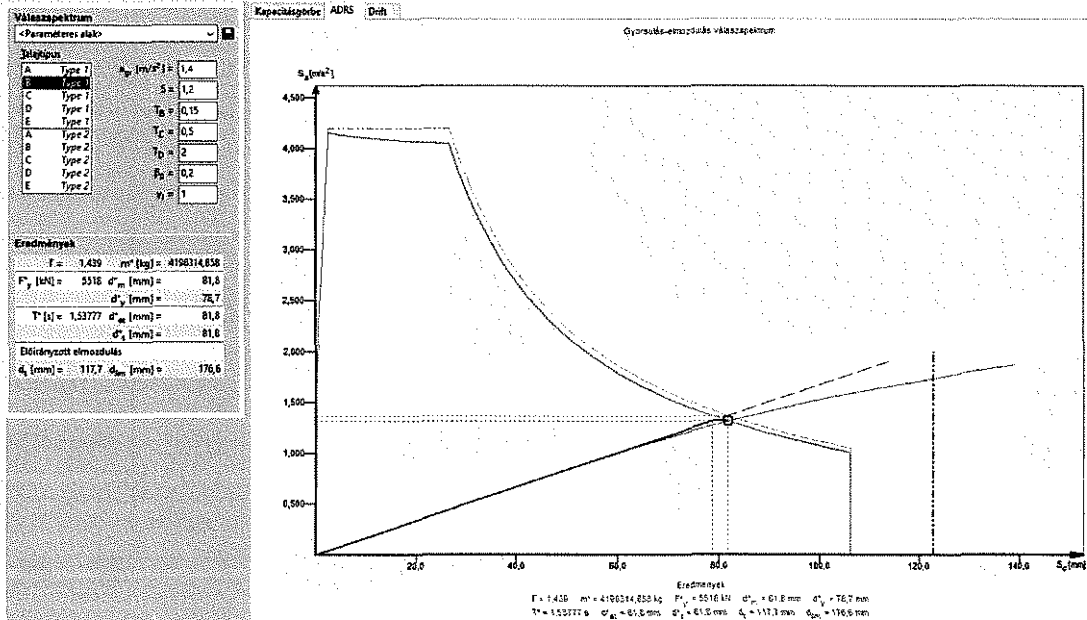


Az utcához közeli középőfal kihasználtsága a vizsgált helyen

Handwritten signature

Y irányú eltolás

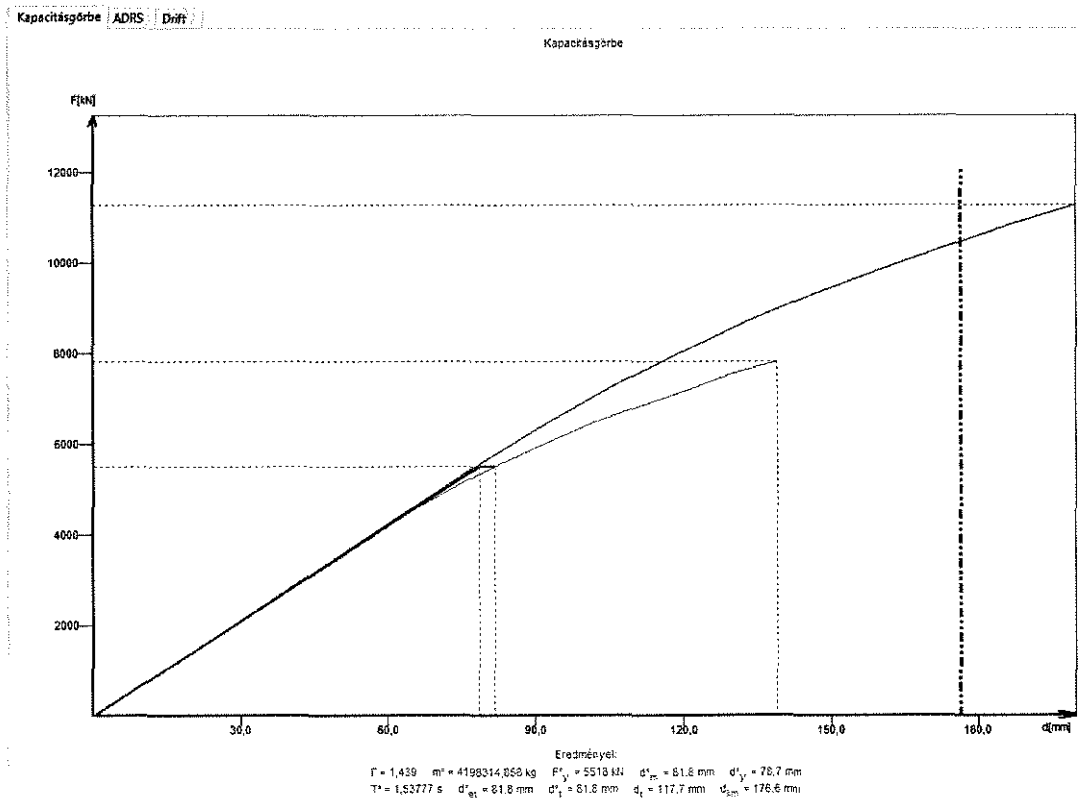
Az Y irányú eltolásvizsgálatnál a közelítően felvett 200 mm-es célelmozdulási érték szintén elegendőnek bizonyult.



A számított erő-elmozdulás diagram erősen lágyuló jelleget mutat. A felpuhuló nemlineáris rendszert egy idealizált bilineáris viselkedésű rendszerrel helyettesítjük, amelyhez a következő értékeket kaptuk Y irányú eltolás esetén:

- idealizált bilineáris rendszer folyásához tartozó elmozdulás: $d_y^* = 78,7$ mm
- egyenértékű egyszabadságfokú rendszer előirányzott képlékeny elmozdulása: $d_t^* = 81,8$ mm
- elvárt elmozdulási képesség: $d_{lim} = 176,6$ mm
- a rendszert terhelő alapnyíróerő értéke $F_y^* = 5518$ kN

A rendszer kapacitásgörbéje az alábbi képen látható:



A vizsgálathoz beállított 200 mm-es célelmozdulási érték a fentiek alapján megfelelő közelítés volt, a célelmozdulás ennél kisebb (176,7 mm). Mindezek alapján megállapíthatjuk, hogy a szerkezet a földrengés során képlékenyedik.

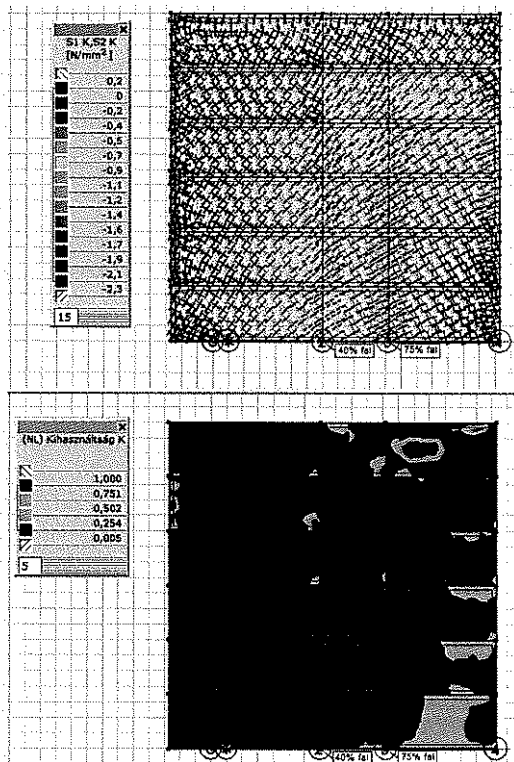
PO Y M

PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [1]	(5666,205)	[eY(982) = 80,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [2]	(6533,084)	[eY(982) = 93,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [3]	(7343,475)	[eY(982) = 106,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [4]	(8064,410)	[eY(982) = 120,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [5]	(8726,462)	[eY(982) = 133,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [6]	(9332,586)	[eY(982) = 146,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [7]	(9846,112)	[eY(982) = 160,0 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [8]	(10338,788)	[eY(982) = 173,3 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [9]	(110858,334)	[eY(982) = 186,7 mm]
PO Y M (kvazi_allando (SLS Kváziállandó)) [10]	(11275,149)	[eY(982) = 200,0 mm]

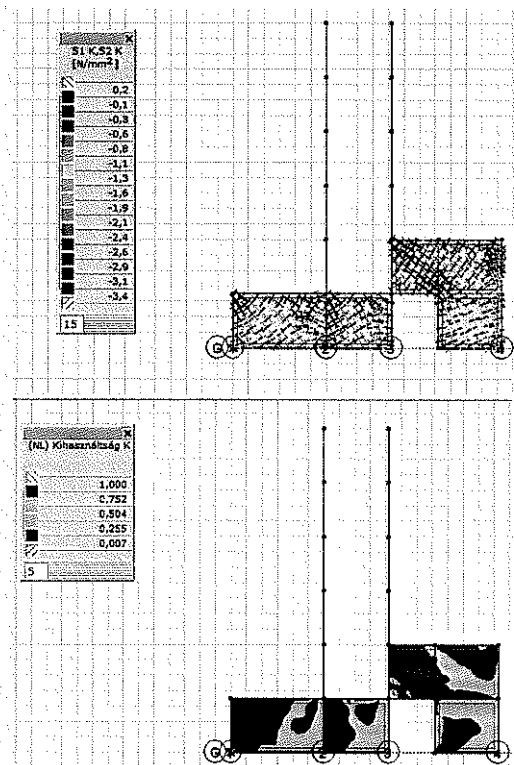
Az alábbiakban a 9. teherlépéshez tartozó teherszinten mutatjuk be az egyes tűzfalak és harántfalak anyagi kihasználtságát (az anyagi pont feszültségállapota – kétparaméteres folyási felület határa) és a főfeszültségek lefutását.

Nagy kihasználtságot találunk az egyes nyílások közötti falsávokban, az alapozás síkja felett a teherátadás helyén és a kevésbé leterhelt falkoronán a zárófödém alatt.

Keresztirányú falak

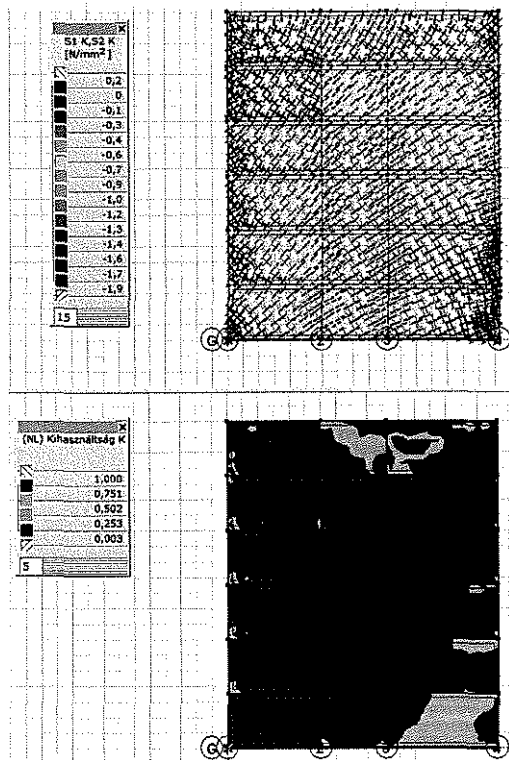


A Szentkirályi u. 31. tűzfala

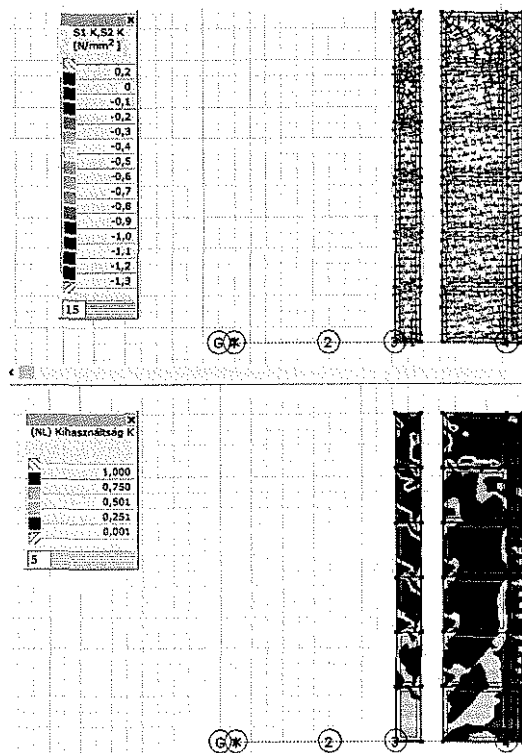


A Szentkirályi u. 29-31. egyik középső harántfala

Handwritten signature

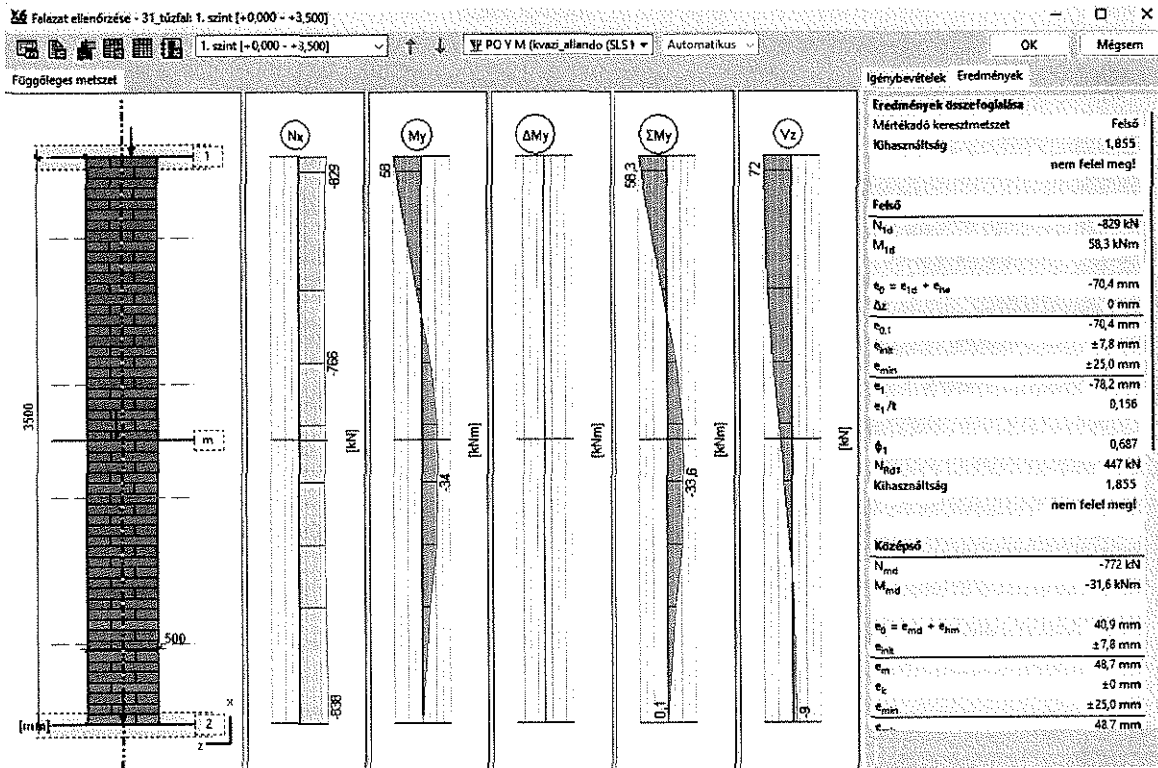


A Szentkirályi u. 27. és 29. közötti harántfal



Lépcsőházi harántfal

Handwritten signature
 07/8



A Szentkirályi u. 31. tűzfalának mértékadó falszakasza

Handwritten signature and number 60

IV. Értékelés

Az elvégzett vizsgálat fő szempontja a komplett Szentkirályi u. 27-31. épületegyüttes földrengési viselkedésének és a Szentkirályi 29-31. társasház földrengési viselkedésének összehasonlítása volt. A vizsgálatnak nem volt célja az egyes épületek esetén a kialakuló deformációk és igénybevételek részletes értékelése.

A fentiekben bemutatott nemlineáris eltolásvizsgálat igazolta, hogy a húzószilárdság nélküli falazott szerkezetként épült épület a szabvány által meghatározott földrengési teherszinten a falazat képlékenyedésével képes nagy alakváltozásokat elviselni. Ekkor a falak a stabilitásvesztési tönkremenetelig igénybevétel-átrendeződéssel biztosítják a szerkezet állékonyságát. A számítási modell a stabilitási tönkremenetel bekövetkezését nem vizsgálja, így a Pushover vizsgálat során meghatározott teherszinten a mértékadó falszakaszok teherbírását utólag ellenőrizzük.

A két vizsgálat összehasonlításához az alábbi táblázatba gyűjtöttük a lényeges paramétereket.

	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

Összességében a következő megállapítások tehetők:

- az épületegyüttes (Szentkirályi 27-31.) mind hosszirányú, mind keresztirányú merevségében sokat számít a Szentkirályi u. 27. számú épület. Ez azt eredményezi, hogy a Szentkirályi u. 29-31. épület ugyanazon földrengés esetén nagyobb alakváltozásokat kell, hogy elszenvedjen, mintha a Szentkirályi u. 27. épület is merevítene.

- ezzel egyidőben a nagy alakváltozásokat elszenvedő épület összességében kisebb földrengési terhet kell, hogy elviseljen.
- mindkét vizsgálat esetén nagy mértékű alakváltozás szükséges ahhoz, hogy a szerkezet a földrengési terheket fel tudja venni. A szintek közötti relatív szinteltolódás 26-31 mm körüli érték.
- mindkét vizsgálat során az utcai homlokzathoz közeli, sok helyen áttört középfőfal kihasználtsága bizonyult a legnagyobbaknak. A figyelembe veendő eltolóerő esetén a kihasználtsága mindkét esetben mintegy 1,5.
- Egyszerűsítésként és közelítésként tehát úgy értékelhetjük mindkét szerkezetet, hogy azok a szabvány által előírt földrengési tehernek mintegy 66%-t képesek elviselni.
- A korlátozott károk követelménye alapján a nagyobb lengésidővel rendelkező Szentkirályi 29-31. épület kedvezőtlenebbül viselkedik. Vagyis a Szentkirályi 27. épület elbontásával a megmaradó társasház kisebb földrengések esetén olyan értelemben kedvezőtlenebbül reagál, hogy nagyobb alakváltozások következnek be, így a csatlakozó szerkezetek (burkolatok, nyílászárók, csőhálózat, bútorok, stb.) tönkremenetele még mérsékelt földrengés esetén is nagyobb lesz, mint a jelenlegi állapotban volna.