

# **SZAKDOLGOZAT**

Kisméretű lakossági óvóhelyek tervezése

**OE-YBL**  
**2024.**

Hallgató neve:  
Hallgatói törzskönyvi száma:

**Szőllősi Anna**

**[REDACTED]**



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem  
Ybl Miklós Építéstudományi Kar  
Építőmérnöki Intézet

## SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Szöllősi Anna

Szaktervezési száma: [REDACTED]

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Neptun kódja: [REDACTED]

Szak: Építőmérnöki

Specializáció: Magasépítési

Geotechnika

A dolgozat címe: Kisméretű lakossági óvóhely tervezése

A dolgozat címe angolul: Design of a small-sized civil shelter

A feladat részletezése: - Kisméretű lakossági óvóhely tervezéséről, legfontosabb kritériumairól rövid tanulmány készítése

- Beépítendő berendezések listája, beépítési előírások, műszaki paraméterek ismertetése

- Részletes tartószerkezeti méretezés

- Kiviteli vasbeton tervek, zsaluzási terv, vasalási terv készítése

- Részletes tartószerkezeti műszaki leírás

Intézményi konzulens neve: Szabó Balázs

A kiadott téma elévülési határideje: 2026. 12. 31.

Beadási határidő: 2024. 05. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2024. 03. 06.

Óbudai Egyetem  
Ybl Miklós Építéstudományi Kar  
Építőmérnöki Intézet  
1446 Budapest, Thököly út 74.  
1442 Budapest, 70., Pf. 117.

Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2024. 05. 15.

belső konzulens

külső konzulens

SZAKDOLGOZAT  
KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Szöllősi Anna

Dolgozat száma: [REDACTED]

Oktatási azonosítója: [REDACTED]

Szak, specializáció megnevezése:

Neptun azonosítója: [REDACTED]

Építőmérnöki

Törzskönyvi száma: [REDACTED]

Magasépítési, geotechnika

A dolgozat címe magyar nyelven: Kisméretű lakossági óvóhely méretezése

A dolgozat címe angol nyelven: Design of a small-sized civil shelter

Belső (kari) konzulens neve: Szabó Balázs

Külső konzulens neve: [REDACTED]

Külső konzulens munkahelye: [REDACTED]

| ALK. | DÁTUM       | KONZULTÁCIÓ TÉMÁJA, TARTALMA                 | KONZULENS ALÁÍRÁSA |
|------|-------------|----------------------------------------------|--------------------|
| 1.   | 2024.03.04. | Szakirodalmi áttekintés                      | [Signature]        |
| 2.   | 2024.03.25. | AxisVM szoftverben való modellezés, számolás | [Signature]        |
| 3.   | 2024.04.15. | Sugárzás elleni védelemhez számítások        | [Signature]        |
| 4.   | 2024.05.06. | Tervrajzok ellenőrzése                       | [Signature]        |

A Konzultációs naplót minimum négy alkalommal az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel.

A részvételt a konzulens akkor igazolhatja, ha arra a hallgató felkészülten érkezik, azaz érdemi konzultáció történt.

A hallgató a Szakdolgozat/Diplomaterv/Diplomamunka tantárgy(ak)\* követelményét teljesítette.

Kelt: [Signature] (hely), 2024.05.24. (dátum)

[Signature]  
belső (kari) konzulens

\* A megfelelő aláhúzendő.

## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Szöllősi Anna hallgató kijelentem, hogy a dolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült dolgozatban található eredményeket az Óbudai Egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Kelt: Budapest , 2024.05.20.

*Szöllősi Anna*

---

hallgató

## TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. BEVEZETÉS.....</b>                                             | <b>4</b>  |
| <b>2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS .....</b>                              | <b>5</b>  |
| 2.1 Óvóhely fogalmának meghatározása .....                           | 5         |
| 2.2. Óvóhelyek csoportosítása .....                                  | 5         |
| 2.2.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás .....                      | 5         |
| 2.2.2. Funkció szerinti csoportosítás .....                          | 6         |
| 2.2.2.1. Védelmi rendeltetésű létesítmények.....                     | 6         |
| 2.2.2.2. Több funkcióval ellátott óvóhelyek.....                     | 6         |
| 2.2.3. Védőképesség szerinti csoportosítás .....                     | 8         |
| 2.2.4. Kialakításuk.....                                             | 8         |
| 2.2.5. Befogadóképesség és energiaellátás szerinti osztályozás ..... | 9         |
| 2.3. Óvóhelyeket érő veszélyeztető hatások .....                     | 10        |
| 2.3.1. Fizikai hatások .....                                         | 10        |
| 2.3.2. Hőhatások.....                                                | 10        |
| 2.3.3. Sugárzások .....                                              | 11        |
| 2.3.4. Elektromágneses impulzus.....                                 | 13        |
| 2.3.5. Harci gázok .....                                             | 14        |
| 2.4. Óvóhelyek üzemmódjai .....                                      | 14        |
| 2.4.1. „1-es” üzemmód.....                                           | 14        |
| 2.4.2. „2-es” üzemmód.....                                           | 15        |
| 2.4.3. „3-as” üzemmód.....                                           | 15        |
| 2.4.4. „0. üzemmód” .....                                            | 15        |
| 2.5. Nyílászárók .....                                               | 16        |
| 2.5.1. Bejáratok és vészkijárat.....                                 | 16        |
| 2.5.2. Nyílászárók típusai funkció szerint.....                      | 17        |
| <b>3. MŰSZAKI LEÍRÁS .....</b>                                       | <b>17</b> |
| 3.1. Családi óvóhely .....                                           | 17        |
| 3.1.1. Előzmények, helyszín .....                                    | 17        |
| 3.1.2. Építészeti .....                                              | 18        |
| 3.1.2.1. Alaprajzi elrendezés és berendezések .....                  | 18        |
| 3.1.2.2. Védelmi vonalak.....                                        | 20        |
| 3.1.2.3. Műszaki berendezések.....                                   | 22        |
| 3.1.3. Tartószerkezet .....                                          | 24        |
| 3.1.3.1. Terhek.....                                                 | 24        |
| 3.1.3.2. Alapozás .....                                              | 24        |
| 3.1.3.3. Vízszintes teherhordó szerkezetek .....                     | 24        |
| 3.1.3.4. Függőleges teherhordó szerkezetek.....                      | 25        |
| 3.2. 250 fős lakossági óvóhely .....                                 | 25        |
| 3.2.1. Előzmények, helyszín .....                                    | 25        |
| 3.2.2. Építészeti .....                                              | 26        |
| 3.2.2.1. Alaprajzi elrendezés és berendezések .....                  | 26        |
| 3.2.2.2. Védelmi vonalak, nyílászárók .....                          | 28        |
| 3.2.2.3. Légtechnika és gépészeti berendezések .....                 | 29        |
| 3.2.3. Tartószerkezet .....                                          | 32        |
| 3.2.3.1. Terhek.....                                                 | 32        |
| 3.2.3.2. Alapozás .....                                              | 32        |

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.3.3. Vízszintes teherhordó szerkezetek .....      | 33         |
| 3.2.3.4. Függőleges teherhordó szerkezetek.....       | 33         |
| 3.3. Kivitelezési követelmények.....                  | 34         |
| 3.4. Anyagminőségek .....                             | 34         |
| 3.5. Alkalmazott szabványok, irányelvek.....          | 34         |
| <b>4. SZÁMÍTÁSI MELLÉKLET .....</b>                   | <b>36</b>  |
| 4.1. Családi óvóhely .....                            | 36         |
| 4.1.1. Geometria .....                                | 36         |
| 4.1.2. Robbanási lökönyomás statikus teherként .....  | 38         |
| 4.1.2.1. Kiindulási adatok.....                       | 38         |
| 4.1.2.3. Teheresetek:.....                            | 47         |
| 4.1.2.4. Teherkombináció:.....                        | 47         |
| 4.1.2.5. Hálógenerálás .....                          | 47         |
| 4.1.2.6. Lineáris statikai számítás eredményei .....  | 48         |
| 4.1.3. Robbanási lököhullám dinamikus teherként ..... | 55         |
| 4.1.3.1. Kiindulási adatok.....                       | 55         |
| 4.1.3.2. Teherfelvétel.....                           | 56         |
| 4.1.3.3. Teheresetek:.....                            | 58         |
| 4.1.3.4. Teherkombináció:.....                        | 58         |
| 4.1.3.5. Hálógenerálás .....                          | 58         |
| 4.1.3.6. Rezgésvizsgálat .....                        | 59         |
| 4.1.3.7. Dinamikai számítás .....                     | 60         |
| 4.1.3.8. Dinamikus statikai számítás eredményei ..... | 61         |
| 4.1.4. Szükséges vasmenntiségek.....                  | 69         |
| 4.1.5. Sugárzásvédelem.....                           | 73         |
| 4.2. Lakossági óvóhely .....                          | 75         |
| 4.2.1. Geometria .....                                | 75         |
| 4.2.2. Robbanási lökönyomás statikus teherként .....  | 76         |
| 4.2.2.1. Kiindulási adatok.....                       | 76         |
| 4.2.2.2. Teherfelvétel.....                           | 76         |
| 4.2.2.3. Teheresetek:.....                            | 84         |
| 4.2.2.4. Teherkombináció:.....                        | 84         |
| 4.2.2.5. Hálógenerálás .....                          | 84         |
| 4.2.2.6. Lineáris statikai számítás eredményei .....  | 85         |
| 4.2.3. Robbanási lököhullám dinamikus teherként ..... | 91         |
| 4.2.3.1. Kiindulási adatok.....                       | 91         |
| 4.2.3.2. Teherfelvétel.....                           | 91         |
| 4.2.3.3. Teheresetek:.....                            | 93         |
| 4.2.3.4. Teherkombináció:.....                        | 94         |
| 4.2.3.5. Hálógenerálás .....                          | 94         |
| 4.2.3.6. Rezgésvizsgálat .....                        | 94         |
| 4.2.3.7. Dinamikai számítás .....                     | 94         |
| 4.2.3.8. Dinamikus statikai számítás eredményei ..... | 95         |
| 4.2.4. Szükséges vasmenntiségek.....                  | 99         |
| 4.2.5. Sugárzásvédelem.....                           | 106        |
| 4.2.6. Felúszás vizsgálat áradás esetén.....          | 107        |
| <b>Hivatkozások.....</b>                              | <b>108</b> |

## 1. BEVEZETÉS

Szakdolgozatomat az Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar Geotechnikai és Tartószerkezeti Tanszékének megbízásából készítettem el.

Szakdolgozatom témájaként egy kisméretű és egy 250 fős lakossági óvóhely tervezését választottam. Az életvédelmi létesítmények rendhagyó műszaki megoldásokat igényelnek, amelyek kihívást jelentenek ezen létesítmények tervezése során. Azonban az óvóhelyek jelentősége egyre jobban felértékelődik a katasztrófák, háborús konfliktusok és egyéb előre nem látható események miatt, és ennek az a következménye, hogy napjainkban az igény irántuk egyre növekszik. A természeti katasztrófák a 20. századtól kezdve megsokszorozódtak és a pusztítások mértéke is észrevehetően megnövekedett. A társadalom számára az iparban bekövetkezett balesetek hasonló veszélyt jelentenek. Az ipari katasztrófák ezrek halálát vagy megbetegedését okozhatják. Efféle szerencsétlenségek bármikor bekövetkezhetnek és az e célra kialakított objektumok megfelelő biztonságot nyújtanak ezekben a helyzetekben.

Napjainkban a világon zajló háborús konfliktusok száma jelentősen megnövekedett, emellett az intenzitásuk is nagyobb lett. A fegyverek és a különböző pusztító hatású eszközök folyamatosan fejlődnek, egyre nagyobb hatóerővel rendelkeznek. Ennek következtében az elmúlt időben több országban is elkezdtek modernizálni az óvóhelyeket, illetve újabbakat létrehozni, valamint igyekeznek olyan technológiákat kifejleszteni, amelyekkel az óvóhelyekben tartózkodók biztonságban érezhetik magukat. Közvetlen környezetünkben jelenleg is folyamatban lévő fegyveres összecsapások hatására döntöttem védelmi létesítmény tervezése mellett. Sosem lehet tudni, hogy mikor kerül sor egy olyan katasztrófára vagy fegyveres támadásra, amely a környezetében lévő emberek életét súlyosan veszélyezteti. Az óvóhelyek ekkor nem csak a társadalom számára nyújtanak menedéket, de speciális változataik fontos szerepet játszanak abban is, hogy egy ország működőképes maradjon. Egy védőlétesítmény felépítése magas költségekkel jár, továbbá folyamatos karbantartására van szükség. Magyarországon jelenleg a lakosság összesen 2-3 %-a tudna menedéket találni óvóhelyekben például esetleges atomtámadás esetén. Éppen ezért megnőtt a kereslet a magáncélú, kis-, illetve nagyobb méretű óvóhelyek iránt.

## 2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1 Óvóhely fogalmának meghatározása

Egy háborús konfliktus idején vagy egy ipari baleset után a legfontosabb feladat az emberi életek, irányító szervek és az anyagi javak védelme. Az e célra szolgáló életvédelmi létesítmények, az úgynevezett „óvóhelyek olyan műszaki létesítmények, amelyek határoló szerkezetei, berendezései, felszerelése és műtárgyai révén meghatározott védelmet nyújtanak támadó fegyverek és katasztrófák hatásai ellen.”<sup>1</sup>

Azokat a műszaki létesítményeket vagy természeti képződményeket, amelyek háborús körülmények között vagy katasztrófa esetén korlátozott védelmet nyújtanak szükségóvóhelyeknek nevezzük.<sup>2</sup> Általában olyan objektumok, amely esetében az a minimális követelmény, hogy védelmet tudjon nyújtani az épületek romterhei ellen.<sup>3</sup>

### 2.2. Óvóhelyek csoportosítása

#### 2.2.1. Rendeltetés szerinti csoportosítás

Az óvóhelyeket több csoportba tudjuk sorolni az alapján, hogy minek a védelmére szolgálnak. Rendeltetés szerinti csoportosításuk:

- Életvédelmi létesítmények, amelyek a lakosság és üzemi dolgozók számára nyújtanak menedéket.
- Tárgyi óvóhelyek, amelyek nagy értékű vagyontárgyak (például arany, különleges műkincsek, a koronázási jelvények) védelmét látják el.
- Vezetési pontok, amelyekben egy ország közigazgatási és politikai vezetési rendszerét, illetve a polgári védelem irányítását megfelelő védelmi szinttel biztosítani lehet. Az irányításnak megszakítások nélkül kell zajlani, illetve rendelkezésre kell állniuk a szükséges technikai és humán erőforrásoknak. Az objektumokra szigorú előírások és műszaki követelmények vonatkoznak, illetve mivel kiemelt célpontoknak számítanak, így álcázni kell őket. Példaként szolgál erre a Magyarországon megtalálható Horthy-bunker és a Budai vár alatti kormányzati központ, illetve a Vas megyei vezetési pont.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Általános előírások (Műszaki irányelv), MI-04-260-1 szerk., 1993. szeptember.

<sup>2</sup> G. László és D. T. Rudolf, „A lakossági óvóhelyek és a vezetési pontok alaprendeltetése, építészeti, gépészeti kialakításuk közötti különbség,” MKK online, XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám.

<sup>3</sup> L. Rohoska és R. Ulrich, Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez, Budapest: Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., 1993..



1. ábra. Gödöllői Horthy-bunker  
Forrás: kameraaltal.blog.hu  
(Letöltve: 2024.02.18.)



2. ábra. Vas megyei védett vezetési pont  
bejárata  
Forrás: kameraaltal.blog.hu  
(Letöltve: 2024.02.18.)

- Egy további csoportot képeznek az olyan óvóhelyek, ahol a bent tartózkodók védelme mellett a háborús körülmények között is működésre kötelezett szervezetek (kórházak, telefonközpontok) számára a munkavégzésnek megfelelő körülményeket is biztosítani kell. <sup>4</sup>

## 2.2.2. Funkció szerinti csoportosítás

### 2.2.2.1. Védelmi rendeltetésű létesítmények

Az életvédelmi létesítményeket funkciójuk szerint is csoportosíthatjuk. Egy óvóhely alapvető funkciója a védelem. A védelem rendeltetésű építmények kizárólagos rendeltetése, hogy rendkívüli körülmények esetén védelmet nyújtson a lakosság, üzemi dolgozók, irányító szervek, anyagi javak, kulturális és egyéb értékek részére. <sup>5</sup> A hidegháború idején elkezdtek kettős rendeltetésű óvóhelyeket kialakítani, hiszen abban az időben ez tűnt a legcélszerűbbnek. Ez annyit jelent, hogy a védelmi rendeltetésen túlmenően békében polgári felhasználású célt is kielégítenek. A többféle hasznosítás előnyei: csökkenti a védelmi beruházások költségeit, a katasztrófák és fegyveres konfliktusok idején a lakosság nagy részének tud menedéket biztosítani.

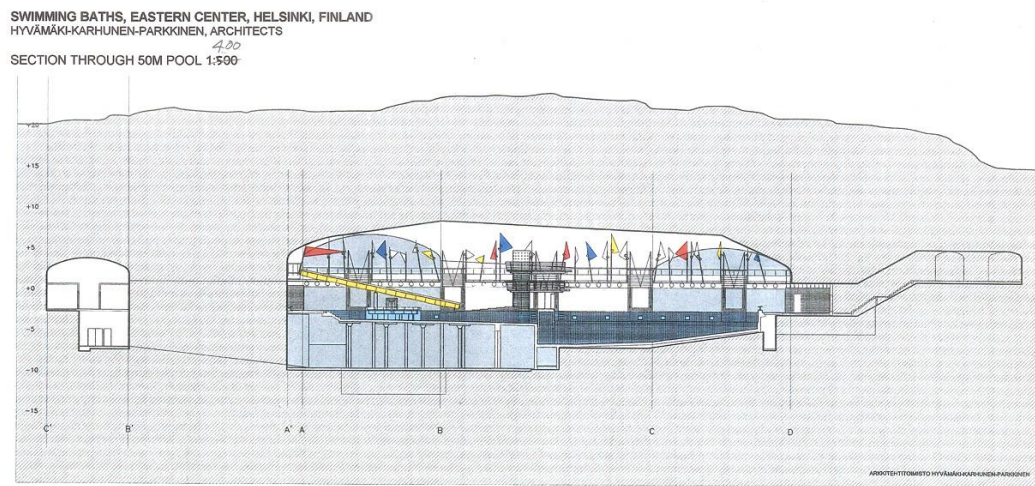
### 2.2.2.2. Több funkcióval ellátott óvóhelyek

Több funkcióval ellátott óvóhelyek lehetnek garázsok, raktárak, metrók, vagy akár egy sportkomplexum is. Például ilyen az 1980-as években épült Debrecenben található 2000

<sup>4</sup> E. Nikodém, „Az óvóhelyek szerepe, funkciója és jelentősége napjainkban,” Műszaki Katonai Közlöny, NKE online folyóirata, 2013. július 2. különszám.

<sup>5</sup> Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Általános előírások (Műszaki irányelv), MI-04-260-1 szerk., 1993. szeptember.

fős befogadó képességű földalatti óvóhely, amely békeidőszakban garázként funkcionál. Ebben az időszakban több hasonló óvóhely is épült a stratégiai szempontból fontos üzemek közelében.<sup>6</sup> A békeidejű hasznosításra különleges megoldást mutat a Helsinkiben található, a város alatti kőzetbe vájt Itäkeskus nevezetű élményszobor. A létesítményt úgy tervezték meg, hogy egy polgári menedékhelyet, egy uszodát és egy szabadidőközpontot egyesítsen magában.<sup>7</sup>



3. ábra. Finnországban található élményszoborként funkcionáló óvóhely metszete  
Forrás: <https://hkp.fi/?project=itakeskusen-uimahalli> (Letöltve: 2024.02.20.)

A nagyvárosokban a metró kettős rendeltetésű kialakítása a legideálisabb megoldás. Elsődleges funkcióját tekintve tömegközlekedési eszköz, másodlagosan pedig egyes részeiben tömegóvóhelyek alakíthatók ki. A metrók a lakosság számára könnyen és gyorsan elérhetőek, valamint megfelelő fizikai védelmet nyújtanak. Ezen kívül fontos, hogy a védelmi funkció kiépítése a teljes beruházás 1-3 százalékát teszi csak ki. Magyarországon a legnagyobb kapacitású lakossági óvóhelyet a metróhálózat mélyvezetésű szakaszain építették ki. Védőképességüket tekintve III. és IV. osztályba sorolt minősített óvóhelyek. A metró több, különálló szakaszra van felosztva, amelyek egymástól függetlenül tudnak védelmi létesítményekként működni. Ezek az úgynevezett

<sup>6</sup> F. Somogyi, „Atombiztos bunker a város szélén,” 10. július 2014.. [Online]. Elérhető: <https://www.diszpolgar.hu/atombiztos-bunker-varos-szelen>.

<sup>7</sup> T. Kassay, „BUNKERUSZODA FINNORSZÁGBAN, AMELY ÓVÓHELYKÉNT SZOLGÁL VÉS ESETÉN,” 16. 11. 2022.. [Online]. Elérhető: <https://spabook.net/blog/video/finnorszag-ovohely-uszoda-itakeskus/>.

szektorok, amelyek általában 20-25 ezer embert képes befogadni, összesen 220 ezer ember képes menedéket lelteni.<sup>89</sup>



4. ábra. Budapesti 3-as metróban található elzáró kapu

Forrás:

<https://www.origo.hu/itthon/20080621-metroalagut-mint-ovohelybudapesten.html>  
(Letöltve: 2024.03.01.)

### 2.2.3. Védőképesség szerinti csoportosítás

Az óvóhelyek védőképességük szerint - amely jellemzi, hogy az óvóhely milyen hatásoknak, milyen mértékben áll ellen - lehetnek minősítettek, azaz osztályba soroltak vagy osztályon kívüliek. A védőképesség megállapításához figyelembe veszik a támadások okozta hatásokat, terheléseket, a léglökés okozta hatásokat, talajmozgást, romterhet, valamint a hőmérsékletváltozásból származó alakváltozásokat.<sup>10</sup> Ezek alapján öt osztály létezik. Az I., illetve II. osztályba sorolt óvóhelyek a kormányzati óvóhelyek, a III.-V. osztályúak lakossági és közigazgatási óvóhelyek.<sup>11</sup> Ezen kívül léteznek a nem minősített, osztályon kívüli létesítmények, melyek lökőhullám ellen nem, de kiszóródás ellen védelmet nyújtanak.

|                                      | I. osztályú | II. osztályú | III. osztályú | IV. osztályú | V. osztályú | Osztályon kívüli |
|--------------------------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|-------------|------------------|
| Védőképesség [tonna/m <sup>2</sup> ] | 200         | 100          | 50            | 10           | 3           | nincs előírás    |

### 2.2.4. Kialakításuk

Az óvóhelyek kialakíthatók épületek alatt, ipari-, lakóépületek pincetereiben vagy szabadon állóan. A különálló létesítmények épületszerkezetileg nem kapcsolódnak más

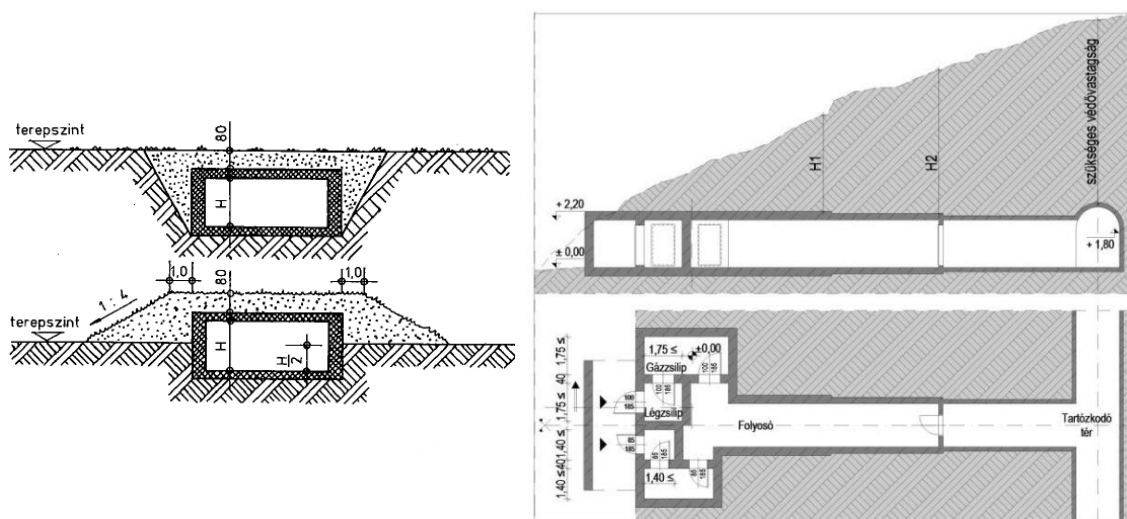
<sup>8</sup> A. Kasza PhD hallgató, „A lakosság védelmének fejlődése, az óvóhelyi védelem kialakulása, a metró óvóhelyi funkciói”.

<sup>9</sup> A. Kasza PhD hallgató, „A földalatti közlekedés története és kettős rendeltetésének kialakulása”. Műszaki Katonai Közlöny, 2010.

<sup>10</sup> G. László és D. T. Rudolf, „A lakossági óvóhelyek és a vezetési pontok alaprendeltetése, építészeti, gépészeti kialakításuk közötti különbség.” MKK online, XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám.

<sup>11</sup> Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Általános előírások (Műszaki irányelv), MI-04-260-1 szerk., 1993. szeptember.

magas- vagy mélyépítményhez, elhelyezkedhetnek föld felett, terepszint alatt vagy félig földbe süllyesztve. Ezek mellett barlangok, tárok és alagutak is használhatók védelmi célra természetes vagy mesterséges földalatti termekkel.<sup>12</sup>



5.-6. ábra. 5. (baloldali) ábrán felül egy föld alatti, alul egy félig földbe süllyesztett óvóhely metszete, a 6. (jobboldali) ábrán egy táro óvóhely metszete és alaprajza látható  
Forrás: <sup>12 13</sup>

#### 2.2.5. Befogadóképesség és energiaellátás szerinti osztályozás

A passzív, azaz fizikai vagy szellemi munkát nem végző személyek védelmére szolgáló védőlétesítményeket befogadóképességük szerint is csoportosítjuk. Így lehetnek kis (L-1), közepes (L-2), nagy (L-3) és igen nagy (L-4) létszámúak is. A befogadóképesség megállapításához szükségünk van az elhelyezendőkhöz számára, a funkcionális vagy főhelyiségek, illetve a technikai vagy kiegészítő helyiségek méreteire és kialakításukra és az óvóhely rendelkezésére álló belső védett területének méretére.<sup>13</sup>

A védőlétesítmények négy gépészeti ellátási fokozatba sorolhatók: E-1, E-2, E-3 és E-4. Ehhez a technikai és épületgépészeti rendszerük teljességét vizsgálják, azaz huzamosabb tartózkodáshoz vagy anyagi javak tárolásához szükséges levegő-, víz-, energiaellátás, illetve szennyvízelvezetéshez szükséges berendezések függetlenségét a külső környezettől. Például, hogy rendelkezik-e védett kúttal, védett belső áramforrással, esetleg van-e lehetőség kondicionálásra.

<sup>12</sup> S. Balázs, Szerző, *Életvédelmi létesítmények - Óvóhelyek*. [Performance]. 2021. október.

<sup>13</sup> G. László és D. T. Rudolf, „A lakossági óvóhelyek és a vezetési pontok alaprendeltetése, építészeti, gépészeti kialakításuk közötti különbség,” MKK online, XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám.

## 2.3. Óvóhelyeket érő veszélyeztető hatások

### 2.3.1. Fizikai hatások

Az életvédelmi létesítmények kialakításának célja, hogy megvédje a lakosságot, illetve az anyagi javakat az őket veszélyeztető káros hatásoktól. Tervezésük során azonban nehezen lehet pontosan megállapítani, hogy mik azok a hatások, amelyekre méretezni kell az adott építményt. Ennek ellenére azonban törekedni kell arra, hogy a kockázatokat minimalizáljuk, hogy olyan megoldásokat alkalmazzunk, melyekkel növelhető az objektumok védelme és biztonsága. Lehetséges veszélyforrások közül a különböző fizikai behatások, azaz a támadófegyverek okozta lökéshullámok azok, amelyekre általában először gondolunk. A lökőhullámok a fegyverek robbanása következtében keletkező, a levegőben terjedő és a talajról visszaverődő hullámjelenségek hatására kialakuló mechanikus romboló tényezők. A robbantás történhet föld alatt, földfelszínen, víz alatt és a levegőben.<sup>14</sup> A fegyverek robbanóanyagának robbanása során gázok keletkeznek, a folyamat jelentős hőfelszabadulással jár. A távozó gázok hirtelen elkezdnek tágulni, térfogatuk megnő. Az így kialakult robbanási hullámok előtt túlnyomás keletkezik, amely felhevíti és felgyorsítja a levegő molekuláit. A túlnyomás miatt a robbanás közvetlen közelében a túlélési esély igen csekély, főként a tüdőben, fülben, belekben okoz kárt.<sup>15</sup> Kezdetben a gázok sebessége olyan nagy, hogy meghaladja a hangsebességet, ezért a robbanás csak akkor kezd hallhatóvá válni, ha eléri azt. A hullám frontjának sebessége az epicentrumtól távolodva csökken, terjedése során erőtlenedik, illetve csökken az általa mozgatott levegő hőmérséklete és sűrűsége. A nyomóhullám után kialakuló szívóhatásra is méretezni kell, melynek intenzitása a nyomás kb. 1/10 része, azonban hosszabb ideig tart.

### 2.3.2. Hőhatások

A robbanási hullámok hatásain kívül a létesítményeknek a hősugárzás ellen is megfelelő védelmet kell nyújtaniuk, melyek a tömegpusztító atomfegyverek elsődleges hatásai közé tartoznak. Ahogy már említettem, a robbanáskor keletkező gázok kezdetben

---

<sup>14</sup> Tartószerkezetek, méretezési előírások Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek (Műszaki irányelv), 1993. szeptember.

<sup>15</sup> H. Mária, „A robbanás fizikai hatásai és az élőerő védelmének lehetőségei,” Hadmérnök, 2009. szeptember.

nagyon magas hőmérsékletűek, a felszabaduló energia jelentős része hősugárzás formájában hat.<sup>16</sup> A detonációs tűzgolyó, valamint a közvetlen lánghatáson kívül az ezt követően kialakult tűz kontakt égés formájában súlyos károsodást okoz. A tűzgolyó időtartama másodpercek töredéke, míg az utóbbi néhány másodperctől akár hosszú percekig is eltarthat. A felszíni égési sérülések mellett a belélegzett forró levegő is veszélyt jelent.<sup>17</sup>

### 2.3.3. Sugárzások

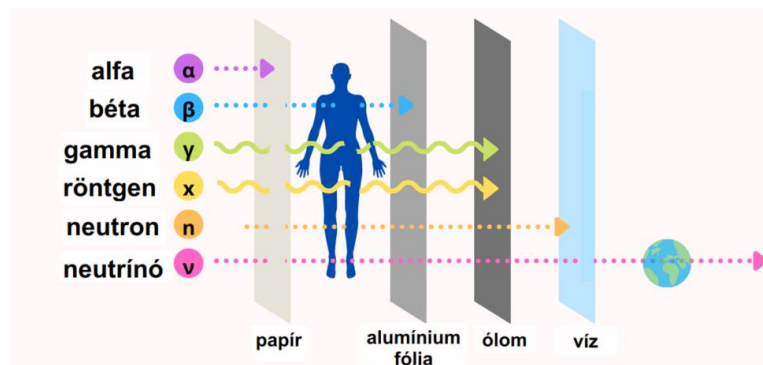
Az óvóhelyekkel szemben támasztott további követelmény a magfegyverek robbanásakor keletkező sugárzás, illetve nukleáris balesetek esetén az ionizáló sugárzás elleni védelem. Az ionizáló sugárzás közvetlenül vagy közvetve ionizáló részecskékből, illetve a kettő keverékéből áll. A sugárzás négy fajtája: alfa-, béta-, gamma- és neutronsugárzás. Az alfa-sugárzás áthatoló képessége igen kicsi, így egy vékony papírlapban vagy az emberi bőrben is könnyen elnyelődik. Ebből következik, hogy csak a lenyelt vagy belélegzett  $\alpha$ -sugárzás jelent veszélyt. Ebben az esetben viszont mivel az élő sejteket támadja, súlyos elváltozásokat, rákot okoz. A béta-sugárzás áthatoló képessége nagyobb az alfa-sugárzásénál, de a külső dózishoz csak kis mértékben járul hozzá. Levegőben elnyelődik, viszont vékony fán vagy műanyagban már nem tud áthatolni, valamint a bőrben néhány cm mélyen roncsolni tudja a szöveteket, komoly károsodást okoz. A gamma-sugár nagy energiájú elektromágneses hullám. Az áthatoló képessége a többi közül a legnagyobb. Képes áthatolni betonfalban, akár több száz méter levegőn is. Védekezni ellene megfelelő vastagságú ólom vagy vasbeton árnyékolással lehet. A neutronsugárzás is a semlegességéből adódóan a legtöbb anyagon áthatol. Maghasadáskor szabadul fel, nagy energiájú termikus sugárzás. Erősen roncsolja az élő szervezeteket, mivel ionizálja a vízmolekulákat, elpusztítva az élethez nélkülözhetetlen fehérjéket. Ezeket a sugarakat csak hidrogénben gazdag anyaggal vagy vízzel lehet elnyelni.<sup>18</sup> A neutronbomba megnövelt sugárzású nukleáris fegyver,

<sup>16</sup> Tartószerkezetek, méretezési előírások Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek (Műszaki irányelv), 1993. szeptember.

<sup>17</sup> L. Dr. Zsíros orvos alezredes, T. Dr. Hábel, J. Dr. Iványi orvos alezredes és T. Dr. Besze, „A robbanás okozta sérülések sajátosságai,” 1999..

<sup>18</sup> Z. Antal, R. Révai és L. Bérczi, „Nukleáris baleset-elhárítás Magyarországon, különös tekintettel az egészségügyi hatásokra - I. rész,” Műszaki Katonai Közlöny, 2019. 3. szám.

fentebb felsorolt tulajdonságaiból adódóan minden élőlényt elpusztít, ami a robbanás epicentrumához közel van.



7. ábra. A radioaktív sugarak áthatolóképessége

Forrás: <https://sciencenotes.org/which-type-of-radiation-is-the-most-penetrating/>

(Letöltve:2024.03.01)

A nukleáris robbanások azért is veszélyesek, mert a környezetében lévő anyagokat is részecskesugárzóvá változtatja, ezáltal az egész környék is radioaktívvá válik. A részecskék beletapadnak a porba, ezáltal az emberek magukkal viszik, bekerül a védőlétesítménybe, ha nem hajtják végre a megfelelő mentesítési protokolt.

A felező rétegvastagság megmutatja, hogy milyen vastagságúnak kell lennie az adott anyagnak, hogy a rajta áthaladó sugárzás mennyiségét a felére csökkentse.

Néhány fontosabb anyag felező rétegvastagsága: <sup>19</sup>

| Anyag megnevezése: | Felező rétegvastagság |                  |
|--------------------|-----------------------|------------------|
|                    | Gamma-sugárzás        | Neutron-sugárzás |
| Talaj              | 13 cm                 | 9 cm             |
| Vasbeton           | 9,5 cm                | 8,2 cm           |
| Tégla fal          | 13 cm                 | 9 cm             |
| Víz                | 20,4 cm               | 2,7 cm           |

Ezekből az adatokból meghatározható, hogy milyen vastag szerkezetre van szükség ahhoz, hogy a sugárzás megengedett szintre történő csökkentése megvalósuljon. A radioaktív sugárzás elleni védelem szempontjából a földréteggel lefedett óvóhelyek, illetve megfelelő vastagságú vasbeton falak, ólomrétegek csökkentik a kockázatot.

A sugárvédelemmel kapcsolatosan fontos az elnyelt dózis, illetve a egyenérték dózis jelentésének ismerete. Az ionizáló sugárzás energiájából valamely homogén anyag egységnyi tömege által elnyelt energia, az úgynevezett elnyelt dózis. Jele: D,

<sup>19</sup> Tartószerkezetek, méretezési előírások Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek (Műszaki irányelv), 1993. szeptember.

mértékegysége: [Gy]. Az egyenérték dózis az elnyelt dózis élettani hatását kifejező mennyiség, azaz a különböző sugárzások biológiai hatását veszik figyelembe. Jele: D, mértékegysége: [Sv] A megengedett maximális dózisegyenérték az a mennyiség, amely nem okoz számottevő élettani károsodást, ezzel szemben a katasztrófa dózisegyenérték esetében a sugárzás mennyisége még elfogadhatónak számít és nem okoz számottevő károsodást. Ezáltal sugárvédelem szempontjából egy életvédelmi létesítménnyel szemben támasztott alapkövetelmény, hogy a sugárvédelmi vonalon belül ne kerüljön a maximális dózisegyenértéket meghaladó mennyiségű sugárzóanyag, így a benttartózkodók élete nincs veszélyeztetve.<sup>20</sup>

#### 2.3.4. Elektromágneses impulzus

Egy nukleáris robbantás hatásai közül az elektromágneses impulzus éri el az óvóhelyet legelőször, valamint léteznek kifejezetten elektromos bombák is, melyek nagyon erős elektromágneses tér létrehozására képesek. Manapság a védett létesítmények is fel vannak szerelve számítógépekkel, elektronikai eszközökkel, melyek az adott ország irányításához elengedhetetlenek, különböző épületgépészeti rendszereket vezérlő technikával, amelyek biztosítják az életben maradáshoz szükséges feltételeket. Az elektromágneses impulzus az emberi szervezetre nem jelent veszélyt, azonban a fentebb felsorolt árammal működő eszközökre annál inkább, teljesen működésképtelenné válnak. Az okozott feszültségek hatására a kikapcsolt állapotban lévő eszközök is tönkremennek. A villámcsapás mint természeti jelenség is elektromágneses impulzusokat kelt, azonban ez nem veszélyezteti a földréteggel takart óvóhelyeket.<sup>21</sup> Az EMI elleni védekezés egyik módja az árnyékolás az úgy nevezett Farady-kalitka módszerrel. Ennek lényege, hogy egy adott térrészt fémhálóval veszünk körül, így a külső eredetű elektromos mező egyáltalán nem tud bejutni. Egy másik módszer lehet az, hogy erős fénysugárzás érzékelésekor (amely a robbanás egyik hatása) árammentesítik az egész védőlétesítményt.<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Tartószerkezetek, méretezési előírások Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek (Műszaki irányelv), 1993. szeptember.

<sup>21</sup> J. Szalai mk. alezredes, „A speciális erődítési létesítmények elektronikus berendezései elektromágneses impulzus elleni védelmének szükségessége”.

<sup>22</sup> B. Szabó, „Nagy védőképességű védett létesítményeket és az azokban tartózkodókat veszélyeztető tényezők,” Műszaki Katonai Közlöny, 2017. 4. szám.

### 2.3.5. Harci gázok

A lakosságot a különböző harci gázoktól is meg kell védeni. Ide tartoznak a vegyi, virosos, bakteriális valamint gyúlékony, robbanékony gázok. A káros anyagokat elnyelősűrőkkel választják ki, ezzel biztosítva az egészséges, tiszta levegőt az óvóhelyen belül. Az ilyen gázok általában színtelenek és szagtalanok, ami azt jelenti, hogy nehezen lehet észrevenni az ilyen jellegű támadásokat. Erre megoldásként kitaláltak egy olyan konstrukciót, amely képes érzékelni ezeket. Például annak érdekében, hogy ne kerüljenek be gyúlékony gázok a rendszerbe, folyamatosan szikráztatnak a légbeszívó nyílások előtt. Így még mielőtt súlyos pusztítást végezne a létesítményben, meggyújtja ezeket a gázokat.<sup>23</sup>

### 2.4. Óvóhelyek üzemmódjai

Az óvóhelyeknél megkülönböztetünk békeidőszakos, illetve háborús, védelemi időszakos üzemmódot. A minősített védelmi létesítmények, vezetési pontok összesen három + egy üzemállapotban működhetnek. A békeidőszakos üzemvitel esetében a védelmi funkciót szolgáló berendezések, szerkezetek, épületgépészeti rendszerek állagmegóvása, karbantartása, illetve az üzempróbák elvégzése a feladat. Szükség esetén el kell végezni a javításokat és az eszközök hitelesítését, valamint szellőztetni kell. Ebben az időszakban a kettős rendeltetésű objektumoknak a hasznosítása is folyik. Az óvóhelyeket úgy kell bebútorozni, berendezni, hogy meghatározott idő alatt azt ki lehessen üríteni. Ezek teszik lehetővé, hogy gyorsan és biztonságosan át lehessen térni a védelmi üzemmódokra. Átmeneti üzemmódban megszűnik a békeidőszakos hasznosítás. A nem szükséges bútorokat eltávolítják, az eddig használt nyílászárókat lezárják. Ezután elkezdik a védelmi funkció megvalósításához szükséges eszközöket, bútorokat, illetve az emberek ellátásához szükséges anyagokat behordani. Ekkor megtörténik a gépészeti rendszerek beszabályozásának ellenőrzése és ezzel együtt az üzemi próbák.

#### 2.4.1. „1-es” üzemmód

Védelmi időszakban 3 üzemmódot különböztetünk meg:

Az „1-es” üzemmódban a légellátás kültérből beszívott levegővel történik, melyet nem szűrnek, vagy durvapor-szűrőn keresztül jut be a belső légtérbe a finompor- és elnyelő

---

<sup>23</sup> B. Szabó, „Nagy védőképességű védett létesítményeket és az azokban tartózkodókat veszélyeztető tényezők,” Műszaki Katonai Közlöny, 2017. 4. szám.

szűrőket megkerülve. Az energiaellátás külső hálózatról történik. Ebben az üzemállapotban a be- és kijárás, valamint az anyagok szállítása zsilipelés nélkül zajlik.

#### 2.4.2. „2-es” üzem mód

„2-es” üzem mód: Ebben az üzem módban elkezdődik a védelmi üzemvitel. Az óvóhely feltöltése után lezárják a bejáratoknál lévő nyílászárókat, majd ezután zsilipelés mellett mozoghatnak csak az emberek. Ekkor már a bent tartózkodók levegőellátása szűrőszellőzéssel történik. Ez azt jelenti, hogy a levegő finomporszűrőn és elnyelőszűrőn keresztül kerül be az óvóhelyre, hogy a káros anyagok ne juthassanak be. Egy átlagembernek minimum  $2 \text{ m}^3$  szűrt levegőre van szüksége óránként. Emellett túlnyomást is biztosítani kell, ez kb. 150-800 Pa nyomást jelent. Ennek célja, hogy a levegő kifelé áramoljon és ne szivároghasson be a káros anyaggal teli levegő. A villamosenergia még külső hálózatról érkezik, kimaradás esetén esetlegesen áramfejlesztőt működtetnek.

#### 2.4.3. „3-as” üzem mód

„3-as” üzem mód (teljes elzárkózás): Az óvóhelyek kényszerüzem módja, amikor légbeszívás és a ki- és beközeledés tilos. Ilyenkor a külső levegő hőmérséklete és szennyezettsége miatt nem alkalmas arra, hogy beengedjük a belső légtérbe, mert tönkre tenné a berendezéseket és veszélyeztetné a bent lévő emberek életét. A gázvédelmi vonalon elhelyezkedő nyílásokat hermetikusan le kell zárni. Az óvóhely ellátási fokozatától függetlenül keringetni kell a belső levegőt, E-2. és E-3. ellátási fokozatban pedig regenerálni is kell azt, azaz az oxigént pótolni és a CO-t kivonni a levegőből. E-4. fokozatban mindemellett a túlnyomást sűrített levegős palackokból vagy CO elnyelő szűrőkön keresztül beszívott és visszahűtött levegővel kell biztosítani.<sup>24</sup>

#### 2.4.4. „0. üzem mód”

0. üzem mód: Teljes elzárkózás mellett teljes áramtalanítás, semmiféle rendszer vagy berendezés nem működik ebben az esetben.

---

<sup>24</sup> L. Rohoska és R. Ulrich, Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez, Budapest: Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., 1993.

## 2.5. Nyílászárók

### 2.5.1. Bejáratok és vészkijárat

A védőlétesítmény főbejáratán keresztül történik a betelepülés. A bejáratot úgy kell kialakítani, hogy relatív gyorsan, nagy mennyiségű ember át tudjon haladni rajta, ajtó méretűek, tehát tokkal együtt 90-100 cm szélesek és 100-200 cm magasak. Anyagukat tekintve acél, vasbeton vagy ezek kombinációja lehet. Ma már csak acélból készült ajtókat használnak, a vasbeton ajtó nagy tömege miatt nem praktikus és olyan helyeken, ahol a nagy meleg miatt nem lehet betonozni, megvalósíthatatlan. Az ajtókhöz 4-5 cm vastagságú acéllemezeket használnak. Reteszek húzzák rá az ajtót magára a tokra, ezzel igyekeznek biztosítani a gázzáróságot, hiszen a gáztömörség követelmény az óvóhelyekkel szemben. Teljesen gázzáró szerkezet azonban nem létezik, ezért is kell a túlnyomás fenttartása. Az ajtókat, mint már az előzőekben említettem, szívásra is méretezni kell. Igaz, hogy a szívóhatás jóval kisebb érték a nyomásnál, de szívás ellen csak a két darab zsanér és a két darab retesz felülete működik. A főbejáraton kívül ki kell alakítani egy vészkijáratot is. Minimális követelmény egy darab főbejárat és egy darab vészkijárat. A vészkijáratnak bújhatónak kell lennie, kb. 50-70 cm-es méretekkel. A vészkijárat biztosítja, hogy akkor is el lehessen hagyni az óvóhelyet, ha a bejárat megsérült, vagy eltorlaszolta a törmelék. Éppen ezért előírás, hogy a vészkijárat romhatáron kívül legyen. Lehet alagút vagy aknás kiépítésű és 25 cm-ként felszerelt rozsdamentes 1.43-as acélból készült U alakú vasakból álló hágcson lehet megközelíteni a bűvőajtót.



7. ábra. Budán található óvóhely vészkijárata  
Forrás: Szerző felvétele 2024.02.26.-án

### 2.5.2. Nyílászárók típusai funkció szerint

A nyílászárók funkciójuk szerint csoportosíthatók. Létezik védőajtó (VA), védő-gázzáró ajtó (VGA), gázzáró ajtó (GA) és törmelék-gáz-szilánk ellen védő ajtó (TGS). A bejárat igazából két ajtóból áll, a zsilip külső térrel határos bejárat ajtóból és a belső térrel határos ajtóból. A bejárat védőajtó (VA) a léglökés ellen nyújt védelmet és mindig kifelé nyílik, a belső gázzáró ajtó (GA) pedig a gázzáróságot biztosítja megfelelő gumitömítéssel.

## 3. MŰSZAKI LEÍRÁS

### 3.1. Családi óvóhely

#### 3.1.1. Előzmények, helyszín

Szakdolgozatom első részeként egy 6 férőhelyes családi óvóhelyet terveztem, amely IV. védettségi osztályba tartozik. A családi ház, melynek udvarába tervezem az óvóhelyet, 1106 Budapest Pogány utca 24. alatt található. Az objektum építészeti kialakításának tervezését, illetve tartószerkezeti méretezését végeztem el. Az ingatlanhoz tartozó talajmechanikai szakvélemény hiányában a környezetében lévő családi ház tervezésekor készült fúrások eredményét vettem figyelembe. A szakvéleményt Szolnoky Gábor készítette 2000-ben.

Talajvizsgálati jelentés szerint:

0,00-0,70 m barna humuszos homoklisztes homok

0,70-2,40 m szürkéssárgás homoklisztes homok (alapozásra alkalmas)

súrlódási szög:  $\varphi = 30^\circ$

testsűrűség:  $\gamma = 1,82 \text{ t/m}^3$

összenyomódási modulus:  $E_s = 20 \text{ MN/m}^2$

2,40-2,70 m zöldesszürke riolittufa (tömör, mállott, nehezen fúrható)

súrlódási szög:  $\varphi = 26^\circ$

testsűrűség:  $\gamma = 1,97 \text{ t/m}^3$

kohézió:  $c = 8 \text{ kN/m}^2$

összenyomódási modulus:  $E_s = 17 \text{ MN/m}^2$

2,70-5,50 m szürke kavicsszórványos homoksúrlódási szög:  $\varphi = 32^\circ$ testsűrűség:  $\gamma = 2,00 \text{ t/m}^3$ összenyomódási modulus:  $E_s = 24 \text{ MN/m}^2$ 

Mértékadó maximális talajvízszint: -3,20 m

## 3.1.2. Építészet

A tervezett életvédelmi létesítmény különálló objektumként, a környezetében található épületek romhatárán kívül épül. Az óvóhely egyszintes, belmagassága 2,5 m, földbe süllyesztett, tehát a födém alsó síkja a terepszint fölé 0,70 m-re emelkedik. Talajvíznyomás elleni szigetelést Renolit Alkorplan 35034 szigetelőlemezzel kell megvalósítani. A szigetelést 10 cm-es zsaluköböl épített szigeteléstartó fal és a szerkezet közé kell beszorítani. A szerelőbetonon kialakított vízszintes szigetelésen Alkorplan 35020 védőlemezt kell elhelyezni. A födémen kialakított vízszigetelésen gyökér elleni védelemként HPDE fóliát kell elhelyezni. Az építményt döngölt, 0,8 m földfeltöltéssel kell védeni, a rézsűhajlása 1:2. A vészkijárat betonfelületére CR 65 vízzáró cementhabarcsot kell 2 rétegben, hengerrel felhordani. Az óvóhelyet az építkezés ideje alatt, illetve azt követően is föld alatt kialakított szaunaként kell álcázni, hogy veszély esetén elkerülhető legyen a konfliktusok kialakulása. A vészkijárat köré ugyanezen célból horganyzott acélból növényfuttatót kell kialakítani, úgy hogy a szerkezet és a futtató között minimum 10 cm-t kell hagyni.

## 3.1.2.1. Alaprajzi elrendezés és berendezések

A tervezett objektum alapterülete  $16,35 \text{ m}^2$ . 3 fő része a zsilip, a védett tér, illetve a vészkijárat. A létesítményben padlózat minden helyiségébe simított betont, esetleg műgyanta padlót javaslok, illetve a mennyezetre és falakra világos kék színű diszperziós festés kerül. A védett tér, azaz tartózkodó tér tiszta légtérű, biztosítja a passzív személyek huzamosabb elhelyezését. Méreteit az alapján határoztam meg, hogy 1 fő számára minimum  $0,75 \text{ m}^2$  területet kell biztosítani. Az óvóhely befogadó képessége 6 fő, így a védett tér alapterülete  $9 \text{ m}^2$  lett. A helyiségben megtalálható kettő darab háromszintes ágy, illetve egy asztal három darab székkal. A fekvőhely mérete:

0,70x1,80 m. A legfelső fekvőhely szintjétől a földem alsó síkja legalább 0,70 m távolságra legyen. Az ülőhely méretei: 0,45x0,45 m.

Fontos, hogy minden bútor megfelelően rögzítve legyen elmozdulás ellen.



8. ábra. Rögzítés elmozdulás ellen

Forrás:

[https://skyddsrum.eu/wp-content/uploads/2023/11/231102\\_Skyddsprodukter\\_Produktkatalog\\_A4.pdf](https://skyddsrum.eu/wp-content/uploads/2023/11/231102_Skyddsprodukter_Produktkatalog_A4.pdf)  
(Letöltve: 2024.04.04.)

Az üzemi világítás a külső hálózatról történik. Helytakarékoság miatt az ágyak alá kerülnek elhelyezésre az akkumulátorok, melyek tartalék áramforrásként működnek a külső villamoshálózatról történő áramszolgáltatás megszűnése esetén. A védett térben található még egy szekrény, amelyben személyenként meghatározott mennyiségű tartós élelmiszer és palackos vizet kell elhelyezni. A bent tartózkodók egészségügyi ellátására szolgáló gyógyszerek, orvosi eszközök, fertőtlenítőszer is ebben a szekrényben kapnak helyet. Az objektumot fel kell szerelni különböző szerszámokkal, eszközökkel, amelyek az előkészítést segítik, illetve amelyek a későbbiekben szükségessé válhatnak. Ezek: vegyvédelmi ruhák, gázálc, vezetékes telefon, mobil telefon töltővel, hidraulikus kézi emelő, tartalék izzó, tömítőanyagok, ásó, fűrész, vésők, kalapács, lapát, feszítővas, vödrök, csavarkulcs, madzag, tartalék szűrők. Az óvóhelyet a bejáratí zsílipen keresztül lehet feltölteni és kiüríteni. Az egykamrás zsílip alapterülete 6,15 m<sup>2</sup>, személyenként minimum 0,25 m<sup>2</sup>-rel számolva. A bejárat megközelítésére szolgáló lépcsőt védőfallal kell biztosítani. A zsílipben kerül elhelyezésre az egészségügyi átereszt, melyben az óvóhelyre érkező személyek mentesítése történik. A védett térbe csak a mentesítést követően léphetnek be. Az egészségügyi átereszt része a tábori zuhany. A zuhany felett található a víztartályban tárolt tartalékvízt, amely ivóvízt minőségű. A tartálynak rendelkeznie kell feltöltő, kiürítő és vízkivételi szerelvényekkel. Minimum 30l/fő tartalékvízzel számolva 200 literes úrtartalommal kell rendelkeznie. A zuhany vízbekötése két helyen történhet, így a közműre és a víztartályra is csatlakozhat. A szennyezett ruházatot egy erre kialakított hulladéktárolóban kell elhelyezni. A zuhanyt és a mellette elhelyezésre kerülő tözeges WC-t cipzárral zárható, tűzálló szövetel kell elválasztani egymástól, illetve a zsílip többi részétől. Az elválasztó

függönyök betonba rögzített acél tartókonzolokra vannak felszerelve. A mentesítés során keletkező szennyvíz elvezetése gravitációs úton történik a külső csatornahálózatba nyomáscsökkentő aknával, illetve az önálló védelemmel ellátott szennyvíztárolóba. Mindkét esetben torlócsappantyúk beépítése szükséges. A közműhálózatról történő vízbevezetés esetén a bekötővezetékét nyomás- és gázzáró csőhüvelyben kell átvezetni.



9. ábra. Vésszuhany  
Forrás: <https://bandkaruhaz.hu/>  
(Letöltve: 2024.04.04.)



10. ábra. Tőzeges closet (T.C.)  
Forrás: [https://skyddsrum.eu/wp-content/uploads/2023/11/231102\\_Skyddsproduktter\\_Produktkatalog\\_A4.pdf](https://skyddsrum.eu/wp-content/uploads/2023/11/231102_Skyddsproduktter_Produktkatalog_A4.pdf)  
(Letöltve: 2024.04.04.)

Az aknás vészkijáratot a bejárat sérülése, törmelékkel való elzáródásakor használhatunk. A vészkijárat kialakítása lekerített és íves, ezáltal eltérítik az érkező bombákat, elkerülve a közvetlen becsapódást. Az aknába kijutáshoz szükséges hágcsót kell felszerelni.

#### 3.1.2.2. Védelmi vonalak

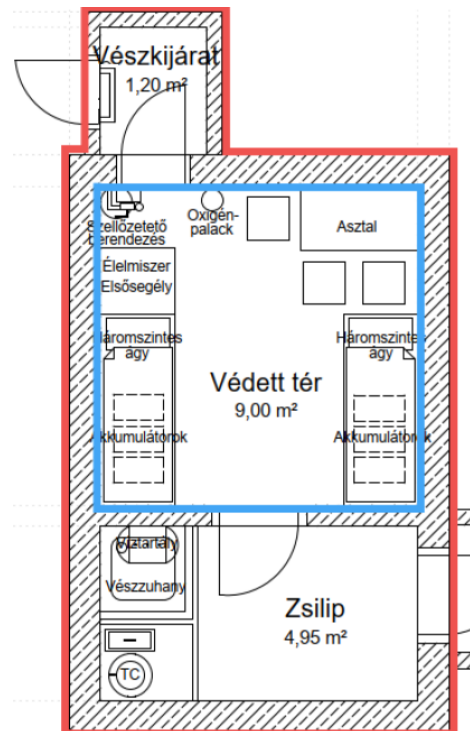
A 11. ábrán látható alaprajzon a védelmi vonalak kialakítása látható. A piros színnel jelölt mechanikai védelmi vonal jelenti azoknak a szerkezeteknek a felületét, amelyek védelmet biztosítanak a berendezések és benntartózkodók számára a különböző mechanikai hatások ellen, mint támadó fegyverek hatásai és robbanás.

A mechanikai védelmi vonal része a külső határoló falak, a bejárat és vészkijárat védőajtó, az alaplemez, födém, illetve a különböző légtechnikai nyílások és vezetékek védelmére szolgáló berendezések.

Az óvóhely védőképesség szerint IV. osztályba tartozik, ennek megfelelően  $1 \text{ kg/cm}^2$  terhelést kell elviselnie. A nyílászáróknak is védelmet kell nyújtaniuk a léglökés ellen. Ha a robbanási hullám valamiféle akadályba ütközik, akkor a nyomás értéke jelentősen megnő. Így a nyílászárókat, mint merev akadályt, az úgy nevezett reflektált nyomásra kell méretezni a Rankine-Hugoniot féle képlet segítségével:

$$P_{r\_cs} := 2 P_{so\_poz\_cs} \cdot \left( \frac{7 P_0 + 4 P_{so\_poz\_cs}}{7 P_0 + P_{so\_poz\_cs}} \right) = 273.913 \text{ kPa}$$

A Temet Oy nevű cég óvóhelyek felszereléseivel, eszközeivel foglalkozik. Olyan védőajtóra van szükségünk, amely megfelel a követelményeknek, több egymás utáni, hosszabb ideig tartó 8 bar terhelésnek képes ellenállni. Az ajtó méretei  $0,90 \times 2,00 \text{ m}$ , szerkezeti acéllemezekből készül, kívülről és belülről egyaránt nyithatók. Az ajtó védelmet biztosít a harci gázok és szilánkok ellen is. A gáztömörség fokozása érdekében a peremük mentén rugalmas tömítéseket lehet elhelyezni. A vészkijárat bűvőajtót is ennek megfelelően kell kiválasztani. A bűvőajtó  $0,60 \times 0,80 \text{ m}$ , acéllemezekből készül, 8 bar túlnyomást képes elviselni és gázzáró. A nyílászárókat még a határoló falak vasalása és betonozása előtt a zsaluzatba kell helyezni, síkba süllyesztett keretüknek köszönhetően könnyű a beépítése.<sup>25</sup> Az ajtók mindig kifelé nyílnak az érkező lökéshullámok miatt.

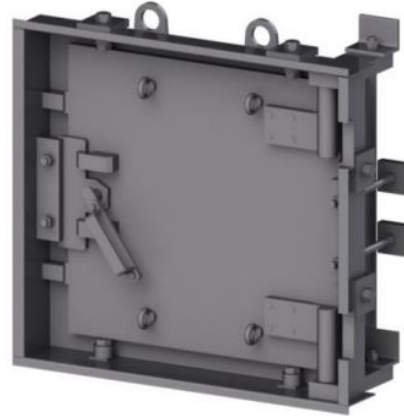


11. ábra. Mechanikai- és gázvédelmi vonal az alaprajzon ábrázolva

<sup>25</sup> „Temet Oy,” [Online]. Elérhető: <https://www.temet.com/products/blast-doors/standard-blast-doors>.



12. ábra. Védő- és gázzáróajtó  
Forrás: <http://www.temet.com>  
(Letöltve: 2024.04.25.)



13. ábra. Vészkijárat bűvőajtó  
Forrás: <http://www.temet.com>  
(Letöltve: 2024.04.25.)

A 11. ábrán kék színnel jelöltem az óvóhely gázvédelmi vonalát. A gázvédelmi vonalon lévő szerkezetek biztosítják a gáztömörséget. A belső térben előidézett túlnyomás segítségével megakadályozzák, hogy a külső környezetből a levegő a szennyező és mérgező anyagokkal ne juthasson be a tiszta légtérbe. Mivel a Temet védőajtói egyben gázzáró tulajdonsággal bírnak, így a fent említett nyílászáró típusok a gázvédelmi vonalra is megfelelőek.

#### 3.1.2.3. Műszaki berendezések

Az óvóhelyek esetében a természetes és mesterséges szellőztetést is meg kell oldani. Természetes szellőztetésre a békeidőszakban van szükség. A mesterséges szellőztetés szellőztető berendezéssel történik. A légtechnikai berendezéseket a már fent említett Temet cég kínálatából választottam. Az ESL-150 CBRN-szűrő egység kis alapterületű életvédelmi létesítmények esetén alkalmazható, falra szerelhető, elektromosan és kézzel is működtethető. Az egység része egy léglökés ellen védő szelep, illetve ventilátor is. A légbeszívás a vészkijáratnál történik, a belépés helyén gázzáró és nyomásálló szelepet kell beépíteni. A bejárat zsilip ajtajai mellé PV-KK túlnyomás kibocsátó berendezést kell bebetonozni, amely biztosítja a légáramlást is, feladata a túlnyomás szabályozása és az elhasznált levegő kivezetése. Minden berendezést, illetve csövet rezgéscsillapító szerkezettel kell felszerelni, amely megvédi őket a robbanás okozta ütésektől. Ezen kívül felszerelendő egy túlnyomás mérő műszer, amelyre gáz detektor is kapcsolható.



14. ábra. Szűrőberendezés  
Forrás: <http://www.temet.com>  
(Letöltve: 2024.04.25.)



15. ábra Gázzáró szelep  
Forrás: <http://www.temet.com>  
(Letöltve: 2024.04.25.)



16. ábra. Túlnyomás-  
kibocsátó szelep  
(Letöltve: 2024.04.25.)

Beépítendő nyílászárók és berendezések:

| Nyílászárók            |                                                                                                                                     |        |        |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Ssz.                   | Tétel szövege                                                                                                                       | Menny. | Egység |
| 1.                     | Temet Standard S0-3 védőajtó, 0,90x2,00 m, szerkezeti acéllemezekből készül, belülről és kívülről nyitható, balos nyitásirány       | 2      | db     |
| 2.                     | Temet SL-3 búvóajtó, 0,60x0,80 m, szerkezeti acéllemezből készül, mindkét oldalról kézzel nyitható, betörésgátló, balos nyitásirány | 2      | db     |
| Berendezések           |                                                                                                                                     |        |        |
| 1.                     | Temet VV-3 háromszintes ágy                                                                                                         | 2      | db     |
| 2.                     | Húzókarral működtethető fali tábori zuhany, vízbekötés két oldalról                                                                 | 1      | db     |
| 3.                     | Temet KH-3 fülke cipzárra zárható bejárattal, tűzálló szövettel borított acélszerkezet                                              | 1      | db     |
| 4.                     | Temet KK-3 tőzeges WC, ülőkével, nejlonzacskóval felszerelve                                                                        | 1      | db     |
| 5.                     | Víztartály, 200 literes űrtartalommal, feltöltő, kiürítő, vízkivételi szerelvényekkel ellátva                                       | 1      | db     |
| Gépészeti berendezések |                                                                                                                                     |        |        |
| 1.                     | Temet ESL-150 CBRN-szűrőegység                                                                                                      | 1      | db     |
| 2.                     | Temet PV-KK1 túlnyomás kibocsátó szelep                                                                                             | 2      | db     |
| 3.                     | Temet YM-1 túlnyomásmérő                                                                                                            | 1      | db     |
| 4.                     | Rézcső kivezetés                                                                                                                    | 2      | db     |
| 5.                     | Temet LP fali kábelátvezető hüvely                                                                                                  | 2      | db     |
| 6.                     | Temet KS gázzáró szelep                                                                                                             | 1      | db     |

### 3.1.3. Tartószerkezet

#### 3.1.3.1. Terhek

Az óvóhelyek teherhordó szerkezeteinek méretezésekor figyelembe veendő állandó jellegű terhek:

- szerkezetek önsúlya
- egyéb használatból eredő terhek, melyek a támadások idején is terhelik a szerkezetet
- földteher és földnyomás

Rendkívüli terhek, melyek a támadófegyver okozta hatások által keletkeznek. Figyelembe veendő rendkívüli terhek:

- robbanáskor keletkező levegőben terjedő lökőnyomás
- robbanáskor a levegőben keletkező szívóhatás
- robbanáskor a talajban indukált földlökés

#### 3.1.3.2. Alapozás

Az épület alapozását a talajmechanikai szakvéleményben megadott talajfizikai jellemzők alapján számítottam. Az alapozást lemezalapozással oldottam meg. A vasbeton lemezalap C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. Az alap szélessége 3,60 m, hossza 5,85 m, szerkezeti vastagsága 30 cm. A betonfedés 4 cm. A lemezbe Ø12/15 hosszirányú vasalást és Ø12/20 keresztirányú alsó vasalást, felső vasalásként Ø12/20 és Ø12/10 hosszirányú vasalást és Ø12/20 és Ø12/10 keresztirányú vasalást terveztem. Ezen kívül kerültek a lemezbe távtartók, illetve a falak és a lemez csatlakozásainál L alakú betonacélok biztosítják a sarokmerev kapcsolat kialakítását. Az alapozási sík terepszinthez viszonyított mélysége -2,10 m. A lemezalap alá 5 cm szerelőbeton kerül Ø6/15/15 hegesztett hálós vasalással, illetve 15 cm vastagságú kavicságyazat, melynek tömörsége  $Tr_g=95\%$ . A szerelőbeton minősége C12/15-X0b(H)-16-F2, az alkalmazott hegesztett háló minősége BHB 55.50.

A vészkijárat fenéklemeze C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. A betonfedés 4 cm. Az alap szélessége 1,40 m, hossza 1,40 m, szerkezeti vastagsága 30 cm. A lemezbe Ø12/20 hosszirányú és keresztirányú alsó vasalást, felső vasalásként Ø12/20 hosszirányú és keresztirányú vasalást terveztem.

#### 3.1.3.3. Vízszintes teherhordó szerkezetek

Az építmény födém szerkezete C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. A betonfedés 4 cm. A födém szélessége 3,60 m, hossza 5,85 m, szerkezeti vastagsága 30

cm. A födémbe Ø12/20 hosszirányú vasalást és Ø12/20 és Ø12/30 keresztirányú alsó vasalást, felső vasalásként Ø12 hosszirányú vasalást terveztem a szükséges vasmennyiségnek megfelelő távolságokkal kiosztva, és Ø12/20 és Ø12/10 keresztirányú lekampózott vasalást kell elhelyezni. Ezen kívül kerülnek a lemezbe távtartók.

A vészkijárat kupola tömör, C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül íves kialakításokkal és Ø10/25/25 betonacél háló vasalással.

#### 3.1.3.4. Függőleges teherhordó szerkezetek

Az objektum függőleges teherhordó szerkezetei 30 cm szerkezeti vastagságú, monolit vasbeton falak, amelyek C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készülnek 4 cm betonfedéssel. A falakba Ø12/15 függőleges vasalás és Ø12/20 vízszintes vasalást terveztem, ezen kívül 4 db/m<sup>2</sup> összekötő vasalás alkalmazandó. A függőleges vasak a födém síkjába hajtandóak. A sarkokban és a T csomópontokban, illetve a főfalak és a vészkijárat falainak csatlakozásainál sarokmerv kapcsolat kialakításának céljából L alakú vasakat kell elhelyezni.

A vészkijárat falak esetében Ø10/15 függőleges vasalás és Ø10/20 vízszintes vasalást terveztem, ezen kívül 4 db/m<sup>2</sup> összekötő vasalás alkalmazandó. A függőleges vasak a födém síkjába hajtandóak. A sarkokban és a T csomópontokban sarokmerv kapcsolat kialakításának céljából L alakú vasakat kell elhelyezni.

### 3.2. 250 fős lakossági óvóhely

#### 3.2.1. Előzmények, helyszín

Szakdolgozatom folytatásaképpen egy 250 férőhelyes, lakossági óvóhelyet terveztem, amely III. védettségű osztályba tartozik. Az óvóhely megvalósulásának helyszínéként 1131 Budapest, Keszkenő utca 131. szám alatt található telket választottam, melyet jelen pillanatban zárt parkolóként használnak az ottlakók. A környék sűrűn lakott, környezetében megtalálható egy általános iskola, illetve a Károli Gáspár Református Egyetem kihelyezett kara. Az objektum építészeti kialakításának tervezését, illetve tartószerkezeti méretezését végeztem el. Az ingatlanhoz tartozó talajmechanikai szakvélemény hiányában a telekkel szemben található épület talajvizsgálati jelentését vettem figyelembe. A szakvéleményt a GEOSZI Mérnökiroda készítette 2010-ben.

Talajvizsgálati jelentés szerint:

0,00-1,10 m sárga-barna enyhén humuszos iszapos finom homoksúrlódási szög:  $\varphi = 26^\circ$ testsűrűség:  $\gamma = 1,58 \text{ t/m}^3$ összenyomódási modulus:  $E_s = 6,00 \text{ MN/m}^2$ 1,10-3,60 m sárga csillámos iszapos finomszemű homoksúrlódási szög:  $\varphi = 30^\circ$ testsűrűség:  $\gamma = 1,85 \text{ t/m}^3$ összenyomódási modulus:  $E_s = 16 \text{ MN/m}^2$ 3,60-4,00 m homokos kavics

Mértékadó maximális talajvízszint: -3,00 m

## 3.2.2. Építészet

A tervezett életvédelmi létesítmény különálló objektumként, a környezetében található épületek romhatárán kívül épül. Az óvóhely egyszintes, belmagassága 2,7 m, földbe süllyesztett, tehát a födém alsó síkja a terepszint fölé 0,7 m-re emelkedik. Vízszigetelés céljából az objektum vízzáró betonból készül. Talajvíznyomás elleni szigetelést Renolit Alkorplan 35034 szigetelőlemezzel kell megvalósítani. A szigetelést 10 cm-es zsálukőből épített szigeteléstartó fal és a szerkezet közé kell beszorítani. A szerelőbetonon kialakított vízszintes szigetelésen Alkorplan 35020 védőlemezt kell elhelyezni. A födémén kialakított vízszigetelésen gyökér elleni védelemként HPDE fóliát kell elhelyezni. Az építményt döngölt, 0,8 m földfeltöltéssel kell védeni, a rézsűhajlása 1:2. A vészkijárat betonfelületére CR 65 vízzáró cementhabarcsot kell 2 rétegben hengerrel felhordani. Az építményt döngölt, 1,2 m földfeltöltéssel kell védeni, a rézsűhajlása 1:2. Ezt a területet az építkezések befejezése után hasznosítani kell, erre megoldás egy játszótér, sportpark kialakítása, a feltöltésre fák, cserjék ültetése tilos.

## 3.2.2.1. Alaprajzi elrendezés és berendezések

A tervezett objektum alapterülete  $315,6 \text{ m}^2$ , funkcionális és főhelyiségekből, terekből, zsilipekből, valamint technikai helyiségekből áll. A létesítményben padlózati minden helyiségbe simított betont, esetleg műgyanta padlót javaslok, illetve a mennyezetre és falakra a tartózkodóterekben világos kék színű, míg a többi helyiségben fehér diszperziós festés kerül. A főhelyiség, azaz a tartózkodó tér tiszta légtérű, biztosítja a passzív személyek huzamosabb elhelyezését. A teret három részre osztottam, melyek

alapterülete kb. 35 m<sup>2</sup>. Ez nemcsak tartószerkezeti szempontból kedvezőbb, hanem előírás, hogy egy tartózkodótérben maximum 100 fő elhelyezése lehetséges. A helyiségek egymásból nyílnak, egymástól térelosztó falakkal választottam el. A tartózkodóterekben háromszintes ágyakat, asztalokat, illetve székeket kell elhelyezni. Az alvás két turnusban történik, így összesen 126 fekvőhelyet biztosítottam. A fekvőhelyek és ülőhelyek méretei megegyeznek a családi óvóhelynél használt méretekkel. A közlekedőterek segítik az óvóhely feltöltését, szélességi méretük minimum 1,00 m. A bejáratok mellett található a parancsnoki szoba és az irányító helyiség a személyzettel. Az itt tartózkodó személyek feladata a rendfenntartás és az irányítás. Az objektumban található még egy élelmiszerraktár és az óvóhely karbantartásához, működéséhez, valamint a kijutáshoz szükséges anyagok, felszerelések tárolására szolgáló raktár. A benntartózkodók számára mosdó- és WC helyiségek kialakítása szükséges nemenként elkülönítve. A befogadóképesség alapján a női mosdóban két darab, a férfi mosdóban egy darab WC-t és egy pissoirt, illetve az előterekbe egy-egy falikutat kell biztosítani. A mosdóhelyiségek tiszta légterűek, a szennyvíz elvezetése a külső csatornahálózatba és védett szennyvíztárolóba történik. A csatornahálózatba csatlakozás nyomáscsökkentő aknával és torlócsappantyúk elhelyezésével történik. A szennyvíztároló méretezésénél 4 órás folyamatos védelmi üzemmódot kell figyelembe venni. Torlócsappantyúk elhelyezése szükséges. Az elkülönítendő személyek számára kialakításra kerül egy külön helyiség.

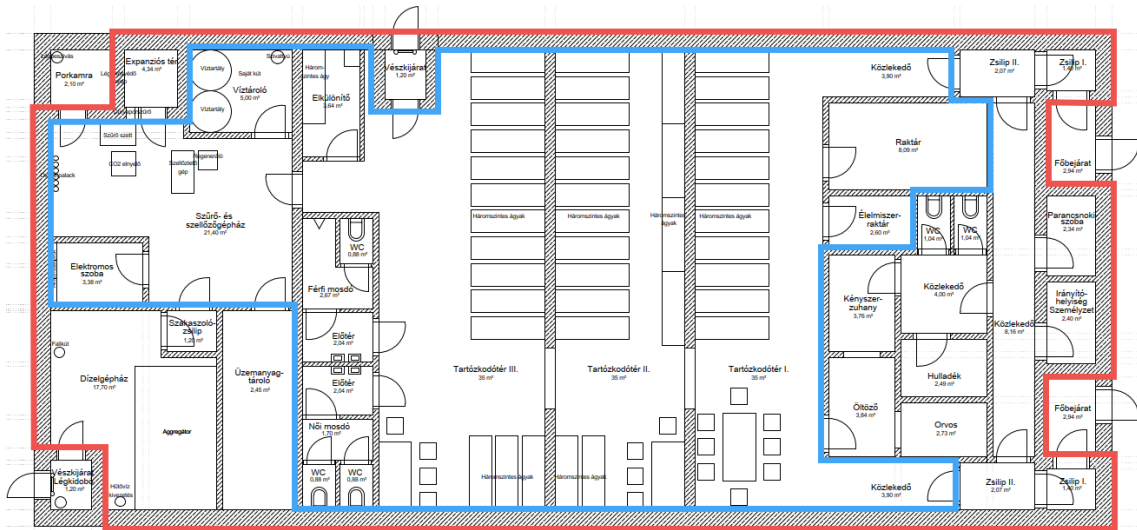
A létesítmény két darab bejáratú zsilippel rendelkezik. A bejáratok egy 2,30 m<sup>2</sup> és egy 2,73 m<sup>2</sup> alapterületű zsilipkamrából áll. Amennyiben arra van szükség, csak mentesítést követően lehet bemenni a belső térbe. A kényszerzuhany előtt a hulladéktárolóba kell elhelyezni a szennyezett ruházatot, valamint két WC áll rendelkezésre. A kényszerzuhany rendszer része a be- és kilépést szabályzó ajtók, esőztető zuhanyfejek, valamint egy kezelőpanel. A kilépés csak akkor történhet meg, ha a kötelező zuhanyzási idő letelik.<sup>26</sup> A zuhanyzást követően az öltözőben van lehetőség a tiszta ruhák felvételére. Az öltözőből nyílik az orvosi szoba a megfelelő orvosi eszközökkel és gyógyszerekkel. Az óvóhely két vészkijáratral rendelkezik.

---

<sup>26</sup> „Bandkáruház,” B&K Szolgáltató és kereskedelmi Kft., [Online]. Elérhető: <https://bandkaruhaz.hu/kenyszerzuhany-rendszer-hideg-es-meleg-vizre-kezo-egyseggel-esozteto-zuhanyfej-termosztatikus-kevero-magneszar-7791>.

A technikai helyiségek alapterülete összesen 65,82 m<sup>2</sup>. A helyiségekről és a bennük elhelyezett berendezésekről a 3.2.2.3.-es fejezetben térek ki részletesen.

### 3.2.2.2. Védelmi vonalak, nyílászárók



17. ábra. Védelmi vonalak alaprajzon ábrázolva

A 17. ábrán piros színnel jelöltem a mechanikai, kék színnel a gázvédelmi vonalat. A védelmi vonalak mentén a nyílászárók védő- és gázzáró tulajdonsággal rendelkeznek. Az ajtók 0,90x2,00 m méretűek, kivéve a dízelgépházhoz tartozó szakaszoló zsilip ajtajai, melyek mérete 0,75x2,00 m. A vészkijáratokhoz tartozó búváajtók mérete 0,70x0,80 m. A porkamra oldalfalába kerül egy búvónyílás 0,50x0,70 m méretekkkel, hogy lehetséges legyen a karbantartás. Ezek a nyílászárók tömör, szerkezeti acélból készülnek, mindkét oldalról nyithatóak. A keretük síkba süllyesztett, így könnyebbé teszik a vasbeton falakba való bebetonozásukat. Az óvóhely III. védettségi osztályba tartozik, így az előírásnak megfelelően  $5 \text{ kg/cm}^2$  terhelésnek kell ellenállnia. A nyílászárókat, mint már a családi óvóhelynél is említettem, reflektált nyomásra kell méretezni.

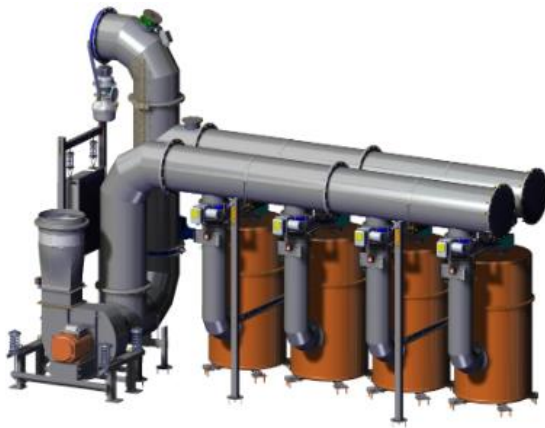
$$P_{r_{250}} := 2 P_{so\_poz\_250} \cdot \left( \frac{7 P_0 + 4 P_{so\_poz\_250}}{7 P_0 + P_{so\_poz\_250}} \right) = (2.238 \cdot 10^3) \text{ kPa}$$

Az objektumban a bejáratú I. zsílipkamra akadályozza meg, hogy a kívülről érkező túlnyomás bejuthasson a védett térbe. A II. zsílipkamra feladata, hogy biztosítsa a gázzáróságot, ne engedje be a mérgező gázokat. Az egészségügyi átereszt bejáratú és

kijárat ajtaja is védő- és gázzáró tulajdonságúak, a hozzátartozó, közbenső helyiségek ajtajai hagyományos, lemezből készült ajtók. A vészzuhany be- és kijárata teljesen automatizált, mágneszárrakkal és nyitásérzékelőkkel felszerelve. Mivel a dízelgépház szennyezett légterű, így szakaszoló zsilip kerül kialakításra, amely biztosítja a személyzet mentesítését. A dízelgépház mellett kialakított üzemanyagtároló helyiség feltételelesen szennyezett légterű. Az akkumulátorok az elektromos szobába kerülnek.

### 3.2.2.3. Légtechnika és gépészeti berendezések

A légbeszívás porkamrán és expanziós téren keresztül történik, a két teret léglökésvédő berendezés választja el. Tiszta szellőztetés esetén a külső levegő az expanziós kamra után a durvaporszűrőn keresztül jut el a ventilátorig, majd a légellátást biztosító vezetékek juttatják el az óvóhely többi részébe. Az elhasznált levegőt a légkidobóban szintén léglökésvédő berendezésen keresztül kell kifúvatni, ezen kívül a bejárat zsilipekben elhelyezett túlnyomás-kibocsátó szelepeken keresztül vezetjük ki, amelyek az I. és II. zsilip közötti falakban vannak elhelyezve. Szűrtlevegős üzemmódban a külső szennyezett levegő szintén a porkamrán és az expanziós téren keresztül jut el a szűrőberendezésig, majd a durva-, finom- és elnyelőszűrőket követően kerül be a ventilátorba. Az elhasznált levegő eltávolítása az 1. szellőztetési üzemmódhoz hasonlóan történik. Elzárkózás idején a külső levegőt ki kell zárni és a belső levegőt CO<sub>2</sub> elnyelő szűrő berendezésen keresztül kell ventilátor segítségével keringetni, illetve ha az oxigénszint határérték alá csökken, akkor az oxigénpalackok felhasználására van szükség. A CO<sub>2</sub>-t levegőből való eltávolítását követően ki kell vezetni az óvóhelyről. A szellőzőgépházban egy gázdetektor, egy oxigénszint- és sugárzásmérő műszer elhelyezése ajánlott. Az egyik túlnyomás kibocsátó szelep mellé túlnyomást mérő műszert kell felszerelni, mert a túlnyomás biztosítása fontos előírás. A bejárat, illetve vészkijárat zsilip mechanikai védelmi vonalába tartozó falakon léglökésvédő szelepeket kell elhelyezni, melyek a robbanásvédelmen kívül magas légáramlást is lehetővé tesznek.



18. ábra. Szűrőberendezés

Forrás: <http://www.temet.com>

(Letöltve: 2024.04.27.)

19. ábra. CO<sub>2</sub> elnyelő rendszerForrás: <http://www.temet.com>

(Letöltve: 2024.04.27.)

Gázzáró szelepeket a légcsatornára szerelik fel, a gázvédelmi vonal mentén található nyílásokra, illetve a szűrőberendezéshez és a ventilátorhoz. Ezek segítségével szabályozzák a levegőáramlást, illetve védelmi üzemmódban lehetővé teszik a vezetékek lezárását. Az óvóhelyre a dízelgépházba egy aggregátor telepítése szükséges. A dízelgépház szellőztetése a mellette található légkidobón keresztül történik. A kipufogógázt léglökésvédő szeleppel és fali hüvellyel felszerelt kipufogócsövön, a légkidobón keresztül kell kivezetni. A fali hüvely a betont védi meg a magas hőmérséklettől. Az aggregátor vízellátását a hálózatról és saját kútról kell biztosítani, illetve egy falikutat kell elhelyezni. Az óvóhelyen az ivóvíz és a használati víz közműről és védett kútról van biztosítva, valamint két víztartály is megtalálható az objektumban. A víztároló alá kerül a kút, így a védelme biztosított. A vízbevezetés helyét szintén védelemmel kell ellátni.

## Beépítendő nyílászárók és berendezések listája:

| Nyílászárók            |                                                                                                                                                        |        |        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| Ssz.                   | Tétel szövege                                                                                                                                          | Menny. | Egység |
| 1.                     | Temet Standard SO-6 védőajtó, 0,90x2,00 m, szerkezeti acéllemezekből készül, belülről és kívülről nyitható, 4 db jobbos és 3 db balos nyitásirányú     | 7      | db     |
| 2.                     | Temet Standard SO-1 védőajtó, 0,90x2,00 m, szerkezeti acéllemezekből készül, belülről és kívülről nyitható, 3 db jobbos és 9 db balos nyitásirányú     | 10     | db     |
| 3.                     | Temet SL-6 búvóajtó, 0,70x0,80 m, szerkezeti acéllemezből készül, mindkét oldalról kézzel nyitható, betörésgátló, 3db balos és 1 db jobbos nyitásirány | 4      | db     |
| 4.                     | Temet SL-6 búvóajtó, 0,50x0,70 m, szerkezeti acéllemezből készül, mindkét oldalról kézzel nyitható, betörésgátló, balos nyitásirány                    | 1      | db     |
| 5.                     | B01 Beltéri acél technikai ajtó fehér színben, acél ajtótokkal és zsanérokkal, 0,75x2,00 m, 3 db jobbos és 2 db balos                                  | 5      | db     |
| 6.                     | B02 Beltéri acél technikai ajtó fehér színben, acél ajtótokkal és zsanérokkal, 0,90x2,00 m. 7 db jobbos és 6 db balos                                  | 15     | db     |
| Berendezések           |                                                                                                                                                        |        |        |
| Ssz.                   | Tétel szövege                                                                                                                                          | Menny. | Egység |
| 1.                     | Temet VV-3 háromszintes ágy                                                                                                                            | 42     | db     |
| 2.                     | Kényszerzuhany-rendszer, kezelő egységgel, esőztető zuhanyfejjel. Az ajtók mágneszárral és nyitásérzékelővel felszerelve                               | 1      | db     |
| 3.                     | Víztartály, 3500 literes űrtartalommal, feltöltő, kiürítő, vízkivételi szerelvényekkel ellátva                                                         | 2      | db     |
| 4.                     | Szerszámos doboz: tömítőanyag kinyomó pisztollyal, ásó, lapát, kalapács, fűrés, véső, feszítővas, vödör, csavarkulcs, madzag, kombináltfogó            | 1      | db     |
| Gépészeti berendezések |                                                                                                                                                        |        |        |
| Ssz.                   | Tétel szövege                                                                                                                                          | Menny. | Egység |
| 1.                     | Temet PV-KK léglökésvédő berendezés                                                                                                                    | 2      | db     |
| 2.                     | Temet PSV léglökés ellen védő szelep                                                                                                                   | 5      | db     |
| 3.                     | Temet Komplet CBRN rendszer                                                                                                                            | 1      | db     |
| 4.                     | Temet KS gázzáró szelep                                                                                                                                | 6      | db     |
| 5.                     | Temet YV Túlnyomás-kibocsátó szelep                                                                                                                    | 2      | db     |
| 6.                     | Temet CO2-elnyelő rendszer                                                                                                                             | 1      | db     |
| 7.                     | Temet YM-1 túlnyomásmérő                                                                                                                               | 1      | db     |
| 8.                     | Temet CBRN gáزدetektor                                                                                                                                 | 1      | db     |
| 9.                     | Temet Oxigénszintmérő                                                                                                                                  | 1      | db     |
| 10.                    | Temet PVD kipufogószelep és LP-PP falihüvely                                                                                                           | 1      | db     |
| 11.                    | Temet LP fali kábelátvezető hüvely                                                                                                                     | 4      | db     |
| 12.                    | Rézcső kivezetés                                                                                                                                       | 2      | db     |

### 3.2.3. Tartószerkezet

#### 3.2.3.1. Terhek

Az óvóhely teherhordó szerkezeteinek méretezésekor figyelembe veendő állandó jellegű terhek:

- szerkezetek önsúlya
- egyéb használatból eredő terhek, melyek a támadások idején is terhelik a szerkezetet
- földteher és földnyomás
- víznyomás

Rendkívüli terhek, melyek a támadófegyver okozta hatások által keletkeznek.

Figyelembe veendő rendkívüli terhek:

- robbanáskor keletkező levegőben terjedő lökőnyomás
- robbanáskor a levegőben keletkező szívóhatás
- robbanáskor a talajban indukált földlökés

#### 3.2.3.2. Alapozás

Az épület alapozását a talajmechanikai szakvéleményben megadott talajfizikai jellemzők alapján számítottam. Az alapozást lemezalapozással oldottam meg. A vasbeton lemezalap C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. Az alap szélessége 12 m, hossza 26,3 m, szerkezeti vastagsága 55 cm. A betonfedés 4 cm. A lemezbe kereszt- és hosszirányú alsó vasalásként Ø20-as vasakat terveztem a szükséges vasmennyiségnek megfelelő távolságokkal kiosztva. A tartózkodó tereket elválasztó falaknál kialakult legnagyobb igénybevételeknél Ø25/10 hosszirányú alsó vasalást terveztem. Felső vasalásként Ø20/30 és Ø16/10 keresztirányú vasalást és Ø20/30 és Ø20/15 hosszirányú vasalást terveztem. Ezen kívül kerültek a lemezbe távtartók, illetve a falak és a lemez csatlakozásainál L alakú betonacélok biztosítják a sarokmerev kapcsolat kialakítását. A betonacélok közötti maximális távolság betartása végett Ø10/30/30 középhálót kell elhelyezni. Az alapozási sík terepszinthez viszonyított mélysége -2,55 m. A lemezalap alá 5 cm szerelőbeton kerül Ø6/15/15 hegesztett hálós vasalással, illetve 15 cm vastagságú kavicságyazat, melynek tömörsége  $Tr_g=95\%$ . A szerelőbeton minősége C12/15-X0b(H)-16-F2, az alkalmazott hegesztett háló minősége BHB 55.50.

A vészkijáratok fenéklemeze C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. A betonfedés 4 cm. Az alap szélessége 1,40 m, hossza 1,40 m, szerkezeti vastagsága 30 cm. A lemezbe Ø12/20 hosszirányú és keresztirányú alsó vasalást, felső vasalásként Ø12/20 hosszirányú és keresztirányú vasalást terveztem.

#### 3.2.3.3. Vízszintes teherhordó szerkezetek

A födémszerkezet C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül. A födém szélessége 12 m, hossza 26,3 m, szerkezeti vastagsága 55 cm. A betonfedés 4 cm. A födémbe alsó vasalásként keresztirányban Ø20/30 és Ø16/30 vasalást, hosszirányban Ø20/30 és Ø25/30 vasalást terveztem. Felső kereszt- és hosszirányú vasalásként Ø20-as vasakat kell elhelyezni a szükséges vasmennyiségnek megfelelő távolságokkal kiosztva, illetve a födém gyengén igénybe vett részén Ø10/25/25 vasalást alkalmaztam. A tartózkodó tereket elválasztó falaknál kialakult legnagyobb igénybevételeknél Ø25/10 hosszirányú felső vasalást kell alkalmazni. Ezen kívül kerültek a lemezbe távtartók, illetve a falak és a lemez csatlakozásainál L alakú betonacélok biztosítják a sarokmerev kapcsolat kialakítását. A betonacélok közötti maximális távolság betartása végett Ø10/30/30 középhálót kell elhelyezni.

A vészkijárat kupola tömör, C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készül íves kialakításokkal és Ø10/25/25 betonacél háló vasalással.

#### 3.2.3.4. Függőleges teherhordó szerkezetek

Az objektum függőleges teherhordó szerkezetei 40 cm szerkezeti vastagságú, monolit vasbeton falak, amelyek C30/37-XC3-16-F2 minőségű betonból készülnek 4 cm betonfedéssel. A falakba Ø16/15 függőleges vasalás és Ø12/15 vízszintes vasalást terveztem. A közbenső 30 cm szerkezeti vastagsággal rendelkező felmenő szerkezetek C30/37-XC1-16-F2 betonból készülnek 3 cm betonfedéssel, valamint Ø16/15 függőleges és Ø12/15 vízszintes vasalással. A közbenső 20 és 25 cm szerkezeti vastagságú falszerkezetek Ø12/15 függőleges és Ø10/15 vízszintes vasalással készülnek. A további 10 és 15 cm vastagságú válaszfalakat Ø10/15/15 vasalással terveztem. A falvasalások részeként 4 db/m<sup>2</sup> összekötő vasalás alkalmazandó. A függőleges vasak a födém síkjába hajtandóak. A sarkokban és a T csomópontokban, illetve a főfalak és a vészkijárat falainak csatlakozásainál sarokmerev kapcsolat kialakításának céljából L alakú vasakat kell elhelyezni.

A külső teherhordó fal meghosszabbításaként kialakított 40 cm vastagságú vészkijárat falak, valamint a vészkijárat további felmenő szerkezetei esetében Ø16/15 függőleges vasalást és Ø12/15 vízszintes vasalást terveztem. A falvasalás részeként 4 db/m<sup>2</sup> összekötő vasalás alkalmazandó. A függőleges vasak a födém síkjába hajtandóak. A sarkokban és a T csomópontokban sarokmerezv kapcsolat kialakításának céljából L alakú vasakat kell elhelyezni.

### 3.3. Kivitelezési követelmények

A nyílászáró szerkezeteket, illetve gépészeti berendezéseket már zsáuzáskor el kell helyezni a terveken jelölt magasságban. A falvasalást a betonozás előtt a tokokhoz kell hegeszteni. A gázzáróság biztosítására nagy figyelmet kell fordítani. A monolit vasbeton szerkezeteket munkahézag nélkül, folyamatosan kell készíteni, a szerkezeti okok miatt szükséges munkahézagokat a terveken jelöltem.

### 3.4. Anyagminőségek

|                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| A vasbeton szerkezetek minősége: | C30/37-XC3-16-F2<br>C30/37-XC1-16-F2 |
| Szerelőbeton minősége:           | C12/15-X0b(H)-16-F2                  |
| Betonacél minősége:              | B500B<br>BHB 55.50                   |

### 3.5. Alkalmazott szabványok, műszaki irányelvek

MSZ EN 1990:2011 - Eurocode: A tartószerkezetek tervezésének alapjai

MSZ EN 1991-1-1:2005 - Eurocode 1: A tartószerkezeteket érő hatások. 1-1. rész: Általános hatások. Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei

MSZ EN 1992-1-1 – Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

MSZ EN 1991-1-7 A tartószerkezeteket érő hatások. Általános hatások. Rendkívüli hatások

MI-04-260-1 Építésügyi ágazati műszaki irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Általános előírások

MI-04-260-2 Építésügyi ágazati műszaki irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Telepítési előírások

MI-04-260-3 Építésügyi ágazati műszaki irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Építészeti előírások

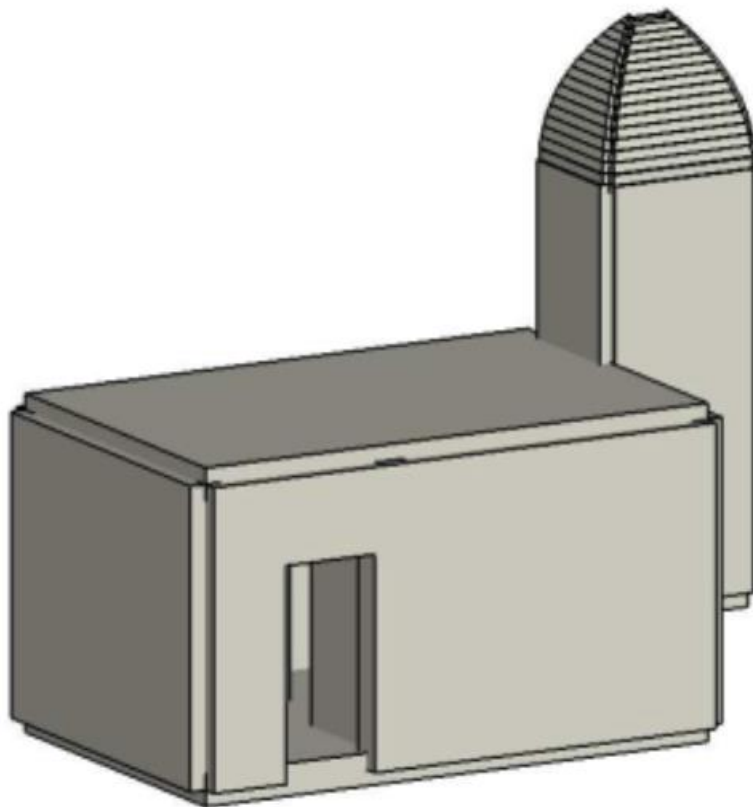
MI-04-260-4 Építésügyi ágazati műszaki irányelv. Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek. Tartószerkezetek, méretezési előírások

## 4. SZÁMÍTÁSI MELLÉKLET

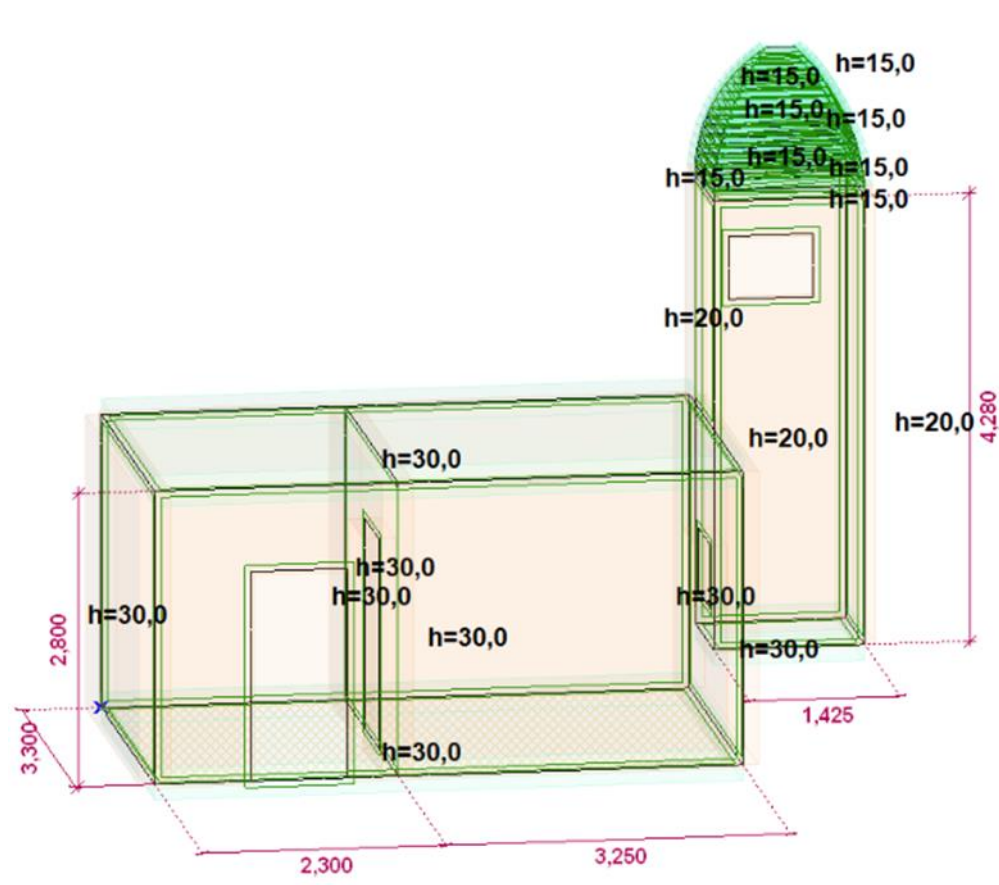
Dolgozatomban kétféle számítási eljárást hasonlítok össze. Az első esetben az AXISVM szoftverben helyettesítő statikus teherként működtettem az óvóhely szerkezetein a robbanáskor keletkező léglökéshullám okozta hatásokat. Ezt követően a léglökéshullámot mint dinamikus terhet modelleztem le a szoftver segítségével. A két vizsgálat során meghatározott elmozdulásokat és igénybevételeket hasonlítottam össze, majd a kedvezőtlenebb számítás eredményei alapján készítettem el a szerkezetek vasalását.

### 4.1. Családi óvóhely

#### 4.1.1. Geometria



20. ábra. Látványterv



21. ábra. Statikai váz kótákkal

Az objektum méretei:

Magasság:  $h := 3.10 \text{ m}$  Hossz:  $a := 5.85 \text{ m}$  Szélesség:  $b := 3.60 \text{ m}$

A vészkijárat méretei:

Magasság:  $h := 5.50 \text{ m}$  Hossz:  $a := 1.40 \text{ m}$  Szélesség:  $b := 1.40 \text{ m}$

Lemezalap:  $h_{\text{lemez}} := 0.30 \text{ m}$

Födém:  $h_{\text{födém}} := 0.30 \text{ m}$

Teherhordó falak:  $h_{t\_fal} := 0.30 \text{ m}$

Vészkijárat falai:  $h_{v\_fal} := 0.20 \text{ m}$

## 4.1.2. Robbanási lökőnyomás statikus teherként

## 4.1.2.1. Kiindulási adatok

Betonminőség: C30/37-XC3-16-F2

$$E := 3280 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \nu := 0.20 \quad \alpha_t := 1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{C}} \quad \rho := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Betonacélminőség: B500B

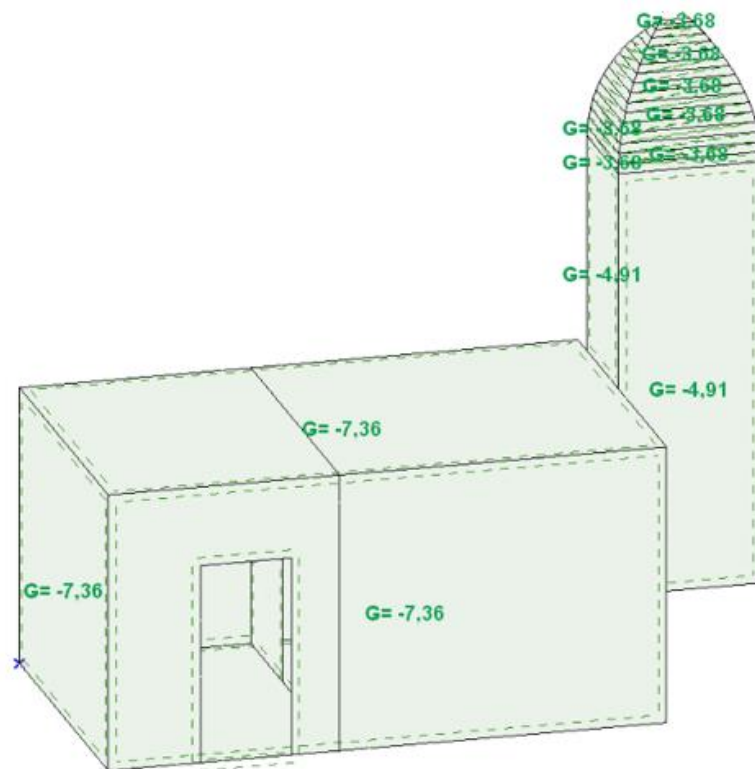
$$E_s := 20000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{yd} := 45 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_{s1} := 0.2175\% \quad \varepsilon_{su} := 5\%$$

## 4.1.2.2. Teherfelvétel

Állandó jellegű terhek:

Önsúly: a végeleemes programrendszer által generálva

$$\gamma_{\text{beton}} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad G_{fal\_30} := 7.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_20} := 4.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_15} := 3.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



22. ábra. Önsúly terhek

Földnyomás:

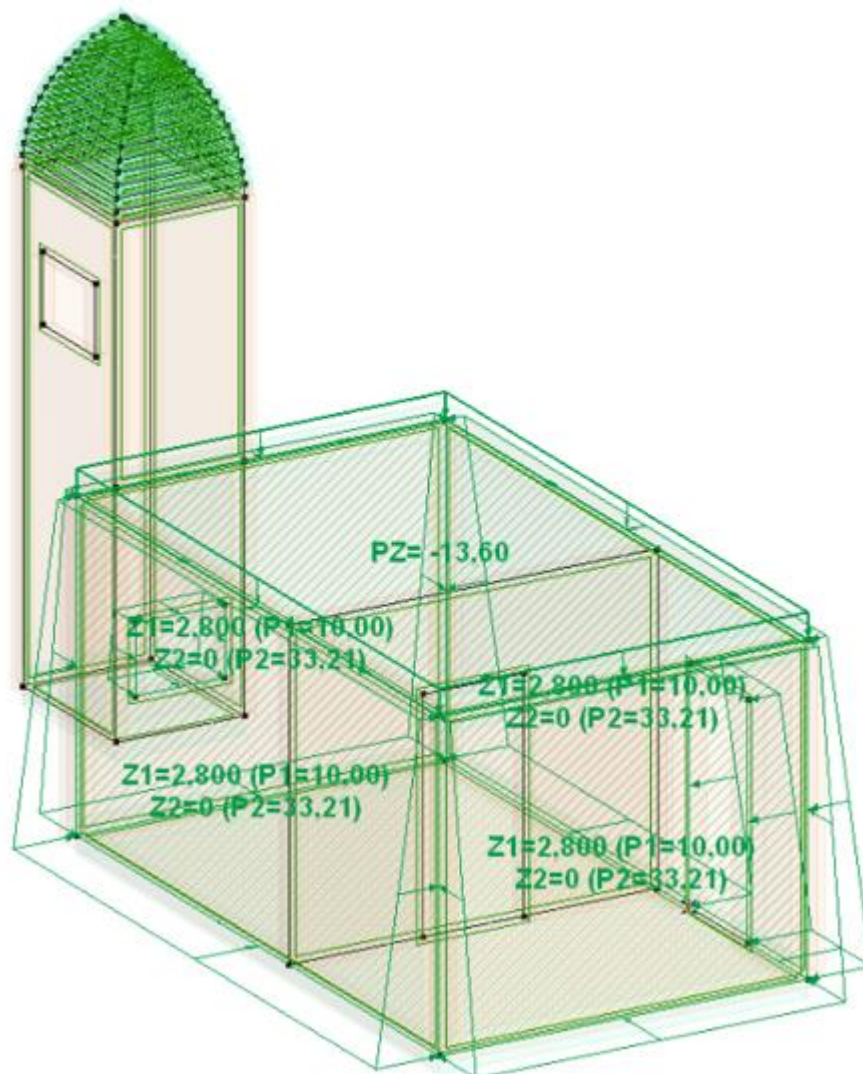
$$q := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad h := 3.1 \text{ m} \quad \gamma := 18.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \quad K_p := 1 - \sin(30^\circ) = 0.5$$

$$\sigma_{z0\_1} := q = 10 \text{ kPa} \quad \sigma_{z0\_2} := \sigma_{z0\_1} + h \cdot \gamma = 66.42 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{xp\_2} := \sigma_{z0\_2} \cdot K_p = 33.21 \text{ kPa}$$

Földtakarás:

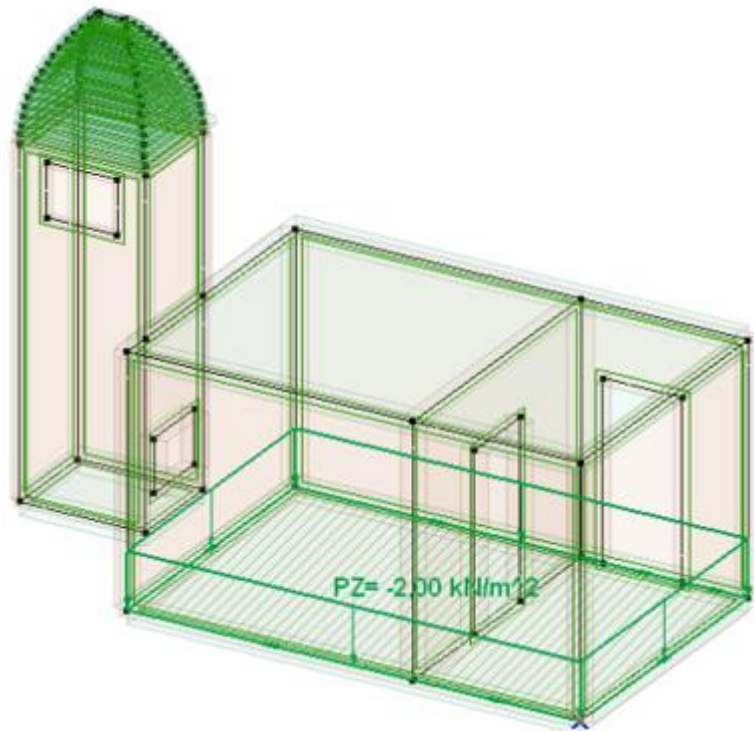
$$P_{f\_0.8m} := 13.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



23. ábra. Földteher

Hasznos teher, melyek a támadás ideje alatt is terhelik a szerkezetet:

$$Q := 2 \frac{kN}{m^2}$$



24. ábra. Hasznos teher

Víznyomás:

A talajmechanikai szakvélemény alapján a mértékadó talajvízszint: -3,00 m. Így víznyomás nem terheli a szerkezetet.

Rendkívüli terhek:

Robbanáskor levegőben terjedő léglökés és belőle keletkező földlökés:

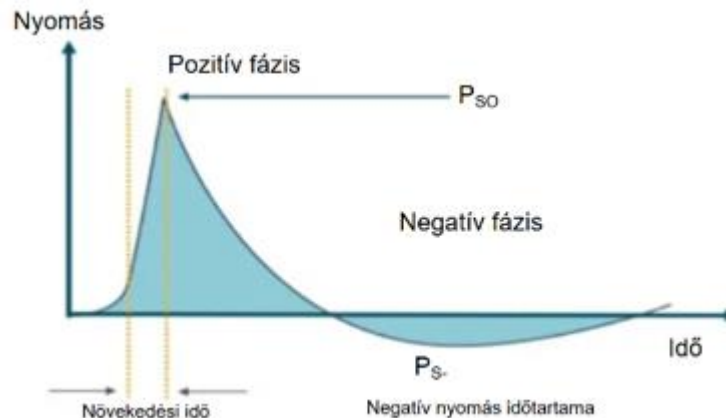
A léglökés, illetve a talajban indukált nyomáshullám szerkezetre ható hatása az alábbi képlet alapján határozható meg:

$$P := P_{sc} \cdot k_d \cdot H$$

ahol:-  $P_{so}$  a levegőben terjedő lökeshullám pozitív csúcsnyomása az óvóhely környezetében  
-  $k_d$ , dinamikus tényező

- H a légtér körülményeitől függő visszaverődési és elnyelési viszonyokat figyelembe vevő tényező

A dinamikus tényező meghatározásához szükség van az objektum a robbanási lökéshullám növekedési idejére, a nyomófázis időtartamára, illetve rezgésvizsgálatának eredményeire.



25. ábra. Léglökés teher időbeli lefolyása

Forrás: <https://edfree.ca/medispec-ed1000-treatment> (Letöltve: 2024.05.02.)

A nyomófázis időtartamának meghatározása:

III. és IV. osztályú óvóhelyek esetében 150 000 t TNT egyenértékű töltettel kell számolni. Meg kell határozni a robbanás epicentrumának távolságát az objektumtól az alábbi képletek segítségével:

$$P_{so} := 1.06 \cdot \beta + 4.3 \cdot \beta^2 + 14 \cdot \beta^3 \quad P_{so} := 100 \frac{kN}{m^2}$$

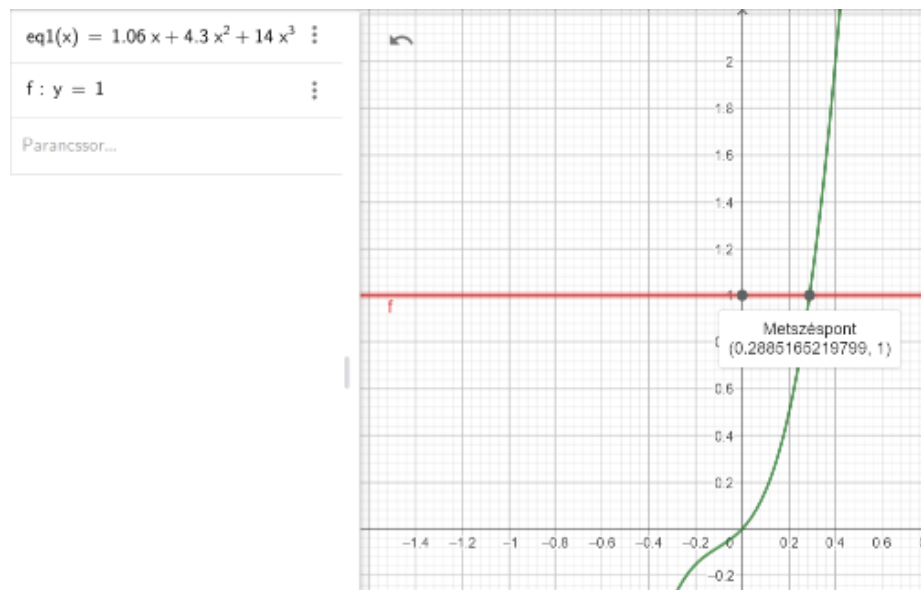
$$C_e := 150000000 \cdot 0.5 = 7.5 \cdot 10^7$$

$$\beta := \frac{\sqrt[3]{C_e}}{R}$$

ahol  $C_e$  = TNT egyenértékű felszerese kg-ban

R = epicentrum távolsága az objektumtól m-ben

Az első egyenlet megoldása GeoGebra program segítségével történt.



26. ábra. Harmadfokú egyenlet megoldása

$$\beta := 0.289 \quad \frac{\sqrt[3]{C_e}}{\beta} = 1.459 \cdot 10^3 \quad R := 1459$$

A robbanás epicentruma 1459 m távolságra van az óvóhelytől, amennyiben a csúcshőnyomás értéke  $100 \text{ kN/m}^2$ .

Nyomófázis időtartama:

$$1.5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[6]{C_e} \cdot \sqrt[2]{R} = 1.177 \quad t_{poz} := 1.177 \text{ s}$$

Növekedési időtartam:

$$t_{növekedés} := 0.1 \cdot t_{poz} = 0.118 \text{ s}$$

Lecsengési időtartam:

$$t_{poz\_lecsengés} := 0.9 \cdot t_{poz} = 1.059 \text{ s}$$

A sajátperiódusidőt és a sajátfrekvenciát az AXISVM szoftver rezgésvizsgálatának segítségével határoztam meg.

Sajátperiódusidő:  $T_{cs} := 0.097 \text{ s}$

Sajátkörfrekvencia:  $\omega_{cs} := 10.29 \text{ Hz}$

| Rezgésalakok tömegrészesedése (II.) [1. Tk] |        |       |          |              |              |              |
|---------------------------------------------|--------|-------|----------|--------------|--------------|--------------|
|                                             | f [Hz] | T [s] | Hiba     | $\epsilon_x$ | $\epsilon_y$ | $\epsilon_z$ |
| 1                                           | 2,16   | 0,463 | 2,04E-8  | 0,009        | 0,454        | 0            |
| 2                                           | 2,77   | 0,361 | 9,95E-9  | 0,586        | 0,207        | 0,003        |
| 3                                           | 2,93   | 0,342 | 7,99E-9  | 0,350        | 0,247        | 0            |
| 4                                           | 6,35   | 0,158 | 2,73E-9  | 0,039        | 0,036        | 0,106        |
| 5                                           | 6,95   | 0,144 | 2,06E-9  | 0,015        | 0,056        | 0,015        |
| 6                                           | 10,29  | 0,097 | 6,64E-10 | 0,001        | 0            | 0,876        |

27. ábra. Első hat domináns rezgésalak

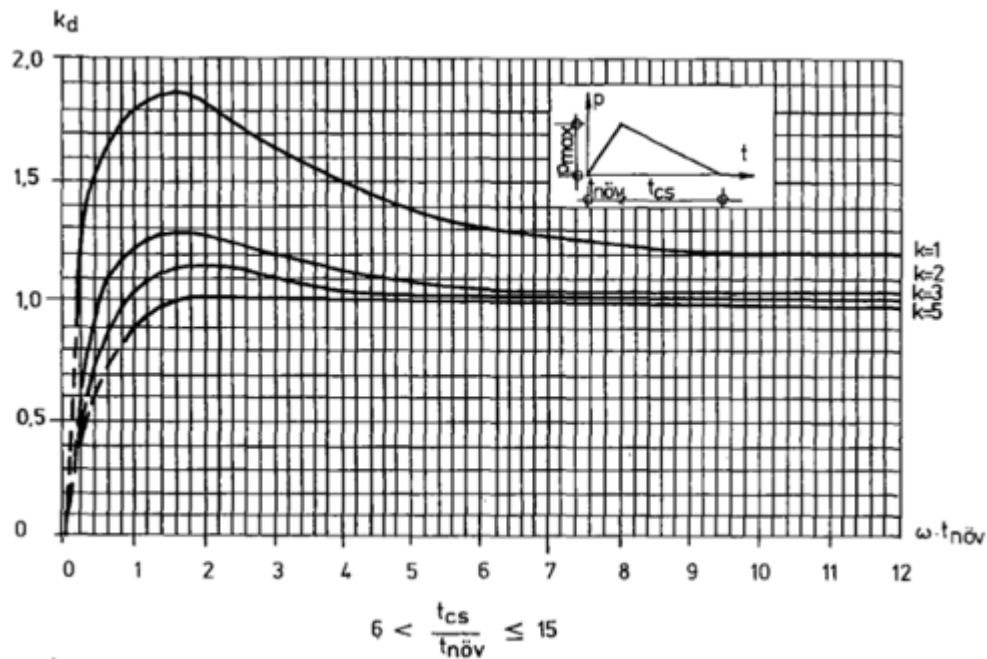
El kell dönteni, hogy a teher hatásának befejezéséig ki tud-e alakulni a maximális rugalmas alakváltozás. Ezt a túlnyomás hatás idejének és a szerkezet saját periódus idejének összehasonlításával állapítható meg.

$$T_{cs} \cdot \frac{3}{8} = 0.036 \text{ s} \quad t_{poz} > \frac{3}{8} \cdot T_{cs}$$

Kialakul a maximális rugalmas alakváltozás, így helyettesítő-statisztikus eljárást lehet használni.

A dinamikus tényező közelítő meghatározására több grafikon is rendelkezésünkre áll. A számomra megfelelő grafikont a növekedési idő és a lencsengési idő hányadosa alapján választottam ki.

$$\frac{t_{poz\_lencsengés}}{t_{növ\_idő}} = 9$$

28. ábra. A  $k_d$  dinamikus tényező közelítő meghatározása

Forrás: Műszaki Irányelv, Életvédelmi létesítmények

A grafikon használatához szükséges további adatok:

A  $k$  képlékenységi tényező, amely az objektum képlékenységi tulajdonságainak kihasználtsági fokát jellemzi. Óvóhelyek esetében  $k=3$  feltételezésével kell méretezni. Ez azt jelenti, hogy egyszeri hatást bizonyos biztonsági tartalékkal kell elviselnie a szerkezetnek és biztosítani kell a használati feltételeket.

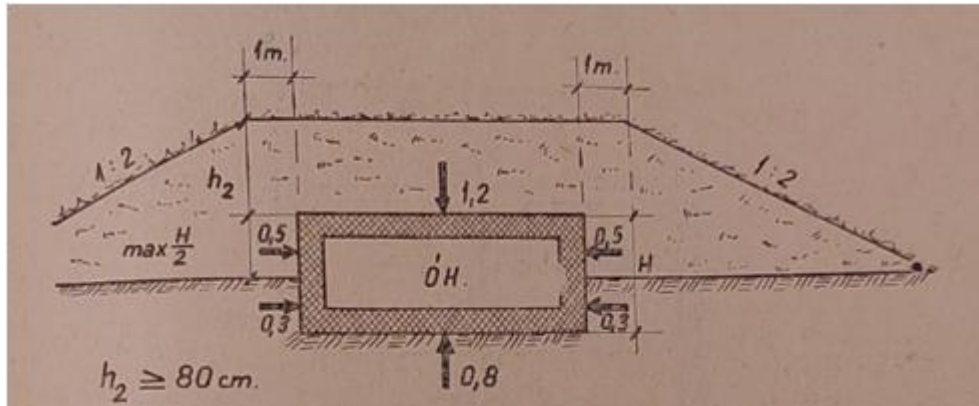
Ezen kívül szükségünk van az építmény sajátkörfrekvenciájára és a növekedési időre.

$$\omega_{cs} \cdot t_{növ\_idő} = 1.211 \quad k_d := 1.1$$

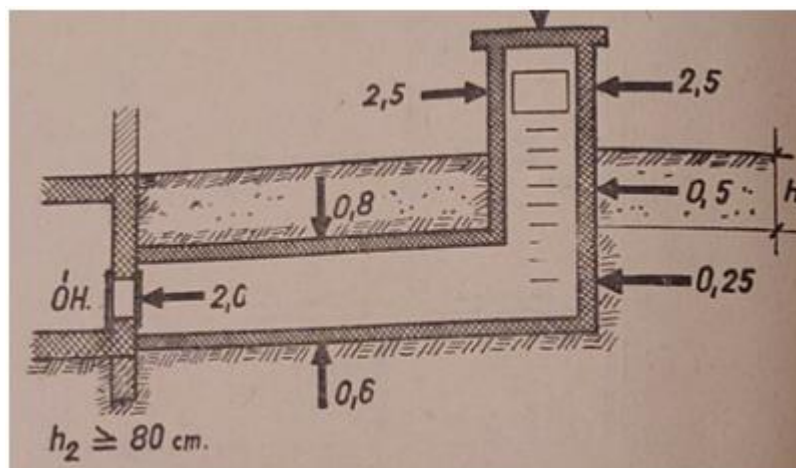
A helyettesítő teher nagysága:

$$P_h := k_d \cdot P_{so} = 110 \text{ kPa}$$

A H tényező meghatározása:



29. ábra. H tényezők IV. osztályú földbe süllyesztett óvóhelyek esetében  
Forrás: A III.-IV.-V. osztályú védőképességű óvóhelyek tervezése és méretezése



30. ábra. H tényezők IV. osztályú óvóhelyek vészkijárataihoz  
Forrás: A III.-IV.-V. osztályú védőképességű óvóhelyek tervezése és méretezése

$$H_1 := 1.2 \quad H_2 := 0.4 \quad H_3 := 0.8 \quad H_4 := 1.1 \quad H_5 := 0.6$$

$$p_{f\_födém} := H_1 \cdot P_h = 132 \frac{kN}{m^2}$$

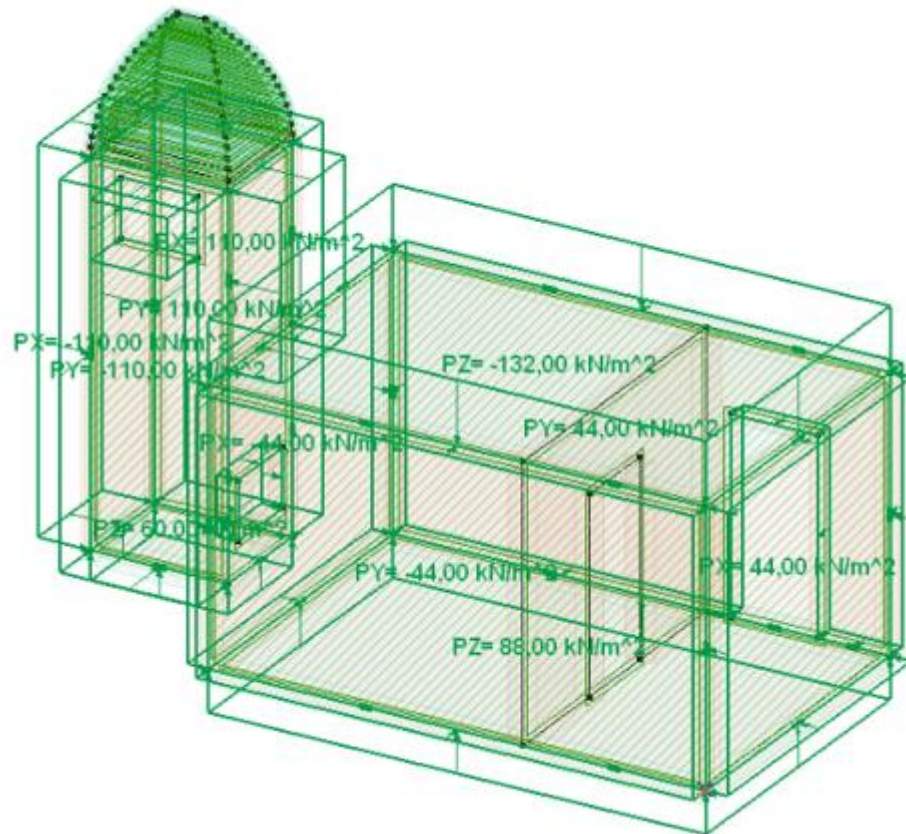
$$p_{f\_vézfal} := H_4 \cdot P_h = 121 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{f\_falak} := H_2 \cdot P_h = 44 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{f\_vészalap} := H_5 \cdot P_h = 66 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{f\_alap} := H_3 \cdot P_h = 88 \frac{kN}{m^2}$$

A kapott léglökés terheket minden érintett szerkezeti elemnél egyidejűen kell működtetni.



31. ábra. Lökéshullám helyettesítő statikus terhei

Visszavert túlnyomás meghatározása:

Légköri nyomás:  $P_0 := 101.68 \text{ kPa}$

Pozitív túlnyomási csúcserték, amelyre méretezni kell az óvóhelyet védőképessége alapján:

$$P_{so} := 100 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dinamikus nyomás maximuma:

$$q_{0\_cs} := \frac{5}{2} \cdot \frac{P_{so}^2}{P_{so} + 7 \cdot P_0} = 30.797 \text{ kPa}$$

A lökéshullám az építményről visszaverődik, amikor eléri azt, ekkor a túlnyomás értéke megnő. Ezt a nyílászárók méretezésénél kell figyelembe venni. A visszavert túlnyomás értéke Rankine-Hugoniot képlete alapján:

$$P_{r\_cs} := 2 P_{so} \cdot \left( \frac{7 P_0 + 4 P_{so}}{7 P_0 + P_{so}} \right) = 273.913 \text{ kPa}$$

## 4.1.2.3. Teheresetek:

| Teheresetek |             |            |                |
|-------------|-------------|------------|----------------|
|             | Név         | Csoport    | Csoport típusa |
| 1           | önsúly      | Állandó    | állandó        |
| 2           | földtakarás | Állandó    | állandó        |
| 3           | lökéshullám | Rendkívüli | rendkívüli     |
| 4           | hasznos     | Esetleges  | esetleges      |

32. ábra. Teheresetek

## 4.1.2.4. Teherkombináció:

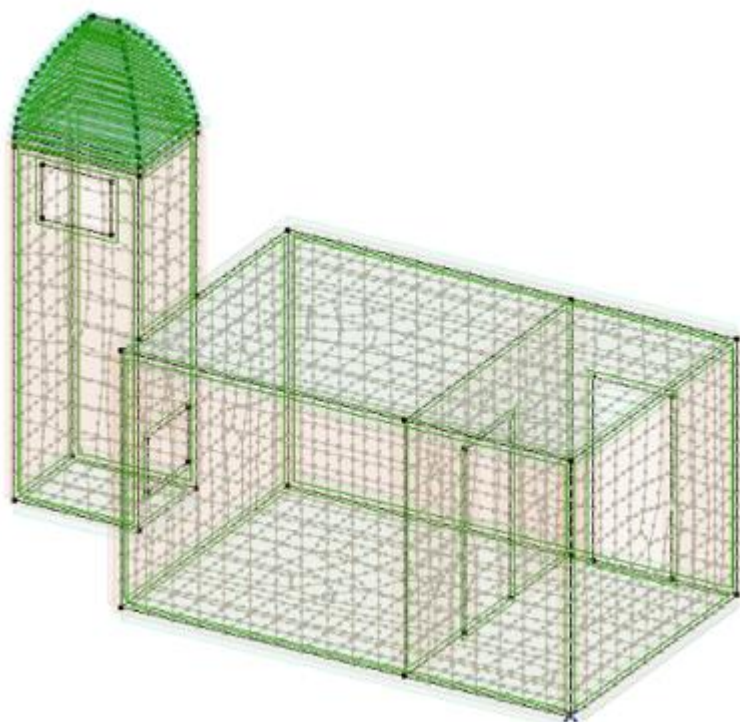
A méretezés során a rendkívüli teherkombinációt alkalmaztam.

$$\sum_j G_{kj} + A_d + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \neq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

| Egyedi kombinációk teheresetenként |       |                  |                     |                          |                             |                        |
|------------------------------------|-------|------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                                    | Név   | Típus            | önsúly<br>(Állandó) | földtakarás<br>(Állandó) | lökéshullám<br>(Rendkívüli) | hasznos<br>(Esetleges) |
| 1                                  | 1. Tk | ULS (Rendkívüli) | 1,00                | 1,00                     | 1,00                        | 0,30                   |

33. ábra. Rendkívüli teherkombináció

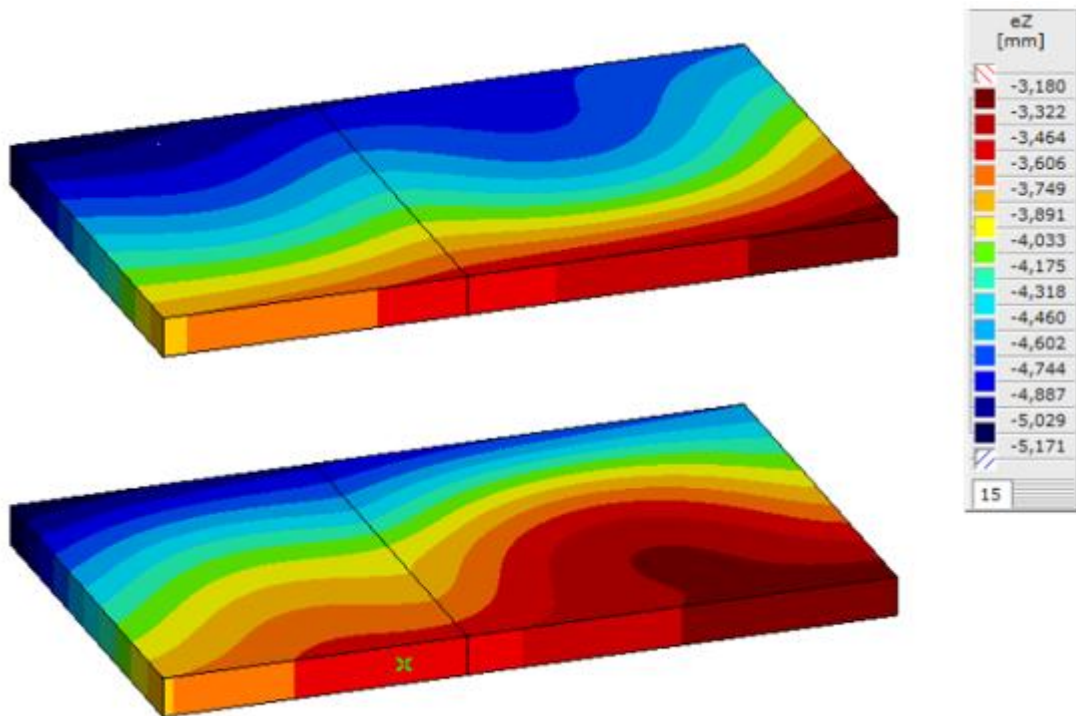
## 4.1.2.5. Hálógenerálás



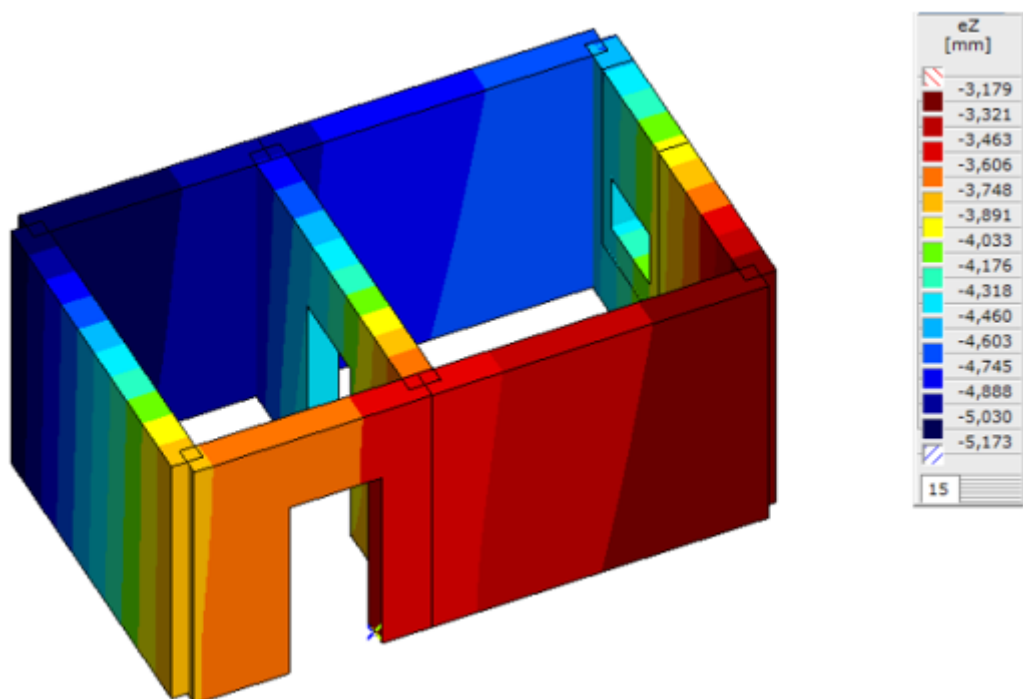
34. ábra. Háló 0,3 m-es végelem hosszal

## 4.1.2.6. Lineáris statikai számítás eredményei

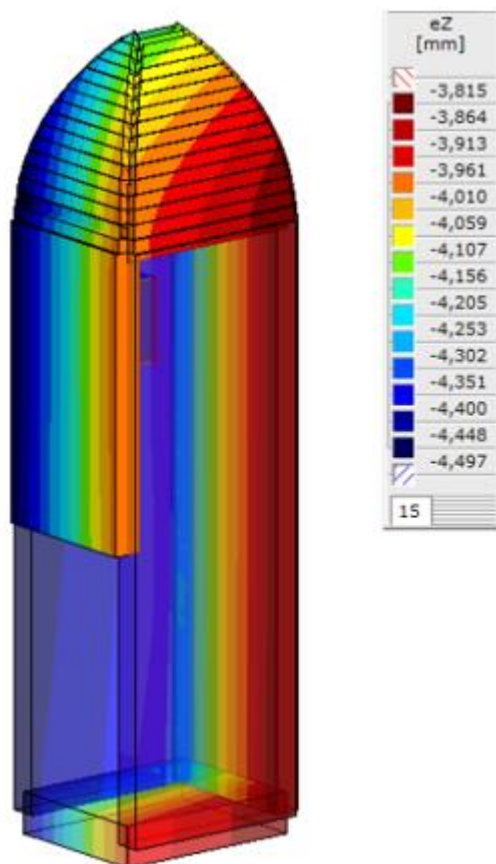
Elmozdulások:



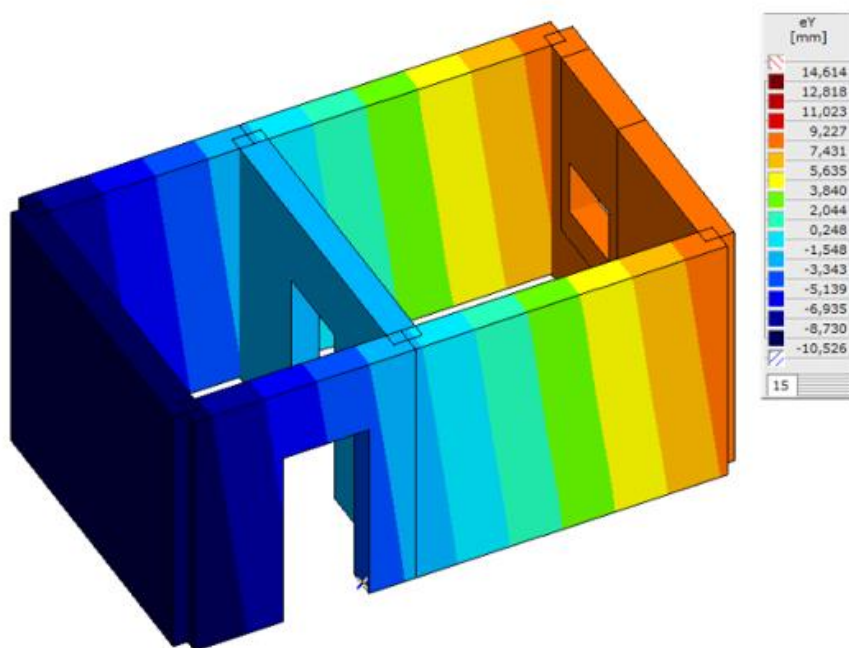
35. ábra. Lemezalap és födém z irányú elmozdulása



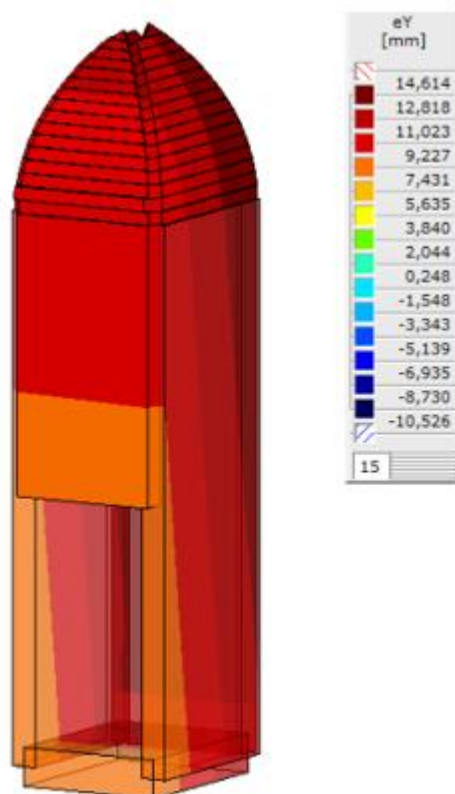
36. ábra. Falak z irányú elmozdulása



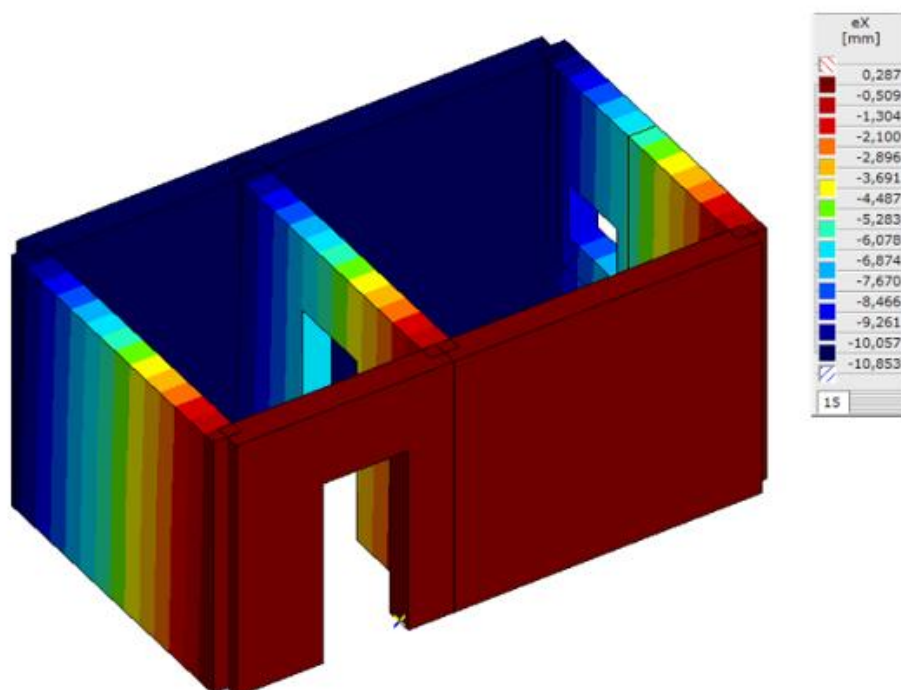
37. ábra. Vészkiárat z irányú elmozdulása



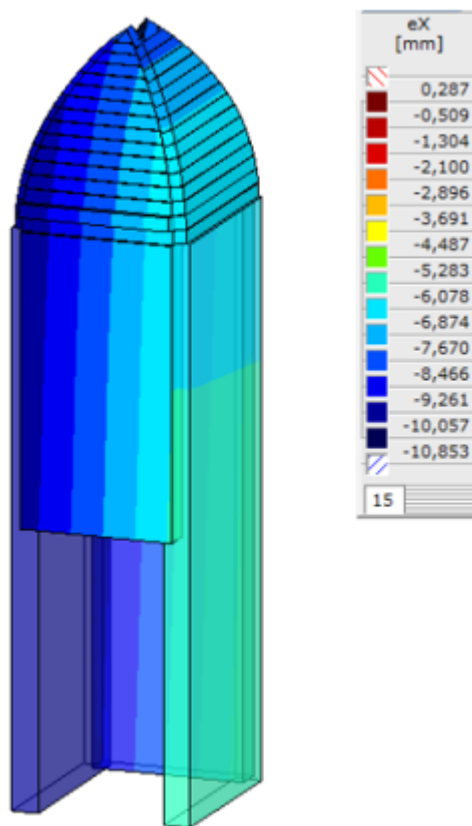
38. ábra. Falak y irányú elmozdulása



39. ábra. Vészkiárat y irányú elmozdulása



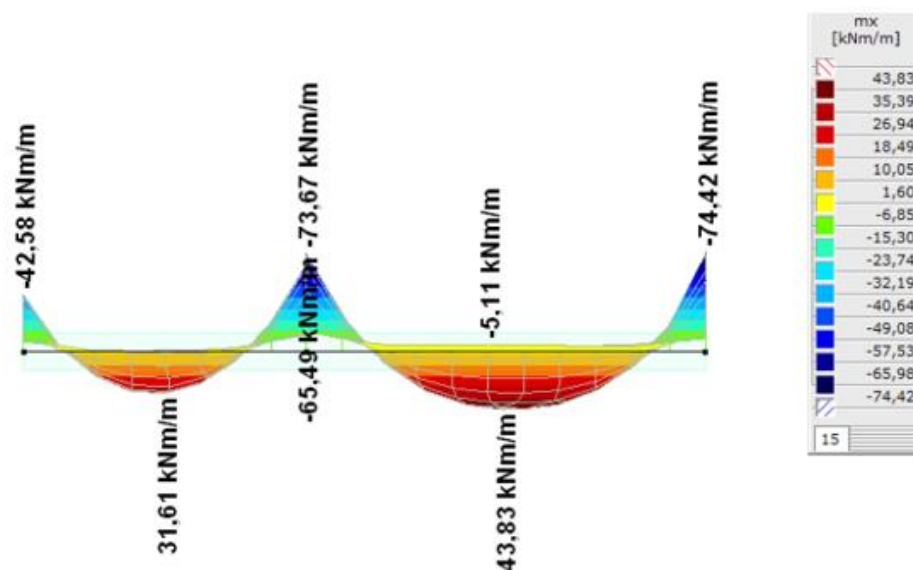
40. ábra. Falak x irányú elmozdulása



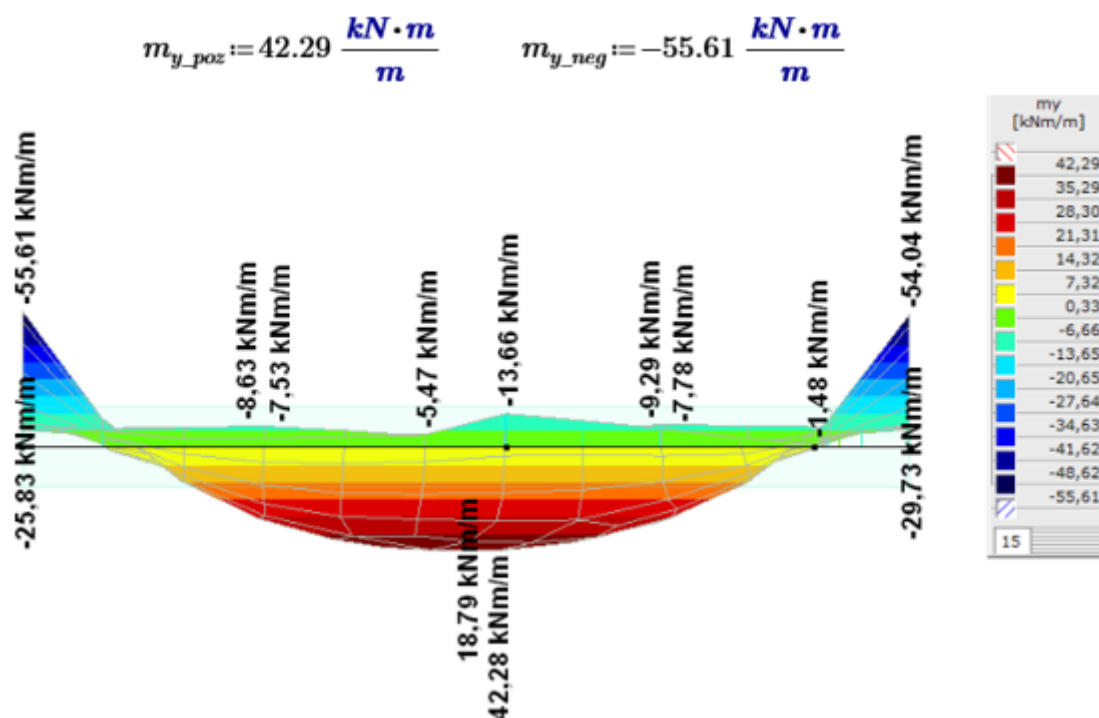
41. ábra. Vészkiárat x irányú elmozdulása

Hajlítónyomatékok:

Födém:  $m_{x\_poz} := 43.83 \frac{kN \cdot m}{m}$   $m_{x\_neg} := -74.42 \frac{kN \cdot m}{m}$

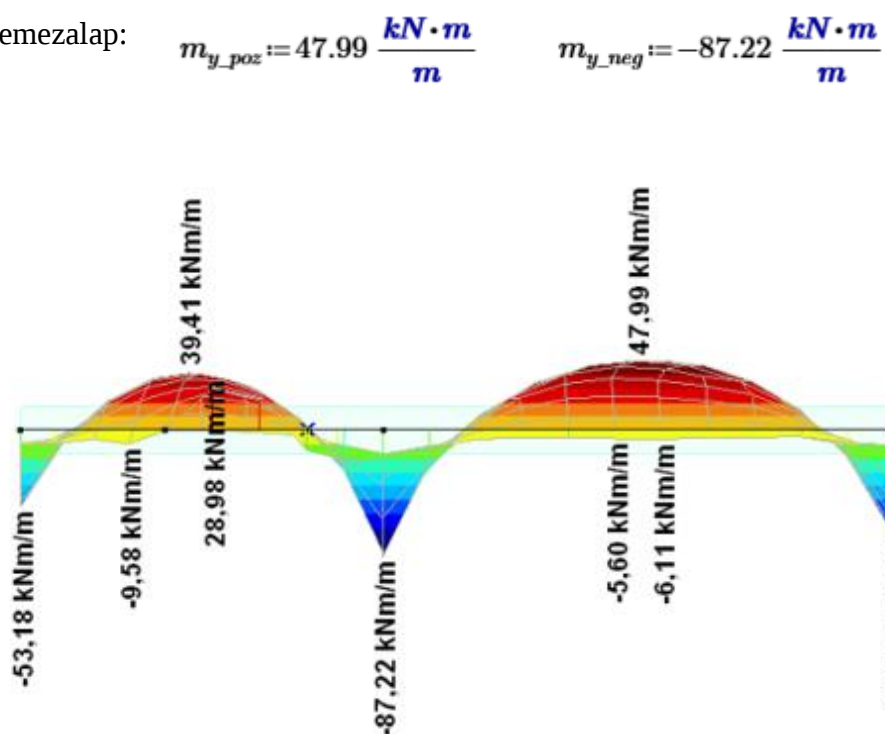


42. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

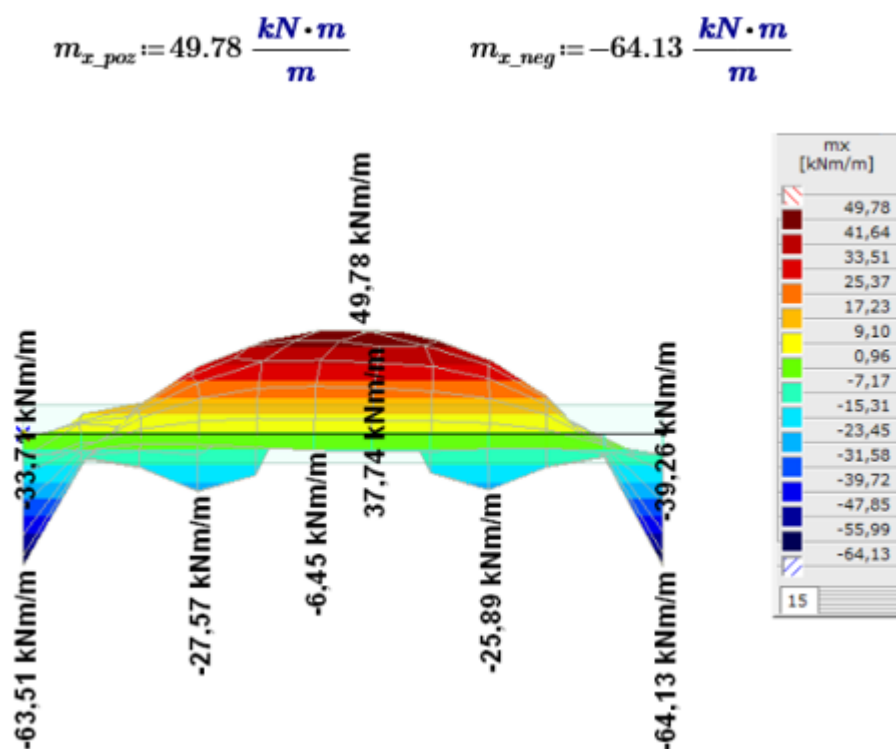


43.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

Lemezalap:

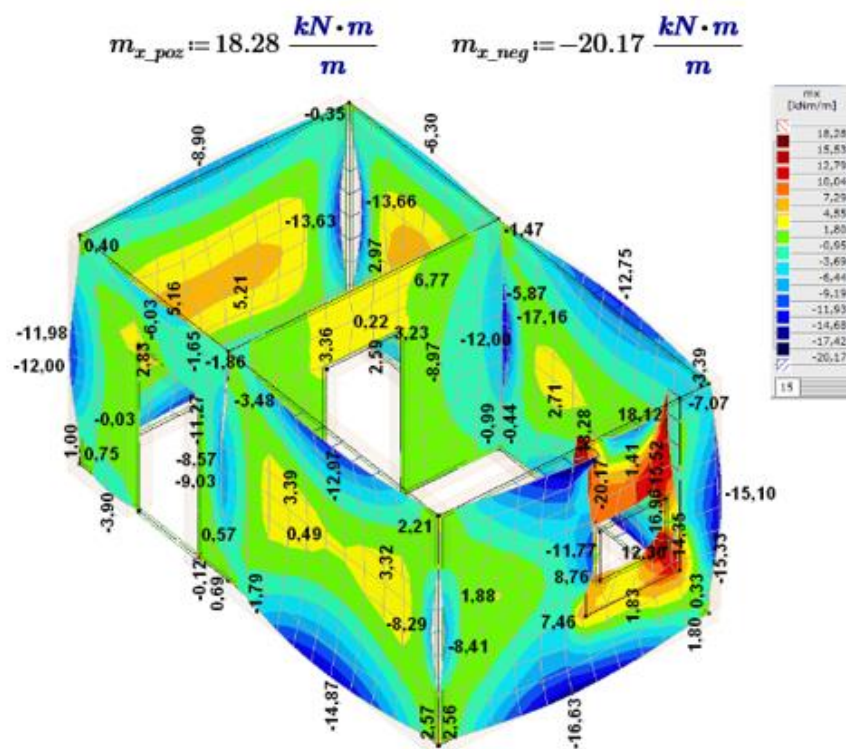


44.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

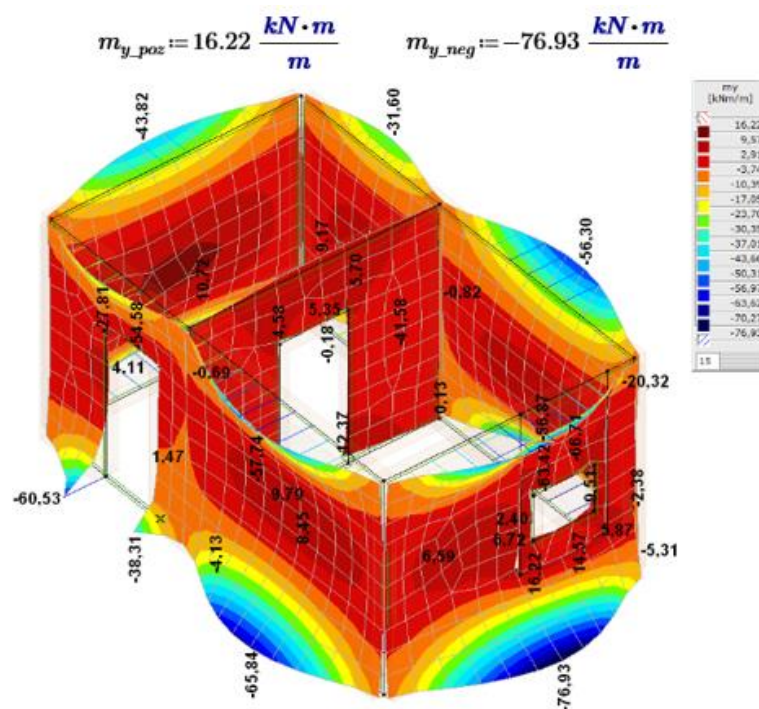


45.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

Falak:

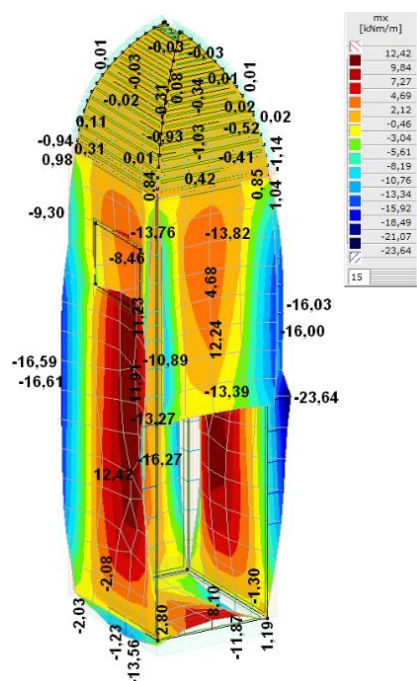


46.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

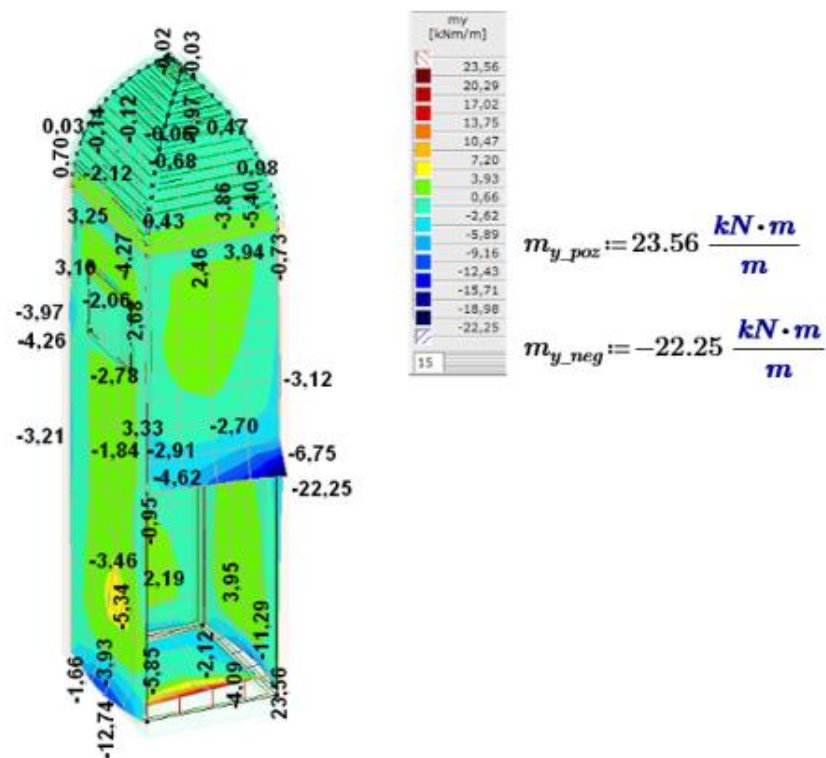


47.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

Vészkijárat:



48.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül



49.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

#### 4.1.3. Robbanási lökőhullám dinamikus teherként

##### 4.1.3.1. Kiindulási adatok

Dinamikus terhelésre való méretezés esetében figyelembe kell venni vasbeton szerkezeteknél, hogy az alakváltozások növekedési sebességének függvényében növekszik az anyagok ellenállása.

Betonminőség: C30/37-XC3-16-F2

$$E := 3280 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_{cd} := 1.15 \quad \text{beton közelítőleges felszilárdulási tényezője}$$

$$E_d := E \cdot \gamma_{cd} = (3.772 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \nu := 0.20 \quad \alpha_t := 1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{C}} \quad \rho := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Betonacélminőség: B500B

$$f_{yd} := 45 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_{sd} := 1.25 \quad \text{betonacél közelítőleges felszilárdulási tényezője}$$

$$E_s := 20000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{yd\_d} := f_{yd} \cdot \gamma_{sd} = 56.25 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_{s1} := 0.2175\% \quad \varepsilon_{su} := 5\%$$

#### 4.1.3.2. Teherfelvétel

Állandó jellegű terhek:

Önsúly: a végeselemes programrendszer által generálva megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$G_{fal\_30} := 7.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_20} := 4.91 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_15} := 3.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Földnyomás: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$\sigma_{xp\_1} := \sigma_{z0\_1} \cdot K_p = 5 \text{ kPa} \quad \sigma_{xp\_2} := \sigma_{z0\_2} \cdot K_p = 33.21 \text{ kPa}$$

Földtakarás: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$P_{f\_0.8m} := 13.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

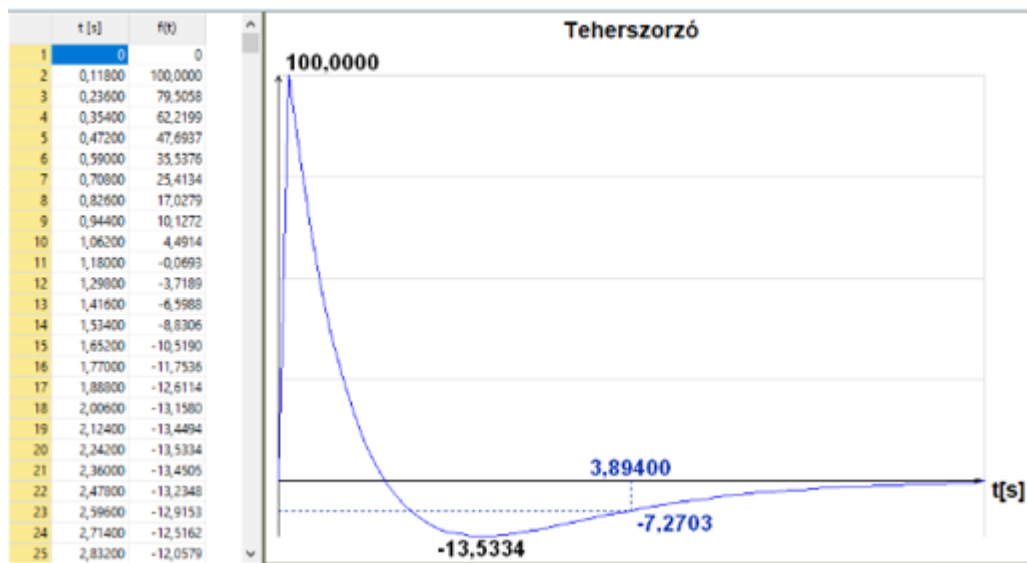
Hasznos teher: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$Q := 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dinamikus teher:

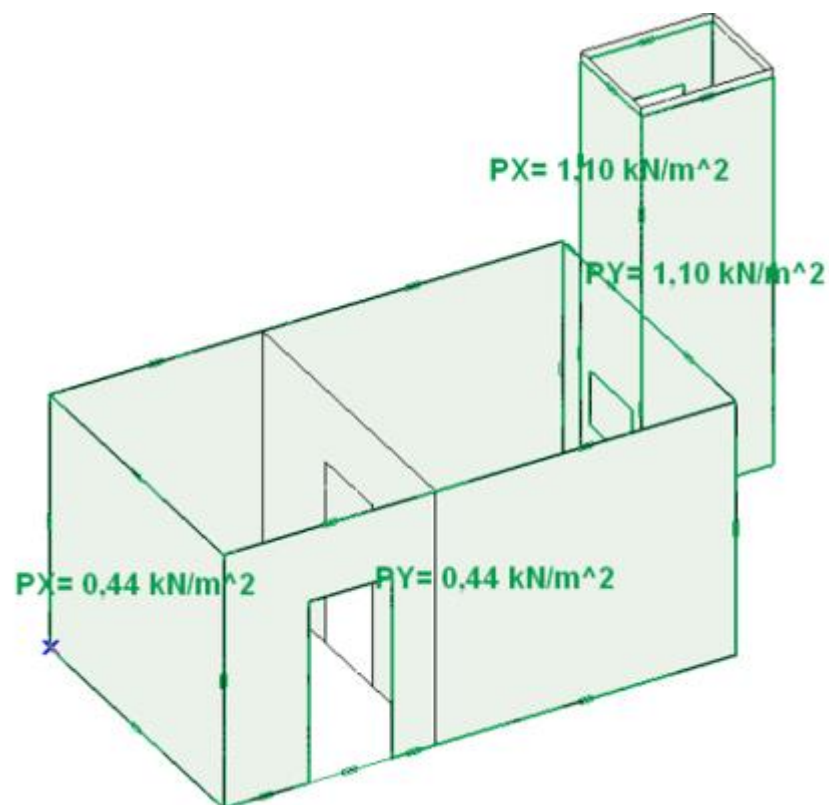
A dinamikus teherfüggvény-szerkesztőben megadtam a IV. osztályú lökeshullám teher-idő diagramjának képletét a 4.1.2.2. fejezetben meghatározott paraméterekkel. A szívófázis csúcsnyomása a pozitív csúcsnyomás körülbelül 10%-a.

$$P(t) := P_{so} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \cdot e^{-\frac{t}{t_0}} \quad \begin{array}{l} \text{ahol } P_{so} \text{ a pozitív csúcsnyomás értéke,} \\ t \text{ a teljes időtartam} \\ t_0, \text{ ahol a pozitív nyomás értéke } 0. \end{array}$$

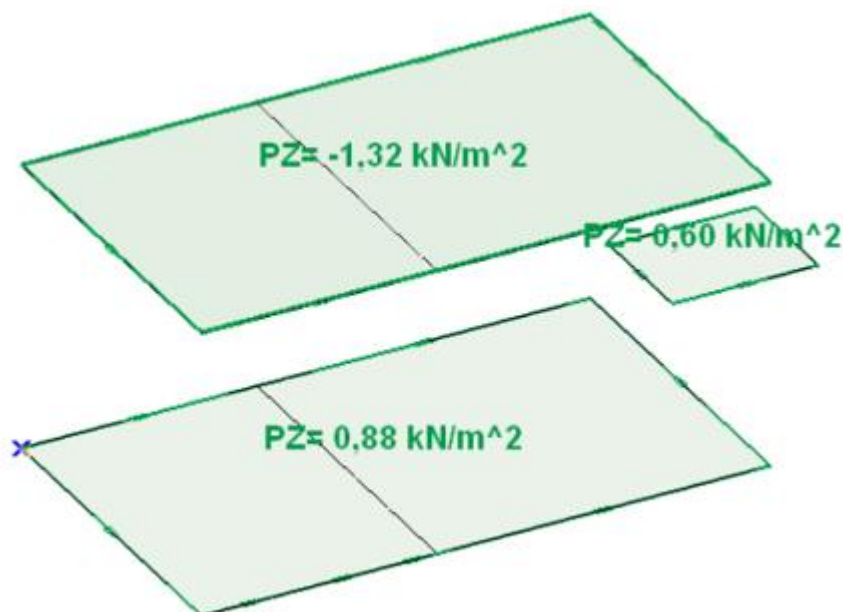


50. ábra. Dinamikus teherfüggvény IV. osztályú létesítmény esetében

Ezt követően megoszló teherként a működtettem a dinamikus terheket a szerkezeten. A teherintenzitást a 4.1.2.2. fejezetben meghatározott tényezők figyelembevételével adtam meg. A léglökés terhet minden érintett szerkezeten egyidejűleg hatónak kell tekinteni.



51. ábra. Teherintenzitás függőleges szerkezetek esetében



52. ábra. Teherintenzitás vízszintes szerkezetek esetében

## 4.1.3.3. Teheresetek:

| Teheresetek |             |           |                |
|-------------|-------------|-----------|----------------|
|             | Név         | Csoport   | Csoport típusa |
| 1           | DIN1        | ---       | ---            |
| 2           | önsúly      | Állandó   | állandó        |
| 3           | földtakarás | Állandó   | állandó        |
| 4           | hasznos     | esetleges | esetleges      |

53. ábra. Teheresetek

## 4.1.3.4. Teherkombináció:

A rezgésvizsgálatot az alábbi teherkombináció szerint futtattam le.

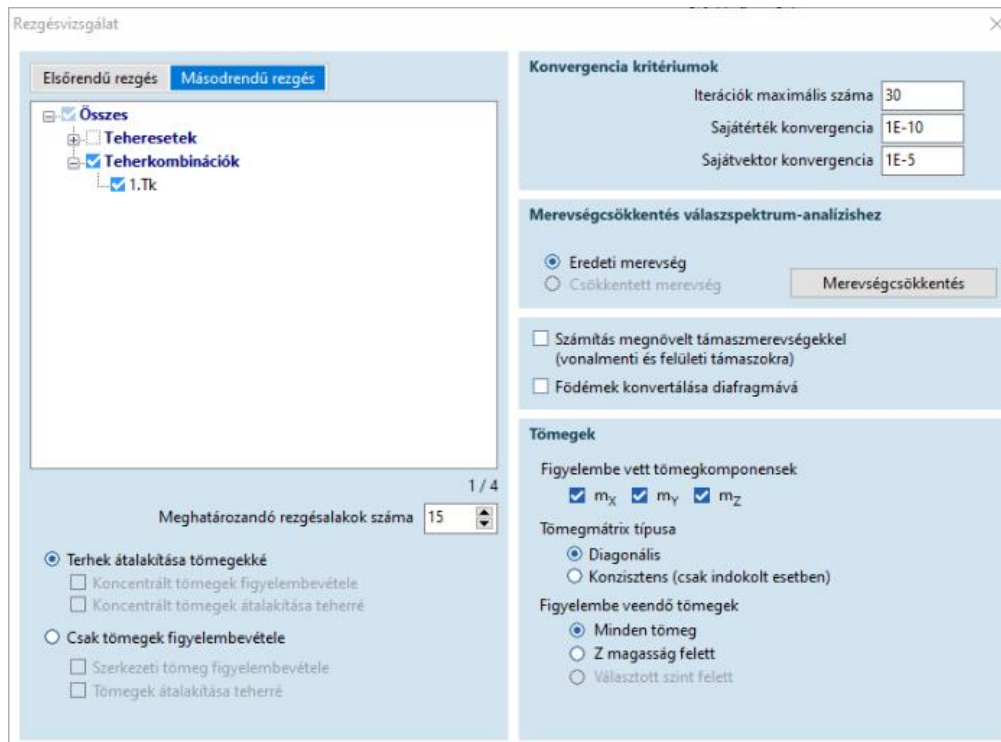
| Egyedi kombinációk teheresetenként |       |       |                     |                          |                        |
|------------------------------------|-------|-------|---------------------|--------------------------|------------------------|
|                                    | Név   | Típus | önsúly<br>(Állandó) | földtakarás<br>(Állandó) | hasznos<br>(esetleges) |
| 1                                  | 1. Tk | -     | 1,00                | 1,00                     | 0,60                   |

54. ábra. Rezgésvizsgálathoz megadott teherkombináció

## 4.1.3.5. Hálógenerálás

A hálógenerálás a 4.1.2.5. pontban bemutatott módon történt.

## 4.1.3.6. Rezgésvizsgálat



55. ábra. Másodrendű rezgésvizsgálat beállításai

Rezgésvizsgálatra a dinamikai számításnál alkalmazott Rayleigh-féle rezgéscsillapítási állandók meghatározásához van szükség. A rezgésvizsgálat eredményei a 27. ábrán láthatóak.

## 4.1.3.7. Dinamikai számítás

56. ábra. Dinamikai számítás beállításai

Rayleigh csillapítási állandók, melyek szükségesek ahhoz, hogy a program a csillapítási mátrixot meghatározza, majd ezek felhasználásával elvégezhesse a számítást. A csillapítási arány általánosan 0.5% és 5 % közötti érték. Különböző csillapítási állandók megadásával lefuttattam a számítást, majd összehasonlítottam a kapott eredményeket. Ezek alapján azt a következtetést vontam le, hogy a csillapítási tényezők 1%-os aránnyal felvéve eredményezik az általunk feltételezett hatást.

$$\xi := 0.01 \quad f_1 := 2.16 \text{ Hz} \quad f_i := 10.29 \text{ Hz}$$

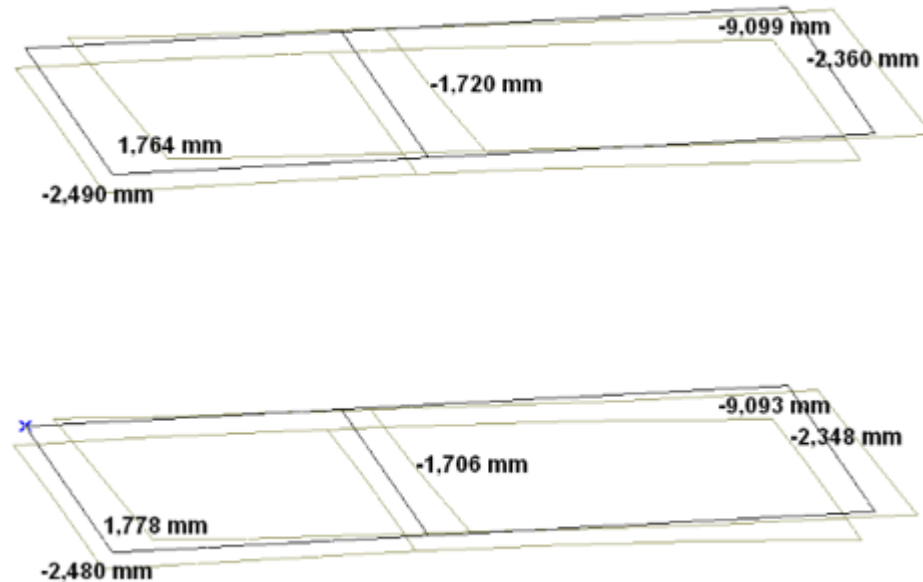
$$a := \xi \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot f_i}{f_1 + f_i} = 0.224 \frac{1}{s}$$

$$b := \xi \cdot \frac{1}{\pi \cdot (f_1 + f_i)} = (2.557 \cdot 10^{-4}) s$$

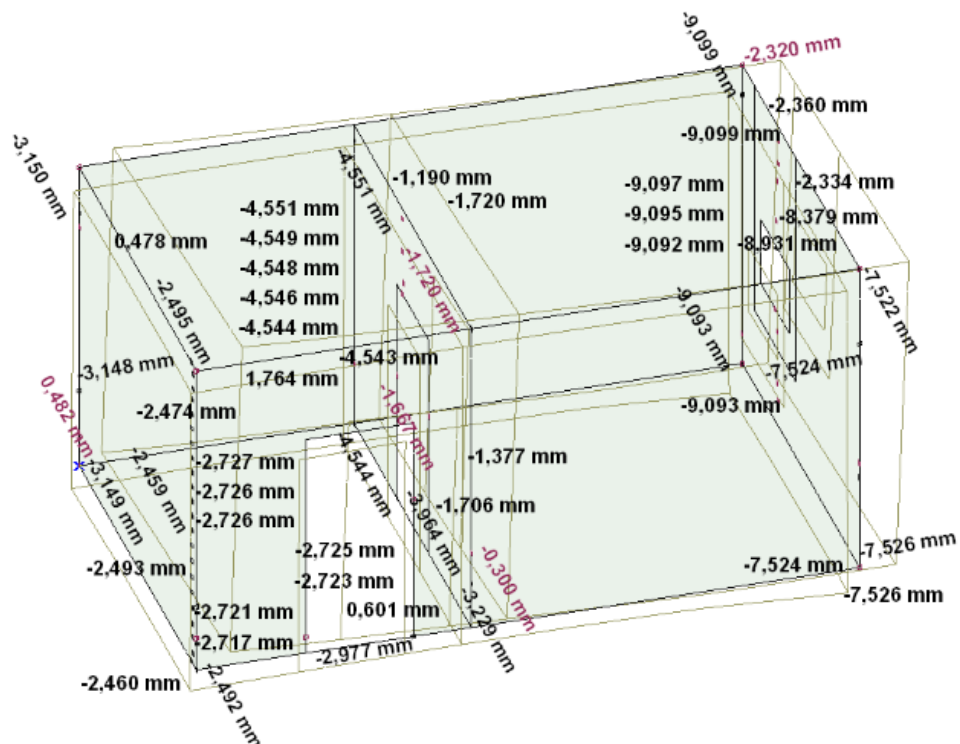
Az időnövekményt úgy határoztam meg, hogy az a függvény szerkesztésekor megadott időlépcső felével egyezzen meg, valamint beállítottam, hogy a statikus terhekből és tömegekből származó hatásokat is figyelembe vegye a számításakor.

#### 4.1.3.8. Dinamikus statikai számítás eredményei

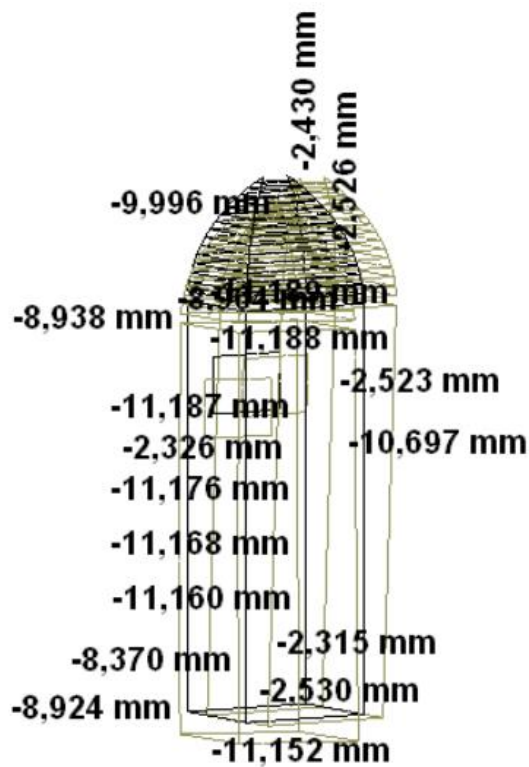
Elmozdulások:



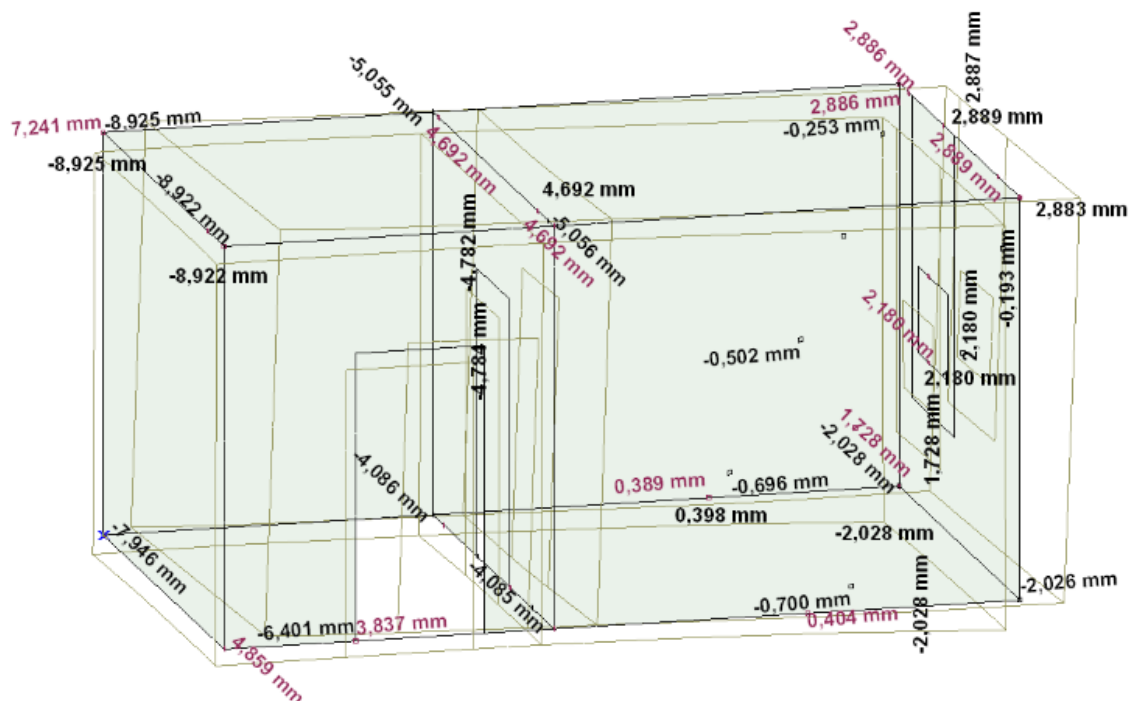
57. ábra. Lemezalap és födém minimum és maximum z irányú elmozdulása



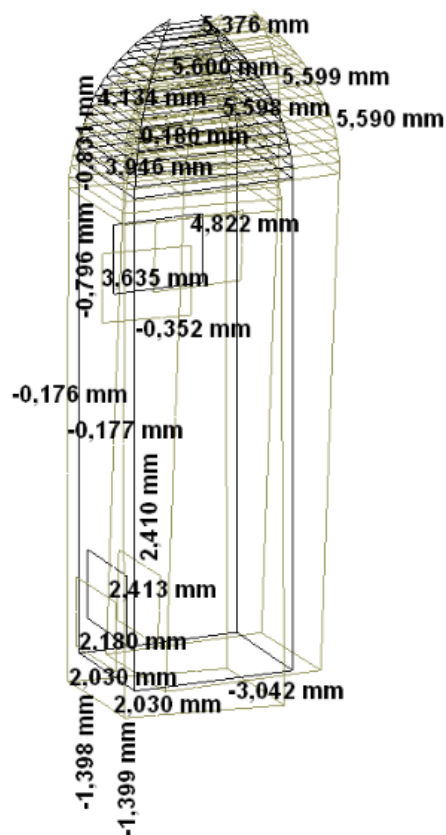
58. ábra. Falak minimum és maximum z irányú elmozdulása



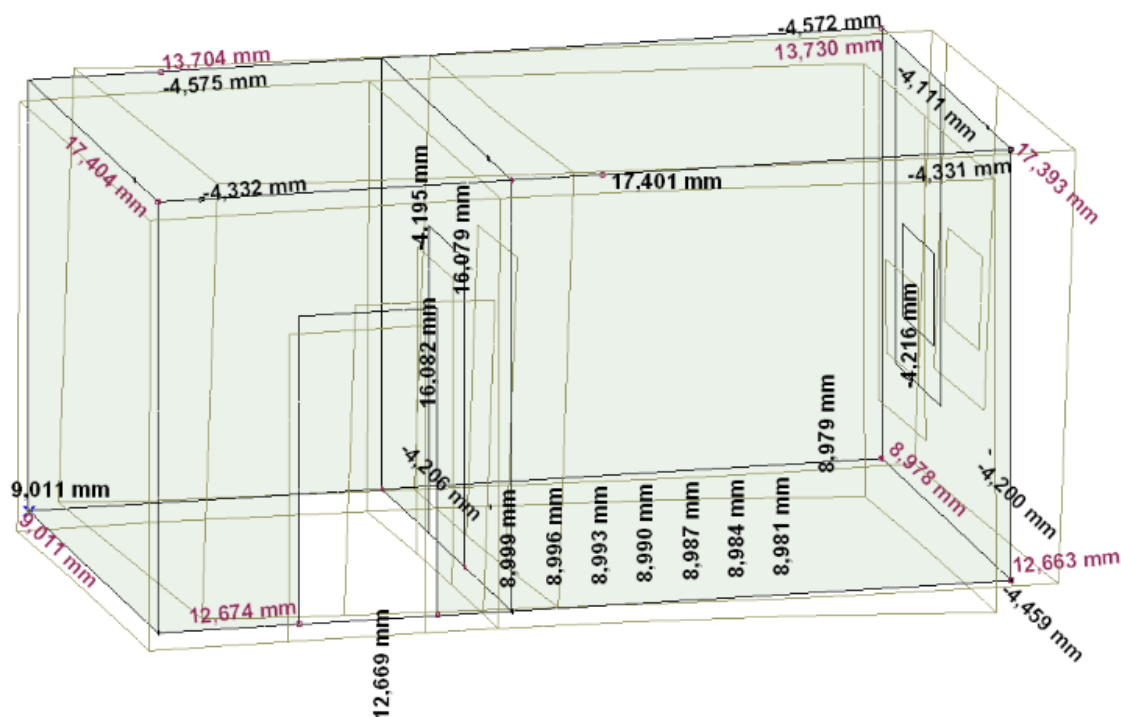
59. ábra. Vészkijárat minimum és maximum z irányú elmozdulása



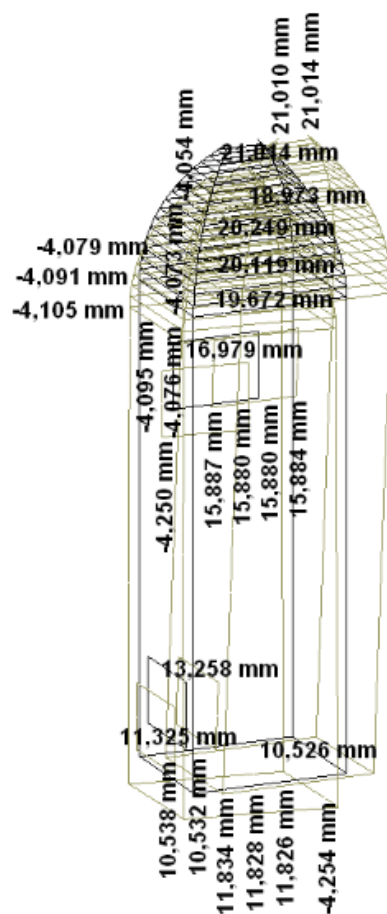
60. ábra. Falak minimum és maximum y irányú elmozdulása



61. ábra. Vészkijárat minimum és maximum y irányú elmozdulása



62. ábra. Falak minimum és maximum x irányú elmozdulása

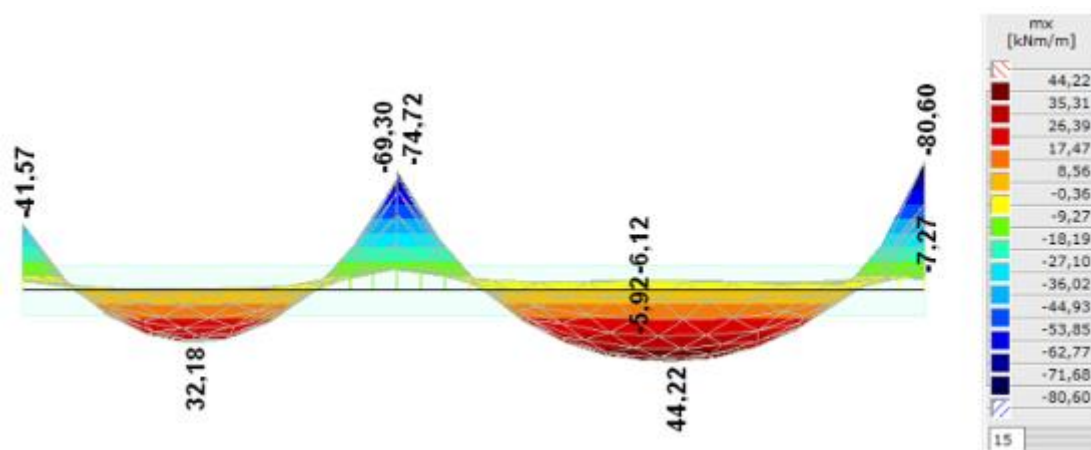


63. ábra. Vészkijárat minimum és maximum x irányú elmozdulása

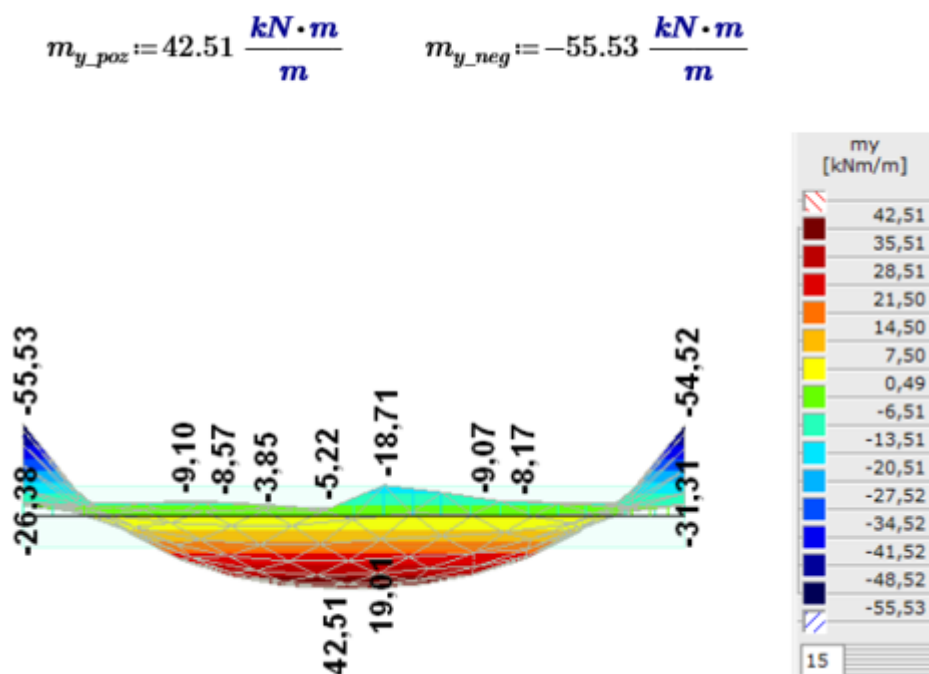
Hajlítónyomatékok:

Födém:

$$m_{x\_poz} := 44.22 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{x\_neg} := -80.60 \frac{kN \cdot m}{m}$$

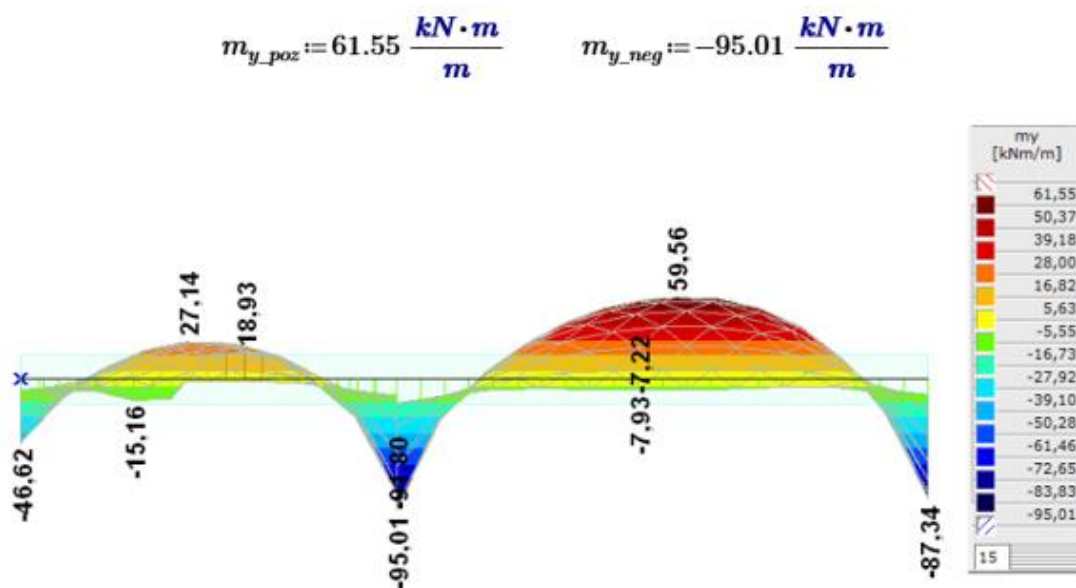


64. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

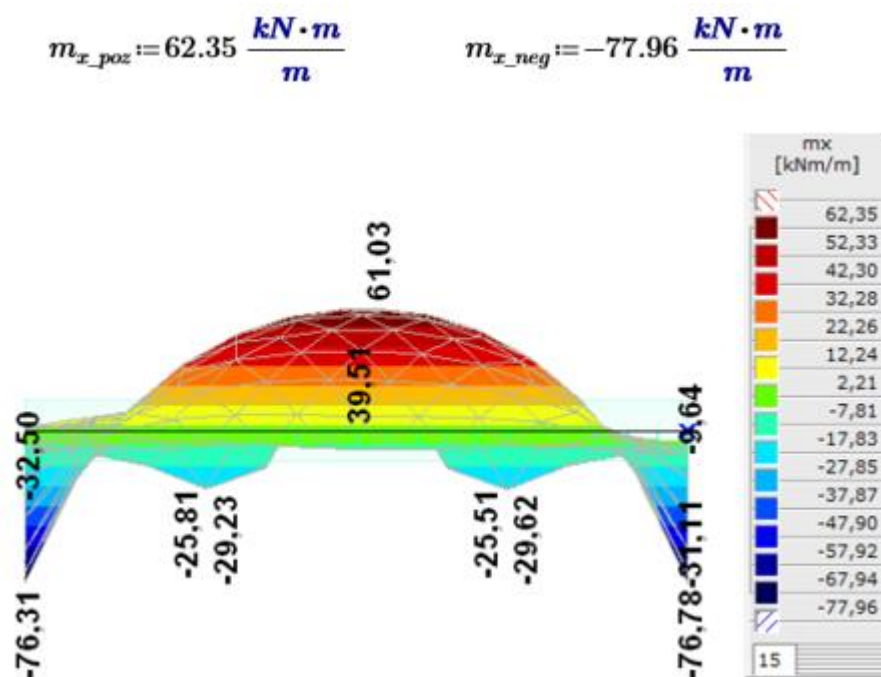


65.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

Lemezalap

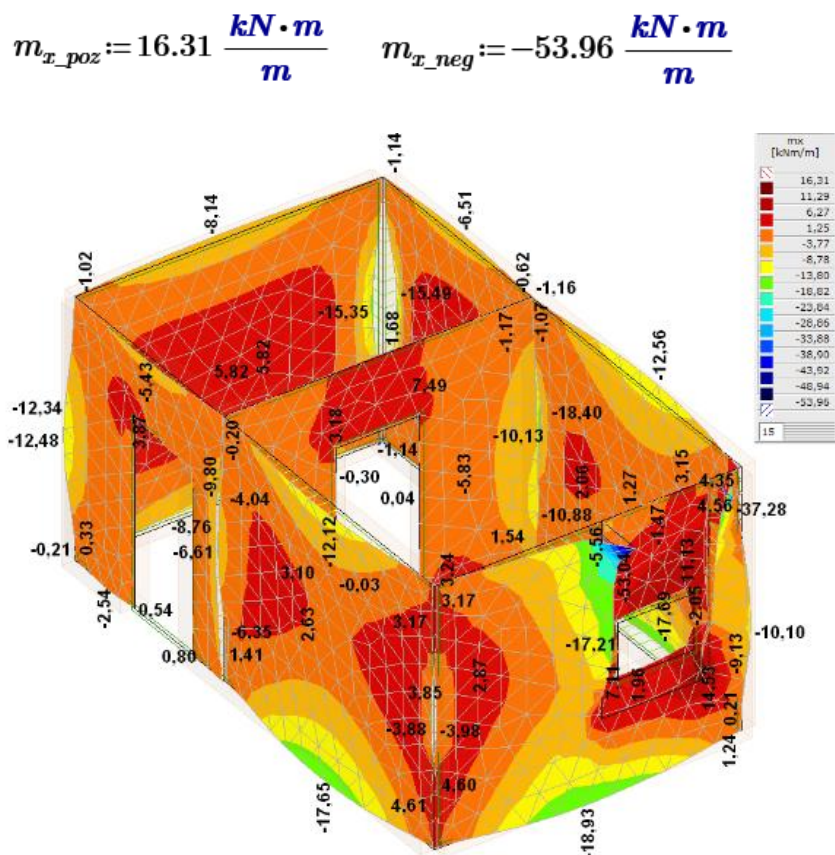


66.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

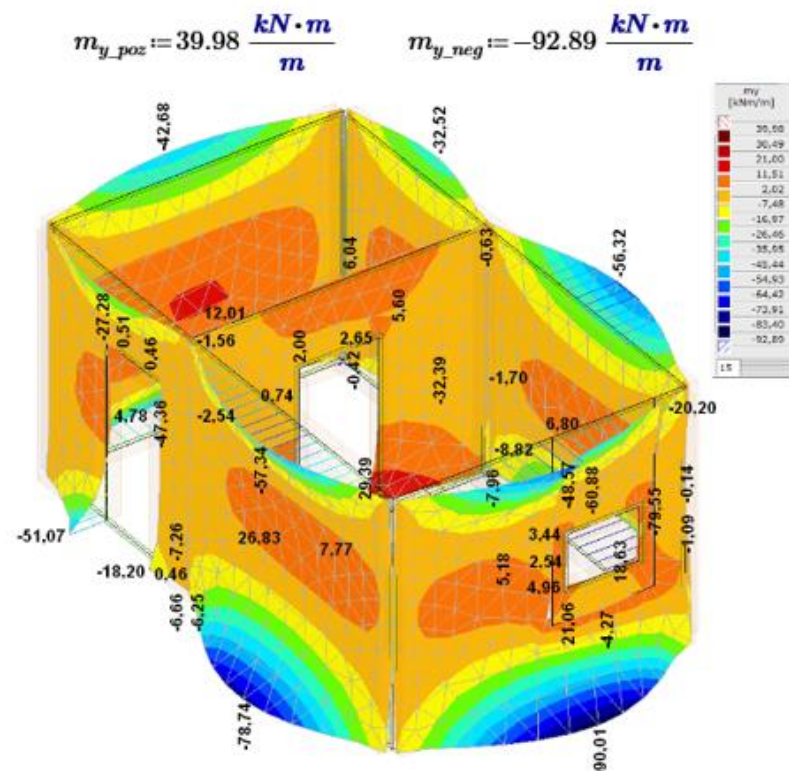


67. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

Falak

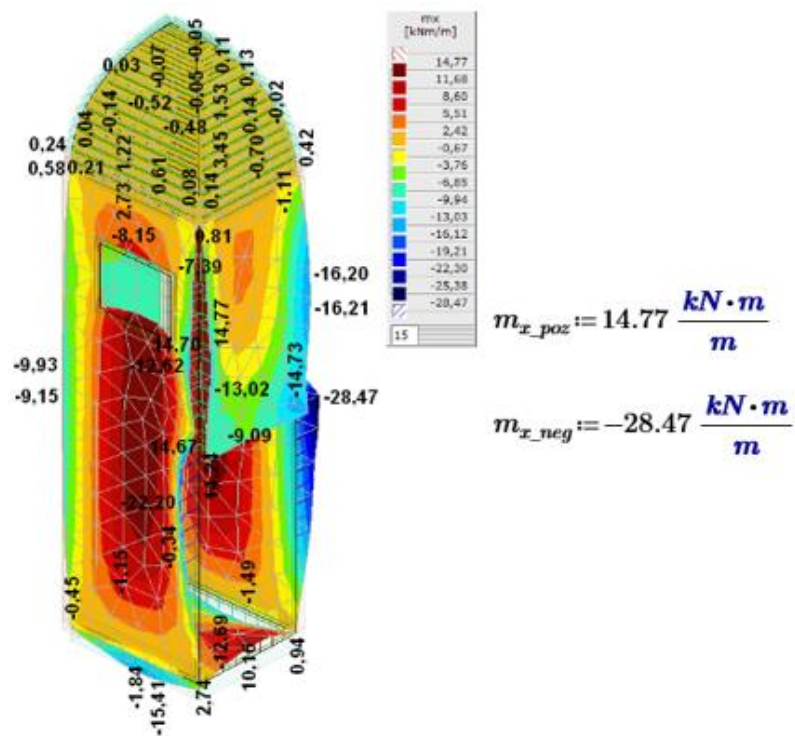


68. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

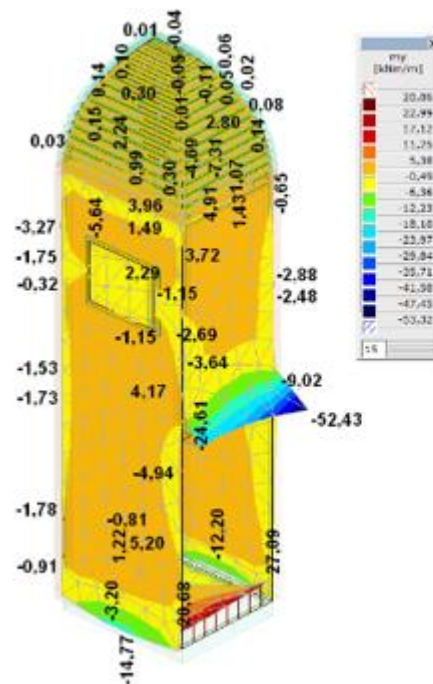


69.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

Vészkijárat



70.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül



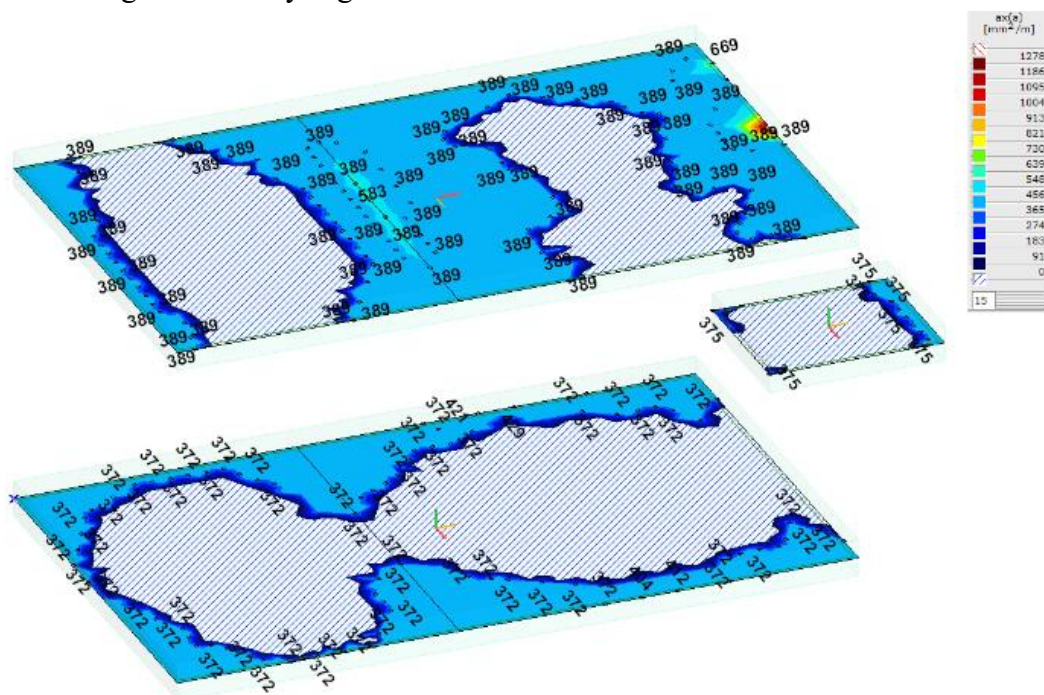
$$m_{y\_poz} := 28.86 \frac{kN \cdot m}{m}$$

$$m_{y\_neg} := -53.32 \frac{kN \cdot m}{m}$$

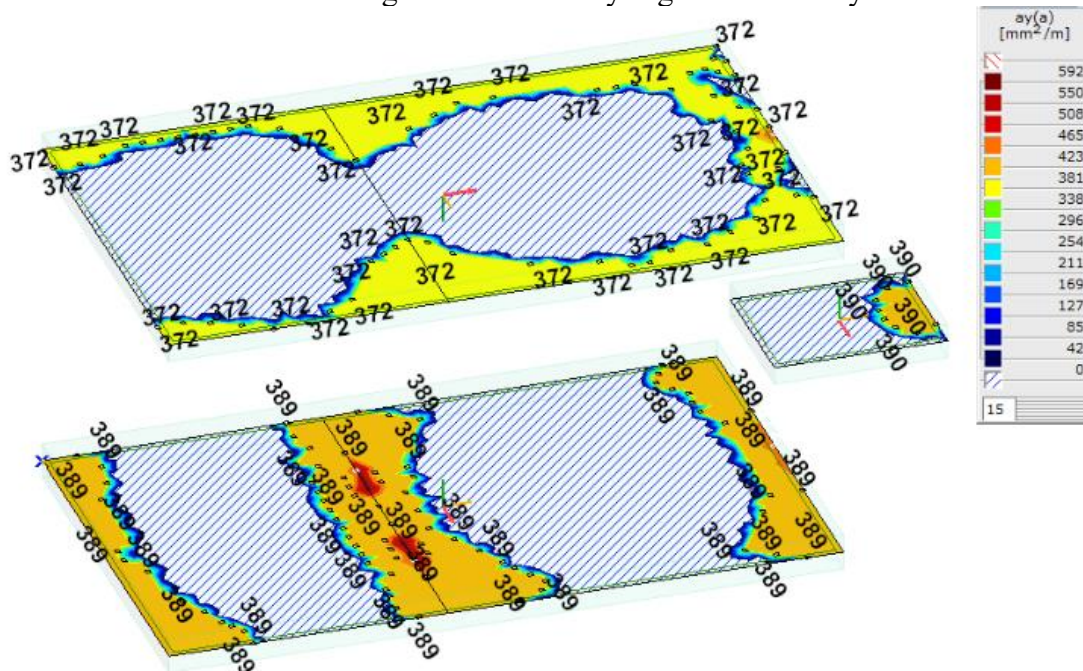
71.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

A két számítás eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy a léglökést dinamikus teherként való működtetésével nagyobb igénybevételek alakulnak ki. A dinamikus számítással kapott eredmények tartalmazzák a statikus teherkombináció és a dinamikus gerjesztés együttes hatását a csillapítási tényezők figyelembe vételével. Így a statikus számításhoz képest kedvezőtlenebb értékeket kapunk és a méretezést ennek megfelelően kell elvégezni.

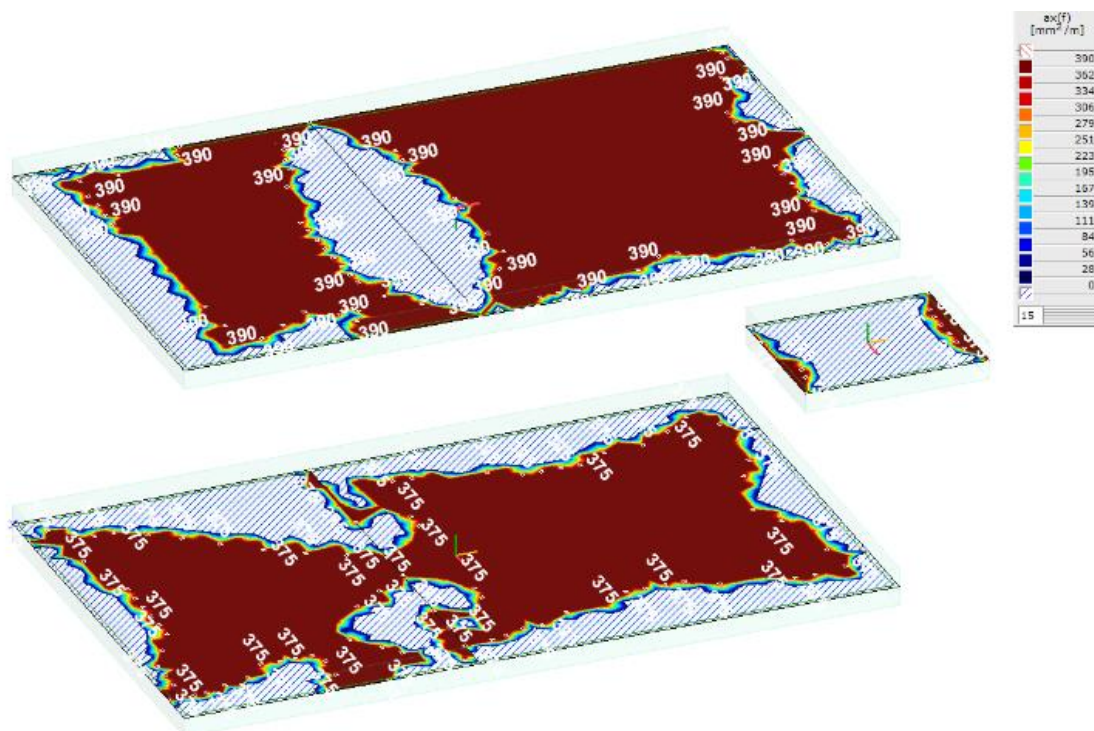
## 4.1.4. Szükséges vasmennyiségek



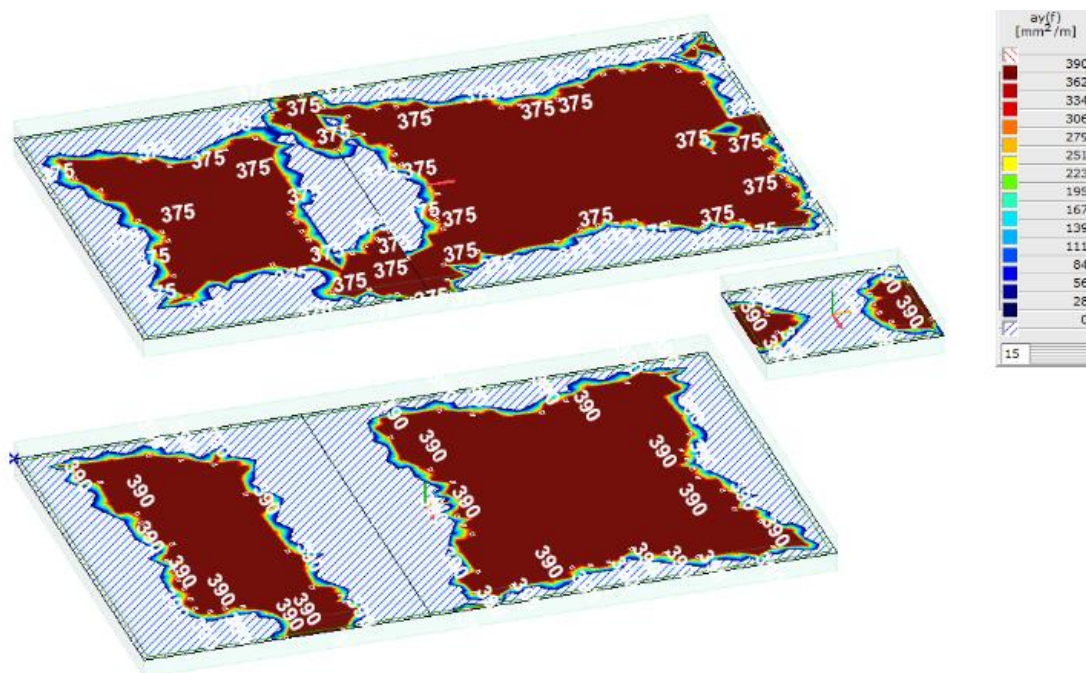
72.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



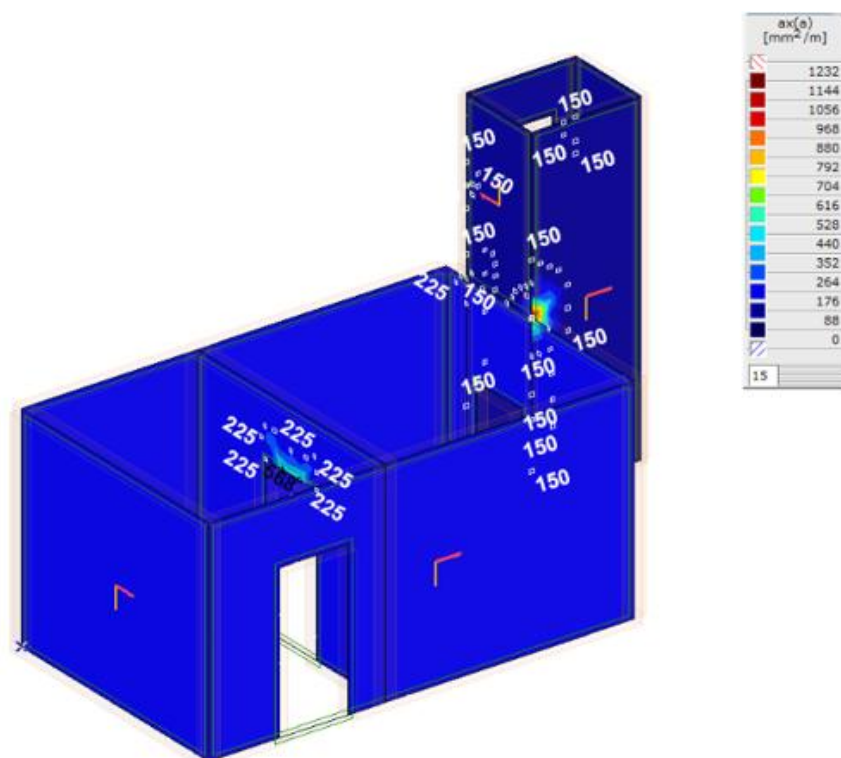
73.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális y irányban



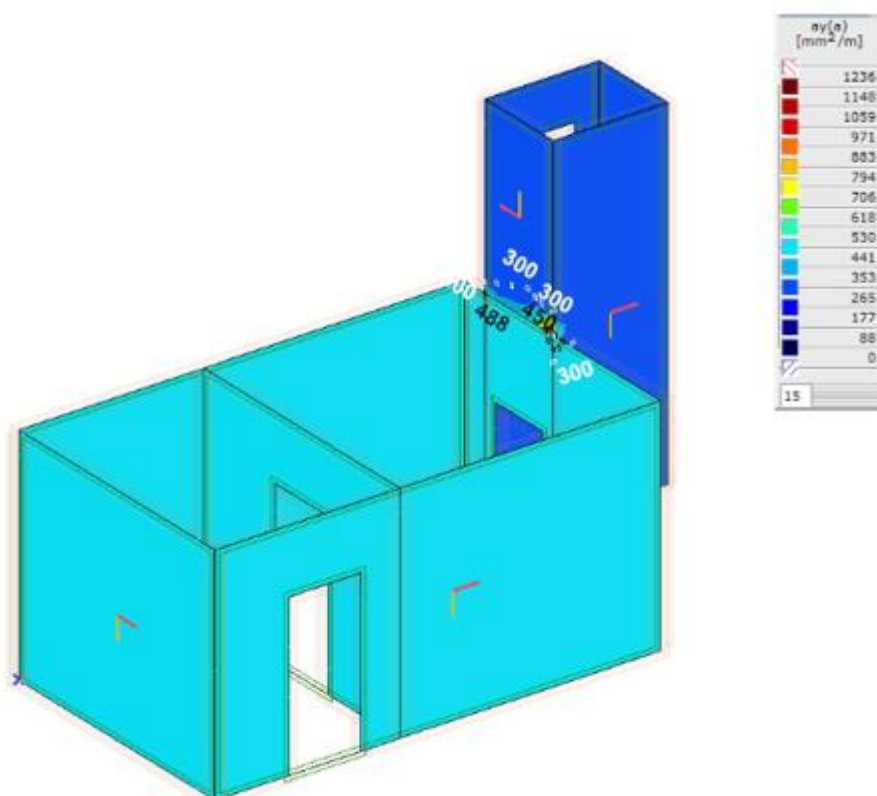
74.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban



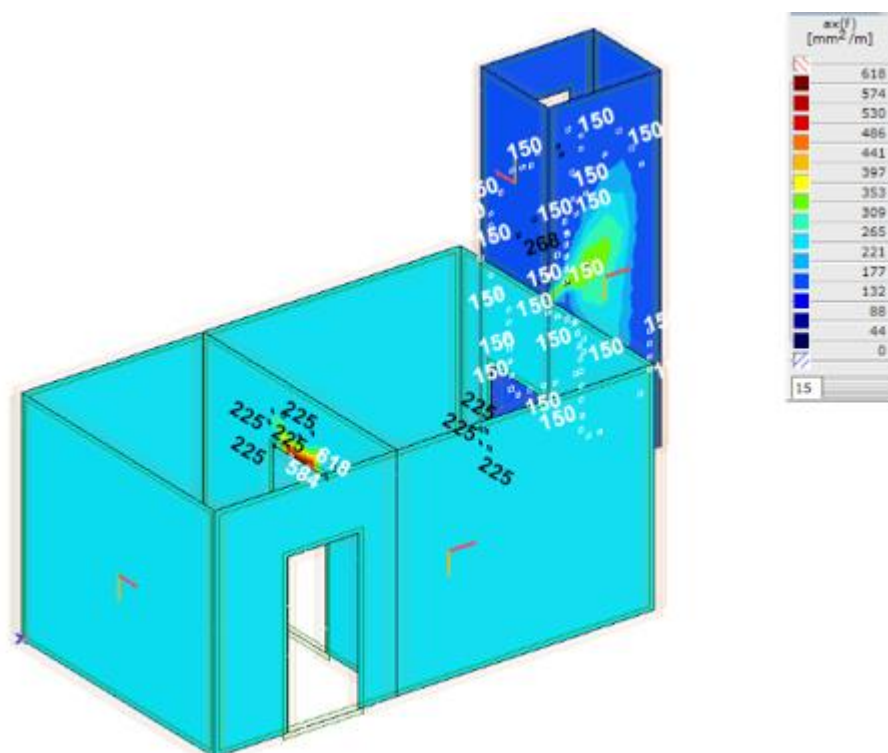
75.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban



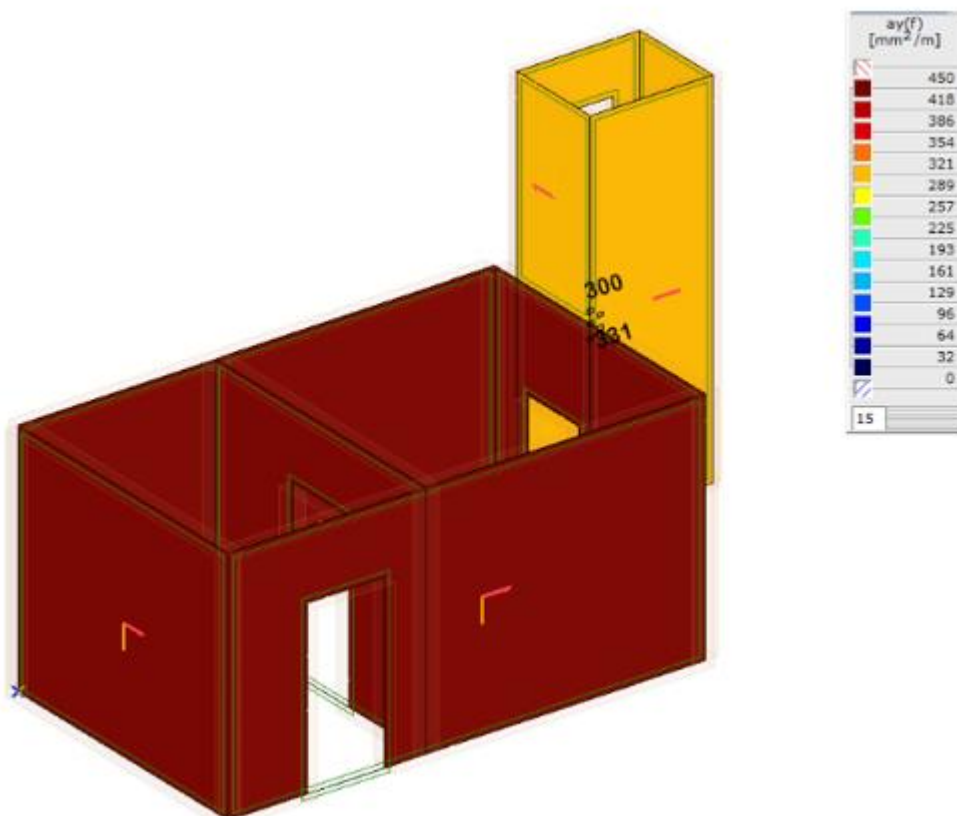
76.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



77.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális y irányban



78.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban



79.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban

## 4.1.5. Sugárzásvédelem

Az óvóhelyben tartózkodókat nem érheti a megengedett dózisegyenértéknél nagyobb sugárzás.

$$D_{\text{gamma}} + D_{\text{neutron}} \leq 0.44 \quad [\text{SV}]$$

Felező rétegvastagságok:

$$d_{0.5g\_vb} := 9.5 \text{ cm} \quad d_{0.5n\_vb} := 8.2 \text{ cm}$$

$$d_{0.5g\_talaj} := 13 \text{ cm} \quad d_{0.5n\_talaj} := 10 \text{ cm} \quad d_{0.5g\_ajtó} := 3.5 \text{ cm} \quad d_{0.5n\_ajtó} := 11.5 \text{ cm}$$

Gamma-sugárzáskor az effektív és ekvivalens vastagság:

$$x_{vb} := 0.3 \text{ m} \quad x_{talaj} := 0.8 \text{ m} \quad x_{acél} := 4 \text{ cm} \quad k_{red\_vb} := 1.4 \quad k_{red\_talaj} := 1$$

$$x_{g\_eff\_acél} := \frac{x_{acél}}{\sin(90^\circ)} = 0.04 \text{ m}$$

$$x_{g\_ekv\_vb} := x_{talaj} + k_{red\_vb} \cdot x_{vb} = 1.22 \text{ m}$$

Neutron-sugárzáskor a vasbeton effektív vastagsága:

$$x_{n\_eff\_acél} := \frac{x_{acél}}{\sin(90^\circ)} = 0.04 \text{ m}$$

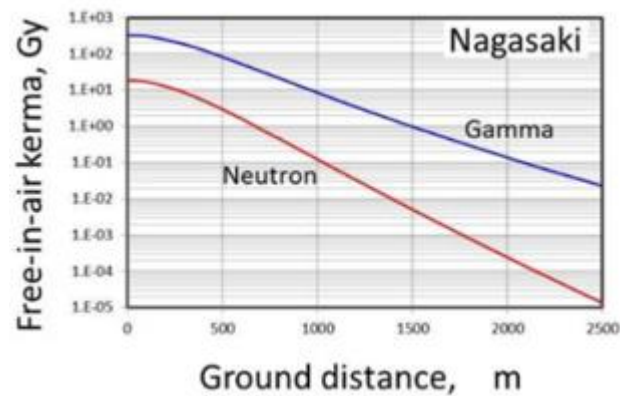
$$x_{n\_eff\_talaj} := 0.8 \text{ m} \quad x_{n\_eff\_vb} := 0.3 \text{ m}$$

Sugárvédelmi együtthatók:

$$S_{\text{gamma\_vb}} := 2^{\frac{x_{g\_ekv\_vb}}{d_{0.5g\_vb}}} = 7.343 \cdot 10^3 \quad S_{\text{gamma\_acél}} := 2^{\frac{x_{g\_eff\_acél}}{d_{0.5g\_ajtó}}} = 2.208$$

$$S_{\text{neutron\_vb}} := 2^{\left(\frac{x_{n\_eff\_talaj}}{d_{0.5n\_talaj}} + \frac{x_{n\_eff\_vb}}{d_{0.5n\_vb}}\right)} = 3.233 \cdot 10^3 \quad S_{\text{neutron\_acél}} := 2^{\frac{x_{n\_eff\_acél}}{d_{0.5n\_ajtó}}} = 1.273$$

Epicentrumtól való távolság:  $R := 1459 \text{ m}$



80.ábra. Gamma és neutronsugárzás Nagasakiban atombomba robbanásakor

Forrás: <https://www.rbc.kyoto-u.ac.jp/db/Literature/A-bomb.html>

(Letöltve: 2024.05.06.)

$$D_{0\_gamma} := 0.9$$

$$D_{0\_neutron} := 0.008$$

Gamma-sugárzás dózisegyenértéke:

$$D_{gamma\_vb} := \frac{D_{0\_gamma}}{S_{gamma\_vb}} = 1.226 \cdot 10^{-4}$$

$$D_{gamma\_acél} := \frac{D_{0\_gamma}}{S_{gamma\_acél}} = 0.408$$

Neutron-sugárzás dózisegyenértéke:

$$D_{neutron\_vb} := \frac{D_{0\_neutron}}{S_{neutron\_vb}} = 2.475 \cdot 10^{-6}$$

$$D_{neutron\_acél} := \frac{D_{0\_neutron}}{S_{neutron\_acél}} = 0.006$$

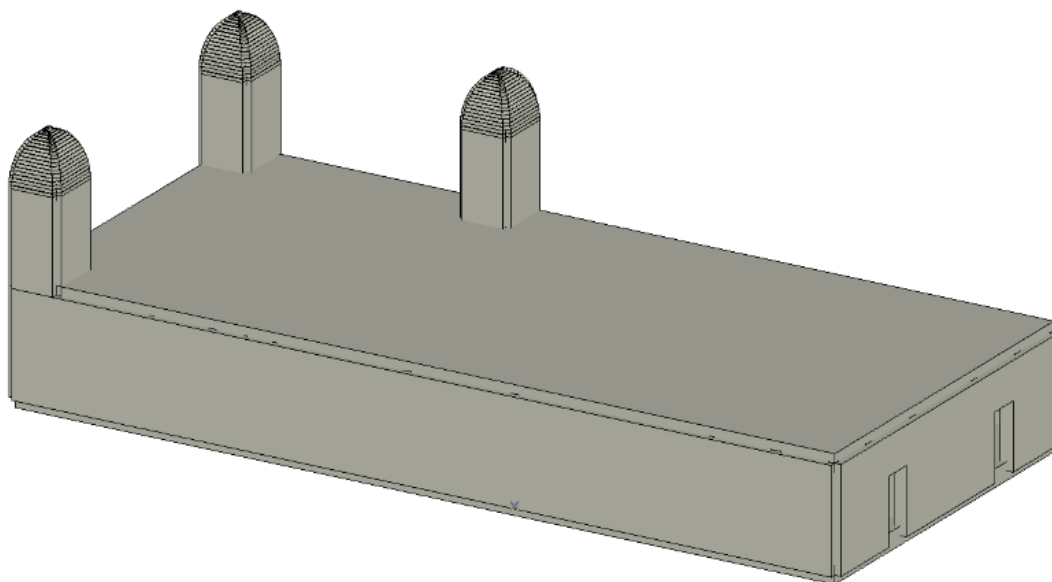
$$D_{gamma\_vb} + D_{neutron\_vb} = 1.25 \cdot 10^{-4}$$

$$D_{gamma\_acél} + D_{neutron\_acél} = 0.414$$

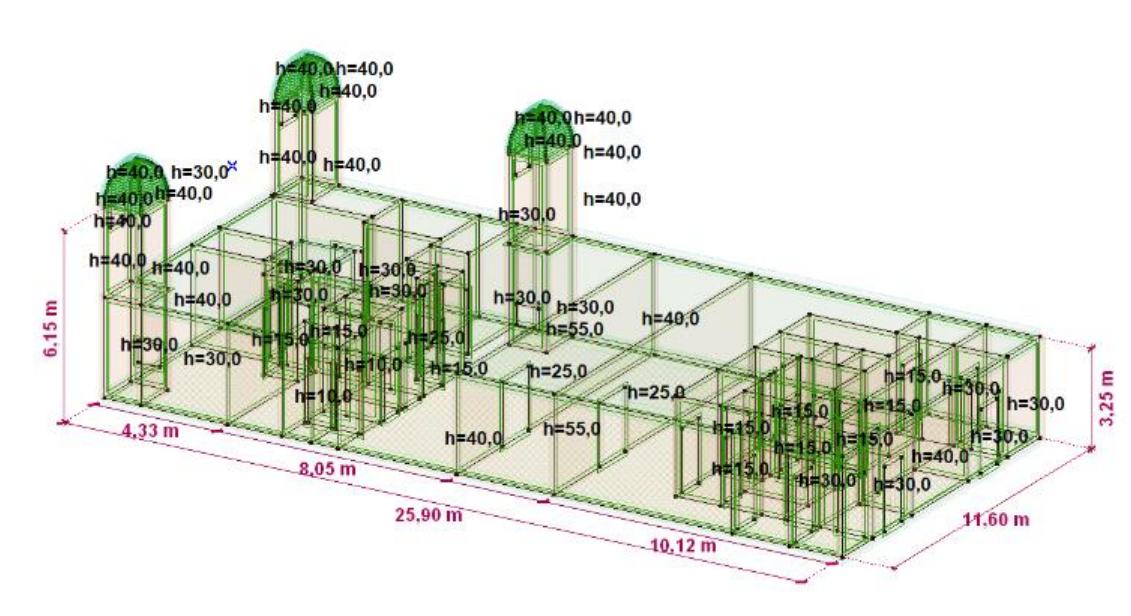
MEGFELEL!

## 4.2. Lakossági óvóhely

### 4.2.1. Geometria



81. ábra. Látványterv



82. ábra. Statikai váz kótákkal

Az objektum méretei:

Magasság:  $h := 3.80 \text{ m}$  Hossz:  $a := 26.3 \text{ m}$  Szélesség:  $b := 12 \text{ m}$

A vészkijárat méretei:

Magasság:  $h := 7.80 \text{ m}$  Hossz:  $a := 1.90 \text{ m}$  Szélesség:  $b := 1.70 \text{ m}$

Lemezalap:  $h_{lemez} := 0.55 \text{ m}$

Födém:  $h_{födém} := 0.55 \text{ m}$

Teherhordó falak:  $h_{t\_fal} := 0.4 \text{ m}$

Vészkijárat falai:  $h_{v\_fal} := 0.3 \text{ m}$

4.2.2. Robbanási lökönyomás statikus teherként

4.2.2.1. Kiindulási adatok

Betonminőség: C30/37-XC3-16-F2

$$E := 3280 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \nu := 0.20 \quad \alpha_t := 1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{C}} \quad \rho := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Betonacélminőség: B500B

$$E_s := 20000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{yd} := 45 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_{s1} := 0.2175\% \quad \varepsilon_{su} := 5\%$$

4.2.2.2. Teherfelvétel

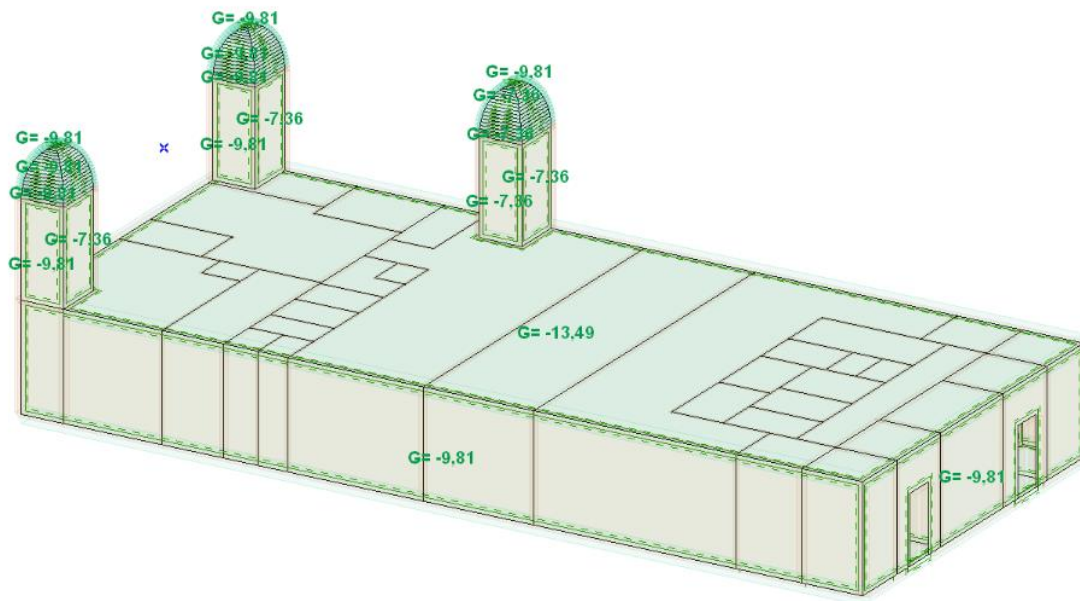
Állandó jellegű terhek:

Önsúly: a végeelemes programrendszer által generálva

$$\gamma_{beton} := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$G_{fal\_55} := 13.49 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_40} := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_30} := 7.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{fal\_25} := 6.13 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_15} := 3.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



83. ábra. Önsúly terhek

Földnyomás:

$$q := 10 \frac{kN}{m^2} \quad h_1 := 2.35 \text{ m} \quad h_2 := 1.45 \text{ m}$$

$$\gamma_1 := 15.8 \frac{kN}{m^3} \quad K_{p1} := 1 - \sin(26^\circ) = 0.562$$

$$\gamma_2 := 18.5 \frac{kN}{m^3} \quad K_{p2} := 1 - \sin(30^\circ) = 0.5$$

$$\sigma_{z0\ 1} := q = 10 \text{ kPa} \qquad \sigma_{z0\ 2} := \sigma_{z0\ 1} + h_1 \cdot \gamma_1 = 47.13 \text{ kPa}$$

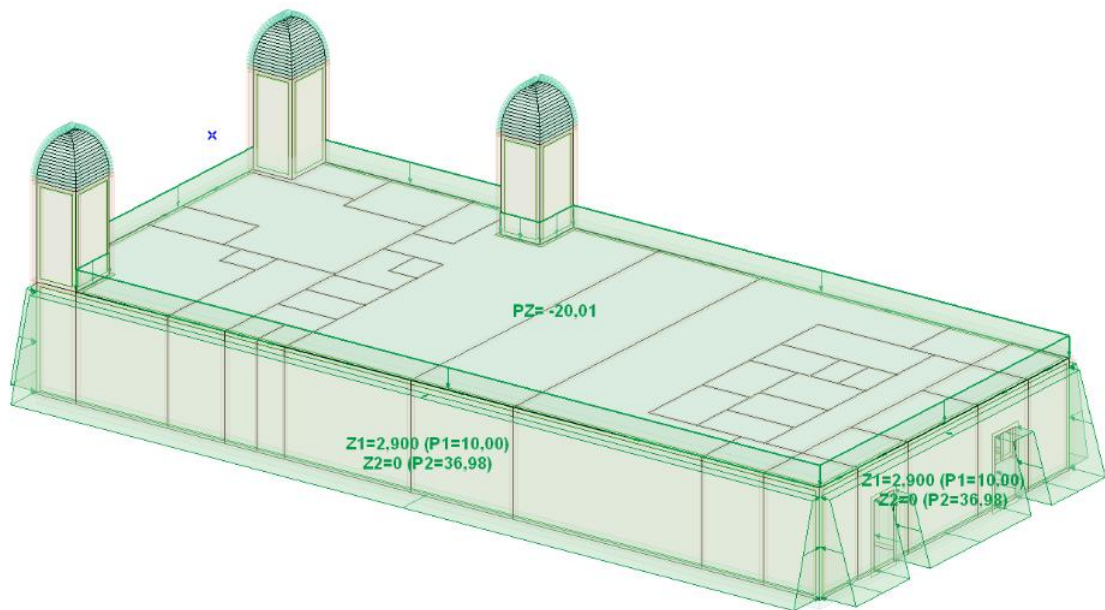
$$\sigma_{z0\_3} := \sigma_{z0\_2} + h_2 \cdot \gamma_2 = 73.955 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{xp'_{-1}} := \sigma_{z0_{-1}} = 10 \text{ kPa}$$

$$\sigma_{xp'2} := \sigma_{z0\_2} \cdot K_{p1} = 26.47 \text{ kPa} \quad \sigma_{xp'3} := \sigma_{z0\_3} \cdot K_{p2} = 36.978 \text{ kPa}$$

Földtakarás:

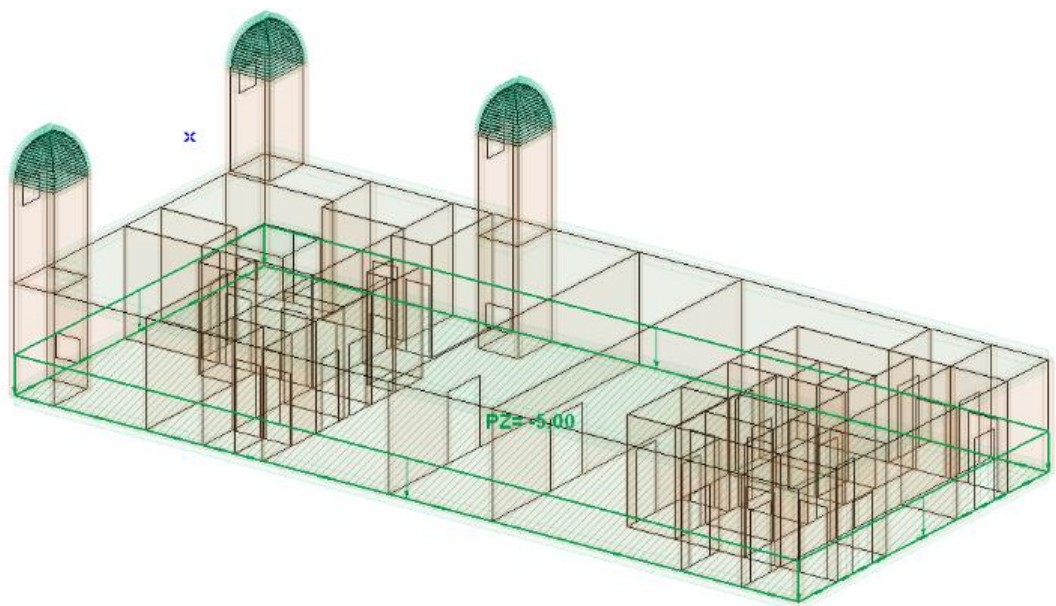
$$P_{f_{0.8m}} := 20.1 \frac{kN}{m^2}$$



84. ábra. Földteher

Hasznos teher, melyek a támadás ideje alatt is terhelik a szerkezetet:

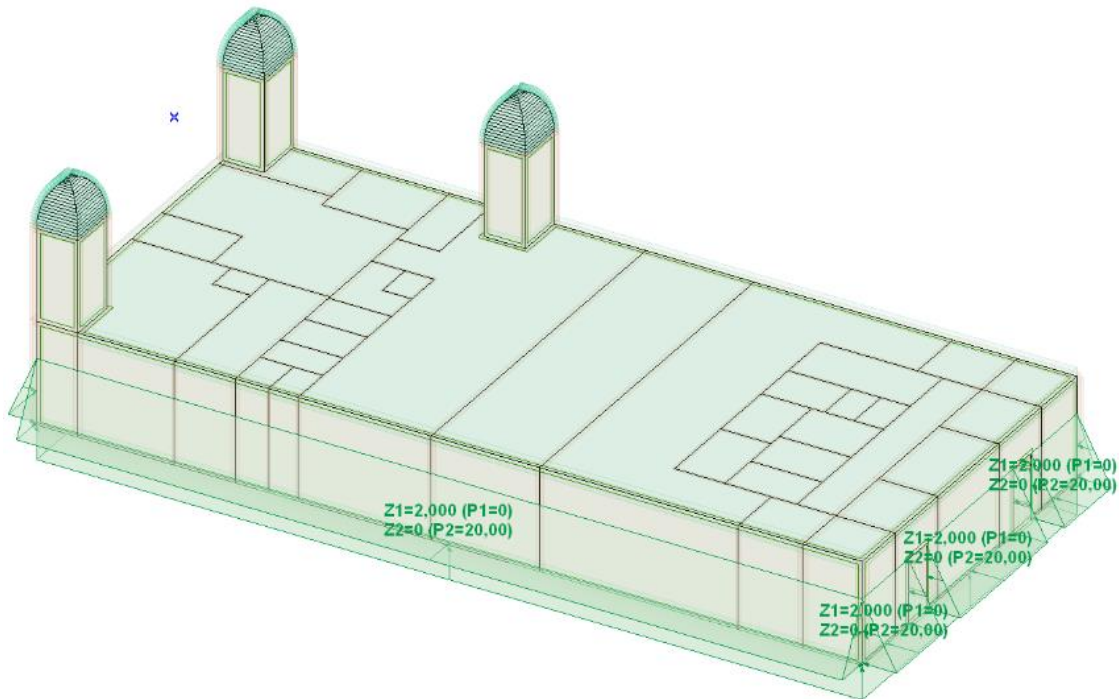
$$Q := 5 \frac{kN}{m^2}$$



85. ábra. Hasznos teher

### Víznyomás:

A talajmechanikai szakvélemény alapján víznyomás nem terheli a szerkezetet, azonban figyelembe kell venni, hogy a közelben található Rákospatak sok csapadék esetén kiléphet a medréből. Ez esetben számolnom kell víznyomással.



86. ábra. Víznyomás

### Rendkívüli terhek:

Robbanáskor levegőben terjedő léglökés és belőle keletkező földlökés:

$$P = P_{so} \cdot k_d \cdot H$$

ahol:-  $P_{so}$  a levegőben terjedő lökeshullám pozitív csúcsnyomása az óvóhely környezetében  
 -  $k_d$ , dinamikus tényező  
 -  $H$  a légtér körülményeitől függő visszaverődési és elnyelési viszonyokat figyelembe vevő tényező

A dinamikus tényező meghatározásához szükség van az objektum a robbanási lökeshullám növekedési idejére, a nyomófázis időtartamára, illetve rezgésvizsgálatának eredményeire.

A nyomófázis időtartamának meghatározása:

III. és IV. osztályú óvóhelyek esetében 150 000 t TNT egyenértékű töltettel kell számolni. Meg kell határozni a robbanás epicentrumának távolságát az objektumtól az alábbi képletek segítségével:

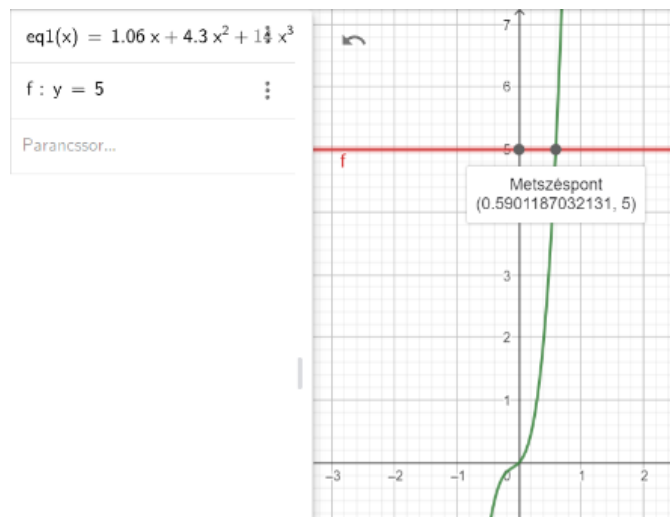
$$P_{so} := 1.06 \cdot \beta + 4.3 \cdot \beta^2 + 14 \cdot \beta^3 \quad P_{so} := 500 \frac{kN}{m^2}$$

$$C_e := 150000000 \cdot 0.5 = 7.5 \cdot 10^7$$

$$\beta := \frac{\sqrt[3]{C_e}}{R}$$

, ahol  $C_e$  = TNT egyenértékű felszerese kg-ban  
 $R$  = epicentrum távolsága az objektumtól m-ben  
 $P_{so}$  = lökőhullám csúcsnyomása (5 kg/cm<sup>2</sup>)

Az első egyenlet megoldása GeoGebra program segítségével történt.



87. ábra. Harmadfokú egyenlet megoldása

$$\beta := 0.59 \quad \frac{\sqrt[3]{C_e}}{\beta} = 714.773 \quad R := 714.77$$

A robbanás epicentruma 714 m távolságra van az óvóhelytől, amennyiben a csúcsnyomás értéke 500 kN/m<sup>2</sup>.

Nyomófázis időtartama:

$$1.5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt[6]{C_e} \cdot \sqrt[2]{R} = 0.824 \quad t_{poz} := 0.824 \text{ s}$$

Növekedési időtartam:

$$t_{növ\_idő} := 0.1 \cdot t_{poz} = 0.082 \text{ s}$$

Lecsengési időtartam:

$$t_{poz\_lecsengés} := 0.9 \cdot t_{poz} = 0.742 \text{ s}$$

A sajátperiódusidőt és a sajátfrekvenciát az AXISVM szoftver rezgésvizsgálatának segítségével határoztam meg.

Sajátperiódusidő:  $T_{cs} := 0.115 \text{ s}$

Sajátkörfrekvencia:  $\omega_{cs} := 8.68 \text{ Hz}$

| Rezgésalakok tömegrészesedése (I.) [1. Tk] |        |       |          |                 |                 |                 |
|--------------------------------------------|--------|-------|----------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                            | f [Hz] | T [s] | Hiba     | $\varepsilon_x$ | $\varepsilon_y$ | $\varepsilon_z$ |
| 1                                          | 2,92   | 0,342 | 3,53E-9  | 0,001           | 0,013           | 0               |
| 2                                          | 3,01   | 0,333 | 3,25E-9  | 0               | 0,977           | 0               |
| 3                                          | 3,07   | 0,326 | 3,11E-9  | 0,997           | 0               | 0               |
| 4                                          | 7,68   | 0,130 | 4,78E-10 | 0               | 0,010           | 0,001           |
| 5                                          | 8,21   | 0,122 | 3,64E-10 | 0,002           | 0               | 0,005           |
| 6                                          | 8,68   | 0,115 | 2,78E-10 | 0               | 0               | 0,994           |

88. ábra. Első hat domináns rezgésalak

El kell dönteni, hogy a teher hatásának befejezéséig ki tud-e alakulni a maximális rugalmas alakváltozás. Ezt a túlnyomás hatás idejének és a szerkezet saját periódus idejének összehasonlításával állapítható meg.

$$T_{cs} \cdot \frac{3}{8} = 0.043 \text{ s} \quad t_{poz} > \frac{3}{8} \cdot T_{cs}$$

Kialakul a maximális rugalmas alakváltozás, így helyettesítő-statikus eljárást lehet használni.

A dinamikus tényező közelítő meghatározására több grafikon is rendelkezésünkre áll. A számomra megfelelő grafikon a növekedési idő és a lencsengési idő hányadosa alapján választottam ki. Ez esetben is a 28. ábrán látható grafikonot kell használnom.

$$\frac{t_{poz\_lencsengés}}{t_{növ\_idő}} = 9$$

A grafikon használatához szükséges további adatok:

A  $k$  képlékenységi tényező, amely az objektum képlékenységi tulajdonságainak kihasználtsági fokát jellemzi. Óvóhelyek esetében  $k=3$  feltételezésével kell méretezni. Ez azt jelenti, hogy egyszeri hatást bizonyos biztonsági tartalékkal kell elviselnie a szerkezetnek és biztosítani kell a használati feltételeket.

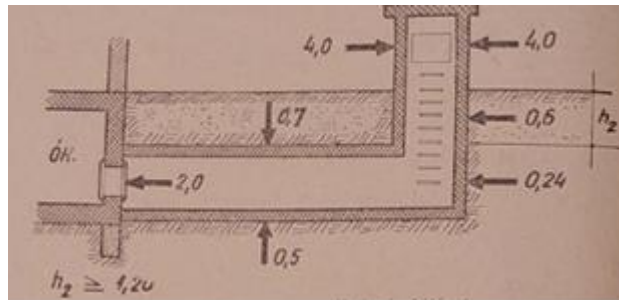
Ezen kívül szükségünk van az építmény sajátkörfrekvenciájára és a növekedési időre.

$$\omega_{cs} \cdot t_{növekedés} = 0.715 \quad k_d := 1.05$$

A helyettesítő teher nagysága:

$$P_h := k_d \cdot P_{so} = 525 \text{ kPa}$$

A H tényező meghatározása:  $H_1 := 1.2 \quad H_2 := 0.4 \quad H_3 := 0.8 \quad H_4 := 1.1 \quad H_5 := 0.6$

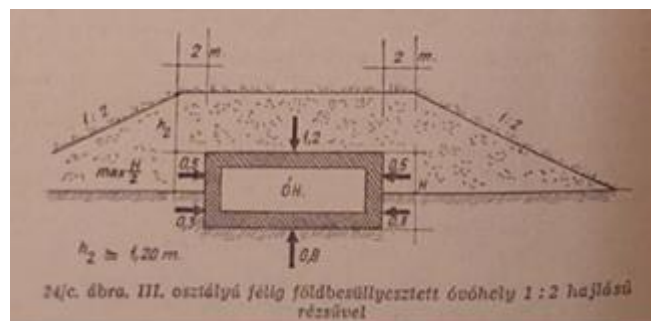


89. ábra. H tényezők III. osztályú óvóhelyek vészkiárataihoz

Forrás: A III.-IV.-V. osztályú védőképességű óvóhelyek tervezése és méretezése

$$p_{f\_vésszalap} := H_5 \cdot P_h = 315 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{f\_véssfal} := H_4 \cdot P_h = 577.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



90. ábra. H tényezők III. osztályú óvóhelyek esetében

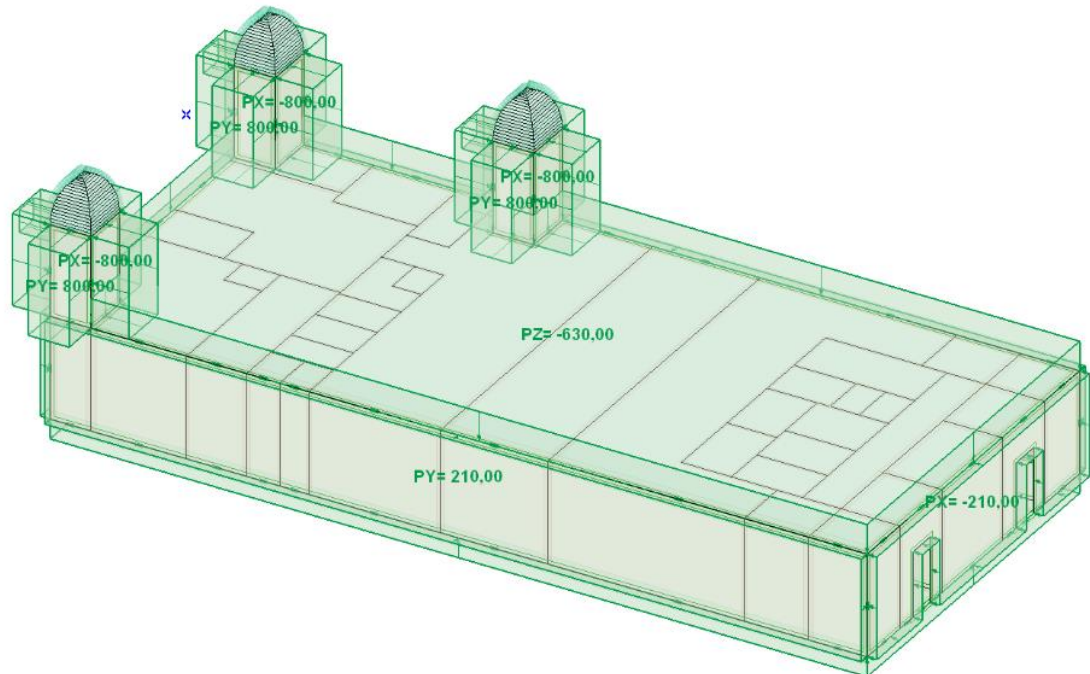
Forrás: A III.-IV.-V. osztályú védőképességű óvóhelyek tervezése és méretezése

$$p_{f\_falak} := H_2 \cdot P_h = 210 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{f\_alap} := H_3 \cdot P_h = 420 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{f\_födém} := H_1 \cdot P_h = 630 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A kapott léglökés terheket minden érintett szerkezeti elemnél egyidejűen kell működtetni.



91. ábra. Lökéshullám helyettesítő statikus terhei

Visszavert túlnyomás meghatározása:

Légköri nyomás:  $P_0 := 101.68 \text{ kPa}$

Pozitív túlnyomási csúcsérték, amelyre méretezni kell az óvóhelyet védőképessége alapján:

$$P_{so} := 500 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dinamikus nyomás maximuma:  $q_{0\_cs} := \frac{5}{2} \cdot \frac{P_{so}^2}{P_{so} + 7 \cdot P_0} = 515.779 \text{ kPa}$

A lökéshullám az építményről visszaverődik, amikor eléri azt, ekkor a túlnyomás értéke megnő. Ezt a nyílászárók méretezésénél kell figyelembe venni. A visszavert túlnyomás értéke Rankine-Hugoniot képlete alapján:

$$P_{r\_cs} := 2 P_{so} \cdot \left( \frac{7 P_0 + 4 P_{so}}{7 P_0 + P_{so}} \right) = (2.238 \cdot 10^3) \text{ kPa}$$

## 4.2.2.3. Teheresetek:

| Teheresetek |             |            |                |
|-------------|-------------|------------|----------------|
|             | Név         | Csoport    | Csoport típusa |
| 1           | önsúly      | állandó    | állandó        |
| 2           | földtakarás | állandó    | állandó        |
| 3           | lökőhullám  | rendkívüli | rendkívüli     |
| 4           | hasznos     | ESE1       | esetleges      |
| 5           | víznyomás   | ESE1       | esetleges      |

92. ábra. Teheresetek

## 4.2.2.4. Teherkombináció:

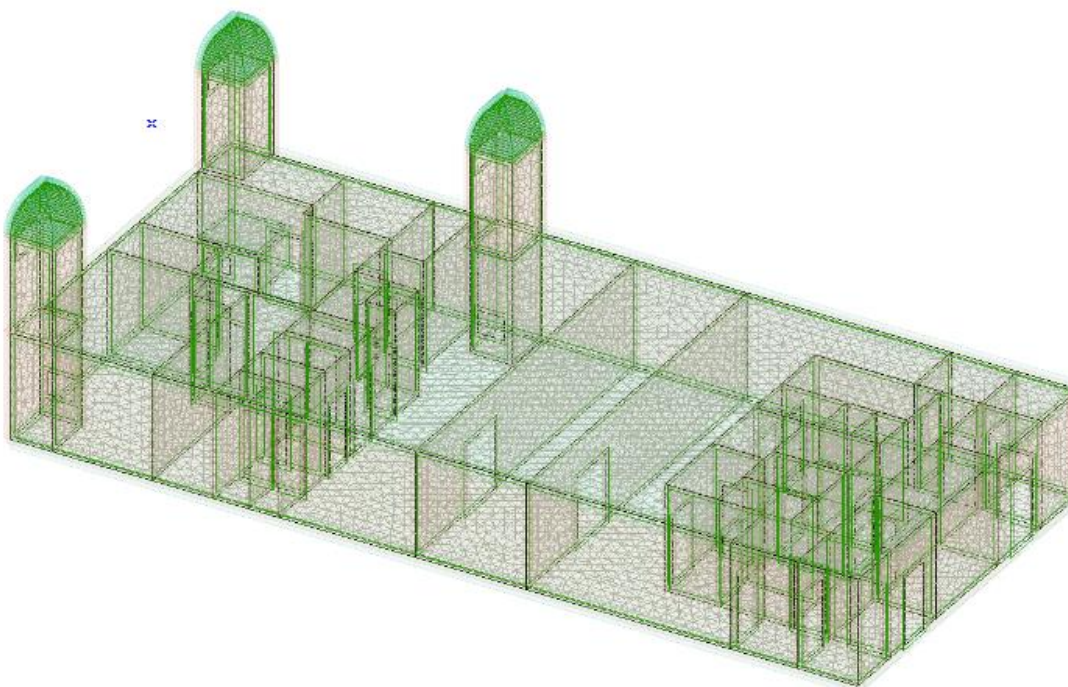
A méretezés során a rendkívüli teherkombinációt alkalmaztam.

$$\sum_j G_{kj} + A_d + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i \neq 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

| Egyedi kombinációk teheresetenként |       |                  |                     |                          |                            |                   |                     |
|------------------------------------|-------|------------------|---------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
|                                    | Név   | Típus            | önsúly<br>(állandó) | földtakarás<br>(állandó) | lökőhullám<br>(rendkívüli) | hasznos<br>(ESE1) | víznyomás<br>(ESE1) |
| 1                                  | 1. Tk | ULS (Rendkívüli) | 1,00                | 1,00                     | 1,00                       | 0,30              | 0,30                |

93. ábra. Rendkívüli teherkombináció

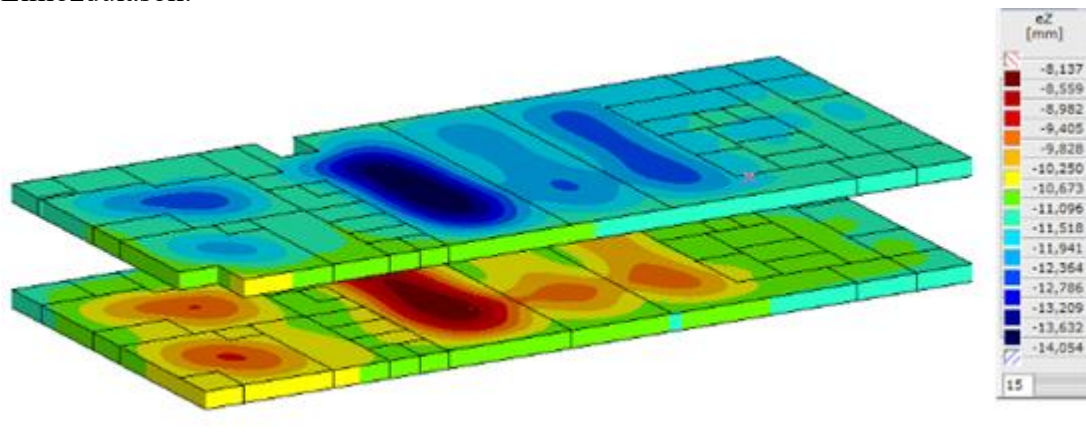
## 4.2.2.5. Hálógenerálás



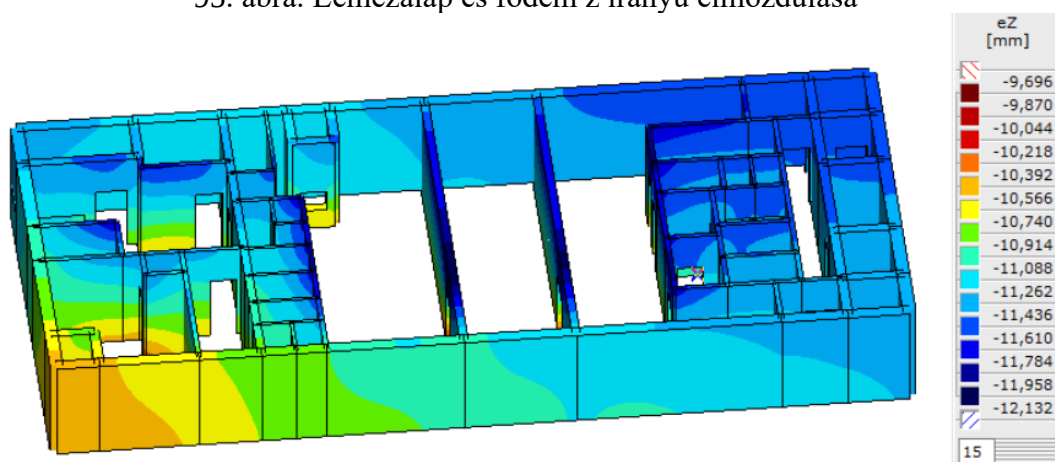
94. ábra. Háló 0,4 m-es végelelem hosszal

## 4.2.2.6. Lineáris statikai számítás eredményei

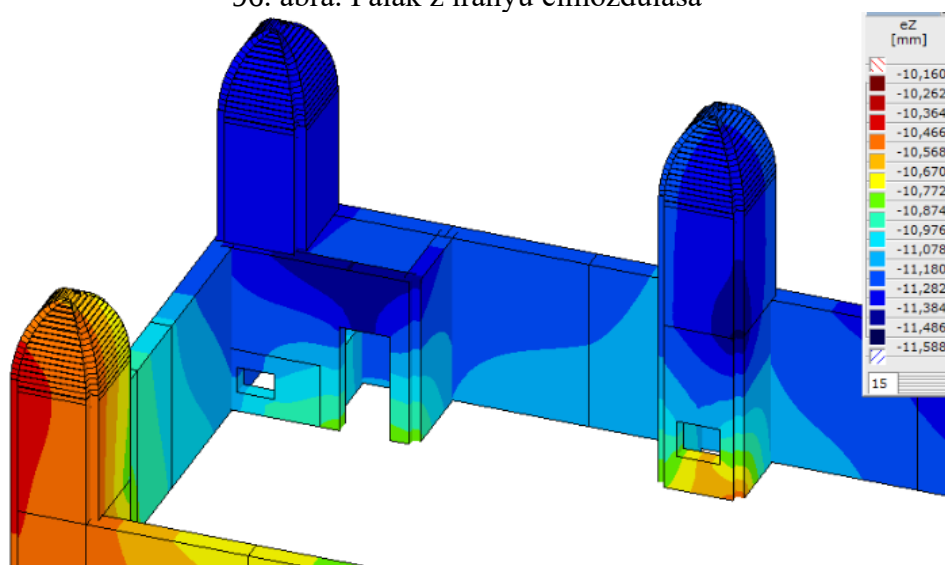
Elmozdulások:



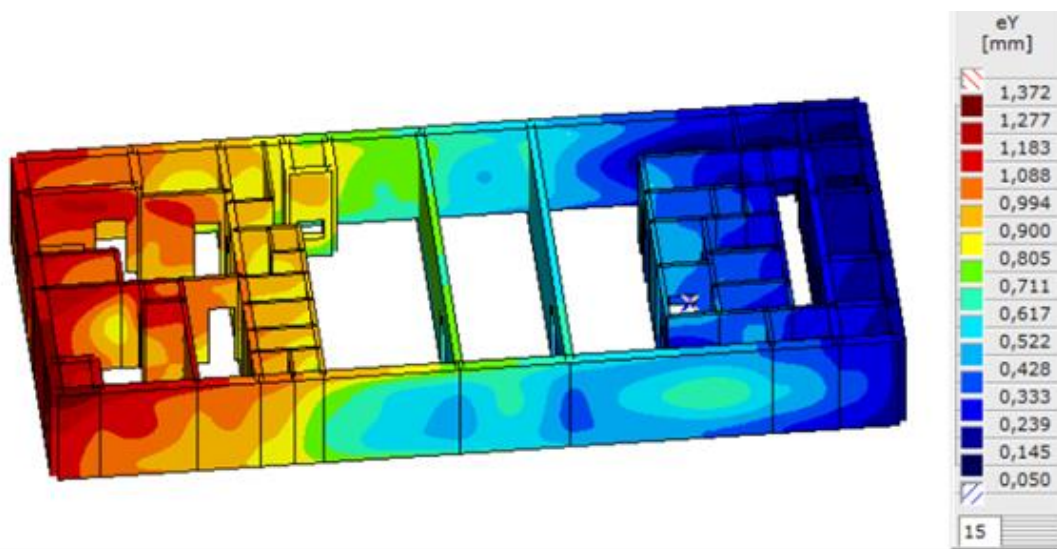
95. ábra. Lemezalap és födém z irányú elmozdulása



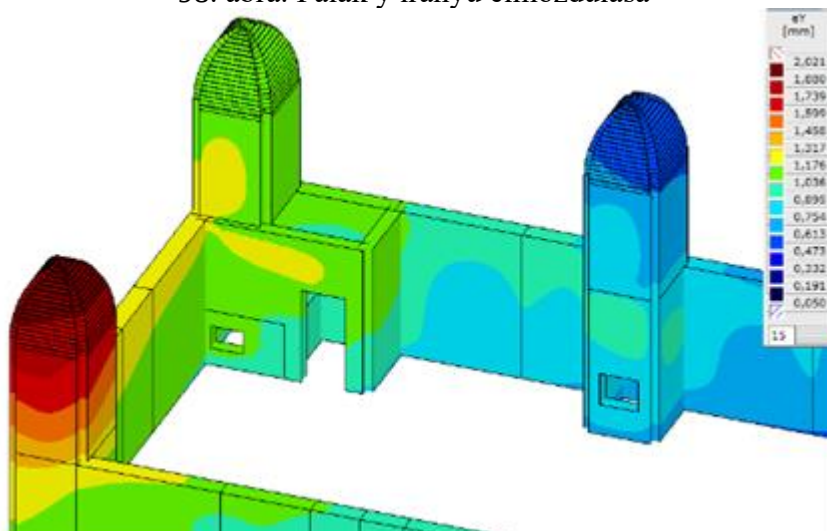
96. ábra. Falak z irányú elmozdulása



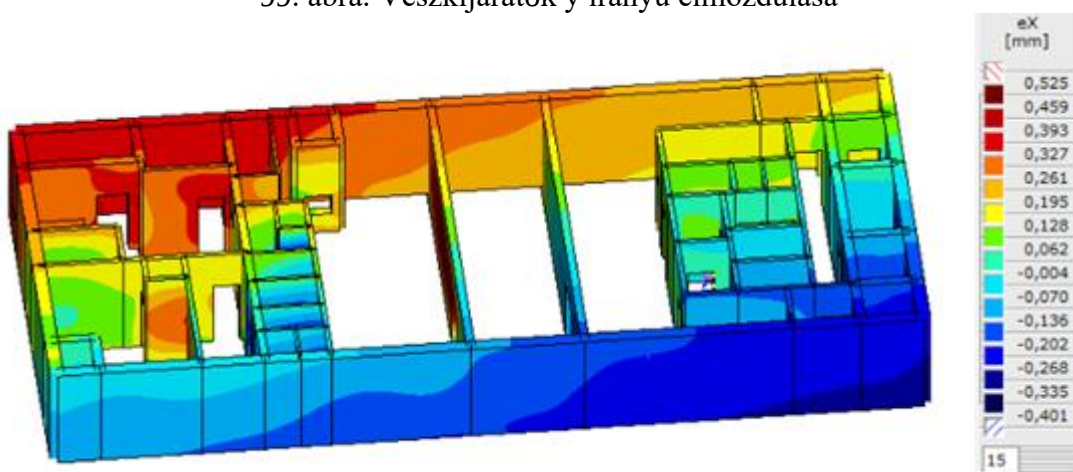
97. ábra. Vészkijáratok z irányú elmozdulása



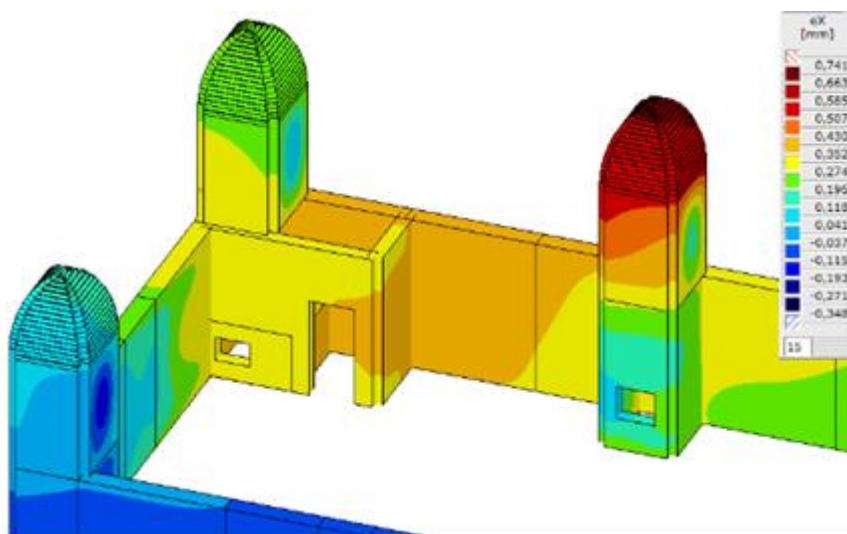
98. ábra. Falak y irányú elmozdulása



99. ábra. Vészkijáratok y irányú elmozdulása



100. ábra. Falak x irányú elmozdulása

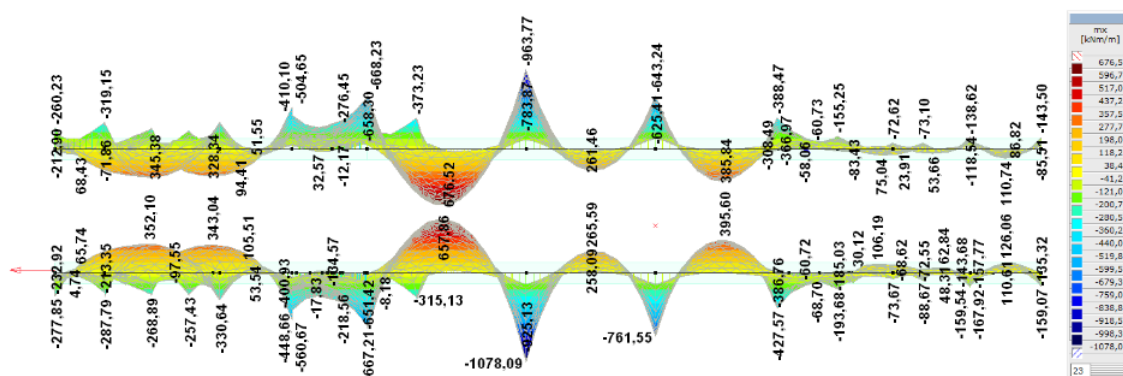


101. ábra. Vészkijáratok x irányú elmozdulása

Hajlítónyomatékok:

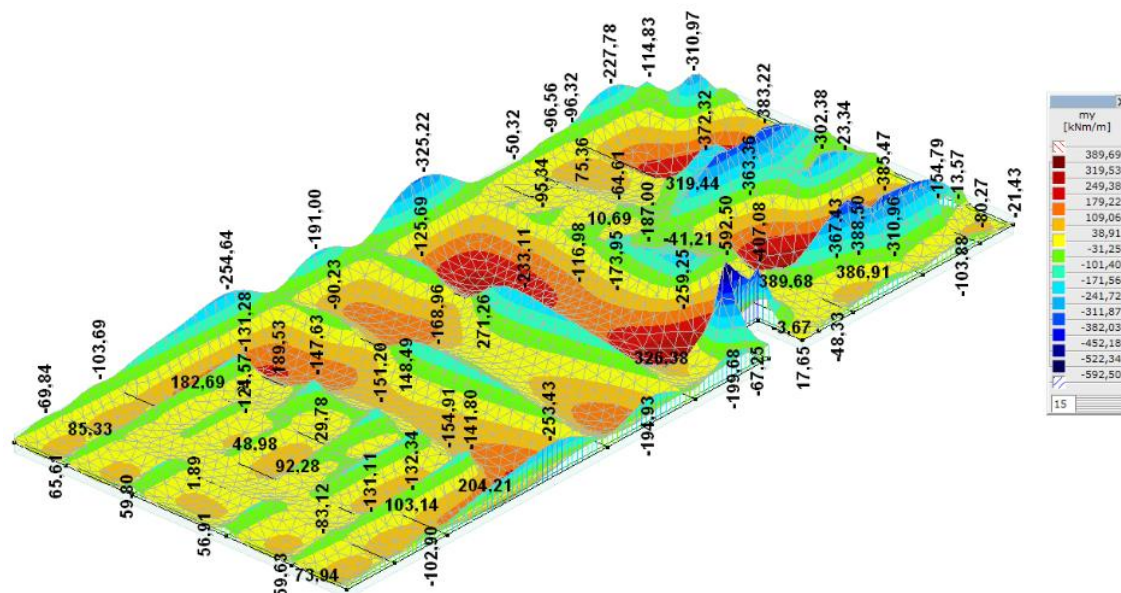
Födém és lemez:

$$m_{x\_poz} := 676.54 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{x\_neg} := -1078.09 \frac{kN \cdot m}{m}$$



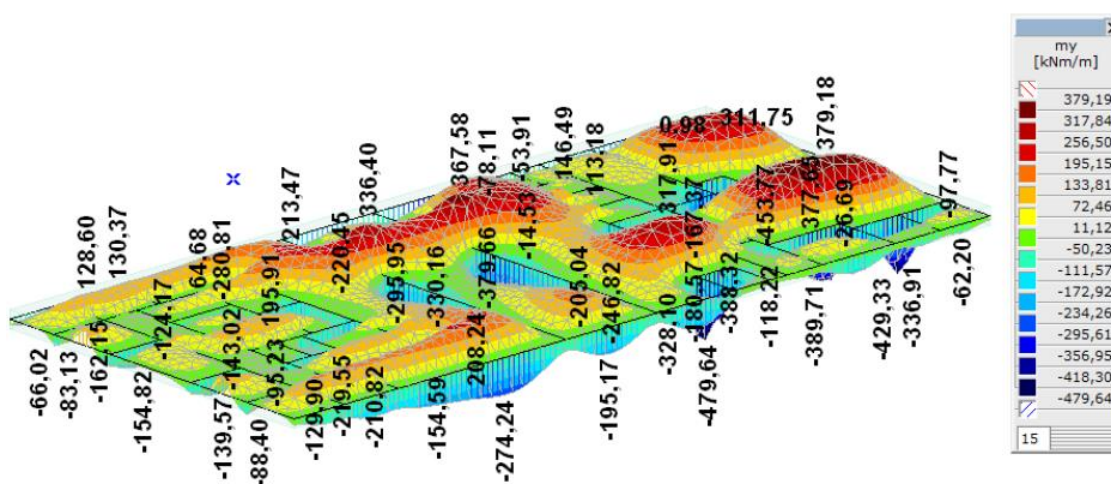
102. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

$$m_{y\_poz} := 389.69 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{y\_neg} := -592.5 \frac{kN \cdot m}{m}$$



103.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül földemen

$$m_{y\_poz} := 379.19 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{y\_neg} := -479.64 \frac{kN \cdot m}{m}$$

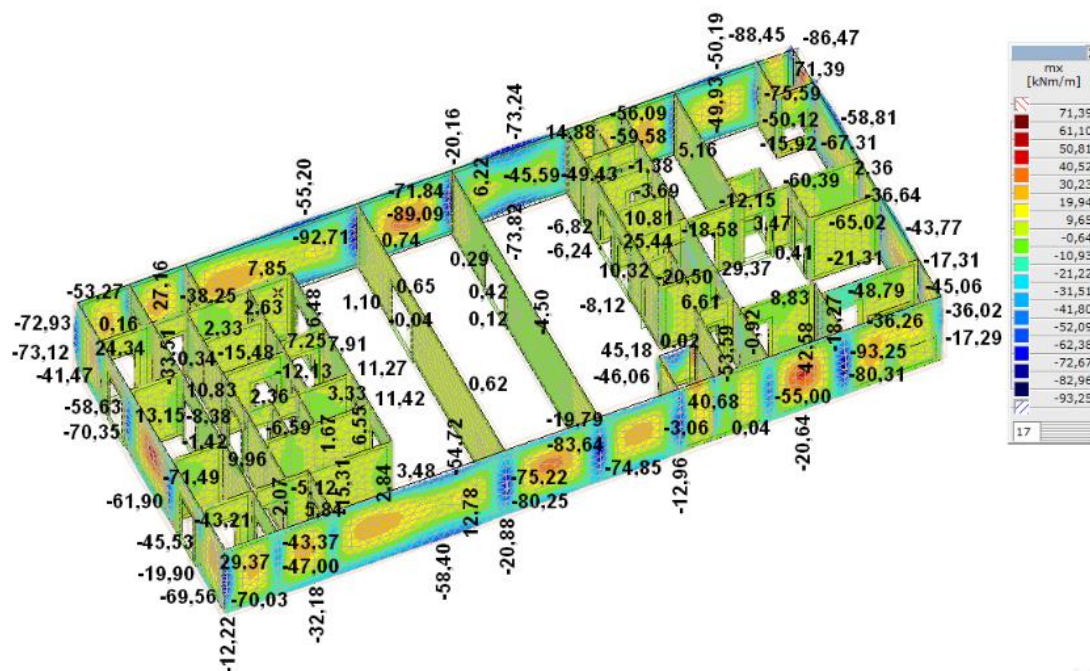


104.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül lemezen

Falak

$$m_{x\_poz} := 71.39 \frac{kN \cdot m}{m}$$

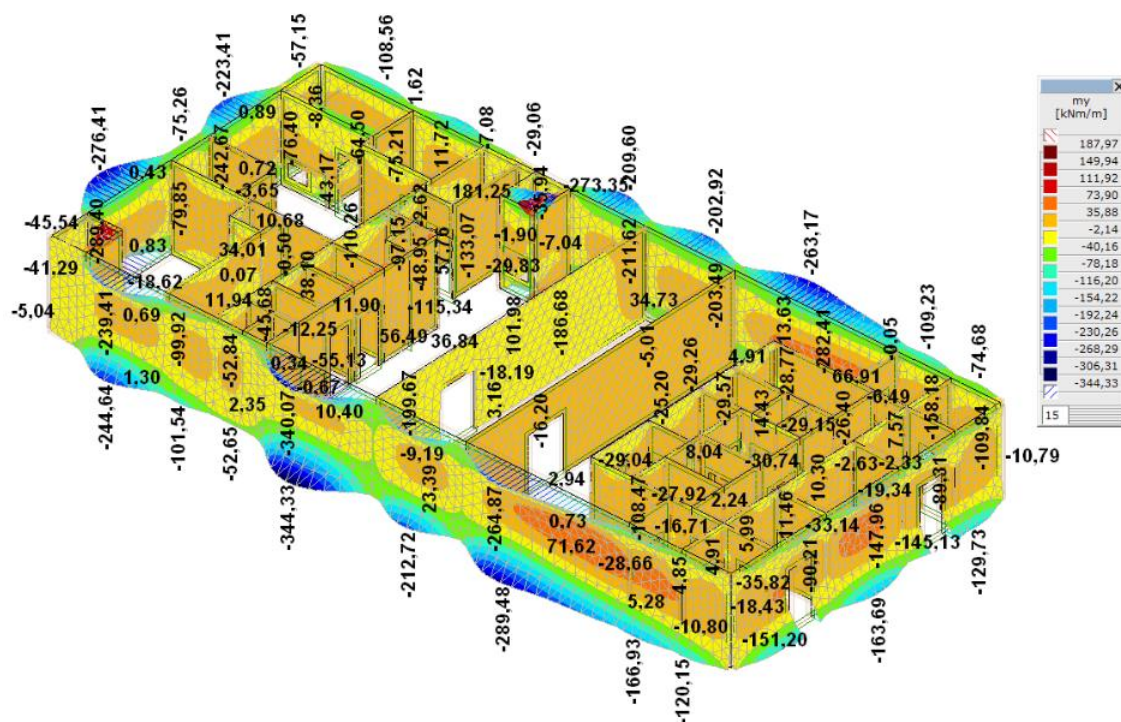
$$m_{x\_neg} := -93.25 \frac{kN \cdot m}{m}$$



105. ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

$$m_{y\_poz} := 187.97 \frac{kN \cdot m}{m}$$

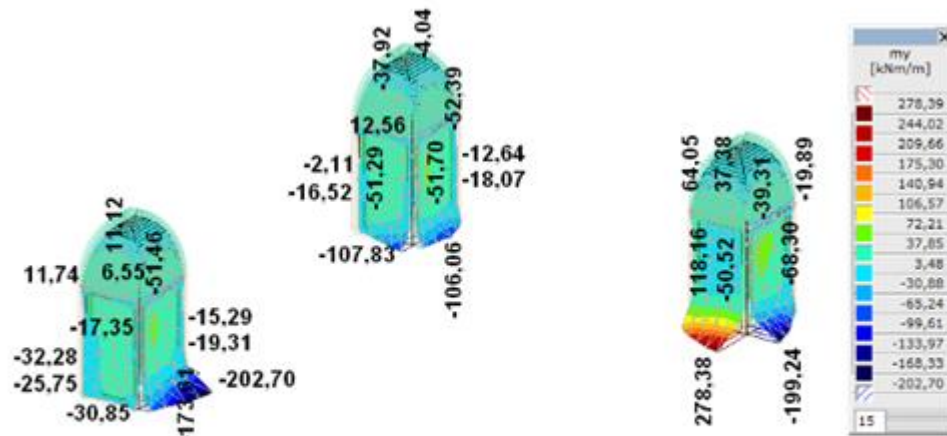
$$m_{y\_neg} := -344.33 \frac{kN \cdot m}{m}$$



106. ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül lemezen

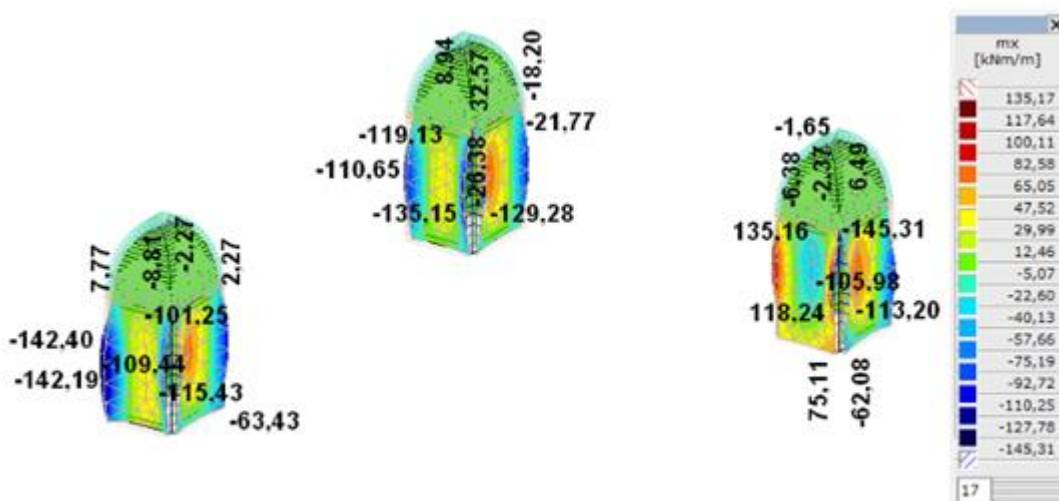
Vészkiárat

$$m_{x\_poz} := 278.39 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{x\_neg} := -202.7 \frac{kN \cdot m}{m}$$



107.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

$$m_{y\_poz} := 135.17 \frac{kN \cdot m}{m} \quad m_{y\_neg} := -145.31 \frac{kN \cdot m}{m}$$



108.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül

### 4.2.3. Robbanási lökőhullám dinamikus teherként

#### 4.2.3.1. Kiindulási adatok

Dinamikus terhelésre való méretezés esetében figyelembe kell venni vasbeton szerkezeteknél, hogy az alakváltozások növekedési sebességének függvényében növekszik az anyagok ellenállása.

Betonminőség: C30/37-XC3-ú16-F2

$$E := 3280 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_{cd} := 1.15 \quad \text{beton közelítőleges felszilárdulási tényezője}$$

$$E_d := E \cdot \gamma_{cd} = (3.772 \cdot 10^3) \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \nu := 0.20 \quad \alpha_t := 1 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{C}} \quad \rho := 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Betonacélminőség: B500B

$$f_{yd} := 45 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \gamma_{sd} := 1.25 \quad \text{betonacél közelítőleges felszilárdulási tényezője}$$

$$E_s := 20000 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad f_{yd,d} := f_{yd} \cdot \gamma_{sd} = 56.25 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \quad \epsilon_{s1} := 0.2175\% \quad \epsilon_{su} := 5\%$$

#### 4.2.3.2. Teherfelvétel

Állandó jellegű terhek:

Önsúly: a végeleemes programrendszer által generálva, megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$G_{fal\_55} := 13.49 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_40} := 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_30} := 7.36 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$G_{fal\_25} := 6.13 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad G_{fal\_15} := 3.68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Földnyomás: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$\sigma_{xp'_{-1}} := \sigma_{z0_{-1}} = 10 \text{ kPa} \quad \sigma_{xp'_{-2}} := \sigma_{z0_{-2}} \cdot K_{p1} = 26.47 \text{ kPa} \quad \sigma_{xp'_{-3}} := \sigma_{z0_{-3}} \cdot K_{p2} = 36.978 \text{ kPa}$$

Földtakarás: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$P_{f\_0.8m} := 20.1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Hasznos teher: megegyezik a statikus számítás során felvett értékekkel

$$Q := 5 \frac{kN}{m^2}$$

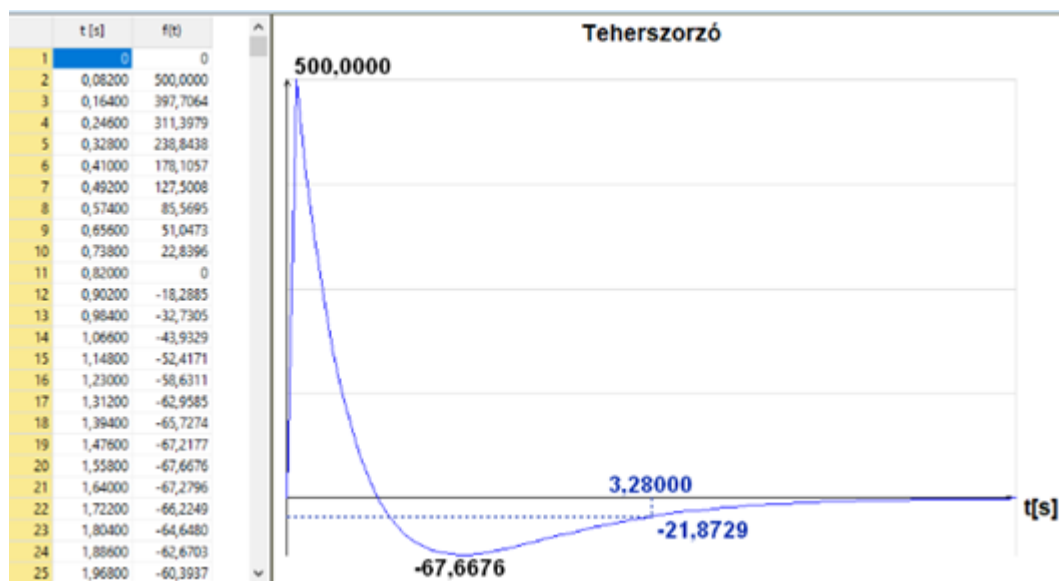
Dinamikus teher:

A dinamikus teherfüggvény-szerkesztőben megadtam a III. osztályú lökeshullám teheridő diagramjának képletét a 4.2.2.2. fejezetben meghatározott paraméterekkel. A szívófázis csúcshullám a pozitív csúcshullám körülbelül 10%-a.

$$P(t) := P_{so} \cdot \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \cdot e^{-\frac{t}{t_0}} \quad \text{ahol } P_{so} \text{ a pozitív csúcshullám értéke,}$$

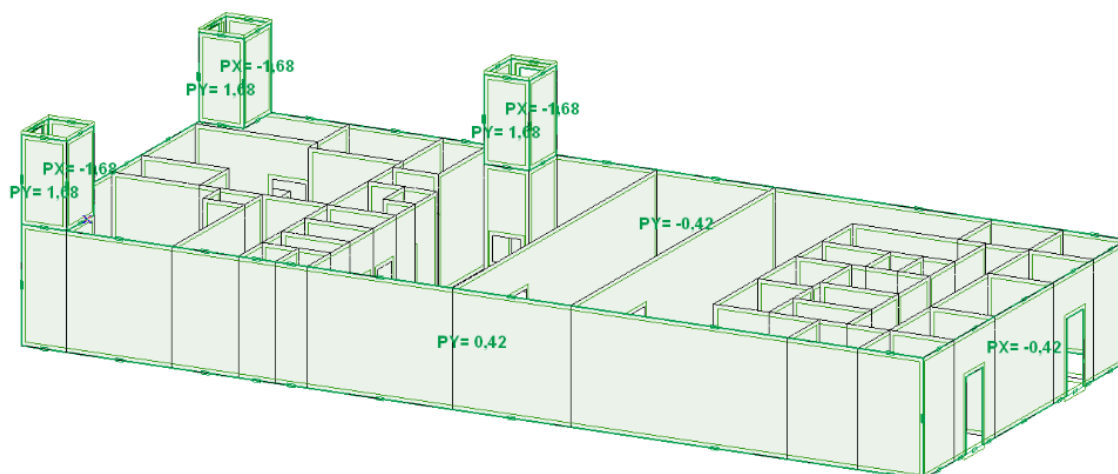
t a teljes időtartam

t<sub>0</sub>, ahol a pozitív nyomás

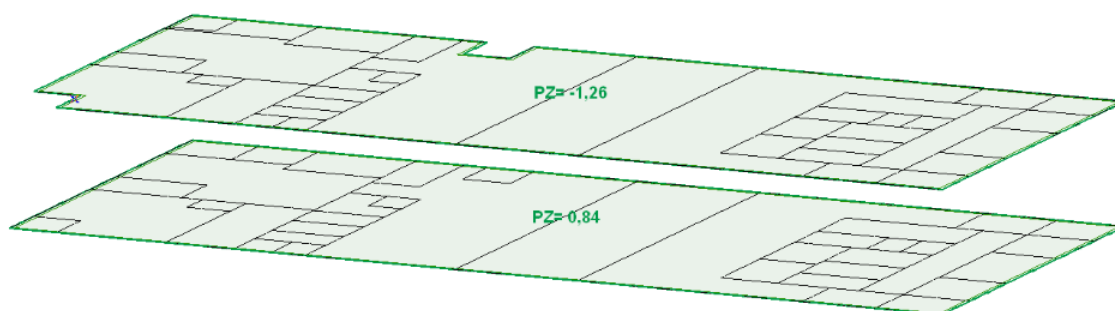


109. ábra. Dinamikus teherfüggvény III. osztályú létesítmény esetében

Ezt követően megoszló teherként működtettem a dinamikus terheket a szerkezeten. A teherintenzitást a 4.2.2.2. fejezetben meghatározott tényezők figyelembevételével adtam meg. A léglökés terhet minden érintett szerkezeten egyidejűleg hatónak kell tekinteni.



110. ábra. Teherintenzitás függőleges szerkezetek esetében



111. ábra. Teherintenzitás vízszintes szerkezetek esetében

## 4.2.3.3. Teheresetek:

| Teheresetek |             |         |                |
|-------------|-------------|---------|----------------|
|             | Név         | Csoport | Csoport típusa |
| 1           | DIN1        | ---     | ---            |
| 2           | önsúly      | állandó | állandó        |
| 3           | földtakarás | állandó | állandó        |
| 4           | hasznos     | ESE1    | esetleges      |
| 5           | víznyomás   | ESE1    | esetleges      |

112. ábra. Teheresetek

## 4.2.3.4. Teherkombináció:

A rezgésvizsgálatot az alábbi teherkombináció szerint futtattam le.

| Egyedi kombinációk teheresetenként |       |       |                     |                          |                   |                     |
|------------------------------------|-------|-------|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------------|
|                                    | Név   | Típus | Önsúly<br>(állandó) | földtakarás<br>(állandó) | hasznos<br>(ESE1) | víznyomás<br>(ESE1) |
| 1                                  | 1. Tk | -     | 1,00                | 1,00                     | 0,60              | 0,60                |

113. ábra. Rezgésvizsgálathoz megadott teherkombináció

## 4.2.3.5. Hálógenerálás

A hálógenerálás a 4.2.2.5. pontban bemutatott módon történt.

## 4.2.3.6. Rezgésvizsgálat

A vizsgálat beállításai az 55. ábrán szereplők alapján történik. Rezgésvizsgálatra a dinamikai számításnál alkalmazott Rayleigh-féle rezgéscsillapítási állandók meghatározásához van szükség. A rezgésvizsgálat eredményei a 88. ábrán láthatóak.

## 4.2.3.7. Dinamikai számítás

Dinamikai számítás

**Teheresetek**

Statikus tehereset vagy kombináció

1.Tk

Dinamikus tehereset

DIN1

**Megoldásvezérlés**

Időnövekmény [s] = 0,04100

Teljes időtartam [s] = 6,97000

Követett csomópont >> 75

Irány: Z

Rayleigh csillapítási állandók

a [1/s] = 0,275    b [s] = 0,000274

☒ Statikus terhek és csomóponti tömegek figyelembevétele

**Eredmények mentése**

☐ Minden lépés mentése

☒ Mentés időközönként

Δt [s] = 0,04100

**Dinamikus teherfüggvények**

Interpolációs módszer

☒ Lineáris    ☐ Whittaker-Shannon

A dinamikus gyorsulásfüggvény korrekciója

☐ Zéró végsebességre

☐ Zéró végmozdulásra

**Csomóponti tömegek**

☒ Terhek átalakítása tömegekké

☐ Koncentrált tömegek figyelembevétele

☐ Koncentrált tömegek átalakítása teherre

☐ Csak tömegek figyelembevétele

☐ Szerkezeti tömeg figyelembevétele

☐ Tömegek átalakítása teherre

Tömegmátrix típusa

☒ Diagonális

**Nemlinearitás**

☐ Anyagok és végelemek nemlinearitásának figyelembevétele

☐ Geometriai nemlinearitás figyelembevétele rúd-, rácsrúd-, borda- és héjelemekre

**Konvergencia kritériumok**

Iterációk maximális száma: 1

☐ Elmozdulás: 0,001

☒ Erő: 0,001

☒ Munka: 1E-6

**Iterációvezérlés**

☒ Alakváltozás növekmények automatikus korlátozása

☐ Deformáció növekmények korlátozása

Eltolódás [mm] = 10,000    Elfordulás [rad] = 0,17453

OK    Mégsem

114. ábra. Dinamikai számítás beállításai

Rayleigh csillapítási állandók meghatározása a 4.1.3.7. fejezetben szerint történik.

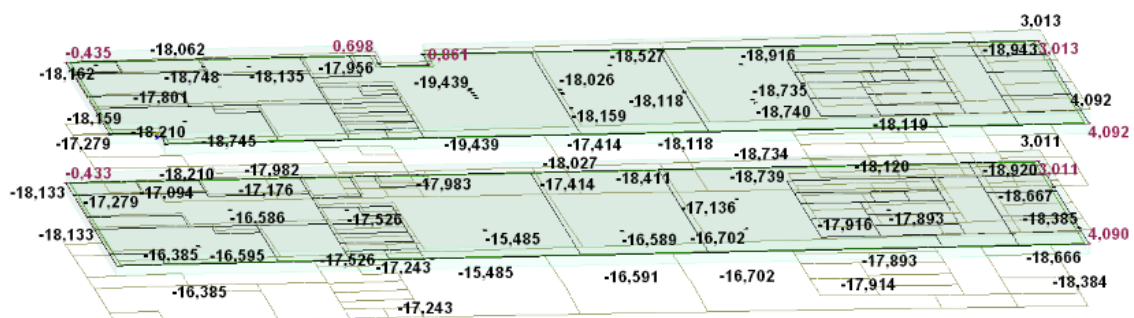
$$\xi := 0.01 \quad f_1 := 2.92 \text{ Hz} \quad f_i := 8.68 \text{ Hz}$$

$$a := \xi \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot f_i}{f_1 + f_i} = 0.275 \frac{1}{s} \quad b := \xi \cdot \frac{1}{\pi \cdot (f_1 + f_i)} = (2.744 \cdot 10^{-4}) s$$

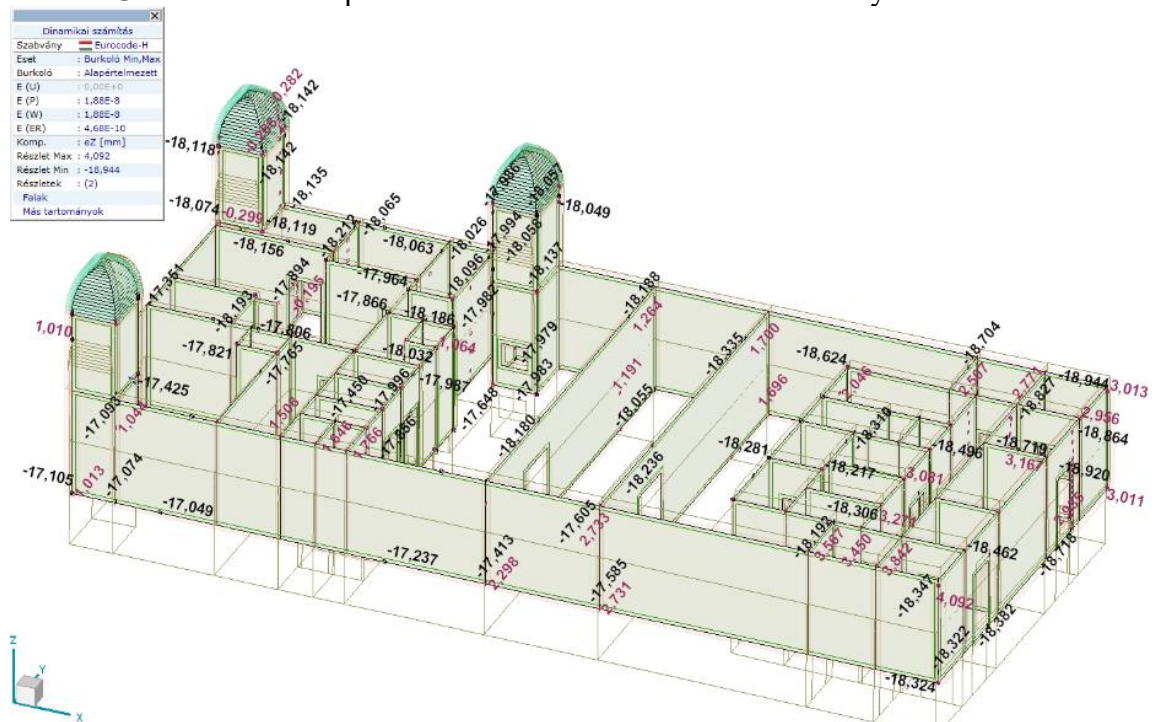
Az időnövekményt úgy határoztam meg, hogy az a függvény szerkesztésekor megadott időlépcső felével egyezzen meg, valamint beállítottam, hogy a statikus terhekből és tömegekből származó hatásokat is figyelembe vegye a számításkor.

#### 4.2.3.8. Dinamikus statikai számítás eredményei

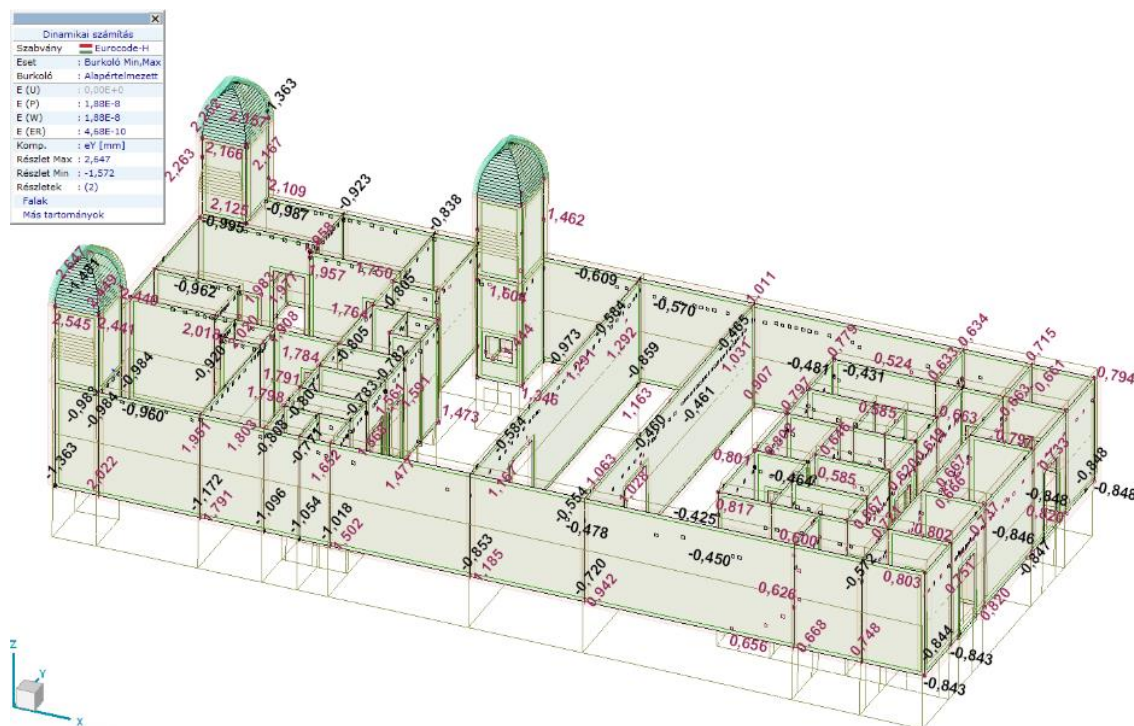
Elmozdulások:



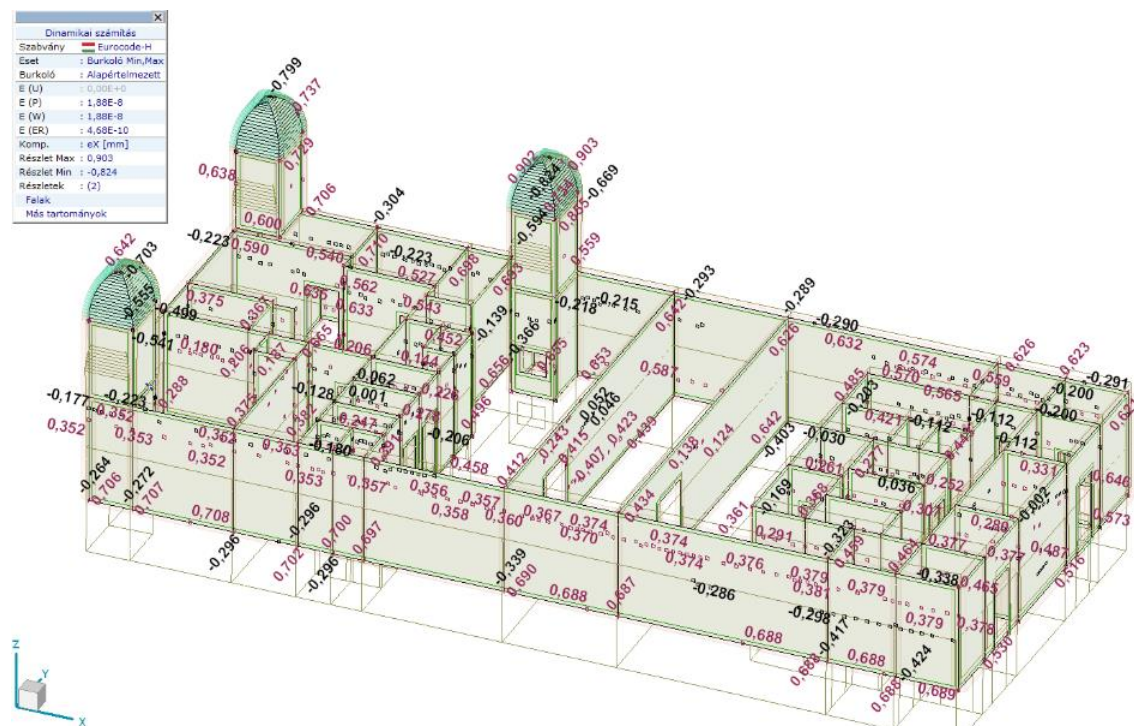
115. ábra. Lemezalap és földem minimum és maximum z irányú elmozdulása



116. ábra. Falak és véssz kijáratok minimum és maximum z irányú elmozdulása



117. ábra. Falak és vészkijáratok minimum és maximum y irányú elmozdulása

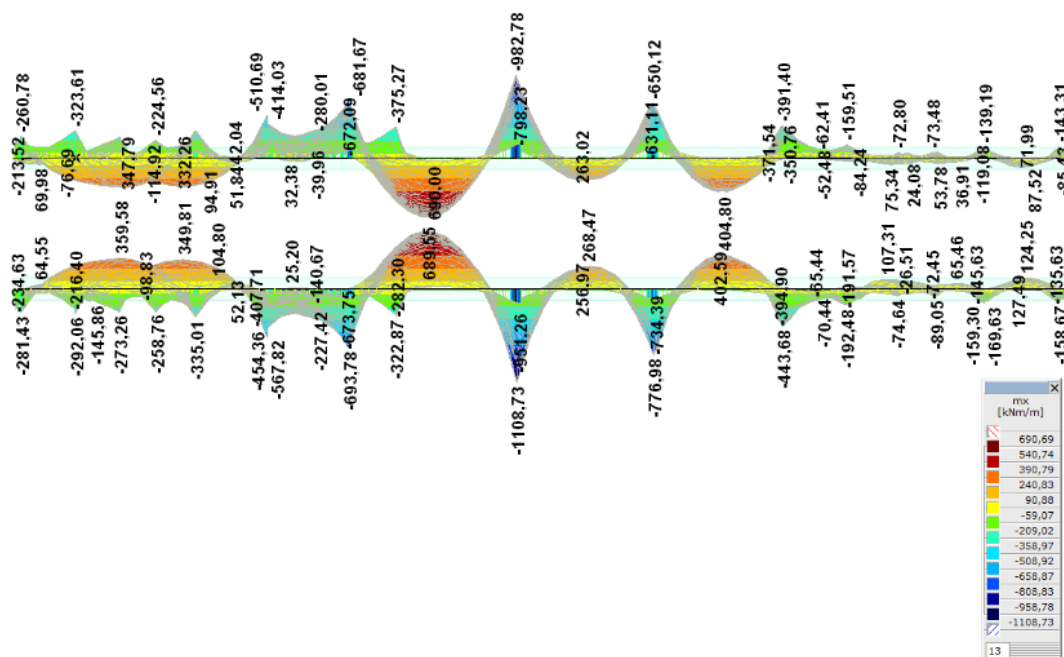


118. ábra. Falak minimum és maximum x irányú elmozdulása

Hajlítónyomatékok:

Födém:  $m_{x\_poz} := 690.02 \frac{kN \cdot m}{m}$   $m_{x\_neg} := -982.79 \frac{kN \cdot m}{m}$

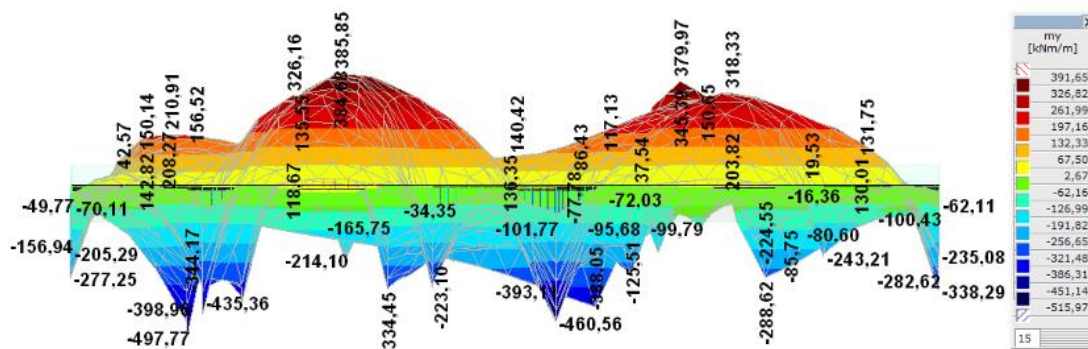
Lemezalap:  $m_{x\_poz} := 690.69 \frac{kN \cdot m}{m}$   $m_{x\_neg} := -1108.73 \frac{kN \cdot m}{m}$



119.ábra. Hajlítónyomaték lokális y tengely körül födémen és lemezen

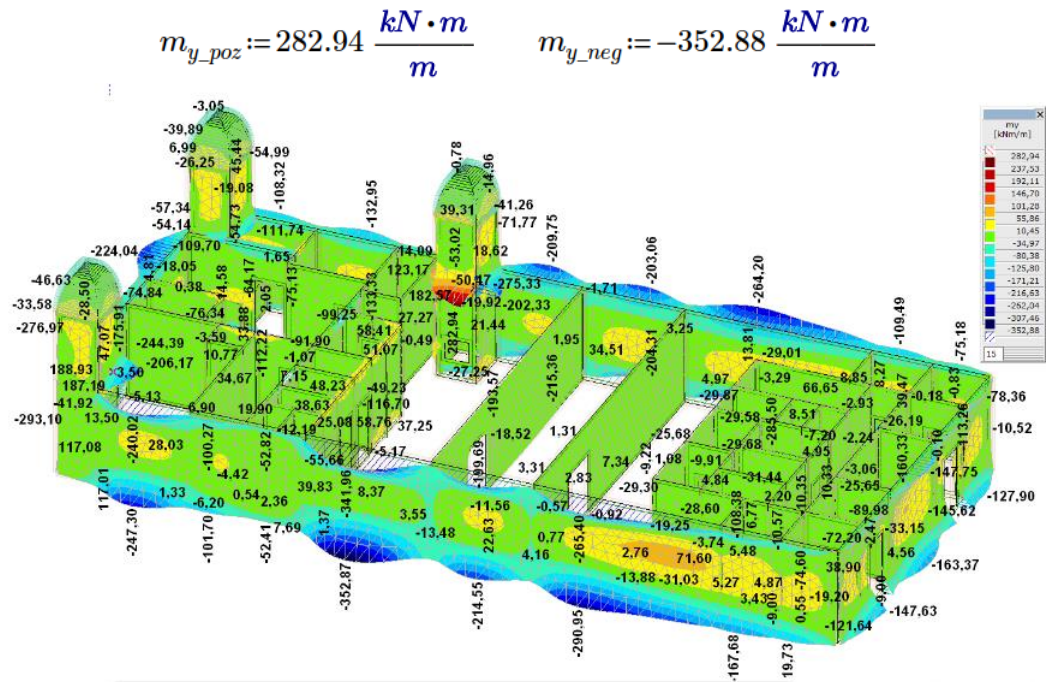
Lemezalap

$m_{y\_poz} := 42.51 \frac{kN \cdot m}{m}$   $m_{y\_neg} := -55.53 \frac{kN \cdot m}{m}$



120.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül lemezen



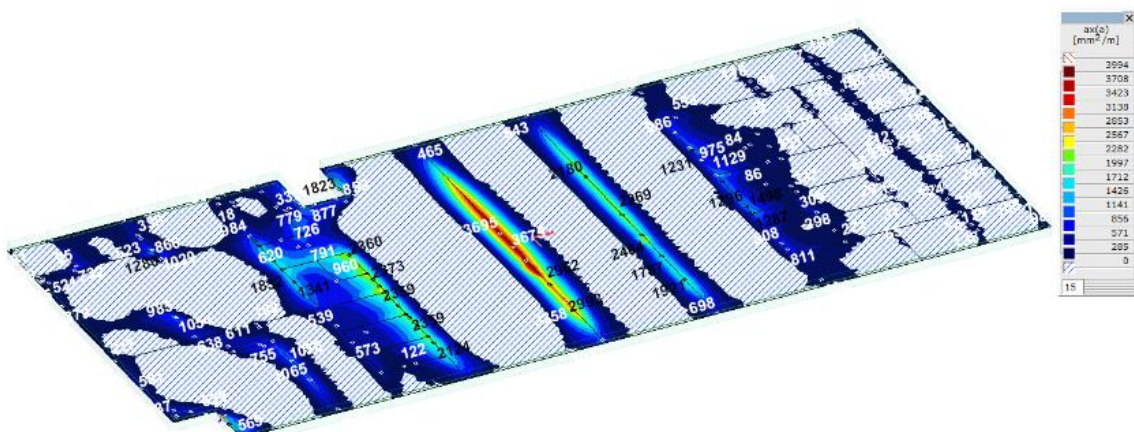


123.ábra. Hajlítónyomaték lokális x tengely körül

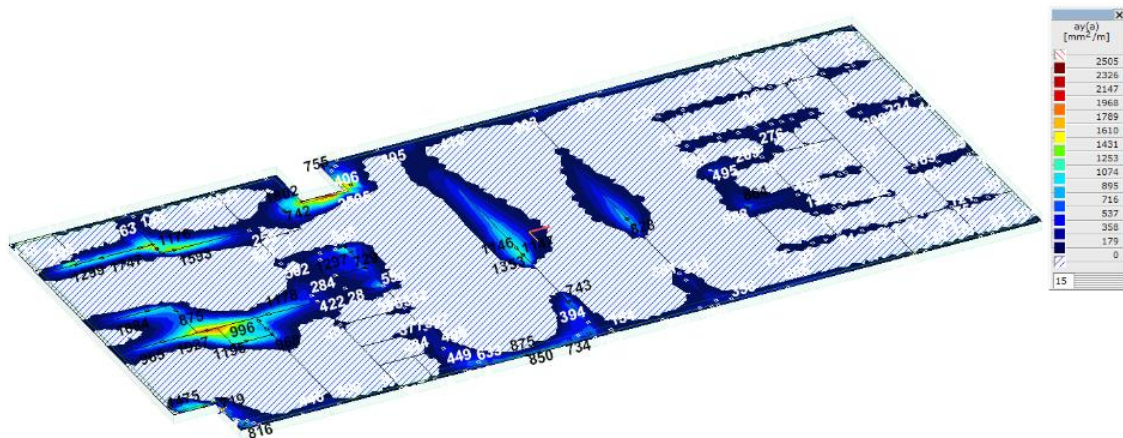
A két számítás eredményeit összehasonlítva megállapítható, hogy a léglökést dinamikus teherként való működtetésével nagyobb igénybevételek alakulnak ki. A dinamikus számítással kapott eredmények tartalmazzák a statikus teherkombináció és a dinamikus gerjesztés együttes hatását a csillapítási tényezők figyelembe vételével. Így a statikus számításhoz képest kedvezőtlenebb értékeket kapunk és a méretezést ennek megfelelően kell elvégezni.

#### 4.2.4. Szükséges vasmennyiségek

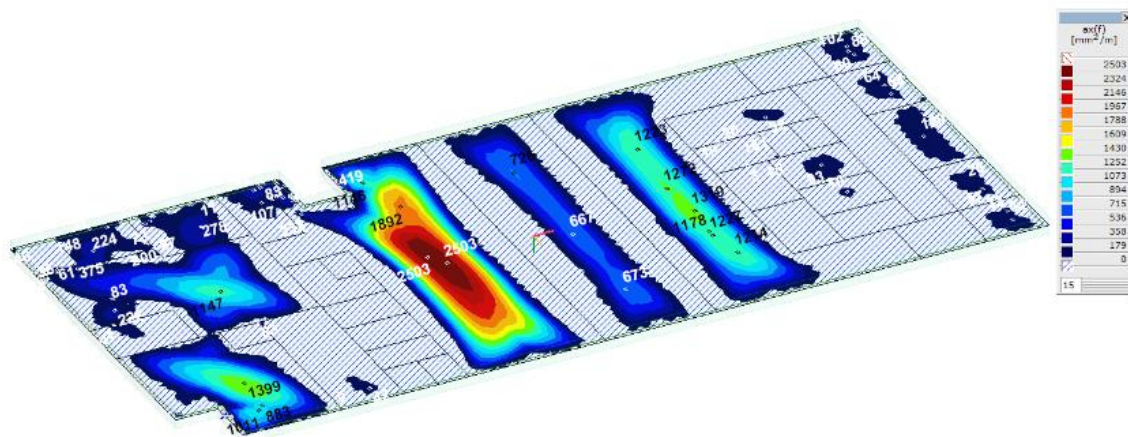
Födém



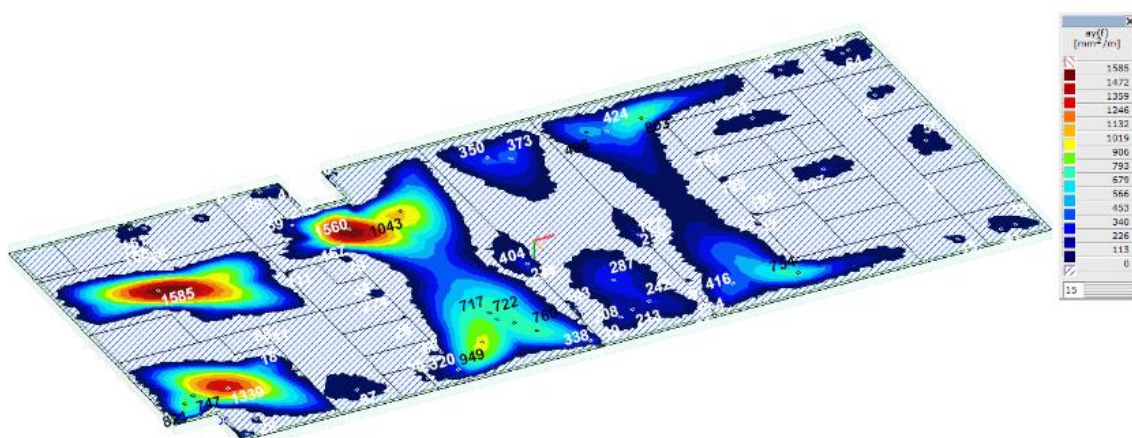
124.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



125.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális y irányban

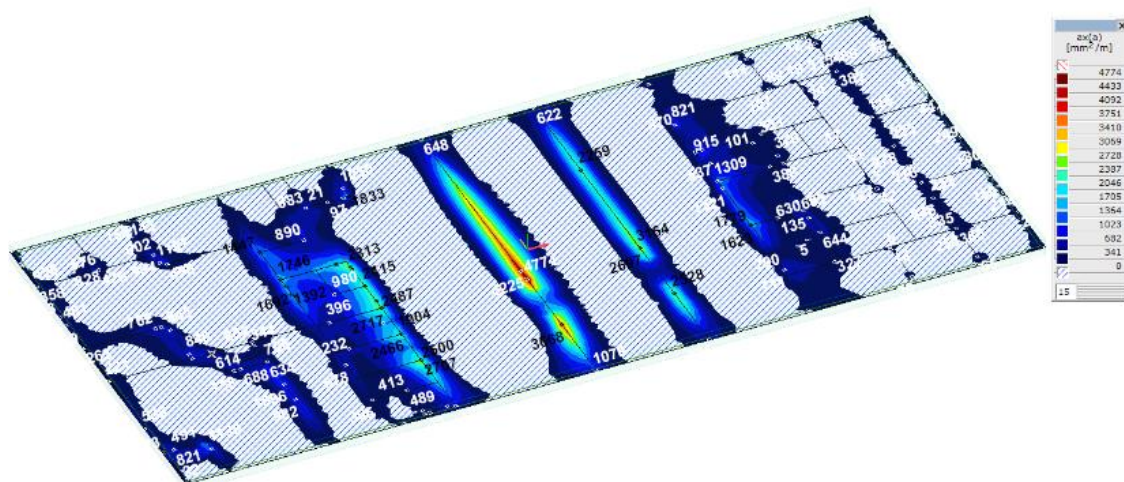


126.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban

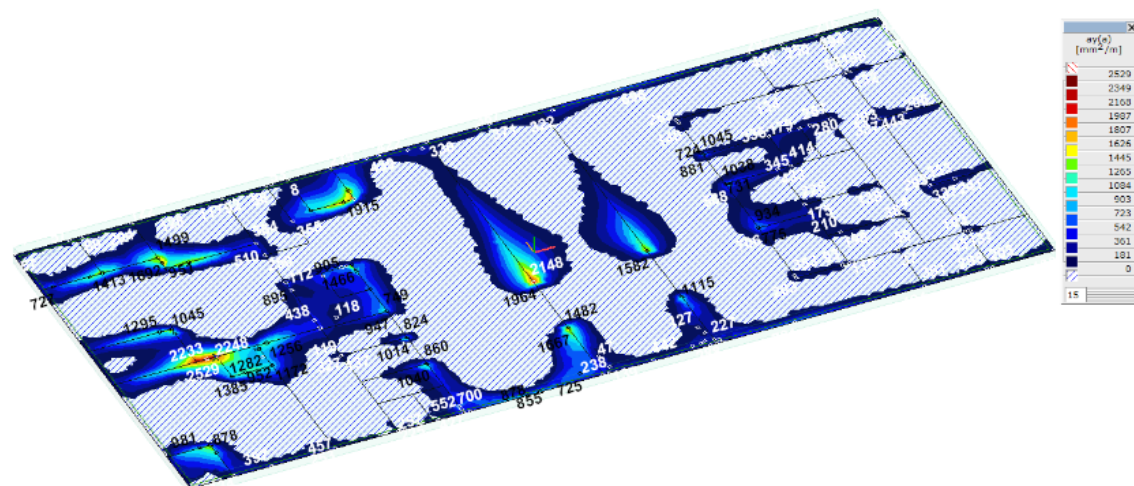


127.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban

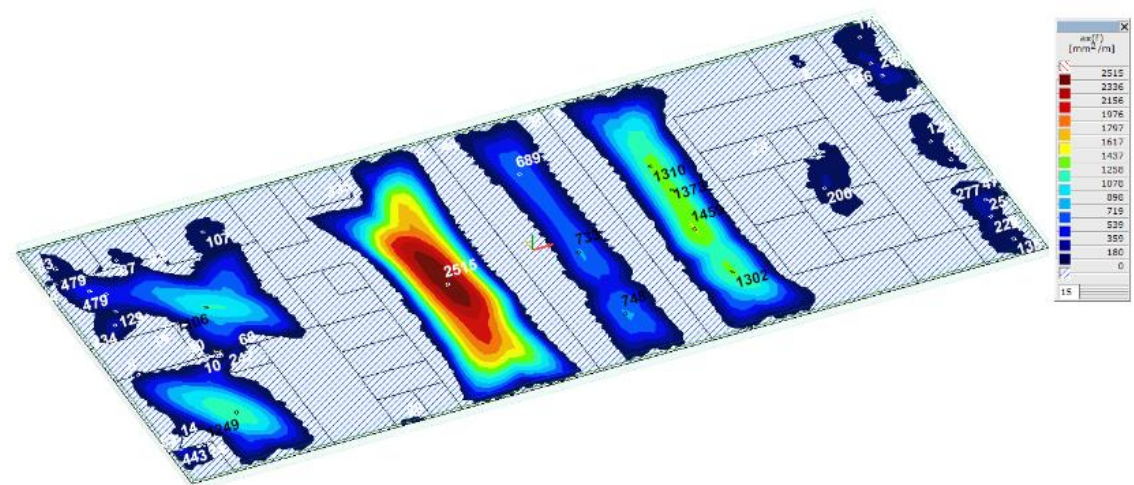
Lemez



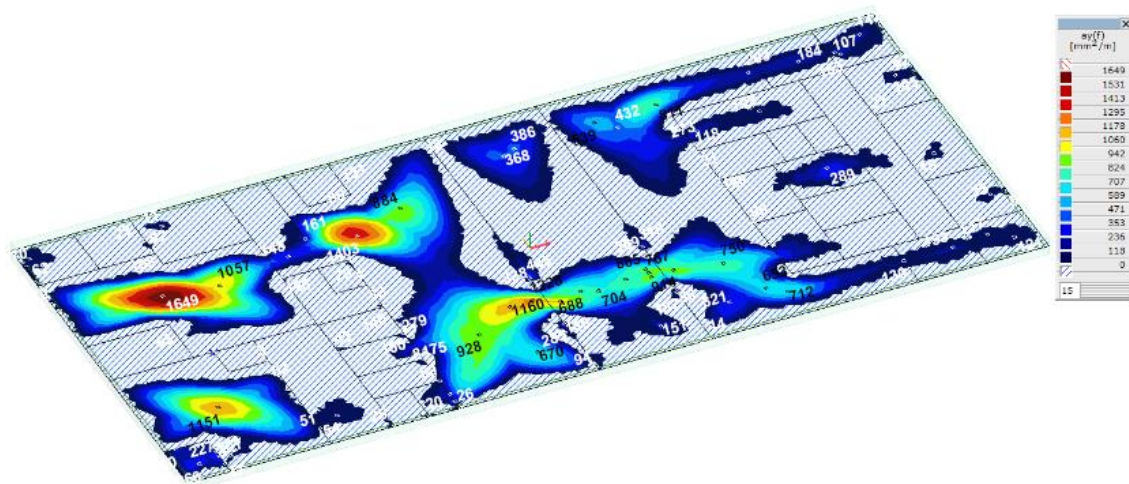
128.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



129.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális y irányban

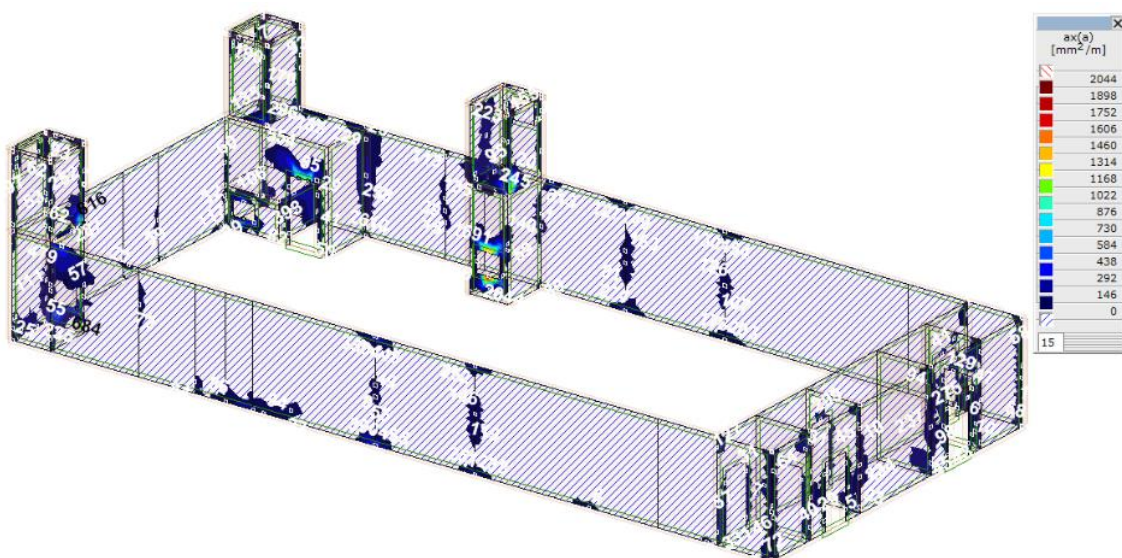


130.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban

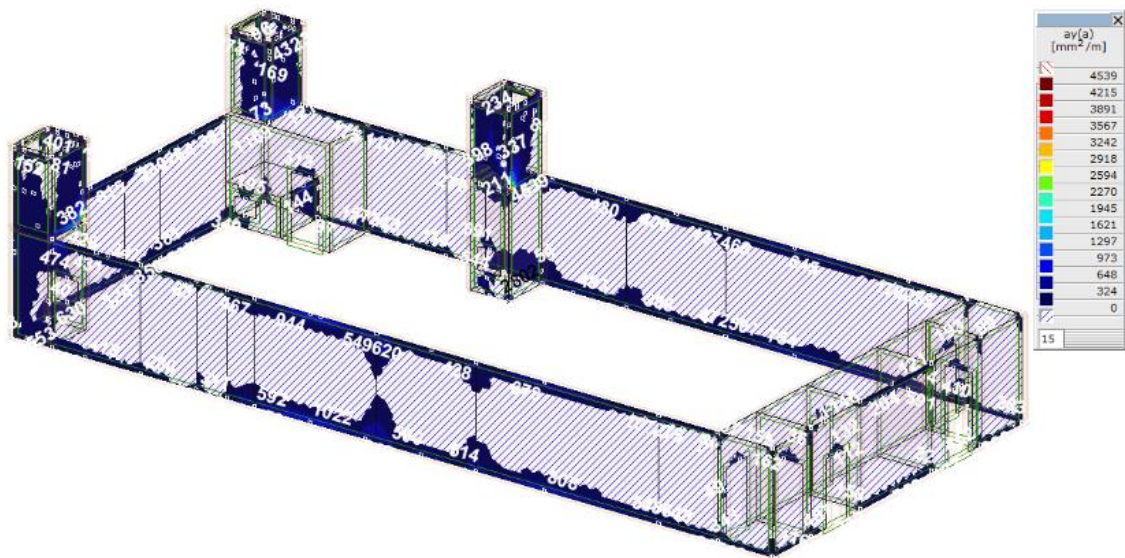


131.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban

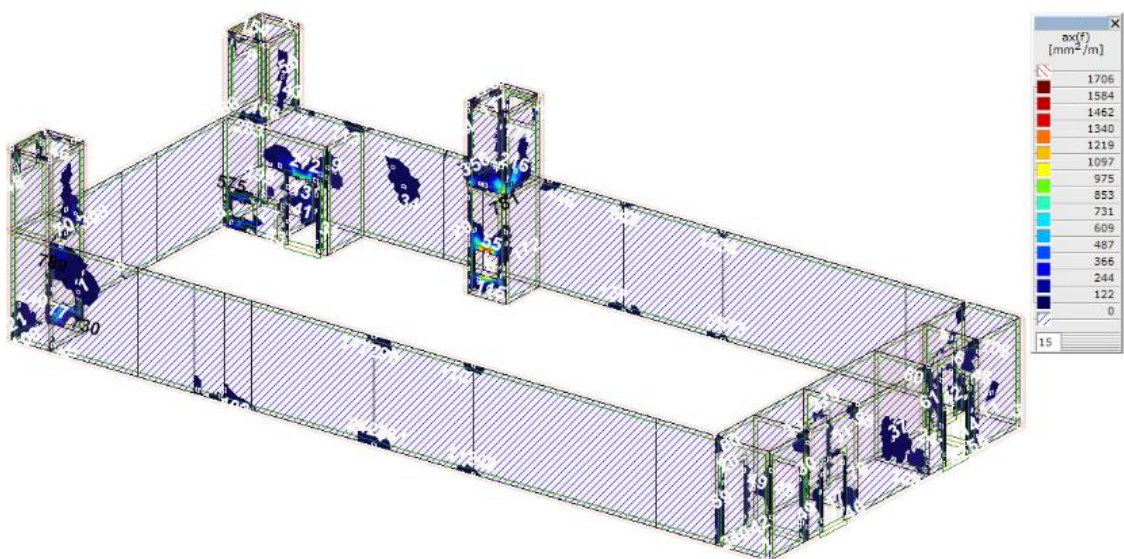
Falak



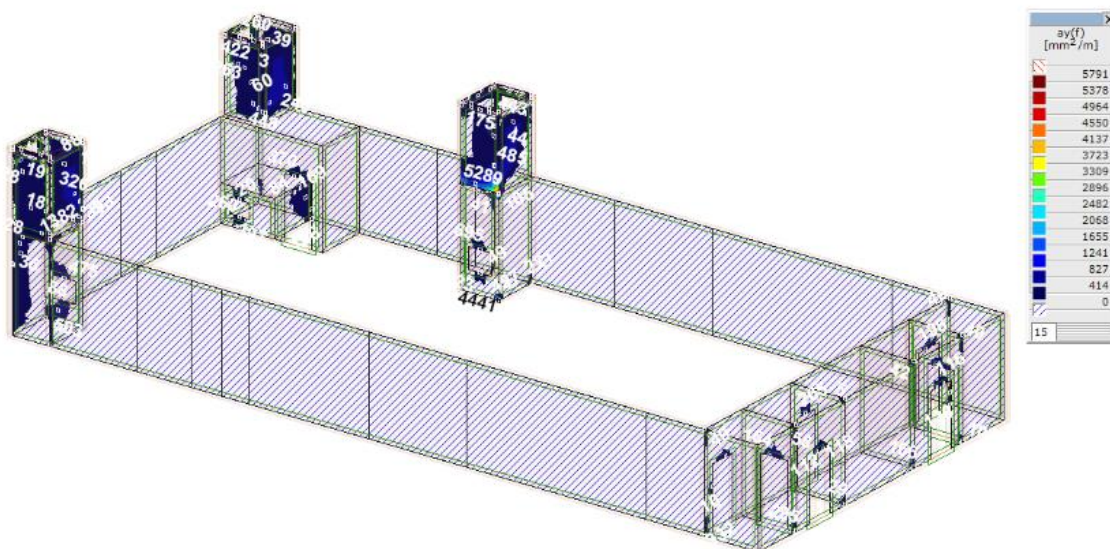
132.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



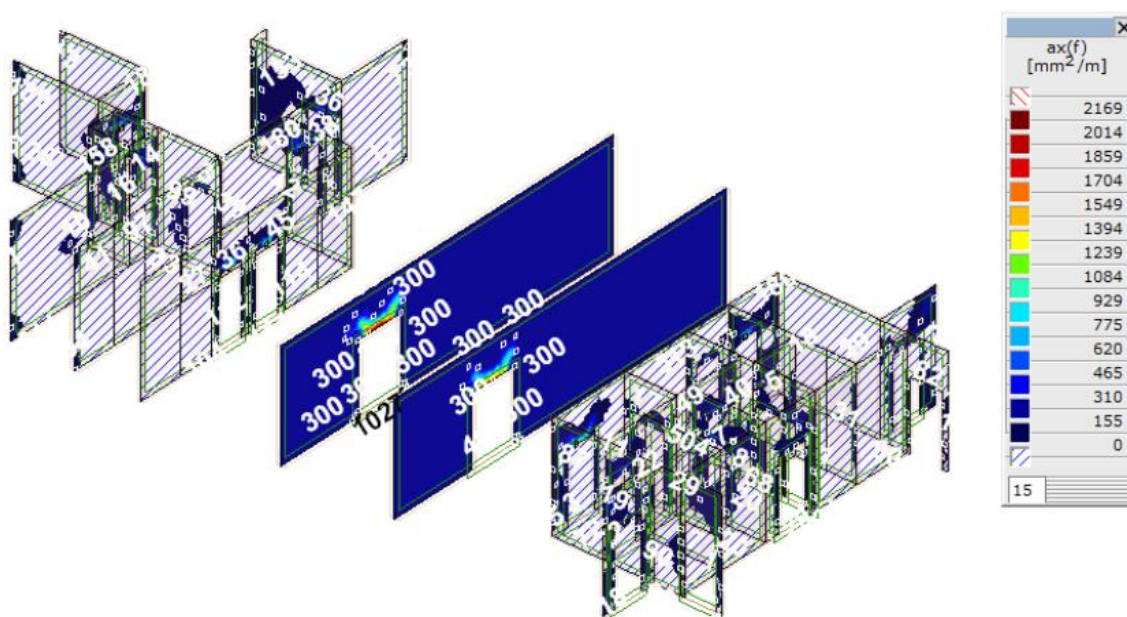
133.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális y irányban



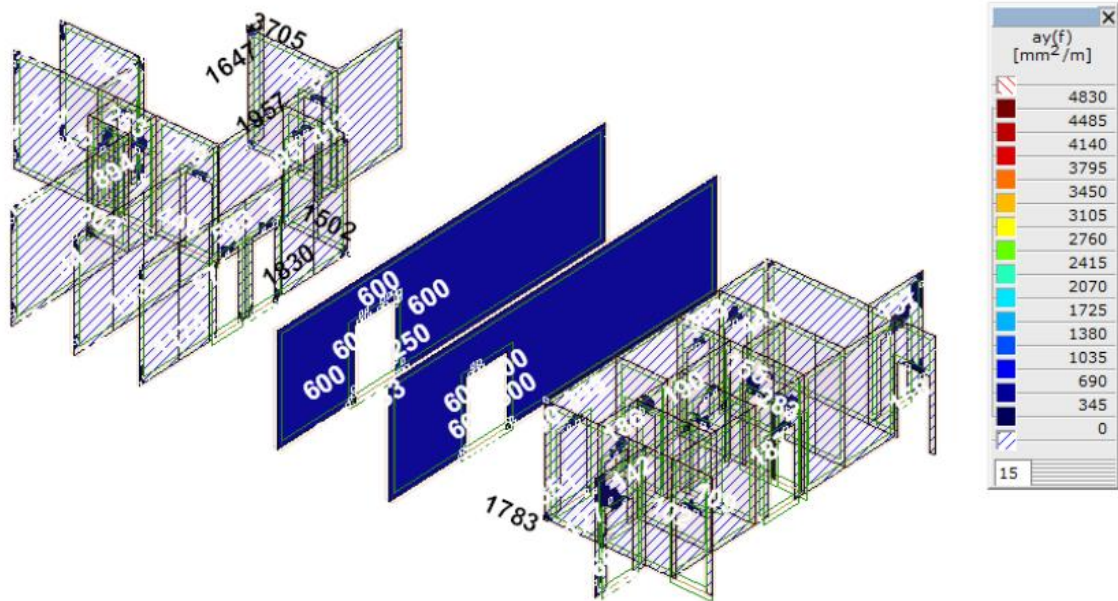
134.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban



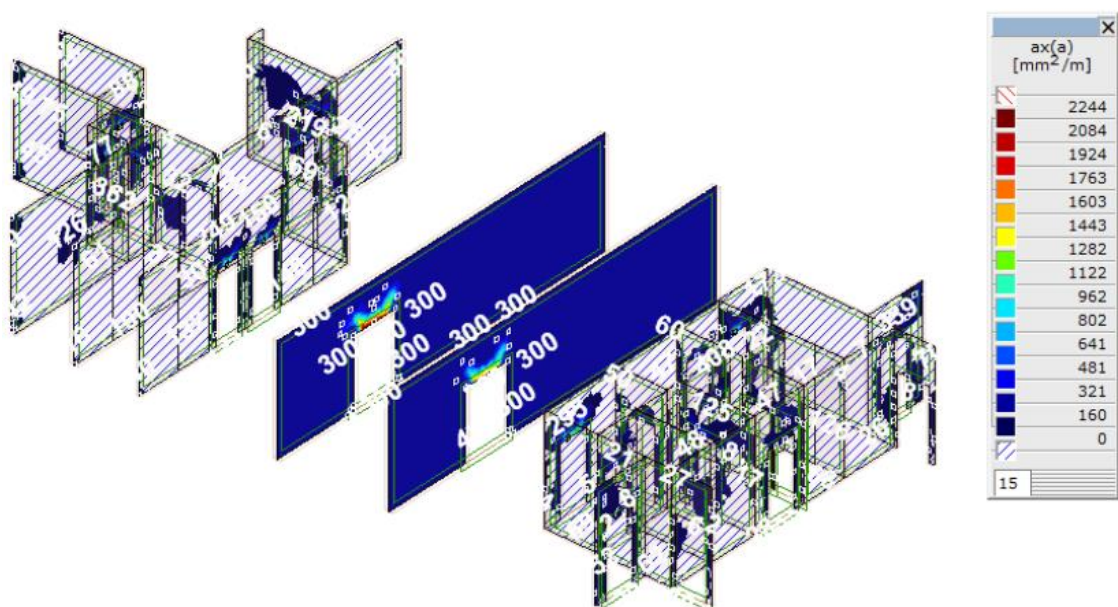
135.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban



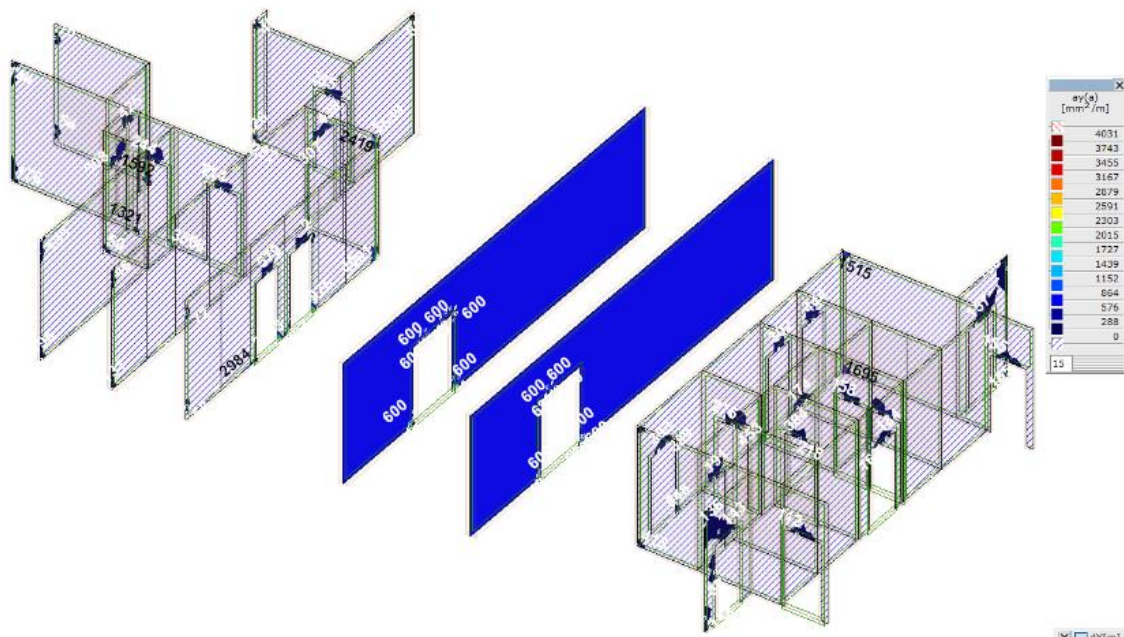
136.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális x irányban



137.ábra. Szükséges felső vasmennyiség lokális y irányban



138.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális x irányban



139.ábra. Szükséges alsó vasmennyiség lokális  $y$  irányban

#### 4.2.5. Sugárzásvédelem

Az óvóhelyben tartózkodókat nem érheti a megengedett dózisegyenértéknél nagyobb sugárzás.

$$D_{\text{gamma}} + D_{\text{neutron}} \leq 0.44 \quad [\text{SV}]$$

Felező rétegvastagságok:

$$d_{0.5q\_vb} := 9.5 \text{ cm} \qquad d_{0.5n\_vb} := 8.2 \text{ cm}$$

$$d_{0.5q\_talaj}:=13\text{ cm} \quad d_{0.5n\_talaj}:=10\text{ cm} \quad d_{0.5q\_ajtó}:=3.5\text{ cm} \quad d_{0.5n\_ajtó}:=11.5\text{ cm}$$

Gamma-sugárzáskor az effektív és ekvilens vastagság:

$$x_{vb} := 0.55 \text{ m} \quad x_{talaj} := 1.2 \text{ m} \quad x_{acel} := 3 \cdot 4 \text{ cm} = 0.12 \text{ m} \quad k_{red\_vb} := 1.4 \quad k_{red\_talaj} := 1$$

$$x_{g\_eff\_acél} := \frac{x_{acél}}{\sin(90^\circ)} = 0.12 \text{ m}$$

$$x_{g\_ekv\_vb} := x_{talaj} + k_{red\_vb} \cdot x_{vb} = 1.97 \text{ m} \quad x_{g\_ekv\_acél} := x_{g\_eff\_acél} + k_{red\_vb} \cdot x_{vb} = 0.89 \text{ m}$$

Neutron-sugárzaskor a vasbeton effektív vastagsága:

$$x_{n\_eff\_acél} := \frac{x_{acél}}{\sin(90^\circ)} = 0.12 \text{ m} \quad x_{n\_eff\_vb\_vfal} := 0.4 \text{ m}$$

$$x_{n\_eff\_talaj} := 1.2 \text{ m} \quad x_{n\_eff\_vb} := 0.55 \text{ m}$$

Sugárvédelmi együtthatók:

$$S_{gamma\_vb} := 2^{\frac{x_{g\_ekv\_vb}}{d_{0.5g\_vb}}} = 1.747 \cdot 10^6 \quad S_{gamma\_acél} := 2^{\frac{x_{g\_ekv\_acél}}{d_{0.5g\_ajtó}}} = 4.516 \cdot 10^7$$

$$S_{neutron\_vb} := 2^{\left(\frac{x_{n\_eff\_talaj}}{d_{0.5n\_talaj}} + \frac{x_{n\_eff\_vb}}{d_{0.5n\_vb}}\right)} = 4.28 \cdot 10^5 \quad S_{neutron\_acél} := 2^{\left(\frac{x_{n\_eff\_acél}}{d_{0.5n\_ajtó}} + \frac{x_{n\_eff\_vb\_vfal}}{d_{0.5n\_vb}}\right)} = 60.612$$

Epicentrumtól való távolság:  $R := 714.77 \text{ m}$

$$D_{0\_gamma} := 10.9 \quad D_{0\_neutron} := 1 \quad 82. \text{ ábra alapján.}$$

Gamma-sugárzás dózisegyenértéke:

$$D_{gamma\_vb} := \frac{D_{0\_gamma}}{S_{gamma\_vb}} = 6.238 \cdot 10^{-6} \quad D_{gamma\_acél} := \frac{D_{0\_gamma}}{S_{gamma\_acél}} = 2.414 \cdot 10^{-7}$$

Neutron-sugárzás dózisegyenértéke:

$$D_{gamma\_vb} + D_{neutron\_vb} = 8.574 \cdot 10^{-6}$$

$$D_{gamma\_acél} + D_{neutron\_acél} = 0.016 \quad \text{Megfelel!}$$

4.2.6. Felúszás vizsgálat áradás esetén

$$G_{önsúly} := 10321.65 \text{ kN} \quad G_{földtakarás} := 4006 \text{ kN} \quad (\text{AxisVM programból})$$

$$F_{le} := G_{önsúly} + G_{földtakarás} = (1.433 \cdot 10^4) \text{ kN}$$

$$F_{fel} := 1.65 \text{ m} \cdot 26.3 \text{ m} \cdot 11.2 \text{ m} \cdot 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = (4.86 \cdot 10^3) \text{ kN}$$

$$F_{fel} < F_{le} \quad \underline{a} \text{ test nem úszik fel}$$

### Hivatkozások

- A III.-IV.-V. osztályú védőképességű óvóhelyek tervezése és méretezése. (1970). A POLGÁRI VÉDELEM ORSZÁGOS PARANCSNOKSÁG.
- Antal, Z., Révai, R., & Bérczi, L. (2019. 3. szám). Nukleáris baleset-elhárítás Magyarországon, különös tekintettel az egészségügyi hatásokra - I. rész. Műszaki Katonai Közlöny.
- Atomic Bombing (A-bomb) in Hiroshima and Nagasaki*. Forrás: <https://www.rbc.kyoto-u.ac.jp/db/Literature/A-bomb.html>
- Balázs, S. (2021. október). *Életvédelmi létesítmények - Óvóhelyek*. Óbudai Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar.
- Bandkáruházt*. (B&K Szolgáltató és kereskedelmi Kft.) Forrás: <https://bandkaruhaz.hu/kenyszerzuhany-rendszer-hideg-es-meleg-vizre-kezo-egysaggel-esozteto-zuhanyfej-termosztatikus-kevero-magneszar-7791>
- Dr. Zsíros, L. orvos alezredes, Dr. Hábel, T., Dr. Iványi, J. orvos alezredes., & Dr. Besze, T. (1999.). A robbanás okozta sérülések sajátosságai.
- EDFREE CLINICS*. Forrás: <https://edfree.ca/medispec-ed1000-treatment>
- Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Általános előírások (Műszaki irányelv)* (MI-04-260-1. kiad.). (1993. szeptember).
- Íme a világ nyolc legpusztítóbb természeti katasztrófája*. (2017. július). Letöltés dátuma: 2024.. január 16., forrás: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20170715/ime-a-vilag-nyolc-legpusztitobb-termeszeti-katasztrofaja-256659>
- Kassay, T. (2022.. 11. 16.). *BUNKERUSZODA FINNORSZÁGBAN, AMELY ÓVÓHELYKÉNT SZOLGÁL VÉS ESETÉN*. Forrás: <https://spabook.net/blog/video/finnorszag-ovohely-uszoda-itakeskus/>
- Kasza, A. *A FÖLDALATTI KÖZLEKEDÉS TÖRTÉNETE ÉS KETTŐS*.
- Kasza, A. *A LAKOSSÁG VÉDELMÉNEK FEJLŐDÉSE, AZ ÓVÓHELYI VÉDELEM KIALAKULÁSA, A METRÓ ÓVÓHELYI FUNKCIÓI*.
- László, G., & Rudolf, D. T. (XXVI. évfolyam, 2016. 3. szám). A LAKOSSÁGI ÓVÓHELYEK ÉS A VEZETÉSI PONTOK ALAPRENDELTEZÉSE, ÉPÍTÉSZETI, GÉPÉSZETI KIALAKÍTÁSUK KÖZÖTTI KÜLÖNBSÉG. MKK online: Magyar Katonai Közlöny.
- Mária, H. (2009. szeptember). A robbanás fizikai hatásai és az élőerő védelmének lehetőségei. Hadmérnök.
- Nikodém, E. (2013. július 2. különszám). Az óvóhelyek szerepe, funkciója és jelentősége napjainkban. NKE online folyóirata: Műszaki Katonai Közlöny.
- Rohoska, L., & Ulrich, R. (1993.). *Segédlet az életvédelmi létesítmények (óvóhelyek) üzemeltetési, karbantartási és felújítási feladatainak elvégzéséhez*. Budapest: Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft.
- Somogyi, F. (2014.. július 10.). *Atombiztos bunker a város szélén*. Forrás: <https://www.diszpolgar.hu/atombiztos-bunker-varos-szelen>
- Szabó, B. (2017. 4. szám). NAGY VÉDŐKÉPESSÉGŰ VÉDETT LÉTESÍTMÉNYEKET ÉS AZ AZOKBAN TARTÓZKODÓKAT VESZÉLYEZTETŐ TÉNYEZŐK. Műszaki Katonai Közlöny.
- Szalai, J. A SPECIÁLIS ERŐDÍTÉSI LÉTESÍTMÉNYEK ELEKTRONIKUS BERENDEZÉSEI ELEKTROMÁGNESES IMPULZUS ELLENI VÉDELMÉNEK SZÜKSÉGESSÉGE.

*Tartószerkezetek, méretezési előírások Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhelyek  
(Műszaki irányelv). (1993. szeptember).*

Temet Oy. Forrás: <https://www.temet.com/products/blast-doors/standard-blast-doors>