



Építészmérnöki Kar
Tudományos Diákköri Konferencia
2023

Ajtóbeépítések alsó részletképzésének épületszerkezeti értékelése

Herner Dániel, Várvölgyi Zoltán

témavezető: Pataky Rita

Épületszerkeztani Tanszék

Tartalom

1. BEVEZETÉS	4
2. KUTATÁSI MÓDSZERTAN	5
2.1. VIZSGÁLT ESETEK	5
2.2. ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK.....	6
2.3. EGYSZERŰSÍTETT HŐHÍDSZIMULÁCIÓK MAGYARÁZAT	8
2.4. ÉRTÉKELÉS, VÍZSZINTES BEÉPÍTÉS SZEREPE	8
2.5. JELMAGYARÁZAT AZ ÁBRÁKHOZ.....	9
3. HOMOGEN FALSZERKEZETBE TÖRTÉNŐ ÉPÍTÉS	10
3.1. ALÁPINCÉZETLEN LÁBAZAT – HOMOGEN FALSZERKEZET	12
3.1.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	12
3.1.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	14
3.2. ALÁPINCÉZETT LÁBAZAT – HOMOGEN FALSZERKEZET	18
3.2.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	18
3.2.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	19
3.3. TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁS NÉLKÜL – HOMOGEN FALSZERKEZET.....	21
3.3.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	21
3.3.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	21
3.4. TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁSSAL – HOMOGEN FALSZERKEZET	23
3.4.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	23
3.4.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	24
3.5. ERKÉLYLEMEZ HŐSZIGETELVE	25
3.5.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	25
3.5.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	26
3.6. ERKÉLYLEMEZ HŐHÍDMEGSZAKÍTÓVAL	27
3.6.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	27
3.6.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	28
4. HŐSZIGETELT FALSZERKEZETBE TÖRTÉNŐ ÉPÍTÉS	29
4.1. ALÁPINCÉZETLEN LÁBAZAT – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET.....	31
4.1.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	31
4.1.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	32
4.2. ALÁPINCÉZETT LÁBAZAT – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET	34
4.2.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	34
4.2.1. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	35
4.3. TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁS NÉLKÜL – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET	36
4.3.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	36

4.3.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	36
4.4 TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁSSAL – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET	38
4.4.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	38
4.4.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	39
4.5. ERKÉLYLEMEZ HŐSZIGETELVE	40
4.5.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	40
4.5.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	41
4.6. ERKÉLYLEMEZ HŐHÍDMEGSZAKÍTÓVAL	42
4.6.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA	42
4.6.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA	43
5. ÖSSZEFOGLALÁS	44
6. A KITEKINTÉS SZÜKSÉGE, TOVÁBBI VIZSGÁLATOK	45
7. ÖSSZESÍTETT ÉRTÉKELŐTÁBLA	46
.....	46
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	47
IRODALOMJEGYZÉK	48
ÁBRAJEGYZÉK	48
TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	49

1. BEVEZETÉS

A nyílászárók beépítéséről számos kutatás, publikáció született. Ám ezek döntően a vízszintes, illetve a felső beépítési csomópontokra koncentrálnak [1, 2]. Ez érthető, hiszen a tervezést alapvetően fogja befolyásolni a nyílászárhoz választott árnyékoló szerkezet és a felső beépítési részlet „konfliktusa”; sok esetben a beépítési síkot ennek megfelelő, hőhídcsökkentett megoldása fogja meghatározni. Például a következő változók fordulhatnak elő egy ilyen esetben: mekkora helyet foglal el az árnyékolószerkezet; ajtó vagy ablak elé szükséges beépíteni? Mi a falszerkezet rétegrendi felépítése; tolerálja-e a hőszigetelés vastagsága azt, hogy a falazat elé helyezzük az árnyékolót, vagy kávézás szükséges? A vízszintes beépítési részletek tudományos vizsgálata következtében pedig számos épületszerkezeti, hőtechnikai megállapítás van már a tervezők kezében, melyek segítségével korrektül tudjuk ezen csomópontokat is kialakítani, akár a függőleges részleti „kényszer” mellett is.

Tehát miért fontos mégis az alsó beépítési részlettel is foglalkozni?

Az új energetikai rendeletben (9/2023 ÉKM rendelet) az elődjével szemben megjelenik a hőhíd, mint fogalom:

„Hőhíd: a határoló és nyílászáró szerkezet olyan része, ahol a geometriai forma vagy az anyaghasználat miatt többdimenziós hőáram- és hőmérséklet-eloszlás alakul ki.” [6]

A rendelet alapján az energetikai számításokban a vonalmenti hőhidak mértékadóvá válnak, melyekben az ajtóbeépítések alsó csomópontjai nem elhanyagolhatók. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a vizsgáltunk elsősorban nem az energetikai kérdések miatt fontos. Sokkal fontosabb tényező egy nyílászáró beépítése során a belső komfort kérdése: télen nagyon kellemetlen tud lenni, amikor egy nem megfelelően beépített ablak előtt tartózkodva érezzük, hogy a beépítés környékén „húz” a szerkezet; a hőhíd jelentős. Továbbá állagvédelmi szempontból is lényeges, hogy a beépítés környéke ne hűljön a harmatpont alá: a kondenzáció a szerkezetek idő előtti tönkremeneteléhez, penészképződéshez vezet, mely a beltér komfortját szintén jelentősen rontja. Ezt a problémát régen is érzékelték; ezért bevált gyakorlat volt a nyílászárók alá mintegy kompenzálásképp elhelyezett radiátor. Manapság azonban ezt a „kompenzációt” már épületszerkezeti eszközökkel tudjuk orvosolni, a beépítés korrekt megtervezésével.

Azonban egy ajtóbeépítés alsó részletének vizsgálatakor a megfelelő komfort kialakítása mellett számos egyéb épületszerkezeti kérdés is felvetődik:

- a kialakítandó geometria függvényében mennyire nehéz vagy éppen könnyű a külső oldali fóliák vonalvezetése, kivitelezése?
- a megfelelő kialakítás érdekében kialakul-e bármiféle tartószerkezeti nehézség?
- mennyire nehéz a tokszerkezet rögzítése, rá tudjuk-e támasztani valamilyen alatta lévő szerkezetre vagy konzolosan a szilikát szerkezetek elé tolódik a beépítés síkja?
- a beépítés mennyire lesz kitéve a természeti hatásoknak, mint például UV sugárzás, csapóeső, por?
- az adott falszerkezeti rétegrend okoz-e beépítési nehézségeket?
- a külső burkolat csatlakoztatása okoz-e a nehézséget/kompromisszumot?
- van-e lehetőség akadálymentes kialakításra?

A kutatásunkban tehát ezen kérdésekre keressük a választ, a beépítési szituáció függvényében.

2. KUTATÁSI MÓDSZERTAN

2.1. VIZSGÁLT ESETEK

Fontos kiemelnünk, hogy – amint már feljebb is említettük - amennyiben árnyékolót is építünk a szerkezetbe, az alapvetően meghatározza a beépítés síkját. Ezért – hogy ez ne kösse meg a kezünket –, minden esetben egy **olyan ajtót vizsgáltunk, amely árnyékoló nélkül kerül beépítésre**. Továbbá a lehető legjobb hőszigetelési képesség elérése érdekében **hőszigetelő tulajdonságú vaktokat alkalmaztunk**. *(Ez alól kivételt képeztek egyes teraszajtó beépítések, ahol a nagy konzolosság miatt szögacél vaktok alkalmazása bizonyult logikus megoldásnak.)*

Mint két leggyakrabban előforduló falszerkezet, az ajtóbeépítéseket a **homogén** és a **hőszigetelt** vékonyvakolati rendszerrel ellátott szerkezeteken vizsgáltuk. Ezeken belül változtattuk a beépítési síkokat, ezeket részletesen *lásd 3. és 4. pont*.

A beépítési szituációkból a következő eseteket vizsgáltuk:

- *alápincézetlen lábazat*
- *alápincézett lábazat*
- *terasztető födémugrás nélkül*
- *terasztető födémugrással*
- *erkélylemez hőszigetelve*
- *erkélylemez hőhíd megszakítva*

Minden vizsgált esetenél az első lépés a **Beépítési környezet vizsgálata** volt. Ez nagyon lényeges, hiszen az ajtóbeépítés alsó részletképzési környezetének tervezésekor számtalan lehetőség van, aminek minősége alapvetően fogja befolyásolni a beépítés teljesítményét, épületszerkezeti körülményeit. Tehát az első lépés az általunk legmegfelelőbbnek vélt beépítési környezet kiválasztása volt; ezt minden esetben részletesen indokoltuk.

A következő lépés a **Beépítési síkok vizsgálata** és pontozása volt, táblázatos módszerrel. Kiválasztottuk az általunk legfontosabbnak vélt épületszerkezeti, tartószerkezeti, komfortbeli értékelési szempontokat, és egy – amennyire csak lehetett – objektíven felállított pontozási rendszer alapján kiértékeljük a különböző verziókat, majd összesítettük az eredményeket.

Az értékelés súlyozva volt: egyes értékelési szempontok – amelyeket lényegesebbnek tartottunk tervezési, kivitelezési nehézségek alapján - több maximális pontszámot kaphattak.

2.2. ÉRTÉKELÉSI SZEMPONTOK

Az értékelés a következő szempontok szerint történt:

KOMFORT ÉS ÁLLAGVÉDELEM

A tokszerkezet belső oldalának hőmérsékletét vizsgáltuk a beltérben 22 °C-ot, a kültéren -15 °C-ot feltételezve. A relatív páratartalom maximumát 50%-nak feltételeztük, ekkor 12 °C-os felületi hőmérséklet alatt kondenzáció szempontjából veszélyesnek ítéltük meg a beépítést.

- *0 pont*: van kondenzációs veszély a felületen
- *1 pont*: nincs kondenzációs veszély a felületen

A 0 pont ezen kategóriában nem azt jelenti, hogy nem felelt meg a beépítés. A vizsgált termikus körülmények között a kondenzáció pontos értéke 11.1 °C. Alapvetően hőtechnikailag rossz beépítést egyik helyzetben sem csináltunk. Az egyszerűsített szimulációk esetleges pontatlansága alapján úgy ítéltük meg, hogy az alul 12 °C fokos belső oldali tokhőmérséklet alatt már érdemes foglalkozni a kockázatok csökkentésével, ezzel maximum a biztonság javára tévedünk. Ilyen kockázatsökkentő megoldás lehet pl. vastagabb hőszigetelés, padlófűtés, hőszigetelt tokszerkezet stb. **A vörösen kiemelt kategória a táblázatokban tehát azt jelenti, hogy ezen esetekben fokozott tervezői figyelem javallott.**

FÓLIÁK CSATLAKOZTATÁSA

Minél bonyolultabb a külső oldali szél- és csapadékzáró fólia vonalvezetése, annál nehezebb lesz a tervezése és kivitelezése. Továbbá a geometriai törések a fóliák sarokponti felületfolytonosításánál is nehézségeket okoznak.

- *1 pont:* a fólia vonalvezetésének konzolos geometriát kell lekövetni
- *2 pont:* a fólia vonalvezetésében törés van
- *3 pont:* a fólia vonalvezetése síkban, törés nélkül csatlakoztatható

TARTÓSZERKEZET

A megfelelő beépítés kialakításának milyen tartószerkezeti kihatása van.

- *1 pont:* van nehézség (pl. káva miatt gerenda beépítése szükséges, terasztető födémugrással)
- *2 pont:* nincsen nehézség (pl. egyszerű lábazat, födémugrás nélküli terasztető)

SZAKIPAR

Az alsó beépítésnél mennyire egyszerű vagy bonyolult rögzíteni a tokszerkezetet.

- *1 pont:* nagy konzolosságú vaktok, kiegészítő acélszerkezet szükséges a rögzítéshez
- *2 pont:* kis konzolosság, az acélszerkezet akár el is hagyható (pl. hőszigetelő vaktok esetén)
- *3 pont:* a tokszerkezet szilikát szerkezettel alá van támasztva, szerelése egyszerű és gyors

TERMÉSZETI HATÁSOKNAK VALÓ KITETTSÉG

Minél inkább beljebb helyezkedik el a nyílászáró a falszerkezet külső síkjától, annál védettebb helyen van a csapóesőtől, koszolódástól, káros sugárzásoktól stb.

- *0 pont:* az ajtó a falszerkezet legkülső síkján van, a legkevésbé védett helyen (*külső síktól mérve 0 cm*)
- *1 pont:* a külső síktól beljebb helyezkedik el (*külső síktól mérve 8-16-18 cm*)
- *2 pont:* a lehető legvédettebb helyen van (*külső síktól mérve 32-34 cm*)

BURKOLAT CSATLAKOZTATÁSI NEHÉZSÉGE

Amennyiben a burkolatot neki szeretnénk futtatni a tokszerkezetnek, szükséges-e a kialakításhoz valamilyen kompromisszum.

- *1 pont:* igen (pl. kávázás, hőszigetelés csökkentése)
- *2 pont:* nem

BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET

A falszerkezet alsó részletképzésének bonyolultsága a hőhídcsökkentés érdekében.

- *1 pont:* homogén falszerkezet (*bővebben lásd 3. pont*)
- *2 pont:* hőszigetelt falszerkezet (*bővebben lásd 4. pont*)

AKADÁLYMENTESÍTÉS LEHETŐSÉGE

Megoldható-e, hogy a belső burkolatról síkban lépjünk ki a külső burkolatra.

- *0 pont:* nem
- *1 pont:* igen

2.3. EGYSZERŰSÍTETT HŐHÍDSZIMULÁCIÓK MAGYARÁZAT

A vizsgálatok során egyszerűsített hőhídszimulációkat használtunk, ami alatt azt értjük, hogy a falszerkezetet vakolat nélkül rajzoltuk meg az ábrákon, illetve a nyílászárószerkezet és a tokfal csatlakozás is sematikus. Így nyilvánvalóan nem kaptunk tökéletes értékeket egy-egy beépítésre vonatkozóan, de a lényeg nem is ez volt. Ezen egyszerűsített szimulációk segítségével az már kimutatható, hogy nagyságrendileg milyen hőtechnikai minőségűek a vizsgált *beépítési környezetek*; az eredményül kapott izomtermák vonalvezetésének segítségével. Ugyanezen elv mentén a *beépítési síkok* vizsgálata során a nyílászárók környékén feltételezni tudjuk, hogy hol léphet fel kondenzáció veszélye. Ugyanakkor konkrét hőfokokat sehol sem jelöltünk, előbb említettek miatt. Pontosabb épületfizikai vizsgálatokhoz precízebb szimulációk szükségesek, de a dolgozat az épületszerkezeti vizsgálatokra helyezi a hangsúlyt.

2.4. ÉRTÉKELÉS, VÍZSZINTES BEÉPÍTÉS SZEREPE

Fontos megjegyezni, hogy az értékelésünk során a tárgyalt két falszerkezetet (*homogén és hőszigetelt*) nem külön-külön, hanem együtt vizsgáltuk; a pontozási rendszer ez alapján lett kialakítva. Éppen ezért a dolgozat végén a konklúziók levonása is együttesen történik.

Ugyanakkor fontos azt is kiemelni, hogy a kapott pontok **csak az alsó beépítés értékelésének eredményei**. Amennyiben egy kiválasztott beépítést együttesen vizsgálunk olyan módon, hogy a vízszintes és függőleges részletet is kiértékeljük, akkor már képet kapunk az egész beépítés minőségéről. Ezt pár példán keresztül megtegyük a dolgozat végén, kitekintésképp a további lehetséges vizsgálatokra.

2.5. JELMAGYARÁZAT AZ ÁBRÁKHOZ

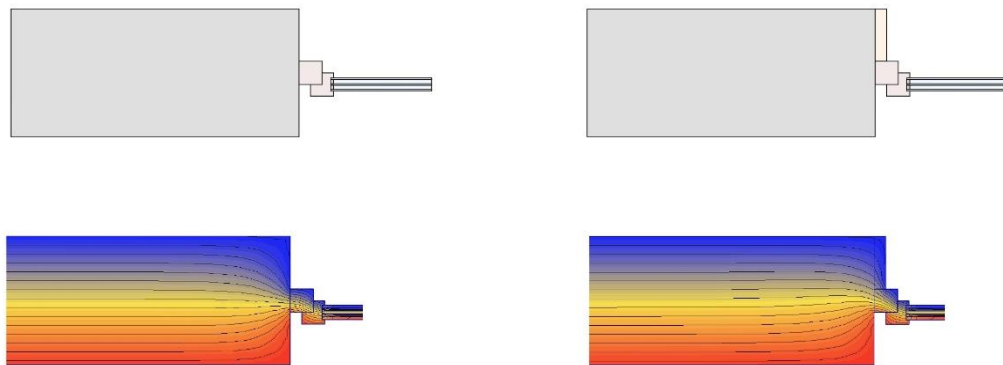
	Szilikát szerkezet
	Hőhíd megszakító falazó elem
	Ágyazó réteg
	Burkolat
	Hőszigetelés
	Vaktok
	Hőhíd megszakító elem
	Tok szerkezet
	Üvegezés
	Vízszigetelés
	Fóliák
	Acél vaktok

3. HOMOGEN FALSZERKEZETBE TÖRTÉNŐ ÉPÍTÉS

Homogén falszerkezetbe történő nyílászáróépítés során alapvetően három beépítési síkot érdemes vizsgálni [5]:

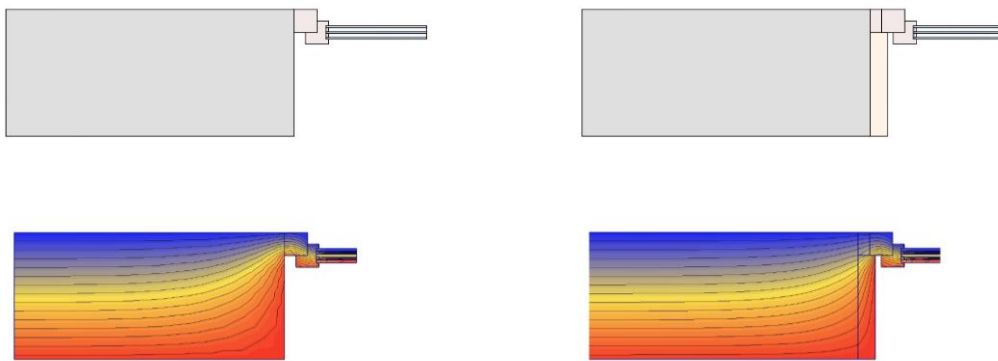
- *külső sík*
- *középső sík*
- *belső sík*

A legideálisabb hely a falszerkezet hőszigetelő képességének középvonalában van: ez itt egyértelműen a faltest közepét jelenti. Az izotermavonalak így lesznek a legideálisabbak, páralecsapódás kiegészítő intézkedés nélkül sem fog jelentkezni a felületen hőtechnikai szimulációk alapján. Azonban passzívház értékeket még így sem tudunk elérni ezen beépítéssel; passzívházat homogén falszerkezettel nem lehet kialakítani. (Német szabvány vonalmenti hőveszteségtényező: 0.04 W/mK; ez elérhető, passzívház: 0.01 W/mK)



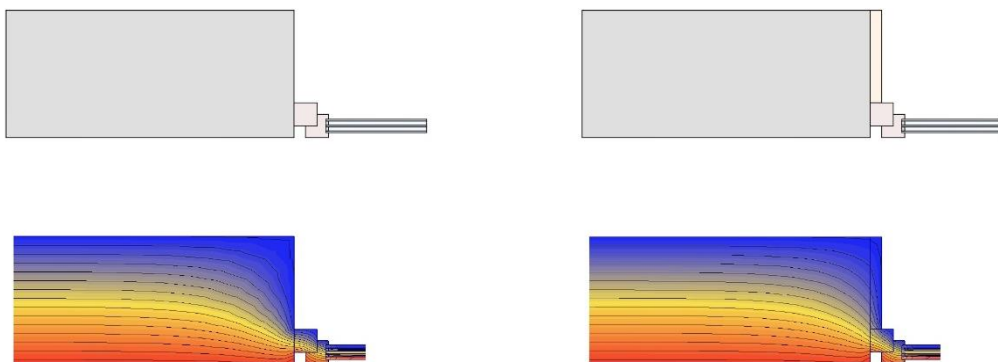
1. ábra: Homogén falszerkezet, középső beépítési sík

Amennyiben elkezdjük kitolni a külső síkra, az értékek romlanak. A nyílászáró vékony tokja miatt kis szerkezeti vastagság választja el a külső és belső teret. Előfordulhat, hogy olyan alacsony lesz a felületi hőmérséklet, hogy a kondenzáció elkerülhetetlen. Belső komfort szempontjából tehát nem elfogadható ez a megoldás. Javítani lehet a kialakításon belső oldali hőszigetelés és toktoldás kombinációjával, ekkor a páralecsapódás kockázata csökkenthető.



3. ábra: Homogén falszerkezet, külső beépítési sík

Amennyiben belső síkra tesszük, nem romlik sokat a külsőhöz képest, de sokkal rosszabb teljesítményt érünk el, mint a középsővel. Itt is létrejöhet kondenzáció, aminek veszélye kiküszöbölhető a külső oldali kávahőszigeteléssel.



2. ábra: Homogén falszerkezet, belső beépítési sík

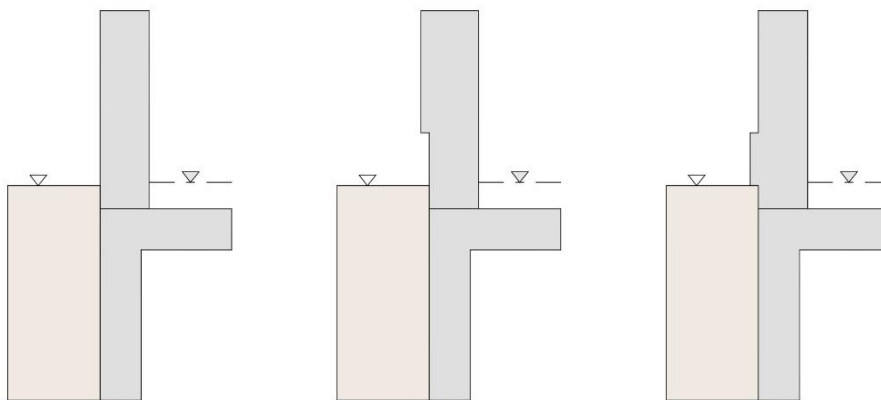
A vizsgálatok során homogén falszerkezetben ezen három beépítési síkot vizsgáljuk az alsó beépítési részlet tekintetében, az általunk javasolt legjobb kialakítású falszerkezetben.

3.1. ALÁPINCÉZETLEN LÁBAZAT – HOMOGEN FALSZERKEZET

3.1.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

Alkalmazott szerkezetek: Porotherm 44-38-30 hőszigetelő falazóblokk, Ytong Start hőhidmegszakító elem, XPS hőszigetelés.

Egy épület tervezésekor az építészeti formálás a lábazatnál kezdődik; milyennek szeretnénk látni a ház és a külső terep csatlakozását? Alapvetően három lehetőséget vehetünk számításba: *homlokzati sík elé ugró, visszahúzott, illetve a homlokzati síkkal színlelő* lábazatot. Az első kettő – bár épületszerkezetileg a legkedvezőbb esetek – a modern építészetben egyre kevésbé előforduló és tolerált elemek. A jelenkor építészetének fontos eleme a homogenitás, a szerkezetek, szerkezeti csatlakozások elrejtése, ez alól a lábazat sem lehet kivétel: a 21. század építészetének célja tehát általában a lábazat összemosása az általános homlokzattal; nem szeretne számára egy külön alsó sávot megjeleníteni. Ez persze épületszerkezeti kompromisszumot fog jelenteni: két különböző anyag egy síkban történő találkozása mindenképpen a repedés kockázatát vonja maga után, ezért a kivitelezésnél a megfelelő hézagerősítésre gondot kell fordítani. A fentiek miatt tehát a továbbiakban a lábazati szituációk *homlokzati síkkal színlelő* kialakítását fogjuk vizsgálni. [4]



4. ábra: Lábazati kialakítás lehetőségei

A lábazat épületfizikailag az épületek egyik legkritikusabb pontja. Nem jól, vagy egyáltalán nem szigetelt házaknál a homlokzati fal-padló csatlakozás vonalában erős lehűlést érzékelünk. Ennek oka, hogy ezen zónában összetett hőhidakról van szó: változó geometria, illetve anyagváltás miatt többszörösen kedvezőtlen hőáramok kialakulására kell számítani. Ezen hőveszteségek vonalmentén összeadódnak, ezáltal energetikailag kedvezőtlen helyzet alakul ki. Ennél fontosabb szempont azonban a belső komfort: hideg időkben nem kellemes olyan térben tartózkodni, ahol lokálisan „húz” a fal, hideget érez az ember. Továbbá az állagvédelem sem

elhanyagolható, hiszen amennyiben a kinti-benti klimatikus viszonyok függvényében a belső felületek a harmatpont alá hűlnek, páralecsapódással is kell számolni, amely számos egyéb kellemetlen folyamat indukálója lesz, mint például penészképződés, vagy az épületszerkezetek amortizációja. [4]

A megoldás tehát a lábazatok hatékony hőszigetelése. Az új, 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet az ide vonatkozó hőátbocsátási tényezők értékén nem változtatott a 7/2006. TNM rendelet óta, ezek:

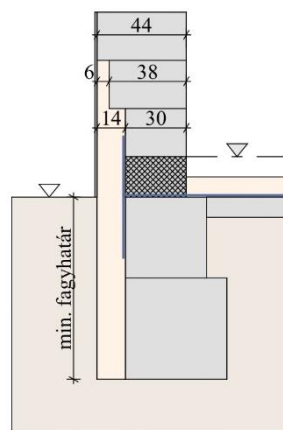
- *homlokzati fal – 0.24 W/m²K*
- *talajon fekvő padló – 0.30 W/m²K*
- *lábazati fal, talajjal érintkező fal a terepszinttől 1 m mélységig – 0.30 W/m²K*

A mai korszerű falazóelemek között rendelkezésünkre állnak olyan termékek, amelyekkel hőszigetelés nélkül tudunk a követelményeknek megfelelő homlokzati falazatot építeni (0.24 W/m²K). Azonban figyelembe kell venni, hogy a lábazati zónában ekkor egy nagyon jól hőszigetelő falazat fog találkozni a lábazati jellemzően vasbeton szerkezettel, ami erőteljes hőhídhatást fog eredményezni. Homogén falazat esetén tehát ebben a zónában kiegészítő intézkedés szükséges ennek csökkentése érdekében: hőszigetelni kell.

Mi lesz a legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén?

- **a hőszigetelést le kell vezetni az alapozás mellé**
 - „...hőtechnikai szimulációk kimutatják, hogy a legalább fagyhatárig levezetett hőszigetelés a legtöbb esetben hatékonyabb, mint egy hőhídmeгszakító elem önmagában. Az alapozás mellé levezetett hőszigetelés mellett, hogy a felmelegedett földtömeget segít az épület alatti zónában tartani, a jégencseképződés megakadályozásában is szerepet játszik az alapozás környezetében.” [4]
- **a falazatot vissza kell lépcsőztetni a lábazati csatlakozásnál**
 - a falszerkezet kettős visszalépcsőzésének oka (44 cm-es falazat esetében):
 - ökölszabály: statikai okok miatt 11 cm-t lehet maximálisan kikonzolozni
 - a falazóblokk szélei az igazán teherhordóak, már így is jelentősen a nem teherhordó részére fog felülni az elem
 - a megfelelő mértékű hőszigetelés elhelyezéséhez tehát kettős lépcsőre van szükség

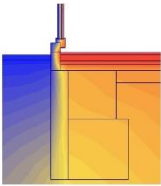
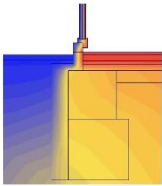
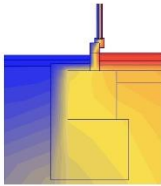
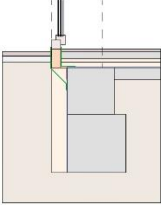
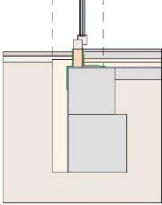
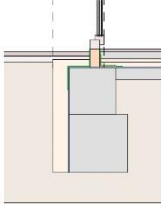
- a visszalépcsőzésnek köszönhetően a vízszigetelés egyenes vonalvezetéssel tud csatlakozni a felmenő falszerkezetre, amely jelentős kivitelezési könnyedséget és kevesebb hibalehetőséget jelent
- **hőhídmeгszakító elem alkalmazása**
 - a kettős lépcső miatt a jelentősen lekeskenyedik az első két sor falazóblokk (30 cm)
 - ekkor már nem biztos, hogy hőtechnikailag megfelelő homogenitást tudunk elérni az eléhelyezett hőszigeteléssel
 - ezért célszerű a hőhídmeгszakító elem alkalmazása (pl. *Ytong Start*)
- **az alapgerenda visszaléptetést kerüljük**
 - felesleges kivitelezési nehézségeket (vízszigetelés csatlakoztatása) fog okozni; egy jó minőségű, intenzív hőszigeteléssel minimalizálni lehet a relatív hőhidasságot



5. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén

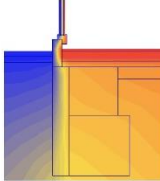
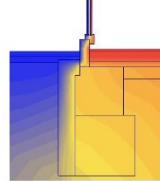
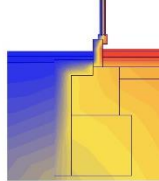
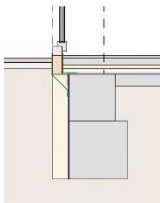
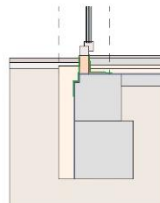
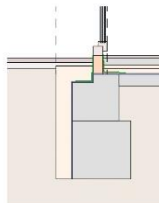
3.1.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

Az első szimulációk során hőtechnikailag „tökéletes” beépítéseket rajzoltunk. Ekkor az ajtó alatt lévő hőszigetelő vaktoknak minden esetben nekifut a hőszigetelés teljes vastagságban, a termikus burok szinte tökéletes, a beépítési sík beljebb mozgatásával gyakorlatilag semmilyen romlást nem tapasztaltunk. Azonban ez épületszerkezetiileg nyilvánvalóan nem megvalósítható kialakítás: a kültéren lévő burkolatot legtöbb esetben neki szeretnénk vezetni a beépítésnek, ezen szituációkban a hőszigetelés vastagságát kénytelenek vagyunk csökkenteni. Továbbá amennyiben acél takarólemezzel rejtjük el a beépítés előtti hőszigetelést, annak a szélessége is korlátozott; már a falközépre helyezett nyílászárónál sem feltétlenül alkalmazható.

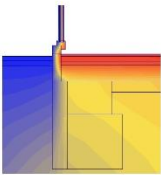
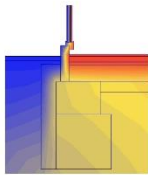
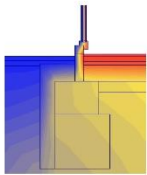
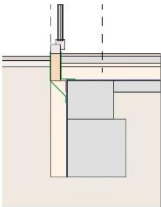
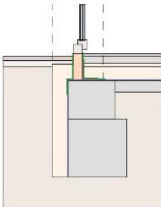
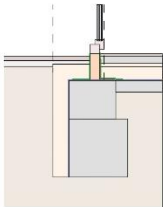
	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	2	2
Szakipar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	9	12	13

1. táblázat: Alápinccézetlen homogén falszerkezetbe építés, hőszigetelés csökkentéssel

A beépítés előtti hőszigetelés-csökkentés azonban egy kényszerűség. Az új energetikai rendelet vonalmenti hőhidasságot is figyelembe vevő szabályozása miatt célszerű volna a hőszigetelést teljes vastagságban beforgatni valamilyen módon a nyílászáró elé. Erre két lehetőség van: az egyik, hogy az alapgerendát kávázzuk, a másik pedig a talajon lévő hőszigetelésvastagság növelése annyira, hogy kívül teljes értékűen befordulhasson a hőszigetelés (ez persze magasabb hőszigetelő vaktokot is eredményez).

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhídszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	1	1
Szakípar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szomma	9	11	12

2. táblázat: Alápincézetlen homogén falszerkezetbe építés, kávézott kialakítás

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidsszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	2	2
Szakipar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	9	12	13

3. táblázat: Aláincézetlen homogén falszerkezetbe építés, hőszigetelés emeléssel

Hőtechnikai szempontból az egyszerűsített hőhidsszimulációk alapján a tokszerkezet belső részén vizsgálva a hőmérsékletkülönbség gyakorlatilag elhanyagolható (pár 1/100-ad). Ugyanakkor a termikus burok vonalvezetését tekintve a második két vizsgált beépítési helyzet kedvezőbb, mivel azoknál nem csökkentünk hőszigetelést (részletes szimulációval nagyobb különbség is kimutatható lenne). A páralecsapódás veszélye egyik vizsgált beépítésnél sem lép fel.

A legkevesebb pontot mindhárom esetben a külső beépítés kapta. Ekkor valamilyen konzol segítségével lehetséges a tok rögzítése, nem lehet alatta lévő szilikát szerkezethez rögzíteni. A

külső oldali szél- és csapadékszáró fólia vonalvezetése törik és „konzolosodik”, ezáltal kivitelezési nehézségeket okoz. Továbbá a nyílászáró a lehető legkülsőbb síkon van, emiatt a természeti hatásoktól a legkevésbé van védve.

A legtöbb pontot a belső síkra történő építés kapta. A tokot közvetlenül alá tudjuk támasztani az alatta lévő szilikát szerkezettel, a fólia vonalvezetése egyszerűbb, illetve a belső síkon helyezkedik el a nyílászáró; a lehető legvédettebb helyen.

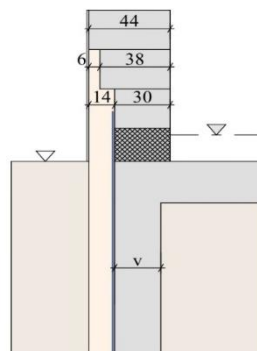
A középső síkon lévő beépítés 1 ponttal marad el az utóbbtól, ennek oka a természeti hatásoknak való fokozottabb kitettség. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

3.2. ALÁPINCÉZETT LÁBAZAT – HOMOGEN FALSZERKEZET

3.2.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

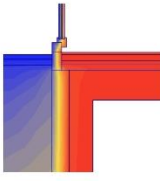
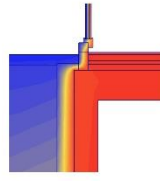
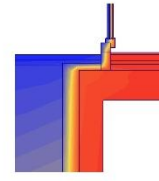
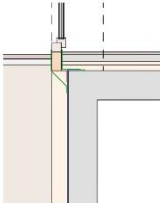
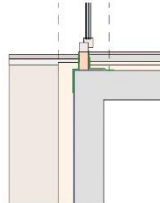
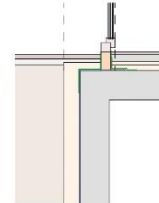
Alkalmazott szerkezetek: Porotherm 44-38-30 hőszigetelő falazóblokk, Ytong Start hőhídmegecsökkentő elem, XPS hőszigetelés.

Az alapincézetlen esethez hasonló módon itt is a falazat dupla visszalépcsőzése lesz a megfelelő megoldás, hőhídmegecsökkentő indítóelemmel: ezáltal korrekten kialakítható a termikus burok folytonossága, a vízszigetelés felvezetése, és statikailag is megfelelő csomópont jön létre. A különbség az, hogy itt a vízszigetelés felvezetése a pincefalról történik, illetve kérdéses a pince kialakításmódja: fűtött vagy fűtetlen használatra tervezünk? Fűtetlen pince esetén belső oldalról is szükségessé válik a pincefödém hőszigetelése, fűtött pince esetén pedig teljesértékű hőszigetelést vezetünk végig az épület külső kontúrja mentén a talajban. Fűtetlen esetben is meggondolandó azonban ezutóbbi intézkedés; egy esetleges fűtött pincévé alakítás során könnyű lesz ekkor az utólagos hőtechnikai kialakítás, és a belső oldali mennyezeti hőszigeteléssel sem veszítünk a belmagasságból.

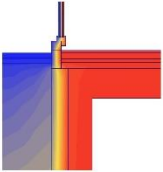
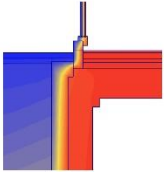
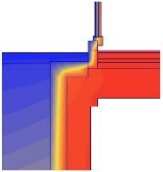
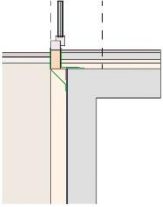
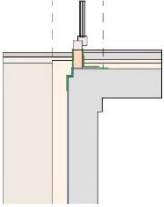
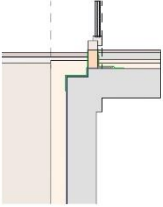


6. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézett lábazata esetén

3.2.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidsszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	2	2
Szakipar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	9	12	13

4. táblázat: Alápincézett homogén falszerkezetbe építés, hőszigetelés csökkentéssel

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	1	1
Szakipar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	9	11	12

5. táblázat: Alápincézett homogén falszerkezetbe építés, kávázott kialakítás

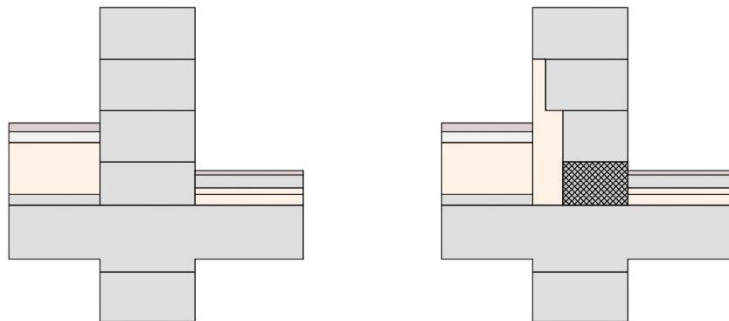
Az értékelés során gyakorlatilag ugyanazok az értékek jöttek ki, mint az alápincézetlen esetekben. A padlóban lévő hőszigetelés emelése a hőhidmentes külső csatlakozás érdekében itt nem reális opció, ezért nem is vizsgáltuk (esetleg fűtetlen pincetér esetén meggondolandó szerkezeti kialakítás). Tartószerkezeti nehézséget okoz a kávázás: a födém feltámaszkodását egy falszerkezeti síkból kilógó gerendával kell megoldani, ezáltal egy körülményesebben megoldható szerkezet jön létre *(ábránkon csak szemléletesen van feltüntetve)*. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

3.3 TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁS NÉLKÜL – HOMOGEN FALSZERKEZET

3.3.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

Alkalmazott szerkezetek: fordított rétegrendű járható tető ágyazott burkolattal, Porotherm 44-38-30 hőszigetelő falazóblokk, Ytong Start hőhídme szakító elem, XPS hőszigetelés.

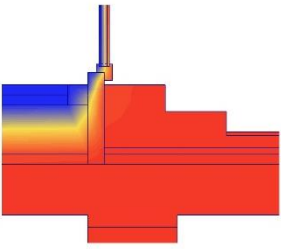
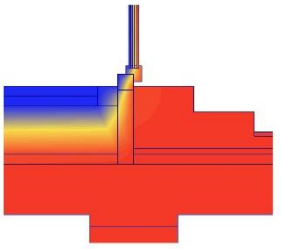
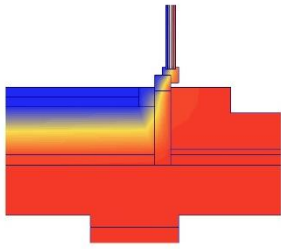
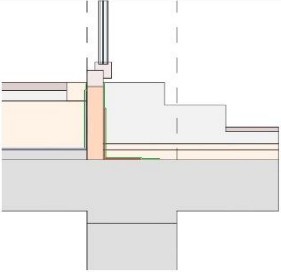
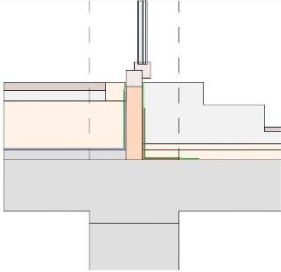
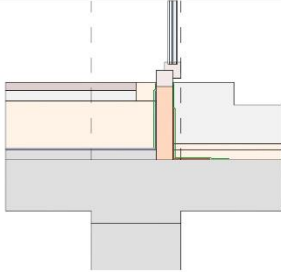
Amennyiben egyszerűen nekifuttatjuk a falnak a lapostető rétegrendet, a lábazathoz hasonló hőhidhatást hozunk létre. A hőtechnikai szimulációk alapján a legmegfelelőbb kialakítás ezesetben is a falazat dupla visszalépcsőztetése, illetve a hőhídme szakító indítóelem alkalmazása.



7. ábra: rossz, és legoptimálisabb kialakítás homogén falazat földmugrás nélküli teraszteteje esetén

3.3.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

Amennyiben elfogadjuk azt a kompromisszumot, hogy a terasztetőre pár fellépéssel tudunk kijutni, ez a kialakítás számos kedvező lehetőséget tart magában. Először is a kivitelezést/tervezést jelentősen megkönnyíti és gyorsítja a földmugrás tartása. Továbbá a nyílászáró síkját gyakorlatilag minden nehézség nélkül, szabadon tudjuk mozgatni az alsó csomópontot tekintve: az összes síkon lévő kialakítás ugyanúgy fog kinézni.

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	2	2
Szakipar	3	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	3	3	3
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	1	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	0	0	0
Szomma	11	12	13

6. táblázat: Terasztető, homogén falszerkezetbe építés, födémugrás nélkül

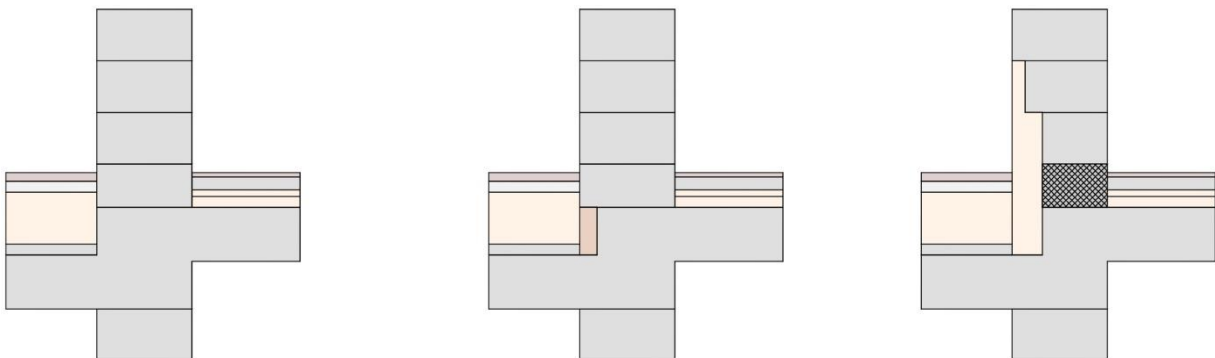
A födémugrás nélküli terasztetőre történő beépítés speciális eset, melynél az alsó beépítés szerkezeti kialakítása nem fog változni; a vizsgálatok során hőtechnikailag azonos értékeket kaptunk a tokszerkezetek belső felületén mindegyik esetben. Az egyetlen változó tehát a beépítési sík, ezáltal a természeti hatásoknak való kitettség: ez az oka annak, hogy ezen sík kültér felé tolásával egyre rosszabb értéket kapunk. Akadálymentes kialakításra egyik esetben sincs lehetőség.

3.4 TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁSSAL – HOMOGEN FALSZERKEZET

3.4.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

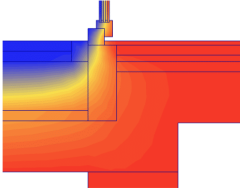
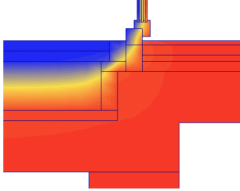
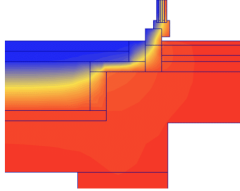
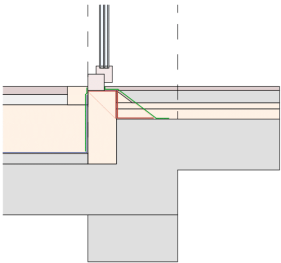
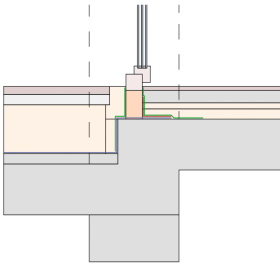
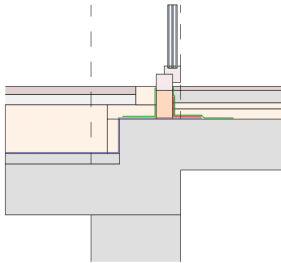
Alkalmazott szerkezetek: fordított rétegtrendű járható tető ágyazott burkolattal, Porotherm 44-38-30 hőszigetelő falazóblokk, Ytong Start hőhíd megszakító elem, XPS hőszigetelés.

A födém ugratásával a kilépésnél egy kedvező szituációt hozunk létre; a kilépés szinte síkban tud történni a külső és a belső rétegtrendek között. Hőtechnikailag azonban ennek korrekt megoldása érdekében kiegészítő beavatkozások szükségesek. Amennyiben a külső rétegtrendet egyszerűen nekifuttatjuk a homlokzatnak, a gerenda elé nem fog elégséges hőszigetelés jutni, a sarokponton keresztül komoly hőhídhatás fog kialakulni. Ezt lehet csökkenteni koszorúhőszigeteléssel – melynek szerkezeti következményei lesznek – azonban, ha jobban megvizsgáljuk ezt a saroksituációt, gyakorlatilag a talajon fekvő padlónál már ismertetett lábazati részlettel van dolgunk: a legoptimálisabb kialakítás tehát ismételten a falazat dupla visszalépcsőztetése lesz. A „talajba lefuttatott” hőszigetelés szerepét itt a koszorú előtti hőszigetelés tölti be.



8. ábra: rossz, jobb és legoptimálisabb kialakítás homogén falazat födémugratott teraszteteje esetén

3.4.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

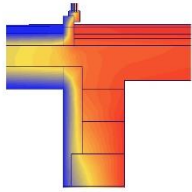
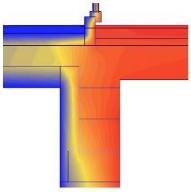
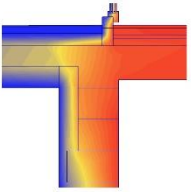
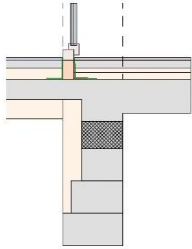
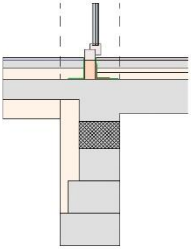
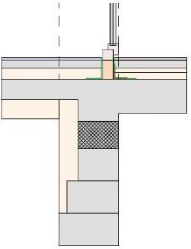
	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidsszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	1	1	1
Szakipar	1	3	3
Komfort és állagvédelem	0	1	1
Fóliák csatlakozása	3	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	1	1	1
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	8	11	12

7. táblázat: Terasztető homogén falszerkezetbe építés fűdémugrással

Az egyszerűsített hőhidsszimulációk alapján a beépítési sík beljebb mozgatásával egyre magasabb lesz a tokszerkezet belső oldalán mért hőmérséklet. A külső és belső síkok között jelentős összesített pontbeli különbséget kaptunk:

A külső síkra történő beépítés esetében 12 C fok alá hűl a tokszerkezet belső felülete, a kondenzáció veszélye fellép. A tokszerkezet rögzítésének tervezése és kivitelezése nehéz: acél rögzítőelemekkel megtámasztott vaktok kialakítása szükséges, jelentős konzolossággal, nincs megtámasztási lehetőség szilikát hátszerkezethez.

3.5.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidsszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	2	2
Szakipar	3	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1
Fóliák csatlakozása	2	2	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	2	2
Beépítési környezet	1	1	1
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1
Szumma	12	13	14

8. táblázat: Erkélylemez körbehőszigetelve homogén falszerkezetbe építés

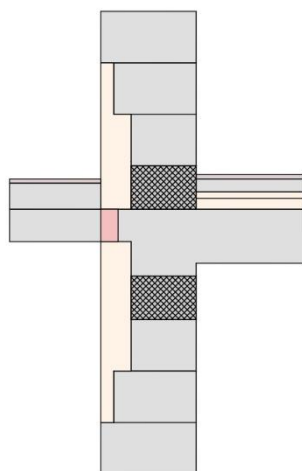
A homogén falszerkezetbe történő nyílászáró építés legjobb eredményeit érte el, okai: a kondenzáció veszélye sehol sem lép fel, a szél- és csapadékszáró fólia vonalvezetésének tervezése és kivitelezése egyszerű, tartószerkezeti szempontból nincsen speciális nehézség. A vaktok alátámasztása nagyon kedvező az alatta lévő szerkezettel. Az alsó csomópont a födémugrás nélküli terasztetőhöz hasonlóan a beépítési síkok mozgatásával nem fog változni, egyedül a természeti hatásoknak való kitettségben lesz különbség. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

3.6. ERKÉLYLEMEZ HŐHÍDMEGSZAKÍTÓVAL

3.6.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

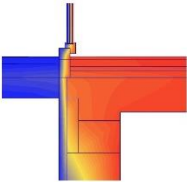
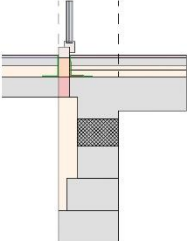
Alkalmazott szerkezetek: erkély rétegrend (vasbeton aljzat, cementbázisú kent szigetelés, rugalmas ragasztó, fagyálló greslap), Porotherm 44-38-30 hőszigetelő falazóblokk, Ytong Start hőhídmegszakító elem, XPS hőszigetelés, Schöck erkélylemez hőhídmegszakító.

Ezesetben az egyetlen reális lehetőség a falazat külső síkjába helyezett hőhídmegszakító elem, az előző esethez hasonló falszerkezeti kialakítással:



10. ábra: legoptimálisabb kialakítás homogén falazat hőhídmegszakított erkélylemeze esetén

3.6.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Külső sík	Középső sík	Belső sík
Egyszerűsített hőhidsszimuláció			
Beépítési vázlat			
Tartószerkezet	2	-	-
Szakipar	3	-	-
Komfort és állagvédelem	1	-	-
Fóliák csatlakozása	2	-	-
Természeti hatásoknak való kitettség	0	-	-
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	-	-
Beépítési környezet	1	-	-
Akadálymentesítés lehetősége	1	-	-
Szumma	12	-	-

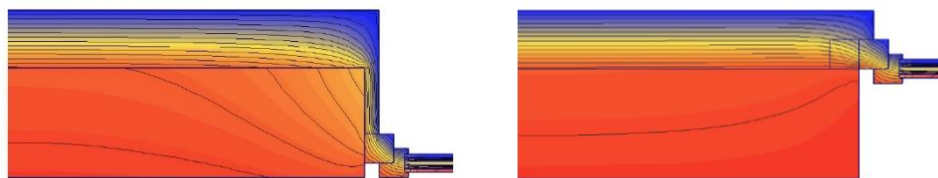
9. táblázat: Hőhidmegszakított erkélylemez homogén falszerkezetbe építés

Az egyetlen beépítési lehetőség az körbehőszigetelt erkélylemezhez hasonlóan szintén kiemelkedően jó eredményt ért el. Az egyetlen mérhető hátrány gyakorlatilag a természeti hatásoknak való kitettség. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

4. HŐSZIGETELT FALSZERKEZETBE TÖRTÉNŐ ÉPÍTÉS

Az energetikai előírások szigorodásával az idő előrehaladtával a homlokzati falszerkezet legnagyobb megengedett hőátbocsátási tényezője csökkent. Ezek betartásához vagy alacsonyabb hővezetésű, vagy nagyobb vastagságban alkalmazott anyagok szükségesek. Mivel az előbbi elérése műszakilag nem könnyű (és egyelőre árban sem kedvező), a legegyszerűbb megoldásnak a homlokzati hőszigetelés vastagodása bizonyult. Ez azonban a nyílászáró-beépítés témakörében további problémákat vetett fel.

A hagyományosan a falazatba helyezett nyílászárók esetén az egyre vastagabb hőszigetelés miatt a lehető leginkább hőhídmentes kialakítás érdekében egyre vastagabb átfedés szükséges a tokszerkezettel, ennek következménye az egyre nagyobb toktoldás, a bevilágítás csökkenése stb. A helyzet javítására a nyílászáró hőszigetelésbe való kitolása bizonyult megfelelő megoldásnak: ez hőtechnikailag is javítja a beépítés minőségét. [3]

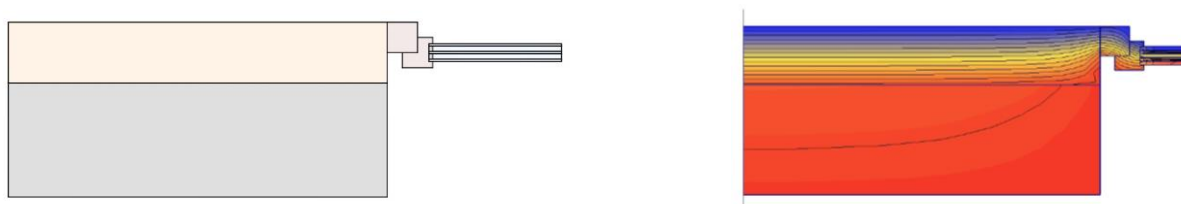


11. ábra: Hagyományos és modernebb beépítés

Hőszigetelt falszerkezetbe történő nyílászáróépítés során négy beépítési síkot vizsgáltunk [2,5]:

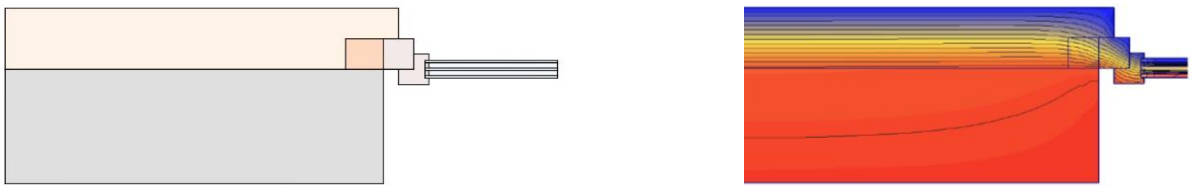
- a hőszigetelés külső síkja
- a hőszigetelés belső síkja (hőszigetelés és falazat találkozási pontja)
- a falazat külső síkja
- a falazat belső síkja

Amennyiben a hőszigetelés külső síkjára építjük a nyílászárót, a szerkezetek csatlakozásának elrejtéséről gondoskodni kell (fóliák, tömítések); épületszerkezeti szempontból problémás kialakítás.



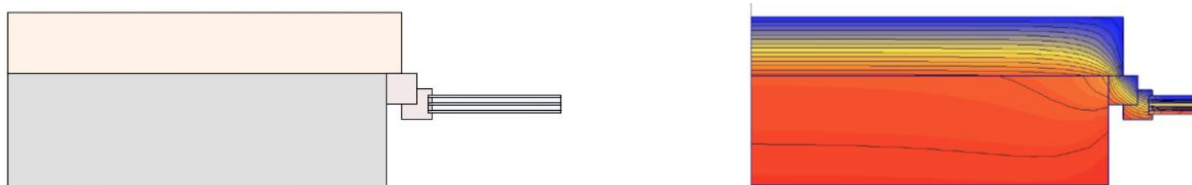
12. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a hőszigetelés külső síkja

Hőtechnikailag a legjobb megoldás, ha a nyílászáró a teljes falszerkezet hőszigetelőképességének középvonalaiba kerül. Ez a hőszigetelés és a falszerkezet síkjának találkozásánál lesz körülbelül (a pontos sík helyét befolyásolja a hőszigetelés és a falazóelem hővezetése és vastagsága). A legjobb megoldás, ha a hőszigetelés min. 4-6 cm-t rátaakar a tokszerkezetre: ezzel már passzívház minősítésnek megfelelő érték is elérhető. Amennyiben a nyílászáró kilép a hőszigetelés síkjába, már nem lehet a fallal megtámasztani, valamilyen vaktok beépítésére van szükség.



13. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a hőszigetelés belső síkja

Amennyiben a falazat külső síkjára helyezük a nyílászárót és a hőszigetelést a megfelelő mértékben rávezetjük (4-6 cm), szintén nagyon kedvező lesz a kialakítás. Van háttámasz, tudjuk a tokot hová rögzíteni, kedvező lesz a kivitelezés.



14. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a falazat külső síkja

Hogyha a falazat belső síkjára építjük be a nyílászárót, körben be kell forgatni a hőszigetelést, melynek következménye tekintélyes toktoldók megjelenése. Belülről ezek meg fognak jelenni, ezek elkerülése érdekében esetleg kávázást lehet alkalmazni megfelelő falszerkezet esetén. A toktoldás szélességének csökkentése érdekében jobb minőségű hőszigetelést szükséges alkalmazni.



15. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a falazat belső síkja

A vizsgálatok során hőszigetelt falszerkezetben ezen négy beépítési síkot vizsgáljuk az alsó beépítés tekintetében, az általunk javasolt legjobb kialakítású falszerkezetben.

4.1. ALÁPINCÉZETLEN LÁBAZAT – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET

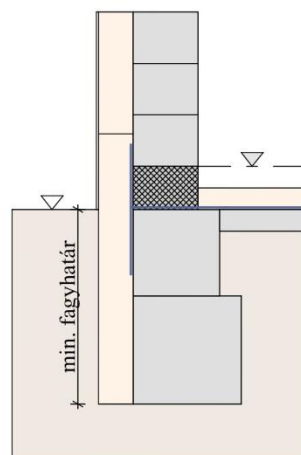
4.1.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhídmeгszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés.

Építészi kialakítás, épületfizikai problémák lásd 3.1.1.

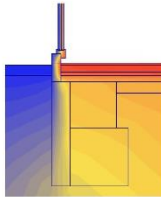
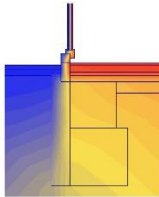
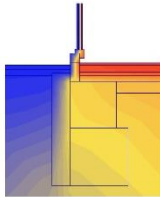
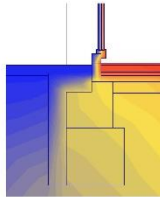
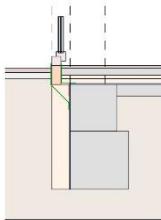
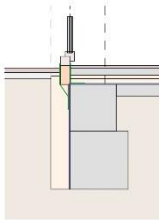
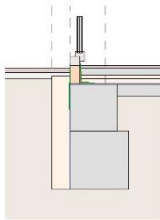
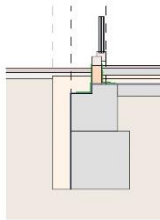
Mi lesz a legoptimálisabb lábazati kialakítás hőszigetelt falazat alapincézetlen lábazata esetén?

A hőszigetelt falszerkezetek lábazati kialakítása mindenképpen egyszerűbb feladat, mint a homogén falszerkezeti eset. A sík lábazati kialakításkor arra kell figyelni, hogy a lábazati gerenda és a falszerkezet külső oldala egy síkba essen, ezáltal a vízszigetelés törés, kivitelezési nehézség nélkül vezethető fel a szükséges mértékben. A falszerkezet lépcsőztetésére nincsen szükség: a leginkább javasolható megoldás az, hogy a falazat elé egységesen vastag, nagy teljesítményű hőszigetelést helyezünk. Így ez a külső burok mindenféle geometriai probléma nélkül biztosítani fogja a megfelelő hőszigetelést. Ezáltal a falazat anyagának feladata elsődlegesen a hőtárolás lesz, amely megfelelő tömeggel alakítható ki. Lábazat esetében ez a rendszer tovább javítható hőhídmeгszakító indítóelemmel.

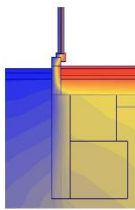
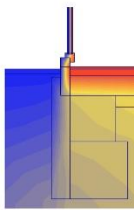
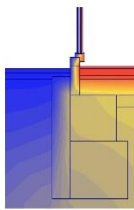
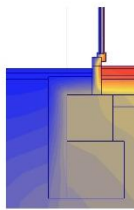
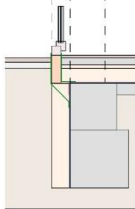
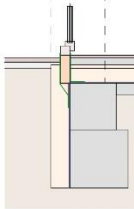
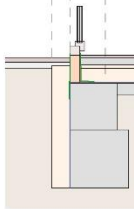
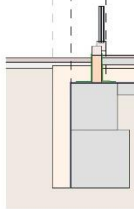


16. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén

4.1.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidsszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	2	2	2	1
Szakipar	1	2	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1	1
Fűtési csatlakozása	1	1	3	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	2	1	1
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1	1
Szomma	10	12	14	13

10. táblázat: Alápincézetlen hőszigetelt falszerkezetbe építés kávézva

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhídszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	2	2	2	2
Szakipar	1	2	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	1	3	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	2	1	1
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1	1
Szomma	10	12	14	14

11. táblázat: Alápincézetlen hőszigetelt falszerkezetbe építés hőszigetelés emeléssel

Hőtechnikai szempontból az egyszerűsített hőhídszimulációk alapján a tokszerkezet belső részén vizsgálva a hőmérsékletkülönbség a beépítési sík beljebb húzásával minimálisan csökken, de kondenzáció veszélye egyik esetben sem lép fel.

A legjobb értékeket a belsőbb síkon lévő beépítések kapták; a két szélső beépítés között nagy pontbeli különbség van. A belsőbb síkokon a szél- és csapadékszáró fólia vonalvezetése egyszerűbb, a vaktok alátámasztása kedvezőbb, továbbá természeti hatásoktól védettebb a beépítés. Ellenben a burkolat csatlakoztatása a belső síkokon nehezebb feladat: a lábazatnál a

megfelelő vastagságú hőszigetelés megtartásához kiegészítő intézkedésre van szükség, ami vagy kávázást, vagy a padlórétegrendben lévő hőszigetelés vastagítását jelenti.

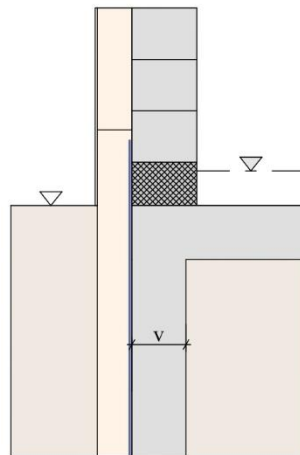
Tartószerkezetileg az egyetlen nehézséget a kávázott kialakítás jelenti, ez csak a falszerkezet legbelső síkjára történő építés esetén fordul elő. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

4.2. ALÁPINCÉZETT LÁBAZAT – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET

4.2.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

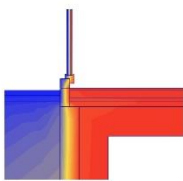
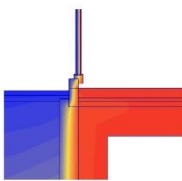
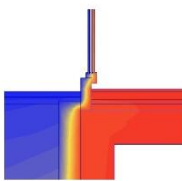
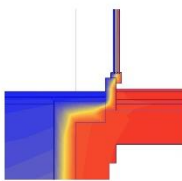
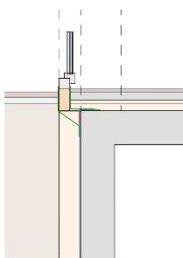
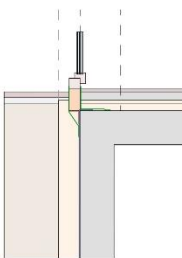
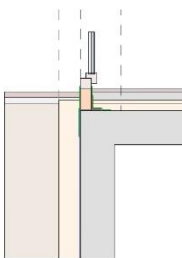
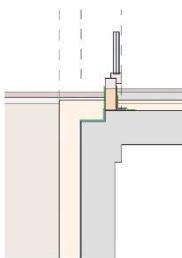
Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhidmegszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés.

Az alappincézetlen megoldással teljesen analóg módon alakítható ki az általunk legjobbnak vélt épületszerkezeti megoldás. Természetesen gondoskodni kell a pincetér miatt fellépő plusz hőszigetelési problémák megoldásáról (*részletesen lásd 3.2.1.*).



17. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alappincézetlen lábazata esetén

4.2.1. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidsszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	2	2	2	1
Szakipar	1	2	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1	1
Fóliák csatlakozása	1	1	3	2
Természeti hatásoknak való kitétség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	2	1	1
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1	1
Szomma	10	12	14	13

12. táblázat: Alápincézett hőszigetelt falszerkezetbe építés kávázva

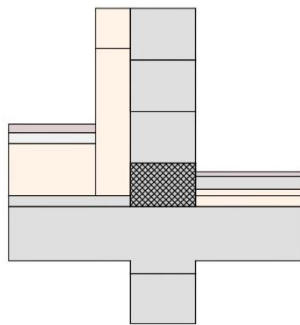
Az értékelés során gyakorlatilag ugyanazok az eredmények jöttek ki, mint az alápincézetlen esetekben. A padlóban lévő hőszigetelés emelése a hőhidmentes külső csatlakozás érdekében itt nem reális opció, ezért nem is vizsgáltuk (esetleg fűtetlen pincetér esetén meggondolandó szerkezeti kialakítás). Tartószerkezeti nehézséget okoz a kávázás: a födém feltámaszkodását egy falszerkezeti síkból kilógó gerendával kell megoldani, ezáltal egy körülményesebben megoldható szerkezet jön létre (ábránkon csak szemléletesen van feltüntetve). Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

4.3 TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁS NÉLKÜL – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET

4.3.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhídmegszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés, fordított rétegrendű járható tető ágyazott burkolattal.

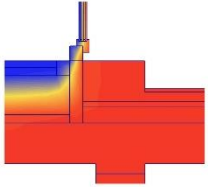
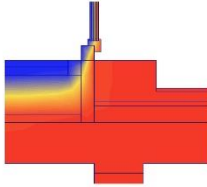
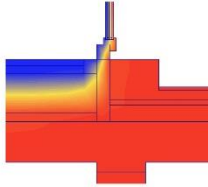
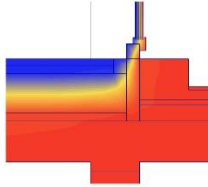
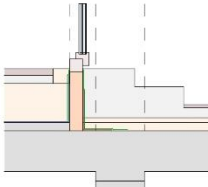
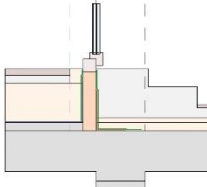
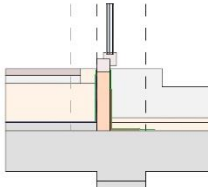
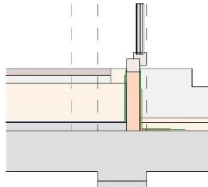
A tárgyalt csomópont kialakításának tervezése és kivitelezése nagyon egyszerű. A terasztető rétegrendjét a falazat lábazati, csökkentett vízfelvételű hőszigetelése dilatálja a falszerkezettől, ezáltal a hőhídhatás csökkentett. Ez tovább fokozható egy hőhídmegszakító elem beépítésével az indítósorban. A vízszigetelés felvezetése a lábazati hőszigetelés mögött védett helyzetben van.



18. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat födémugrás nélküli teraszteteje esetén

4.3.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

A homogén falszerkezet födémugrás nélküli terasztetejével teljesen analóg a kialakítás (lásd 3.3.2): a kompromisszum az akadálymentességben (külső-belső padlósík magassági különbsége) könnyebb és gyorsabb kivitelezést biztosít, továbbá a nyílászáró síkját bárhova helyezhetjük; ugyanolyan alsó részletképzési beépítési szituációt hozunk létre.

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	2	2	2	2
Szakiapar	3	3	3	3
Komfort és állagvédelem	0	0	0	0
Fóliák csatlakozása	3	3	3	3
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	1	1	1	1
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	0	0	0	0
Szumma	11	12	12	13

13. táblázat: Terasztető, hőszigetelt falszerkezetbe építés, födémugrás nélkül

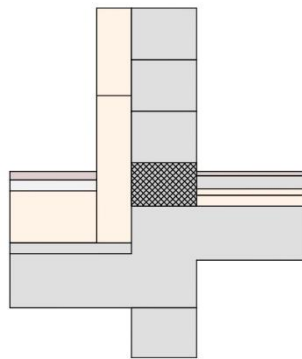
A nyílászáró szerkezet belső síkra húzásával egyre jobb pontok érhetőek el, de a legbelső kialakítás nem sokkal marad el a legkülsőtől. Viszont az egyszerűsített szimulációk alapján hőtechnikai gondok adódnak: minden beépítési esetben felmerül a kondenzáció lehetőségének veszélye. Ellenben a külső oldali szél- és csapadékzáró fólia csatlakoztatása, a vaktok rögzítése a lehető legkönnyebben megoldható. Továbbá nincsen tartószerkezeti nehézség sem; a pontozásbeli különbséget egyedül a beépítés természeti hatásoknak való kitettsége adja. Akadálymentes kialakításra egyik esetben sincs lehetőség.

4.4 TERASZTETŐ FÖDÉMUGRÁSSAL – HŐSZIGETELT FALSZERKEZET

4.4.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

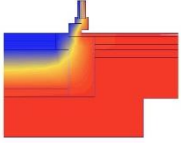
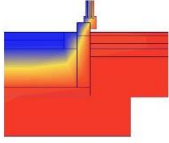
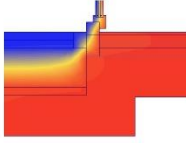
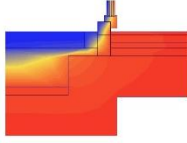
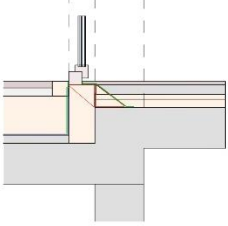
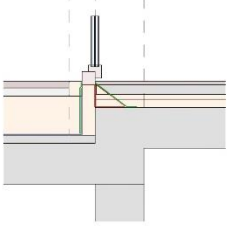
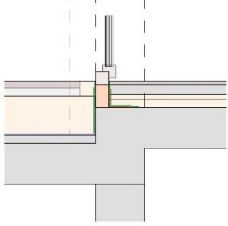
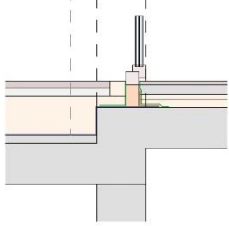
Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhídmegszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés, fordított rétegrendű járható tető ágyazott burkolattal.

A födém ugratásával a kilépésnél egy kedvező szituációt hozunk létre; a kilépés szinte síkban tud történni a külső és a belső rétegrendek között. Hőtechnikailag azonban ennek korrekt megoldása érdekében a homogén falszerkezethez hasonlóan kiegészítő beavatkozás szükséges. A legkedvezőbb eset elérése érdekében a gerenda külső síkjának visszahúzásával elé kiegészítő hőszigetelést tudunk tenni, illetve a falazatot célszerű hőhídmegszakító falazóelemmel indítani.



19. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat födémugratott teraszteteje esetén

4.4.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidyszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	1	1	1	1
Szakipar	1	1	2	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1	1
Fóliák csatlakozása	2	2	3	2
Természeti hatásoknak való kitettség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	1	1	1	1
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1	1
Szumma	9	10	12	13

14. táblázat: Terasztető, hőszigetelt falszerkezetbe építés, födémugrással

Az egyszerűsített hőhidyszimulációk alapján a beépítési sík beljebb mozgatásával minimálisan csökken a tokszerkezet belső oldalán mért hőmérséklet; kondenzációs veszély nincsen. A külső és belső síkok között jelentős összesített pontbeli különbséget kaptunk:

A külsőbb síkok történő beépítés esetén a tokszerkezet rögzítésének tervezése és kivitelezése nehéz: acél rögzítőelemekkel megtámasztott vaktok kialakítása szükséges, jelentős konzolossággal, nincs rögzítési lehetőség szilikát hátszerkezethez.

A belsőbb beépítési síkok esetében a tokszerkezet alátámasztása rendkívül kedvező, direkt rögzítés lehetséges az alatta lévő szilikát hátszerkezethez. A természeti hatásoktól ezen

beépítések védettebb helyzetben vannak, viszont a külső oldali fóliák csatlakoztatása valamivel bonyolultabb, mint az előbb tárgyalt esetben.

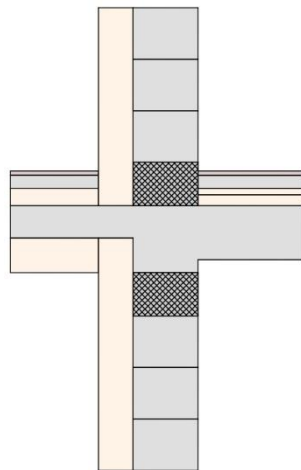
Tartószerkezeti nehézséget mindegyik esetben a födémugrás miatt kialakítandó gerenda okoz. Akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

4.5. ERKÉLYLEMEZ HŐSZIGETELVE

4.5.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

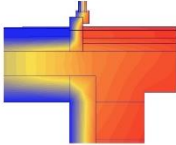
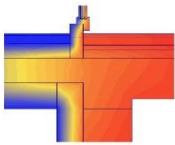
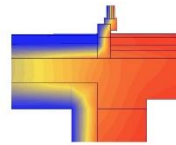
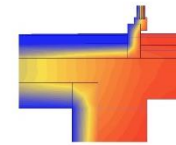
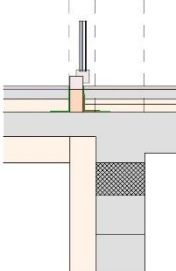
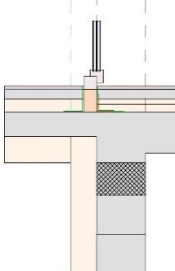
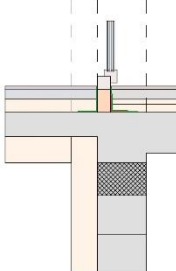
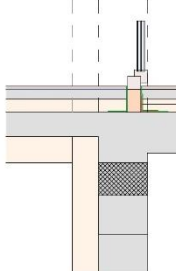
Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhídmegszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés, erkély rétegrend (PIR hőszigetelés, vasbeton aljzat, cementbázisú kent szigetelés, rugalmas ragasztó, fagyálló greslap.

Ebben a situációban ismét egyszerűbb a helyzet, mint a homogén falszerkezetnél. Az erkélylemez körbehőszigetelésével és annak homlokzati hőszigeteléshez való csatlakoztatásával folyamatos a termikus burok. Hőhíd természetesen így is lesz a geometria- és anyagváltás miatt, melynek hatása hőhídmegszakító falazóelemmel csökkenthető alul és felül is egyaránt.



20. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat szigetelt erkélylemeze esetén

4.5.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidsszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	2	2	2	2
Szakiapar	3	3	3	3
Komfort és állagvédelem	1	1	1	1
Fóliák csatlakozása	2	2	2	2
Természeti hatásoknak való kitétség	0	1	1	2
Burkolat csatlakoztatási nehézség	2	2	2	2
Beépítési környezet	2	2	2	2
Akadálymentesítés lehetősége	1	1	1	1
Szomma	13	14	14	15

15. táblázat: Erkélylemez körbehőszigetelve hőszigetelt falszerkezetbe építés

Az egész vizsgálatunk legjobb eredményét a hőszigetelt erkélylemez mögött a falazat belső síkjára helyezett nyílászáró érte el, de ebben a szituációban a többi síkon történő beépítés is csak az időjárásnak való kitétség miatt ért el rosszabb pontszámot. Miért ennyire kedvező ide építeni?

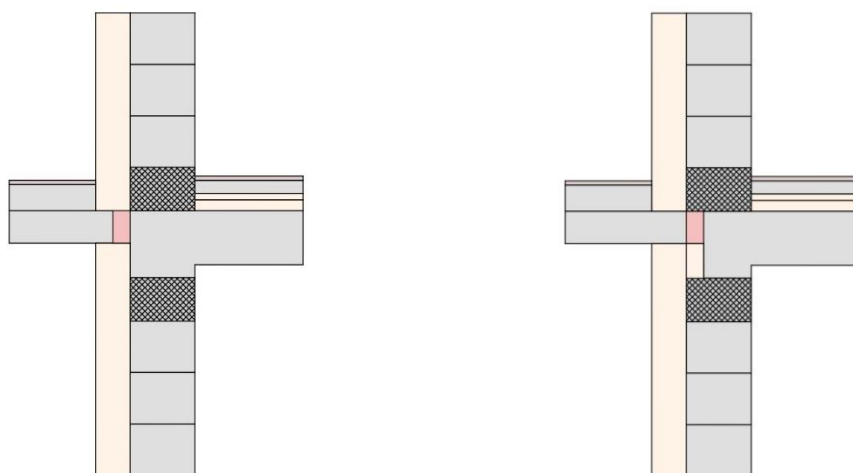
A külső oldali fólia csatlakoztatása rendkívül egyszerű, nincsen nehezítő geometriai tényező. A tartószerkezeti kialakítás könnyen tervezhető és kivitelezhető, a beépítést alátámasztó vaktok megtámasztható az alatta lévő szilikát szerkezettel. Továbbá akadálymentes kialakításra minden esetben van lehetőség.

4.6. ERKÉLYLEMEZ HŐHÍDMEGSZAKÍTÓVAL

4.6.1. BEÉPÍTÉSI KÖRNYEZET VIZSGÁLATA

Alkalmazott szerkezetek: Silka HML 300 NF + GT falazóelem, Ytong Start hőhídmegszakító elem, XPS hőszigetelés, kőzetgyapot hőszigetelés, erkély rétegrend (PIR hőszigetelés, vasbeton aljzat, cementbázisú kent szigetelés, rugalmas ragasztó, fagyálló greslap.

Épületszerkezeti és kivitelezhetőség szempontjából a legoptimálisabb eset, amikor a hőhídmegszakító elem a falazat külső síkján helyezkedik el, a hőszigetelésben. Így a hőhídmegszakító elem alsó síkja meg fogja határozni a nyílászáró síkját. Ha ez nekünk nem megfelelő, még egy járható út van: a koszorú káváásával a hőhídmegszakítót beljebb tudjuk tolni, ezáltal a beépítés síkja is némileg beljebb mozdítható. Az erkélylemez alsó sarka amennyiben találkozik a koszorúval, óriási hőhidat jelent; ezért a hőhídmegszakító elem alatt is kávázás és kiegészítő hőszigetelés elhelyezése szükséges. Mindkét beépítési megoldás tovább javítható alul-felül elhelyezett hőhídmegszakító falazóelemmel.



21. ábra: lehetséges kialakítási módok hőszigetelt falazat hőhídmegszakított erkélylemeze esetén

4.6.2. BEÉPÍTÉSI SÍKOK VIZSGÁLATA

	Hőszigetelés külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja
Egyszerűsített hőhidsszimuláció				
Beépítési vázlat				
Tartószerkezet	-	2	1	-
Szakipar	-	3	3	-
Komfort és állagvédelem	-	1	0	-
Fóliák csatlakozása	-	2	2	-
Természeti hatásoknak való kitettség	-	1	1	-
Burkolat csatlakoztatási nehézség	-	2	2	-
Beépítési környezet	-	2	2	-
Akadálymentesítés lehetősége	-	1	1	-
Szumma	-	14	12	-

16. táblázat: Hőhidmegszakított erkélylemez, hőszigetelt falszerkezetbe építés

Az egyszerűsített hőhidsszimulációk alapján a falazat külső síkján lévő beépítésnél a tokszerkezet belső oldalán fellép a kondenzáció veszélye, a hőszigetelés belső síkján lévő szerkezet hőtechnikailag megfelel. A pontozásbeli differenciát egyedül ez jelenti a két beépítés között, a többi értékelési szempont alapján mindkettő hasonlóan jó eredményt ért el. A kialakítás további értékelése teljesen megegyezik a hőszigetelt erkélylemezénél ismertetett beépítéssel (lásd 4.5.2.).

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink célja a homogén és hőszigetelt falszerkezetbe történő ajtóbeépítések alsó részletének kiértékelése és pontozása volt egymáshoz képest, épületszerkezeti szempontrendszer alapján. A szakipari munkák átgondoltabb előretervezést és precízebb kivitelezést kívánnak, ezért ezeket a pontozás során nagyobb súlyozással vettük figyelembe. Amennyiben az Olvasó kezébe veszi az elkészült táblázatokat, egyszerűen átláthatja az egyes beépítési szituációk előnyeit és hátrányait, illetve a tervezés/kivitelezés során fellépő problémákat. Pár következtetés, amelyeket levontunk az eredményekből:

A falszerkezettől függetlenül a nyílászáró alsó része mindenképpen hőszigetelt falszerkezeti sávba fog esni; a hőtechnikailag megfelelő kialakítás miatt sosem lesz lehetőség tisztán homogén falba történő beépítésre.

A homogén falszerkezetbe történő építés műszaki-kivitelezési szempontból sosem lesz annyira kedvező, mint egy hőszigetelt falszerkezet. A falazat kétszeres visszalépcsőztetése többlet munkát és hibalehetőséget jelent az építés során; tehát a vizsgált csomópontok kialakítása problémásabb. Továbbá ezen falszerkezet alkalmazásával maximálva van a legkisebb elérhető vonalmenti hőveszteségtényező, mellyel nem tudunk már pl. passzív ház értékeket elérni (0.01 W/mK). Viszont gazdasági szempontból a hőszigetelés elmaradása miatt olcsóbb konstrukció lehet egy ilyen szerkezetből készült ház, amellyel a közel nulla energiaigényű épületek követelménye még bőven teljesíthető.

A legjobb eredményeket értékelési szempontjaink alapján mindkét falszerkezet esetén a hőszigetelt erkélylemez mögé épített ajtó érte el. A kondenzáció veszélye ezen esetekben sehol nem lép fel, a külső oldali szél- és csapadékszáró fólia vonalvezetésének kivitelezése egyszerű, tartószerkezeti szempontból nincsen speciális nehézség. A vaktok megfogása kedvező: szilikát szerkezettel lehetséges az alátámasztás, nem jelenik meg konzolosság.

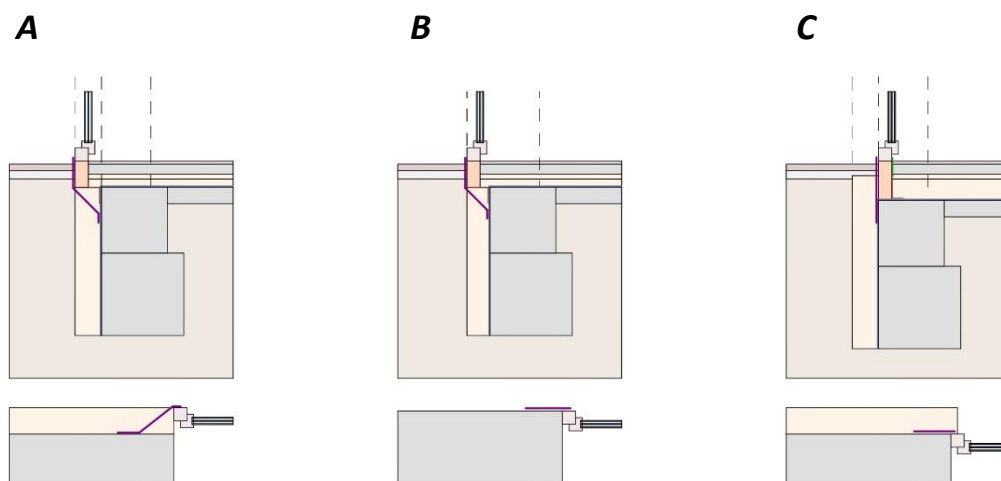
A külső síkokon elhelyezkedő ajtóbeépítések ezzel szemben jellemzően rosszabbul teljesítenek: a természeti hatásoknak (pl. csapóeső, UV, por) ezek vannak a vizsgált esetek közül leginkább kitéve. Az ajtótok megfogásához konzolos szerkezet szükséges, amelynek komoly mechanikai igénybevételre is méretezve kell lennie (belépés), ezért ez diafragmával erősített. Ezen szerkezetet meg kell kerülni a külső oldali fóliákkal, mely szakipari nehézséget okoz és hibalehetőséget jelent.

6. A KITEKINTÉS SZÜKSÉGE, TOVÁBBI VIZSGÁLATOK

Nagyon fontos leszögezni, hogy **vizsgálataink csak az alsó részletekre tértek ki**; az eredmények nem a teljes beépítésre vonatkoznak. Amennyiben szeretnénk egy összképet kapni, szükségesek további vizsgálatok: a vízszintes és a felső részletek hasonló elemzése majd szummázása; természetesen ezeknek is számtalan variációja van.

Továbbá a pontosabb vizsgálatok érdekében figyelembe kell venni azt is, hogy ezen részletek a teljes beépítés vizsgálata során nem értékelhetők csupán önmagukban, majd adhatók össze egy egyszerű összegzéssel. Rendkívül fontos a részletek térbeli kapcsolódása, a sarokhelyzetek kialakítási nehézsége. Egy példán keresztül bemutatjuk, mire is gondolunk:

A külső oldali szél- és csapadékszáró fóliák vonalvezetési nehézségét vizsgálva, a hőszigetelt falszerkezet lábazatának legkülső síkjára helyezett ajtóbeépítés egy problémás eset (*1/3 pont*), mivel a konzolosan kinyúló vaktok alatt 45 fokos szögben kell vezetni a fóliát („*A*” eset). Ennek vízszintes részletét tekintve ugyanezen vonalvezetési séma alakul ki (*1/3 pont*). Ugyanakkor, ha ugyanezen falszerkezetben a nyílászárót a falazat külső síkjára helyezzük, a lehető legkönnyebb esetet hozzuk létre („*C*” eset): mind az alsó, mind a vízszintes csomópontnál a külső oldali fólia teljesen síkban tud rázárni a szerkezetekre (*3/3 pont*). Egy átmeneti helyzet alakul ki, amikor a két esetet vegyítjük homogén falszerkezet esetén („*B*” eset, *1/3 és 3/3 pont*).



22. ábra: fóliák sarokcsatlakoztatási nehézsége

7. ÖSSZESÍTETT ÉRTÉKELŐTÁBLA

Falszerkezet							Beépítési situáció								
Falazat belső síkja	Falazat külső síkja	Hőszigetelés belső síkja	Falazat külső síkja	Falazat belső síkja	Falazat középső síkja	Falazat külső síkja	Alápinceszellen hőszigetelés csökkentéssel	Alápinceszellen kávézott kialakítás	Alápinceszett hőszigetelés emeléssel	Alápinceszett hőszigetelés csökkentéssel	Alápinceszett kávézott	Teraszlejtő födémnyúgás nélkül	Teraszlejtő födémnyúgással	Erkély/lemez közbelsőszigetelve	Héhidmegszaktított erkély/lemez
-	-	-	-	13	12	9									
13	14	12	10	12	11	9									
14	14	12	10	13	12	9									
-	-	-	-	13	12	9									
13	14	12	10	12	11	9									
13	12	12	11	13	12	11									
13	12	10	9	12	11	8									
15	14	14	13	14	13	12									
-	12	14	-	-	-	12									

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is köszönjük **Pataky Rita** Tanárnő témavezetőnknek a dolgozat elkészültéhez nyújtott mindennemű segítségét, illetve az Épületszerkezeti Specializáción tartott előadásait, melyek a témánk alapjául szolgáltak.

Köszönjük továbbá **Dr. Bakonyi Dániel** Tanár úrnak az egyszerűsített hőtárolási szimulációink pontosításához nyújtott segítségét.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Pataky Rita: Nyílászárók körül... - 1. Magyar Építéstechnika, 2015/12. pp. 32-34.
- [2] Pataky Rita: Nyílászárók körül... - 2. Magyar Építéstechnika, 2016/01. pp. 32-34.
- [3] Handa Péter: A hőszigetelés síkjába épített homlokzati ablakok beépítési lehetőségeinek komplex vizsgálata. Épületszigetelő szakmérnöki képzés szakdolgozat. 2023/08.
- [4] Simo Orsolya: Lábazatok síkkoordinációs kérdései. Épületszigetelő szakmérnöki képzés, Hőszigetelések 2. dolgozat. 2021/01.
- [5] Pataky Rita: Jellemző hőhidak és hőhídcsökkentett kialakítások, Specializációs kiegészítő tárgy előadás
- [6] 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Homogén falszerkezet, középső beépítési sík 10
2. ábra: Homogén falszerkezet, belső beépítési sík..... 11
3. ábra: Homogén falszerkezet, külső beépítési sík 11
4. ábra: Lábazati kialakítás lehetőségei 12
5. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén . 14
6. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézett lábazata esetén 18
7. ábra: rossz, és legoptimálisabb kialakítás homogén falazat födémugrás nélküli teraszteteje esetén 21
8. ábra: rossz, jobb és legoptimálisabb kialakítás homogén falazat födémugratott teraszteteje esetén 23
9. ábra: legoptimálisabb kialakítás homogén falazat szigetelt erkélylemeze esetén 25
10. ábra: legoptimálisabb kialakítás homogén falazat hőhídmegszakított erkélylemeze esetén 27
11. ábra: Hagyományos és modernebb beépítés..... 29
12. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a hőszigetelés külső síkja 29
13. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a hőszigetelés belső síkja 30
14. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a falazat külső síkja 30
15. ábra: Hőszigetelt falszerkezet, beépítési sík a falazat belső síkja 30
16. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén 31
17. ábra: legoptimálisabb lábazati kialakítás homogén falazat alapincézetlen lábazata esetén 34

18. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat födémugrás nélküli teraszteteje esetén	36
19. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat födémugratott teraszteteje esetén	38
20. ábra: legoptimálisabb kialakítás hőszigetelt falazat szigetelt erkélylemeze esetén	40
21. ábra: lehetséges kialakítási módok hőszigetelt falazat hőhídmegszakított erkélylemeze esetén.....	42
22. ábra: föliák sarokcsatlakoztatási nehézsége	45

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Alápincézetlen homogén falszerkezetbe építés, hőszigetelés csökkentéssel	15
2. táblázat: Alápincézetlen homogén falszerkezetbe építés kávézva	16
3. táblázat: Alápincézetlen homogén falszerkezetbe építés hőszigetelés emeléssel	17
4. táblázat: Alápincézett homogén falszerkezetbe építés hőszigetelés csökkentéssel.....	19
5. táblázat: Alápincézett homogén falszerkezetbe építés kávézva	20
6. táblázat: Terasztető homogén falszerkezetbe építés födémugrás nélkül	22
7. táblázat: Terasztető homogén falszerkezetbe építés födémugrással.....	24
8. táblázat: Erkélylemez körbehőszigetelve homogén falszerkezetbe építés	26
9. táblázat: Hőhídmegszakított erkélylemez homogén falszerkezetbe építés	28
10. táblázat: Alápincézetlen hőszigetelt falszerkezetbe építés kávézva	32
11. táblázat: Alápincézetlen hőszigetelt falszerkezetbe építés hőszigetelés emeléssel	33
12. táblázat: Alápincézett hőszigetelt falszerkezetbe építés kávézva.....	35
13. táblázat: Terasztető hőszigetelt falszerkezetbe építés födémugrás nélkül.....	37
14. táblázat: Terasztető hőszigetelt falszerkezetbe építés födémugrással	39
15. táblázat: Erkélylemez körbehőszigetelve hőszigetelt falszerkezetbe építés.....	41
16. táblázat: Hőhídmegszakított erkélylemez, hőszigetelt falszerkezetbe építés.....	43

