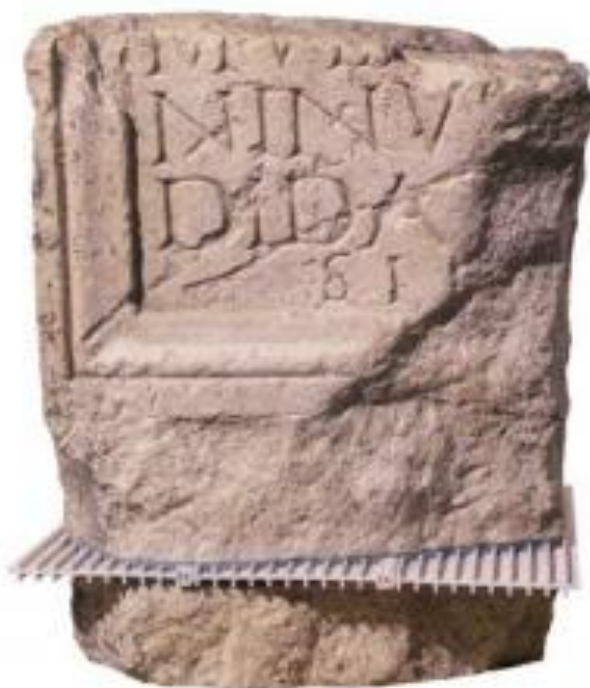




A **HIO**-TECHNOLÓGIA[®], AZ UTÓLAGOS FALSZIGETELÉSI ELJÁRÁS

MŰEMLÉKDIAGNOSZTIKAI ÉS STATIKAI IRÁNYELVEI



2023. január hó



ALÁÍRÓLAP

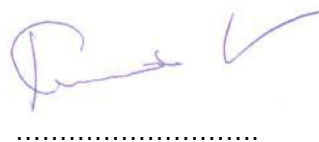
Megbízó:

HPS HIO-protection system Kft.
1053 Budapest, Veres Pálné u. 17-19.

Megbízott:

RETICOLO Kft.
1016 Budapest, Aladár utca 17.
tel: +36 1 214 0359
www.reticolo.hu

Kovács Csaba
okl. építőmérnök
tartószerkezeti vezető tervező
tartószerkezeti szakértő
műemlékvédelmi szakmérnök
műemléki épületdiagnosztikai szakértő
K.ny.sz.: 13-2642
Nyilv.sz.: 21-0375



.....



TARTALOMJEGYZÉK

Tartalomjegyzék	3
Előzmények.....	4
– Műemléki diagnosztikai vélemény a HIO technológia®, az utólagos falszigetelési eljárás alkalmazásáról (készítette: Dr. Bódi István, okl. építőmérnök, 2016).....	4
– Első típusvizsgálati jegyzőkönyv (ÉMI, 2015.07.06.).....	4
A technológia általános ismertetése.....	5
A HIO –technológia® részletes ismertetése.....	6
Alapanyagjellemzők és méretek vizsgálata.....	7
A HIO technológia® alkalmazásának műemlékdiagnosztikai és statikai irányelvei.....	8
Általános irányelvek.....	8
Függőleges, központos terhelés.....	9
Ferde hatásvonalú, külpontos terhelés.....	10
Pillérek, oszlopok külpontos terhelése.....	13
Földrengésvizsgálat.....	13
Összefoglalás.....	15
Hivatkozott szakirodalom.....	16



ELŐZMÉNYEK

A címben jelzett HIO-technológia® közel 25 éve ismert és alkalmazott technológia Magyarországon.

Ebben az összeállításban áttekintem, megvizsgálom azokat az információkat, vizsgálati eredményeket, dokumentációkat, melyek előzményként rendelkezésemre álltak, majd ezen előzményeket rendezve és aktualizálva összeállítok egy iránymutatást egy jelentés formájában.

Ez kiterjed a technológia részletes bemutatására, a különböző vizsgálatokat végző intézmények jelentéseinek összefoglalására és értelmezésére.

Megfogalmazok olyan műemlékdiagnosztikai és statikai irányelveket, melyeket a beépítés során javasolt figyelembe venni.

Kitérek a beépítési technológiákra, az anyagokra, azok épületfizikai jellemzőire.

Foglalkozok a különleges esetek bemutatásával és az ilyen esetekben figyelembe veendő előírásokkal is.

A jelentés elkészítéséhez az alábbi adatok, előzmények álltak rendelkezésemre:

- Műemléki diagnosztikai vélemény a HIO- technológia®, az utólagos falszigetelési eljárás alkalmazásáról (készítette: Dr. Bódi István, okl. építőmérnök, 2016)
- Első típusvizsgálati jegyzőkönyv (ÉMI, 2015.07.06.)
- Tapadószilárdság és nyírószilárdság ellenállás vizsgálati jegyzőkönyv (Novi Sad Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar, Építőanyag laboratórium, 2021.05.27.)
- A beépítendő lemez nyomószilárdsága és alakváltozás vizsgálat (Novi Sad Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar, Építőanyag laboratórium, 2019.12.10.)
- A téglá és kőfalakba beépítendő HIO-master lemez® biztonság-hatékonysági számítása (Belgrád Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar, 2021. június)

A 2016-ban készített diagnosztikai vélemény óta több jelentős fejlesztés és újítás készült, így szükségesnek láttuk a 2023-ban rendelkezésünkre álló információk alapján elkészíteni az aktuális iránymutatást.

A következő fejezetekben összefoglalom a műszaki, technológiai, műemlékdiagnosztikai és statikai tudnivalókat.



A HIO-TECHNOLÓGIA® ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A HIO-technológia® európai szabadalommal rendelkező utólagos falszigetelési eljárás, amely jelenlegi ismereteink szerint számos előnnyel rendelkezik, az építőipari piacon ismert és alkalmazott eljárásokhoz viszonyítva. Ezeket az előnyöket ill. körülményeket részletezve:

a) Ez az általunk jelenleg ismert egyetlen (szabadalmaztatott: Hungarian Patent no. 2 140 074 (EP); European Patent Application 20 731 250.5 (4 081 689) technológia, amely a falak és oszlopok teljes átvágása mellett sem károsítja az épület szerkezetét és stabilitását, mert nem süllyed meg (a lemez maximális összenyomódása törési terhelésnél 1,5 mm) az épület, nem jelennek meg repedések, tapasztalat szerint később, az építmény üzemének visszaállítása során sem.

b) Ez a technológia valósítja meg, - vizsgálataink szerint, először-, hogy bármilyen méretű falat át lehet vágni, legyen szó akár két, három, vagy még több méteres falvastagságról -, anélkül, hogy veszélyeztetve lenne az épület stabilitása (a relatív függőleges elmozdulások csekély mértéke miatt).

c) A falátvágást ultragyors gyémántszemcsés huzallal végzik, ezzel környezetbarát módon, minimumra csökkentve az építés üzemével járó zajt és a rezgést, valamint az építményben folyó rendeltetésszerű munka zavarását.

d) A vágás szinte észrevétlen marad a kőből, márványból vagy műkőből készült homlokzaton is, mivel annak nyoma, gond nélkül eltüntethető egyszerű fuga képzésével. A HIO-master lemez® és a megszilárdult injektálómassza kimutathatóan jó tulajdonságai miatt a kialakításra kerülő új fuga-réteg ellenáll a szeizmikus mozgások hatásainak is.

e) Az utólagos szigetelési eljárásban használt kötőanyagként nagy tapadószilárdságú masszát injektálnak a résbe, amely az alkalmazott HIO-master lemezzel® és a fal építőanyagával együtt új, a korábban meglévőnél erősebb fugát alkot. A rendelkezésre álló tapasztalatok szerint, a régi, többnyire mészkötőanyagú vakolatok már korábban elvesztették korábbi –elsősorban a vízzárással kapcsolatos jó tulajdonságaikat. Ismert tény hogy a - főleg a Monarchia korában az I. világháború végéig - megépült falak talajnedvesség elleni szigetelésére nem fordítottak gondot [1], feltehetően a megfelelő, de olcsó szigetelő anyagok hiánya miatt. A vízszintes falszigetelést jó esetben kátránypapír, vagy bitumenes kenés alkotta, amely rövid idő alatt hatástalanná vált. Ez okozza a meglévő épületállományunk vízszigetelési gondjainak többségét.

f) A HIO-master lemez® magasságát beépítéskor a falba vágott réshez igazítják, amely így átveszi a terhelést, ezzel gyakorlatilag biztosítva a süllyedésmentességet. A HIO-master lemez® különböző adalékanyagokkal dúsított PVC-ből készül, amely a falba beépítve minden várható kémiai hatásnak nagyon hosszú ideig ellenáll.

g) A HIO-technológia® révén kifejlesztett eljárásban a HIO-master lemez® összekapcsolható a függőleges vízszigeteléssel és a padlószigeteléssel. A megoldás hatékonyságát számos ily módon szigetelt pince és alagsori helyiség jelen állapota bizonyítja, amelyek jelenleg könyvtárként, laboratóriumként, tanteremként, archívumként, vagyis magasabb használati értékű helyiségként szolgálnak. A kapilláris nedvesség és annak következményeinek megszüntetése a régi épületekben szinte tökéletesen száraz falakat és megváltozott mikroklímát eredményez, ami két okból is fontos: g1) a korábban használhatatlan helyiség egészséges lakóhelyiséggé válik és g2) jelentősen megnő a régi épület energetikai hatékonysága, mert a nedves, hideg falak fűtésére sokkal több hőenergiára lenne szükség.

h) Az építéstechnológiai vonatkozások értékelése során azt találtuk, hogy h1) lényegesen rövidebb a munkavégzés ideje.(az összes többi ismert falszigetelő eljárással összehasonlítva).

h2) Relative kitűnő e technológia ár-érték aránya tekintve, hogy a legtöbb hasonló célú szigetelési eljárást szükséges rövid idő átlagában megismételni.

i) Megjegyezzük, hogy szinte bármilyen építőanyagból épült ház/falszerkezet kezelhető ezzel az eljárással: téglá-, kő-, de akár vályog- vagy vert fal szigeteléséről vannak sikeres kivitelezési példák. Ez a tény újabb felújítási lehetőségeket nyit meg a HIO-technológia® alkalmazásában, főként a műemléki épületek állagmegóvása, épületfenntartása területén is.

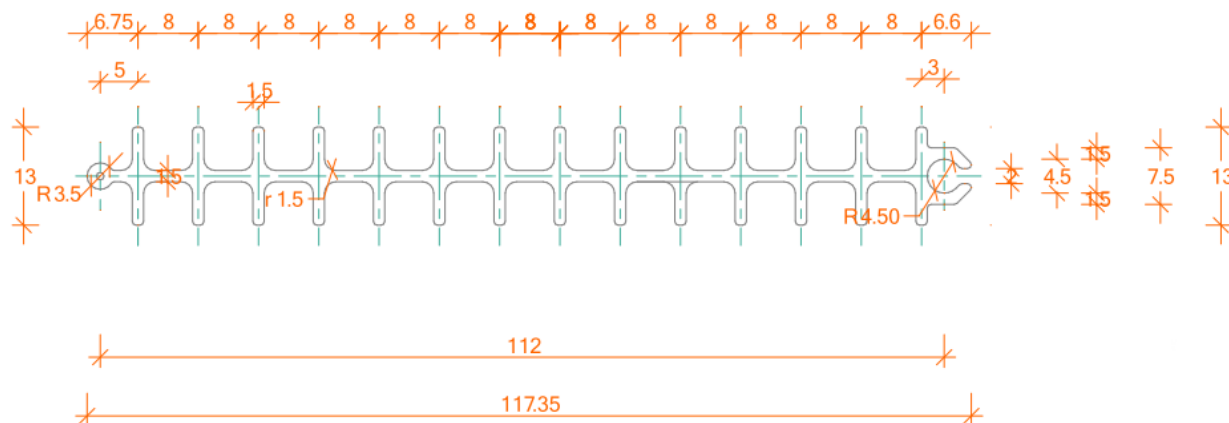
A HIO-TECHNOLÓGIA® RÉSZLETES ISMERTETÉSE

A HIO-technológia® elnevezésű utólagosan beépített vízszintes falszigetelés tartósan elárja a talajból az épületfalazatokba kapillárisan felszívódó nedvesség útját - az épület stabilitásának megbontása nélkül. A technológia alkalmazása során épületek falainak, oszlopainak vízszintes teljes átvágása történik, a hézagokba vízszintes vízzáró rétegként egymásba fűzött HIO-master lemezeket® nyomnak be, amelyek formájukkal (a lemezre merőleges bordákkal) és a beépítés módjával (a lemezek vastagságát a beépítés előtt a kivágott rés magasságához igazítják) önhordó módon megakadályozzák a falak megsüllyedését.

A HIO-master lemez® kemény polivinil-klorid, mindkét oldalán fogazott lemez (1. ábra), amely a vegyi hatásnak ellenálló tulajdonságát javító adalékkal és UV stabilizátorral készül. A HIO-master lemez® megfelelő nyomószilárdsága és merevsége biztosítja a terhelés átvételét anélkül, hogy a falazat megsüllyedne (a lemez maximális összenyomódása törési terhelésnél 1,5 mm).

A falak teljes keresztmetszetének átvágása gyémántszemcsés huzallal, 20-30 cm-es szakaszokban történik. A kivágott rés kitakarítása és mérése, a vízzáró HIO-master lemez® szükséges méretű legyalulása. A szakaszosan vágott rések magassága nem azonos, 10-13 mm közötti, függ a falátvágáshoz használt szerszámtól és a falak állapotától.

A HIO-master lemezek® 11,7 cm széles és 13 mm vastag, függőleges bordázatú, a bordázat és a vízszintes sín között íves átmenettel csatlakozó PVC lapok, amelyeket a helyszínen az adott szakaszhoz szükséges mértékig legyalulnak.



1. ábra



Ezzel egy megfelelő vízzáró réteget képeznek a falban. A függőleges bordák átveszik az épület terhelését anélkül, hogy deformálódnának (nincs szükség ékelésre, nem repedeznek meg a falak, és nem süllyednek meg, mint ahogyan az egyes más falátvágásos eljárásoknál gyakran előfordul). A HIO-master lemez® függőleges nyomószilárdságának középértéke 10,39 MPa.

A szakaszosan kivágott résekbe nagy tapadósilárdságú cementalapú polimer masszát injektálnak (a szabadalom részét képező injektálótűvel és a szintén saját fejlesztésű pumpával) 30 bar nyomás alatt, aminek köszönhetően a fal teljes keresztmetszetét és a bordák közét is kiinjektálják.

A HIO-master lemezek® beütése a beinjektált masszán át, amely nagy tapadósilárdságával összeköti a rés alsó és felső síkját a lemezzel, új vízzáró réteget képezve a falban - egy új, monolit fugát alakít ki. A lemezeknek homyos és kapcsos végét egymásba kapcsolva végtelenített lemez alakítható ki.

Az injektált massa tökéletesen kitölti a lemez bordaközeit, a megszilárdulás után a lemezzel együtt új fugát képez a falban, biztosítva a fal szilárdságát és a vízzárást.

ALAPANYAGJELLEMZŐK ÉS MÉRTEK VIZSGÁLATA

Az anyagjellemzőket a [2] alapján ismertetjük.

Méretek és alapanyag meghatározása az MSZ EN ISO 1163-1:2000 szerint

A HIO-master lemez® egy függőleges bordázatú extrudált PVC lap, amely méretei a következők:

Hosszúság: $< 2500 \pm 0,3$ mm (falvastagság függvénye)

Szélesség: $117,35 \pm 0,15$ mm

Vastagság: $13 \pm 0,15$ mm

A borda vastagsága: $1,5 \pm 0,15$ mm

A bordák egymástól való távolsága: $6,5 \pm 0,15$ mm (tengelytávolsága: 8,0 mm)

A vizsgálatra vonatkozó adatokat és az egyedi mérési eredményeket az ÉMI A-2270/2011 témaszámú *Utóellenőrzési vizsgálati jegyzőkönyv* tartalmazza.

Nyomószilárdság és a deformáció középértéke az MSZ EN 13245-2:2009 szerint

A HIO-master lemez®

A nyomószilárdság 48 N/mm^2 ,

A deformáció középértéke; 0,4 mm.

A vizsgálatra vonatkozó adatokat és az egyedi mérési eredményeket az ÉMI A-2270/2011 témaszámú *Utóellenőrzési vizsgálati jegyzőkönyv* tartalmazza.

Injektáló habarcs nyomószilárdsága az MSZ EN 1015-11:2000 szerint

A HIO-technológia® elnevezésű utólagosan beépített horizontális falszigetelésben alkalmazott injektáló habarcs nyomószilárdsága 7 napos korban 2.25 N/mm^2



A vizsgálatra vonatkozó adatokat és az egyedi mérési eredményeket szintén az ÉMI az A-2270/2011 témaszámú *Utóellenőrzési vizsgálati jegyzőkönyve* tartalmazza.

Lemez és habarcs együttdolgozása az MSZ EN 1015-1 1:2000

A HIO-technológia® elnevezésű utólagosan beépített horizontális falszigetelésben alkalmazott HIO-master lemez® és injektáló habarcs együttdolgozása megfelelő. A tapadószilárdság vizsgálata azt mutatta, hogy a HIO-master lemezről® történt leszakítás során a habarcs 28 napos korban az anyagában szakadt, vagyis a követelményeknek megfelel.

A vizsgálatra vonatkozó adatokat és az egyedi mérési eredményeket az ÉMI A-2492/2007 témaszámú *Utóellenőrzési vizsgálati jegyzőkönyve* tartalmazza.

Fontos kiemelnünk, hogy az alkalmazott anyagok és eljárás megfelel a vonatkozó MSZ EN hatályos szabványoknak (lásd a fenti szövegben a hivatkozásokat) valamint, hogy az eljárásban alkalmazott HIO-master lemez® nyomószilárdsága (48 N/mm^2) többszöröse a vonatkozó építési korszak falazat-szilárdságainak, így módon megfelelő biztonsággal teljesíti a szilárdsági követelményeket is.

A HIO-TECHNOLÓGIA® ALKALMAZÁSÁNAK MŰEMLÉKDIAGNOSZTIKAI ÉS STATIKAI IRÁNYELVEI

ÁLTALÁNOS IRÁNYELVEK

Az épületek falátvágásos HIO-technológiájára® több száz magyarországi és külföldi példa található. Általánosságban elmondható, hogy ez a technológia biztonságosan lehetővé teszi épületeink szigetelését oly módon, hogy elkerüljük a tartószerkezet megsüllyedését, elmozdulását. Épületeinknél legtöbb esetben az alaptest közelében kerül átvágásra a szerkezet, ebben a keresztmetszetben már jellemzően függőleges, kisebb mértékben ferde hatásvonalú igénybevétellel találkozunk.

A következőkben ezekre nézünk példákat és vizsgáljuk meg a statikai számítással ellenőrizendő feltételeket.

Fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy a falátvágásos szigetelés előtt műemlékdiagnosztikai szakvélemény alapján kerüljön meghatározásra a szerkezet ellenállási jellemzői (szemrevételezés, helyszíni vizsgálatok, laborvizsgálatok) majd statikai szakvéleményben legyen rögzítve és meghatározva a teherhordási modell, kerüljön megvizsgálásra mindazon körülmény, mely befolyásolhatja a falátvágás eredményességét.

Az ÉMI és a Novi Sadi Műszaki Egyetem által készített jelentésekben a lényegesebb anyagjellemzők (szerkezeti ellenállás, R) értékeit adják meg.

Az EUROCODE három tartószerkezetekkel szemben támasztott alapkövetelményt fogalmaz meg.

- Hatásokkal szembeni ellenálló képesség
- Használhatóság
- Tartósság

Általában elegendő a hatásokkal szembeni vizsgálatot elvégezni ennél az eljárásnál. Ebben az esetben igazolni kell,



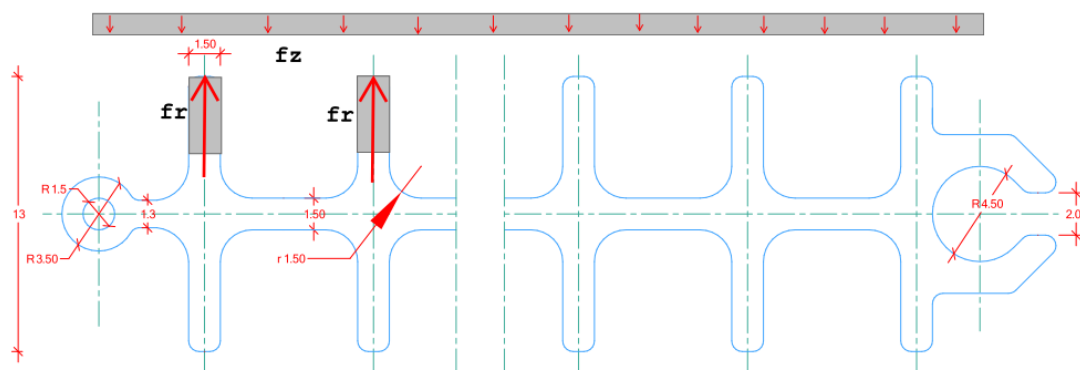
hogy a hatás tervezési értéke kisebb vagy egyenlő, mint az ellenállás tervezési értéke.

$$Ed \leq Rd$$

FÜGGŐLEGES, KÖZPONTOS TERHELÉS

A leggyakrabban előforduló terhelési esetről általánosságban elmondható, hogy a HIO-master lemezek® teherbírása (injektálás előtt, ideiglenes állapotban is) jelentősen meghaladják a falazatokban fellépő mértékadó igénybevételt.

A függőleges terhelés a **vágással kialakított szakaszra** gyakorolt hatása, amelybe a **HIO-master lemez®** kerül beépítésre, az átvágott falrész hosszától függ. Ennek a kivágott szakasznak a hossza nem lehet nagyobb 15-30 centiméternél (ami a HIO-master lemez® szélességének 1,5–2,5 szeresét teszi ki). Ennek köszönhetően nem áll fenn annak a veszélye, hogy a fal megcsúszjon, hiszen a kivágott szakasz a falszakasznak csupán egy kis része, e fölött kialakul az átboltozódás ideiglenes állapotban. A HIO-master lemezek® behelyezése (beékelése) után ismét képes az adott szakasz a terhelések felvételére.



A műanyag bordákra jutó mértékadó terhelés az alábbi összefüggéssel számítható.

$$f_r = f_z \times 8.00 / 1.5 = 5,333 \times f_z$$

ahol :

f_r – a bordákra jutó, számítással megállapított nyomófeszültség

f_z – az átvágott falrészénél a nyomófeszültség átlagos értéke, közvetlenül a HIO-master lemez® felett

$f_s = 10,39 \text{ MPa}$, a HIO-master lemez® mért **nyomószilárdságának középértéke (teljes felületre vetítve)** (Az Újvidéki Egyetem Műszaki Karának Építészeti és Geodéziai Tanszéke által 2019. 12. 10-én készített vizsgálat alapján, a vizsgálati jegyzőkönyv száma 031-34/203-2019.)

Ez alapján a bordákban mért átlagos feszültség (f_r) a következőképpen alakult:

$$f_r = 10,39 \times 5,333 = 55,41 \text{ MPa}$$

Ez az érték $f_r = 55,41 \text{ MPa}$ a kemény PVC hajlítófeszültségének határértéke, ami a **HIO-master lemez®** esetében **50–60 MPa**.

Tájékoztatásul, a téglafalazatokban általában a mértékadó terhelés maximális értéke cca $f_{\max} = 1,40\text{--}1,60 \text{ MPa}$

Az ebből számítható bordára jutó mértékadó feszültség értéke $f_{\text{rtégla}} = 1,60 \times 5,333 = 8,53 \text{ MPa}$



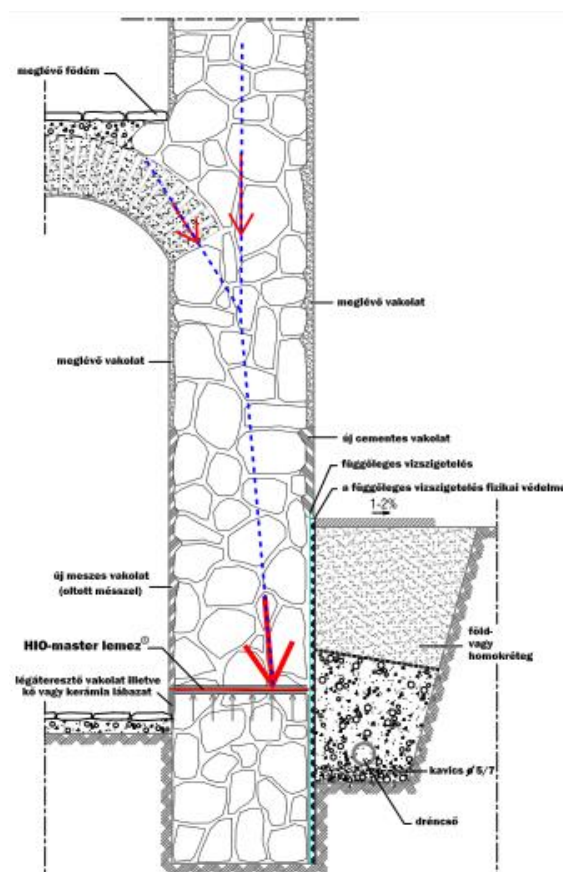
$$Y = f_r / f_{rt\acute{e}gla} = 55,41 / 8,53 = 6,49 = 649\%$$

ami cca 6-szoros biztonságot jelent téglafalak esetében.

A **kőfalak** mértékadó teherbírási képessége a felhasznált anyagok és szerkezeti kialakítás függvényében jóval nagyobb, mint a téglafalaké, cca 3-szorosát is elérheti. Így kijelenthető, hogy kőfalak esetében is több mint 2-szeres biztonsággal lehet alkalmazni a HIO-master lemezt® központos függőleges terhelés esetében.

FERDE HATÁSVONALÚ, KÜLPONTOS TERHELÉS

Főleg boltozatos épületeinknél gyakran előfordul, hogy a boltozati ferde támaszerő miatt a vágási síkon a terhelés jelentősen külpontossá válik. Ezen felül megjelenik a ferde erő vízszintes komponense is.



Alapvetően két esettel kell foglalkoznunk:

a; a mértékadó nyomóerő támadáspontja a magidomon belül van

b; a mértékadó nyomóerő támadáspontja a magidomon kívül van

a; a mértékadó nyomóerő támadáspontja a magidomon belül van



A mértékadó nyomóerő (F) támadáspontja az átvágott keresztmetszet magidomán belül van. Ebben az esetben a teljes keresztmetszet hatékonyan részt vesz az igénybevételek felvételében.

Az „e_m” külpontossággal működő erő függőleges (F_v) és vízszintes (F_h) komponenseivel kell számolnunk.

Az F_v erőből számított szélső szál feszültséget az alábbi képlet alapján tudjuk meghatározni:

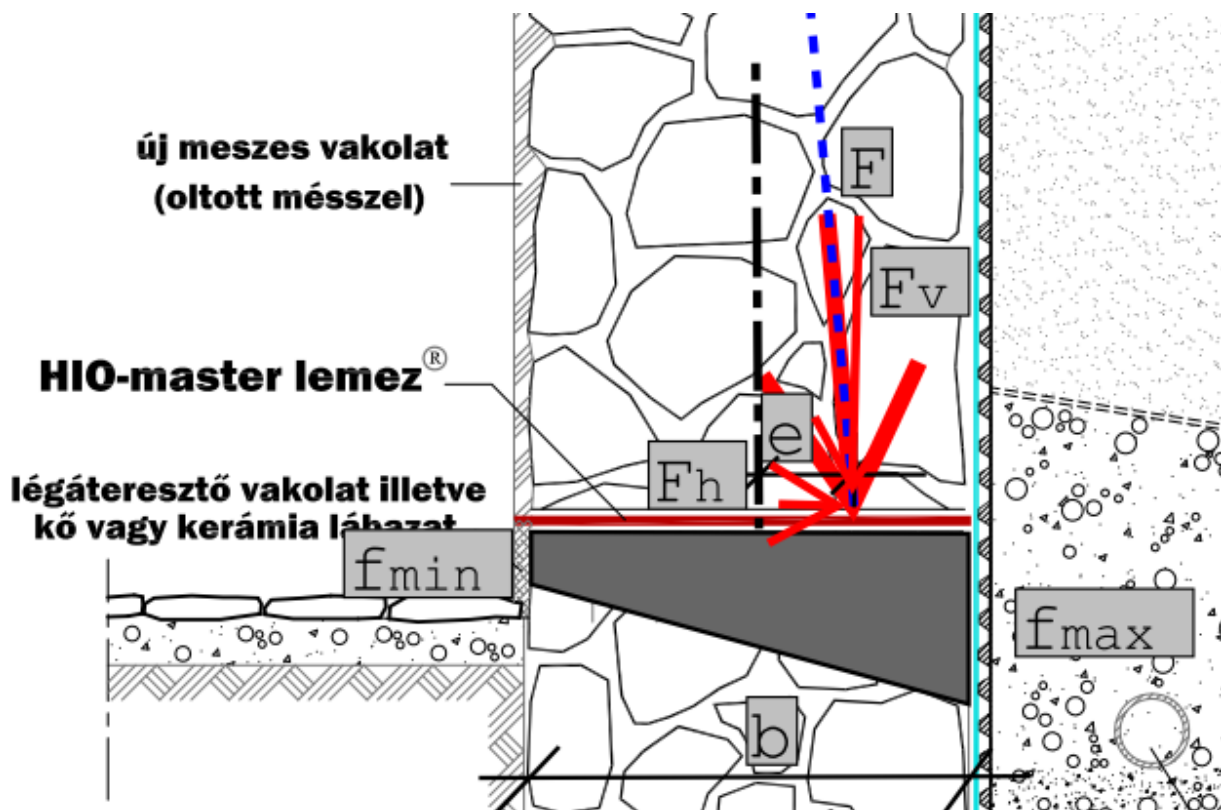
$$f_{\max} = F_v / b + (F_v * e_m * 6) / b^2$$

Az e_m számításánál a szabványban megadott kezdeti külpontosságot is figyelembe kell venni.

Az $f_{\max} < f_s = 10,39 \text{ MPa}$ feltétel teljesülése esetén a HIO-master lemez[®] teherbírása **megfelelő**.

A **vízszintes komponens (F_h)** nyíró igénybevételt okoz, melyet az elvágott keresztmetszetbe beékeltek majd az F erővel leterhelt HIO-master lemez[®] nyírási ellenállása ellensúlyoz.

Az Újvidéki Egyetem Műszaki Kara, Építészeti és Geodéziai Tanszékének 2021. 05. 27-én készült 031-34/ND-HIO/1 sz. beszámolója alapján megállapított nyírószilárdság **f_{ny,tégla} = 0,37 MPa** téglafalban, a kőfalban viszont **f_{ny,kő} = 0,69 MPa**.



$$f_{ny,\max} = F_h / b$$

$$f_{ny,\max} < f_{ny,tégla} = 0,37 \text{ MPa}$$

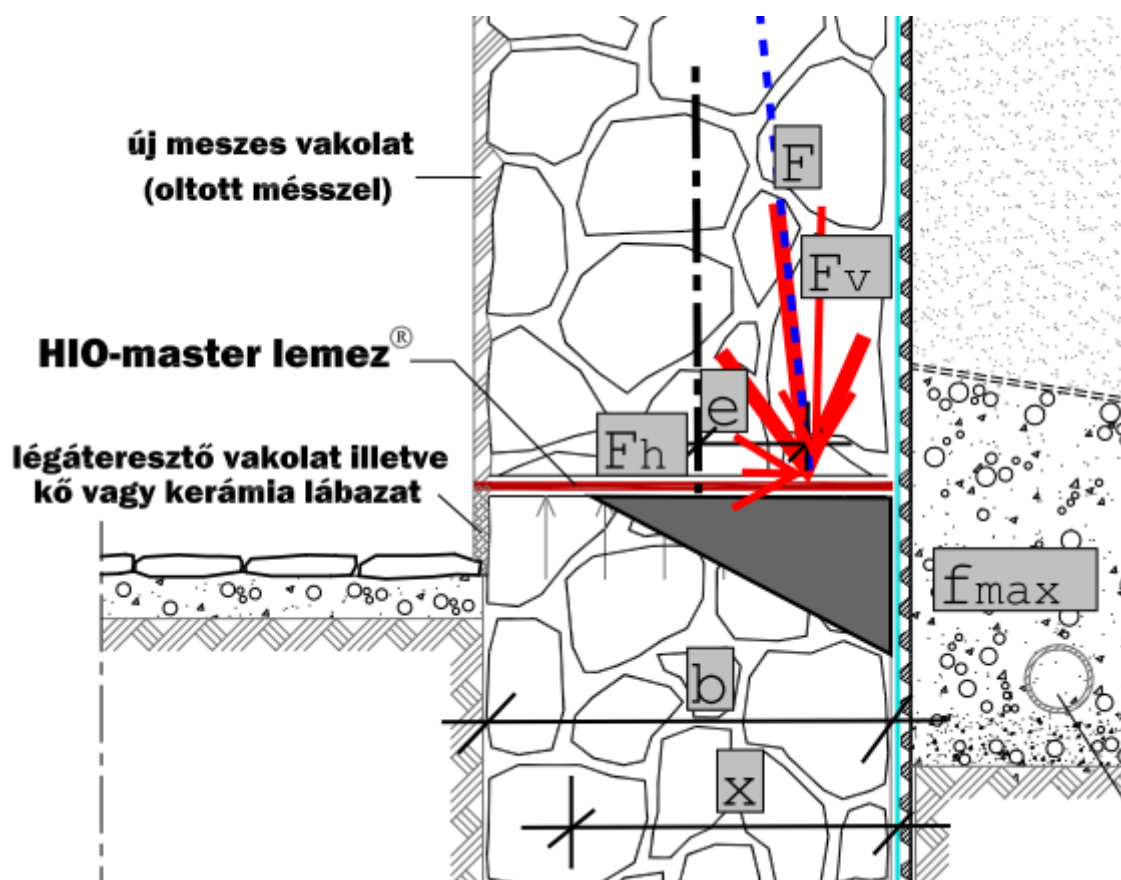


b; a mértékadó nyomóerő támadáspontja a magidomon kívül van

Ebben az esetben a húzási ellenállással nem (vagy csak elhanyagolható mértékben) rendelkező szerkezetek esetében (tégla, kő, vályog stb.) nem dolgozik a teljes keresztmetszet.

Ez jelentősen befolyásolja mind a függőleges mind a vízszintes igénybevételek felvételének a lehetőségét.

Ilyen esetben pontosan meg kell határozni a hatékony keresztmetszet geometriai jellemzőit és ennek megfelelően a belső ellenállás mértékét is.



Ebben az esetben az $f_{\max} \cdot x / 2$ feszültségtest ellensúlyozza az F_v erőt.

Az x hatékony méret meghatározása az alapján történik, hogy az F_v erő a dolgozó feszültségtest súlypontjában van.

$$x = (3 \cdot b / 2) - 3 \cdot e_m$$

Igy meghatározható az $f_{\max}$ értéke

Az $f_{\max} < f_s = 10,39 \text{ MPa}$ feltétel teljesülése esetén a HIO-master lemez® teherbírása **megfelelő**.

A **vízszintes komponens (F_h)** csúszató igénybevételt (nyírófeszültség) jelent, melyet az elvágott keresztmetszetbe beékelte majd az F erővel leterhelt HIO-master lemez® **hatékony méretének (x)** csúsztatási ellenállása ellensúlyoz.



$$f_{ny,max} = F_h / x$$

$$f_{ny,max} < f_{ny,t\acute{e}gla} = 0,37 \text{ Mpa}$$

$$f_{ny,max} < f_{ny,k\ddot{o}} = 0,69 \text{ Mpa}$$

PILLÉREK, OSZLOPOK KÜLPONTOS TERHELÉSE

A pillérek, oszlopok elvágása igen nagy körültekintést igénylő művelet.

Ezek a tartószerkezeteken általában lényegesen nagyobb teher koncentrálódik, mint a folytonos megtámasztást biztosító főfalak esetében.

Legtöbb esetben **F_h** vízszintes komponenssel nem kell számolni, ugyanis a csuklós megtámasztás miatt ez az igénybevétel nem tud fellépni (kivéve, ha az oszloptest nem kap közvetlen vízszintes direkt terhelést)

Azonban a külpontos **F_v** erő előfordulhat (pl. szélső oszlop esete), ezért ilyen esetben az alábbi eljárást célszerű követni.

- meghatározzuk a mértékadó függőleges terhelést és a külpontosságot
- az előzetes műemlékdiagnosztikai vizsgálatokból a pillér belső nyomási ellenállás jellemző értékét meghatározzuk
- az átvágási keresztmetszetben meghatározzuk a tényleges feszültségtest geometriáját
- a tervezett átvágást figyelembe véve meghatározzuk azt a vágási méretet és irányt, mely még elegendő feszültségtestet biztosít a függőleges terhek felvételére
- javasolt $n = 2$ biztonsági tényező figyelembe vétele a szilárdsági vizsgálat számításánál a nagyobb szerkezeti biztonsági illetve a kockázati tényezők miatt

Az átvágás ütemeinek és méreteinek meghatározásához pontos előtervezés szükséges.

Javasolt biztonsági dűcolat mellett végezni ezt a tevékenységet.

FÖLDRENGÉSVIZSGÁLAT

Épületek, építmények földrengési hatásokra való méretezésével az EN 1998 Eurocode 8 (röviden EC8) foglalkozik. A földrengésvizsgálat egy igen összetett, bonyolult, több tényezőt egyidejűleg figyelembe veendő folyamat.

A számításokat többféle módszerrel végezhetjük el.

- Vízszintes erők módszere
- Nem-lineáris eltolás vizsgálat
- Modális válaszspektrum módszer
- Időtörténeti vizsgálat (dinamikus vizsgálat)



A fentebb felsorolt vizsgálatok meglehetősen bonyolult és időigényes számításokat igényelnek.

Az alkalmazandó eljárást minden esetben statikus tervezőnek kell meghatároznia.

Az eddigi gyakorlat, a több száz referencia ismeretében javasolható a „Maximális földrengéstéher egyszerű becslése” (vízszintes erők módszere) eljárás elkészítése, ugyanis ez a vizsgálat adja a számított legnagyobb értéket. Így a biztonság javára kapunk vízszintes mértékadó igénybevételeket.

Ez az eljárás a szerkezetre ható földrengési teher eredőjének értékére (vagyis az alapnyíróerőre, F_b) ad felső becslést. Ennél az eljárásnál figyelembe vesszük, hogy az S_d görbének felső platója van és itt a maximális gyorsulás

$$\text{értéke } S_{d \max} = 2,5a_g * S/q$$

Ennek alapján az $F_b = (Q/g) * S_{d \max}$ összefüggés ismeretében az alábbi táblázat ad eredményeket a magyarországi földrengészónák ismeretében.

15-6. táblázat

A maximális F_b földrengéstéher becslése					
Követelmény	szeizmikus zóna				
	1.	2.	3.	4.	5.
teherbírás	0,133 $S Q$	0,167 $S Q$	0,200 $S Q$	0,233 $S Q$	0,250 $S Q$
korlátozott károk	0,08 $S Q$	0,10 $S Q$	0,12 $S Q$	0,14 $S Q$	0,15 $S Q$

A maximális földrengéstéher becslése [5]

ahol Q az épület szeizmikus kombináció szerinti függőleges terhe (az alapozás kivételével)
 S értékei a következő táblázatból vehető dimenzió nélküli szám

A talajszorzók és a válaszspektrum töréspontjaihoz tartozó rezgésidők				
Talajosztály	Talajszorzó (-)	Rezgésidők (sec)		
	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	
C	1,15	0,20	0,6	
D	1,35	0,20	0,8	
E	1,4	0,15	0,5	

S értékek [5]

Az így számított F_b csúsztató erőt kell összehasonlítani az elvágási síkon lévő szerkezeti ellenállással. Amennyiben a teljes épület elvágásra került, úgy összegezzük a teljes elvágott felületet.

$$F_b \leq f_{ny} * \sum A$$

ahol f_{ny} az elvágott felület nyírásra megadott mértékadó ellenállási értéke és $\sum A$ a teljes átvágott felület. Fontos megjegyezni, hogy az épület csavarási külpontossága miatt és a szerkezeti kialakítás miatt az F_b erő nem egyenletesen oszlik el, ezért az esetlegesen szükséges korrekciós tényezőt statikus tervezőnek kell mérlegelnie.



Általánosságban elmondható, hogy a beragasztott HIO-master lemez® nyírási ellenállása **fny,tégla = 0,37 Mpa** illetve **fny,kő = 0,69 Mpa** jelentősen meghaladja a téglá- és kőszerkezetek nyírási ellenállását, ezért a földrengéstéher az elkészült kapcsolatban nem okoz károsodást. Így a földrengéstéherből származó igénybevétel jellemzően nem mértékadó a HIO-technológia® alkalmazásánál, így általában nem szükséges részletesen vizsgálni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A HIO-technológia® több mint 25 évre visszatekintő és alkalmazott utólagos vízszigetelési eljárás.

Egyedülálló előnyét jelenti a többi eljáráshoz képest, hogy azonnal – már az átvágási folyamat ideiglenes állapotában is – teljes biztonsággal megtámasztja az épület elvágott teherhordó szerkezeteit, így megakadályozza a káros süllyedéseket.

A HIO-technológiával® készült utólagos falszigetelések az elvégzett minősítő vizsgálatok [2] és szakmai referenciák tanúsága szerint megfelelően kielégítik az utólagos víz- és felszívódó nedvességekkel kapcsolatos szigetelési problémákat. A tapasztalatok szerint a HIO-technológia® alkalmazása az épület tervezett élettartama tekintetében is megfelel az MSZ EN szabványok teherbírasi és használati követelményeinek.

A HIO-technológia® alkalmazása különösen ajánlott, műemléki épületek utólagos vízszigetelési problémáinak megoldására is, mivel megvalósítása nem zavarja az építmény/épület használatának eredeti funkcióját.

Általánosságban elmondható, hogy az alkalmazott eljárás az épület állékonyságát nem veszélyezteti, de fontos hangsúlyozni, hogy mivel ez egy jelentős szerkezeti beavatkozás, ezért minden esetben statikus tervezőnek kell mérlegelnie, hogy milyen típusú és jellegű ellenőrző vizsgálatok, számítások szükségesek.

A beavatkozás előtt célszerű műemlékdiagnosztikai-és statikai szakvéleményt készíteni, melyben az épület teherhordási rendszere, az anyagok ellenállási jellemzői meghatározásra kerülnek.

Az elvégzendő számítások típusait, az ellenőrzés formáját az épület jellege, állapota alapján kell mérlegelni.

Összességében elmondható, hogy a kellő körültekintéssel előkészített és ellenőrzött szerkezet átvágási folyamat kellően biztonságos, az épület lokális és globális állékonyságát sem veszélyezteti.

Kovács Csaba

okl. építőmérnök

tartószerkezeti vezető tervező

tartószerkezeti szakértő

műemlékvédelmi szakmérnök

műemléki épületdiagnosztikai szakértő

K.ny.sz.: 13-2642

Nyilv.sz.: 21-0375



HIVATKOZOTT SZAKIRODALOM

- [1] Dr. Dulácska Endre: *Épületek tartószerkezeteinek diagnosztikája és rekonstrukciója*
BME Építésztechnológiai jegyzet, (2014)
- [2] ÉMI Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.
Központi Laboratórium, Az ÉMI A-60/2015 témaszámú
Első típusvizsgálati jegyzőkönyv
- [3] <https://www.hio-technology.com/hu/hio-technologia>
- [4] Dr. Sajtos – Dr. Hegyi – Dr. Sipos – Vető – Merle – Orbán: *Példatár Falazott szerkezetek méretezésére*
BMGE, Wienerberger kiadvány, (2010)
- [5] Dr. Visnovitz – Erdélyi – Dr. Kollár: *A tartószerkezeti tervezés alapjai. Terhek és hatások* BMGE jegyzet,
(2014)