



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2  
É P Í T Ő M É R N Ő K I K A R  
M A G A S É P Í T É S I T A N S Z É K

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA  
2014

A használati víz elleni szigetelés  
hiányosságaiból adódó épületkárok  
épületenergetikai következményei

Készítette: Ress Mátyás

Konzulensek: Dr. Dudás Annamária  
Dr. Vajnáiné Horn Valéria



## **Köszönetnyilvánítás**

Ezúton is szeretném megköszönni **Dr. Dudás Annamária** és **Dr. Vajnáné Horn Valéria** munkáját, mellyel támogatták a dolgozat elkészültét. Hasznos maglátásaik és tanácsaik nélkül ez a dolgozat nem készülhetett volna el.

Köszönöm a XI. kerületi önkormányzat és a Budapest Főváros Levéltára munkatársainak segítő munkáját az épületek tervdokumentációjának felkutatásában.

## Tartalomjegyzék

1. Történeti bevezető.....	5
2. Használati víz elleni szigetelés.....	5
2.1. Védelmi szintek:.....	5
2.2. Vízszigetelést érő hatások:.....	6
2.3. Igénybevételi osztályok külföldi szabványok alapján.....	7
2.4. Követelmények az üzemi-használati víz szigetelésnél.....	8
2.5. Szigetelési módok.....	9
2.5.1. Vízáró padlók.....	10
2.5.2. Bevonatszigetelés.....	11
2.5.3. Teljes értékű vízelvezetés.....	11
2.5.4. Kettős vízszigetelés.....	12
2.6.1. Az üzemi-használati vízszigetelés kialakításának szerkezeti szabályai.....	12
2.6.2. Lejtések, vízelvezetés.....	12
3. Hővezetési tényező megváltozása nedvesség hatására.....	14
3.1. Szálas hőszigetelő anyag hővezetési tényezőjének megváltozása.....	14
4. Károsodott épületek esettanulmányai.....	16
4.1. Budapest, Nagyszőlős utca 21.....	16
4.2. Budapest, Villányi utca 28.....	17
4.3. Budapest, Bocskai út 43–45.....	18
4.4. Budapest, Villányi út 55–65.....	19
5. A kiválasztott lakások részletes energetikai vizsgálata.....	19
5.1. Bocskai út 43-45 szám alatti lakás.....	21
5.1.1. Épületenergetikai számítások első változata.....	21
5.1.2. Épületenergetikai számítások második változata.....	22
5.1.3. Épületenergetikai számítások harmadik változata.....	23
5.1.4. Számítások összehasonlítása.....	23

5.2. Villányi út 55-65 szám alatti lakás.....	25
5.2.1. Épületenergetikai számítások első változata.....	26
5.2.2. Épületenergetikai számítások második változata.....	26
5.2.3. Számítások összehasonlítása.....	26
5.3. A két épület összehasonlítása.....	28
5.3.1. Épületenergetikai számítások összegzése.....	28
5.4. Vízszigetelés javítása nélküli homlokzati hőszigetelés következményei.....	29
5.4.1. Épületenergetikai számítások az átnedvesedett hőszigetelés figyelembe vételével.....	29
6. Rekonstrukciós javaslatok.....	31
6.1. Felület előkészítés.....	31
6.2. Vízszigetelő réteg.....	32
6.3. Vakolat.....	32
6.4. A vízszigetelés vonalvezetésének lehetőségei.....	33
6.4.1. Vízszigetelés kialakítása a meglévő falon.....	33
6.4.2. Ytong Multiporral készült felújítás.....	34
6.4.3. Vízálló szerelt előtétfal.....	35
6.5. Egyéb szerkezeti elemek.....	36
7. Összegzés, az eredmények gyakorlati jelentősége.....	37
8. Felhasznált irodalom.....	41
9. Mellékletek.....	42
9.1. Fotó melléklet.....	42
9.2. Számítási melléklet.....	42
9.3. Rajzi melléklet.....	42

## 1. Történeti bevezető

A vízszigetelés fontosságát régóta ismeri az emberiség. A legelső megjelenési formái nem is az építőiparban keresendők, hanem a mindennapi életben. Létfontosságú volt, olyan eszközök létesítése melyek alkalmasak folyadékok tárolására. Az akkor használt anyagok (égetett agyag edény → cserépfedés → csempe) előképei lehetnek a későbbi tetőfedési módoknak és a belőle kifejlődő vízszigetelési megoldásoknak, így a talajjal érintkező szerkezetek és a használati víz elleni védelem.

Egyes civilizációk már a modern építőipar megjelenése előtt is rendelkeztek magas szintű tudással ebben a témában. Mezopotámia területén már évezredekkel ezelőtt ismerték a bitument és használták is a fürdőkben víz és pára elleni szigetelésként. Másik példaként említhető Szemirámisz függőkertje, az ókor hét csodájának egyike. Ebben az esetben is kellett rendelkezniük az építőmestereknek vízszigetelési (agyagszigetelési) ismeretekkel. Ezt a remekművet akár lehet a modern zöld tetős építészet elődjének is tekinteni.

Ez a tudás az évszázadok során fokozatosan elveszett és újbóli megjelenése a 19. század utolsó évtizedeire tehető. Ugyanis ekkorra már az iparosodás olyan méreteket öltött, hogy a városok épületállománya nem volt képes az ott élő emberek tömegét kiszolgálni. Olyan terekben (pincék, szuterének) is kénytelenek voltak lakni az emberek ahol előtte nem. Ott viszont a helyiségek a talajból érkező víz hatására penészesedtek, ezáltal az egészségre veszélyessé váltak. Erre szolgál megoldásként a talajban lévő nedvességátások elleni szigetelés.

Az iparosodás azt is magával hozta, hogy a gyárakban lévő technológiák egyre több vizet igényeltek és ennek következtében az üzemi víz elleni szigetelést is ki kell dolgozni.

## 2. Használati víz elleni szigetelés

### 2.1. Védelmi szintek

Három csoportba lehet besorolni azokat a tereket, amelyeket meg kell védeni a víztől. Az egyes helyiségeket védelmi szempont alapján lehet rendszerezni.

- Mérsékelt védelmi szint:
  - alárendelt funkciójú helyiségek,
  - minden olyan helyiség, melynek funkciója megegyezik az alatta lévő helyiségével,
  - mérsékelt védelmi szintre kell biztosítani az épület azon részeit, is melyek működését nem lehetetleníti el egy esetleges leázás.
- Közepes védelmi szint:
  - huzamosabb tartózkodásra szolgáló helyiségek,
  - olyan esetekben amikor egy esetleges leázás használhatatlanná tenné az adott teret.
- Fokozott védelmi szint:
  - reprezentatív helyiségek,
  - vízre fokozottan érzékeny, nagy értékű tárgyakat tartalmazó helyiség.

*[Fülöp Zs., Dr. Osztrólczyk M.: Épületszigetelési kézikönyv, 2006]*

### 2.2. Vízszigetelést érő hatások

- Nedvesség fajták:
  - Használati víz:

Használati víz akkor keletkezik egy épületben, amikor az emberek saját biológiai szükségleteik miatt használják a vizet. Ebben az esetben jellemzően fröcskölő vízre és csurgalék vízre kell méretezni a szigetelést.
  - Üzemi víz:

Ipari technológiának következtében vagy valamilyen tevékenység szerves részeként van jelen a nedvesség. Legtöbbször a víz nagy mennyiségben van jelen.

- Környezeti hatások:  
A vízszigetelésnek fel kell tudnia venni a szerkezet hőmozgásaiból, zsugorodásából és a földrengésből származó hatásokat.
- Mechanikai hatások,
- Környezeti hatások,
- Vegyi és biológiai hatások,
- Párahatás.

*[Fülöp Zs., Dr. Osztrólczyk M.: Épületszigetelési kézikönyv, 2006]*

### **2.3. Igénybevételi osztályok külföldi szabványok alapján**

A magyar szabványok nem állítanak fel igénybevételi osztályok szerinti kategóriákat, viszont a külföldi gyakorlat azt mutatja, hogy ennek segítségével könnyebb meghatározni, hogy milyen technológiát alkalmazunk a vízszigetelés kivitelezésénél.

A német szakirodalomban több csoportosítás is elterjedt, egyrészt maga a DIN szabvány is tesz ajánlást de még két másik irányelvben szereplő csoportosítást is előszeretettel használnak. A magyar szakirodalomban elterjedt táblázat is ezeknek a kiadványoknak az összefoglalásából jött létre.

- DIN18195 szerinti osztályok:  
Mérsékelt hatásnak van kitéve,  
Fokozott nedvesség hatásnak kitéve,  
Nincs igénybevétel.
- ZDB [Zentralverband des Deutschen Baugewerbes] irányelvei szerinti kategóriák:  
I. osztály: minimálisan igénybe vett épületrész,  
II. osztály: a lehető legnagyobb igénybevételt jelenti beltérben,  
III. osztály: kültéri épületrész,  
IV. osztály: a folyamatos nagy igénybevétel mellett kémiaiag agresszív szerek és mechanikai igénybevétel egyidejűleg jelentkezik.
- DIBT [Deutscher Institut für Bautechnik] irányelvei szerint a következő kategóriák alapján történik a besorolás:



A1: használati vagy tisztító szer által erősen terhelt,

A2: használati és tisztító szer által erősen terhelt,

B: Medencék,

C: Üzemi terek vegyileg igénybe vett terei.

Mivel ezek a kategóriák nem teljesen fedik egymást, táblázatban összefoglalva ábrázolhatók.

DIN 18195	ZDB	DIBT	
Nincs igénybevétel	-	I.	Mérsékelt igénybevétel
Nincs igénybevétel	-	I.	
Mérsékelt igénybevétel	A1 A2	II.	Közepes igénybevétel
Fokozottan igénybe vett	A1 A2 C	IV.	Fokozott igénybevétel

1. táblázat: Vízszigetelési előírások összehasonlítása

A továbbiakban ezt a három igénybevételi szintet fogjuk használni.

	Mérsékelt igénybevétel	Közepes igénybevétel	Fokozott igénybevétel
Használat időtartama	rövid	hosszú	hosszú(tócsaképződés előfordulhat)
Nedvességátás intenzitása	kicsi	lökésszerű	nagy intenzitás, lökésszerű
Nedvességátás gyakorisága	ritka	állandó	állandó, vegyi hatás is érheti
Példa	lakóépület konyhája	padlóösszefolyóval ellátott zuhanytálca nélküli fürdő	üzemi mosdó, mosogató helyiségek

2. táblázat: Az igénybevételi szint és a nedvességátás intenzitása  
[Fülöp Zs., Dr. Osztrólczyk M.: Épületszigetelési kézikönyv, 2006]

## 2.4. Követelmények az üzemi-használati víz szigetelésnél

A magyar jogszabályok is tartalmaznak általános előírásokat az épület víz elleni védelmére vonatkozóan, -melyek a használati vízszigetelésre is vonatkoznak.

253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet:

**50.§** „5) Az építményt és annak részét, szerkezetét, beépített berendezését és vezetékrendszerét úgy kell tervezni és megvalósítani, hogy azok karbantartás, korszerűsítés, esetleges csere céljából – a csatlakozó szerkezetek állékonyságának veszélyeztetése nélkül – hozzáférhetőek legyenek, valamint azok a magyar nemzeti szabványok által megkövetelt biztonsággal

a) feleljenek meg a tervezett vagy becsült élettartamuk alatt – a rendeltetési céljuknak megfelelő biztonsággal – az állékonyság és a mechanikai szilárdság, valamint a rendeltetésszerű és biztonságos használat követelményeinek,

b) nyújtsanak védelmet a várható hatások okozta ártalmak ellen az építmény rendeltetésszerű használata során, és

c) feleljenek meg és álljanak ellen a várható mértékű terheléseknek, hatásoknak.„

**53. §** „(1) Az építményt és részeit, az önálló rendeltetési egységet, helyiséget úgy kell megvalósítani, ehhez az építési anyagot, épületszerkezetet, beépített berendezést és vezetékhalózatot úgy kell megválasztani és beépíteni, hogy a környezet higiéniáját és a rendeltetésszerű használók egészségét ne veszélyeztesse

d) szennyezett víz, föld, szilárd és folyékony hulladék,

e) az építmény felületein káros nedvesedés keletkezése, megmaradása,

g) vegyi és korróziós hatás,

(2) Az építmények megvalósítása és rendeltetésszerű használata során biztosítani kell

b) a helyiségek nedvesség (csapadékvíz, talajvíz, talajpára, **üzemi víz** stb.) elleni védelmét, a páratartalom kicsapódása elleni védelmét.„

**57. §** „(1) Az építményt és részeit védeni kell az állékonyságot, mechanikai szilárdságot és a rendeltetésszerű használatot veszélyeztető vegyi, korróziós és biológiai hatásoktól, továbbá a víz, a nedvesség (talajvíz, talajnedvesség, talajpára, csapadékvíz, **üzemi víz**, **pára** stb.) káros hatásaival szemben.„

## 2.5. Szigetelési módok

A nedvességterhelés mértéke, a védelmi igény és a környező helyiségek funkciója határozza meg, milyen szigetelést kell kialakítani. Ezek alapján négy szigetelési szint különböztethető meg.

Igénybevétel	Védelmi igény szint		
	Mérsékelt	Közepes	Fokozott
Mérsékelt	Vízzáró padló	Bevonat szigetelés	Teljes értékű szigetelés
Közepes	Bevonat szigetelés	Teljes értékű szigetelés	Kettős szigetelés
Fokozott	Teljes értékű szigetelés	Kettős szigetelés	Kettős szigetelés

3. táblázat: Kialakítható vízszigetelés a védelmi igény szint és az igénybevétel függvényében [Horváth Sándor: Üzemi-használati víz elleni szigetelés]

Vízzáró padlót csak abban az esetben szabad alkalmazni, ha mérsékelt a védelmi igény szint és az igénybevétel.

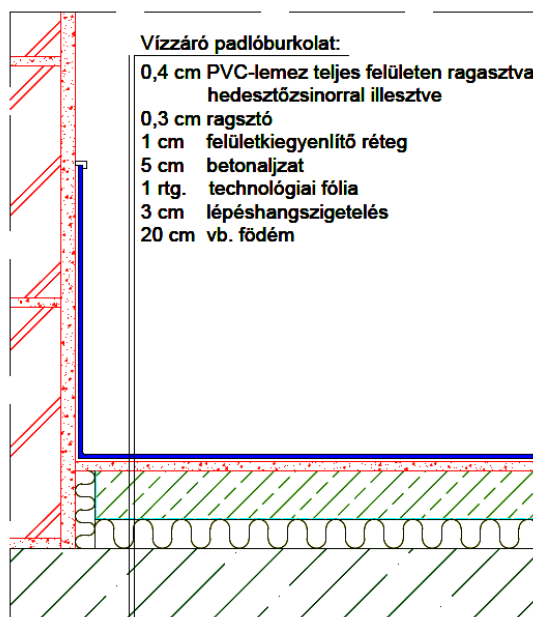
Bevonatszigetelést akkor kell kialakítani, amikor az igénybevétel és a védelmi igény szint közül az egyik mérsékelt a másik közepes.

Ha mind a védelmi igény szint mind az igénybevétel közepes, abban az esetben teljes értékű szigetelés a megfelelő, valamint az esetekben is amikor az egyik mérsékelt a másik fokozott igény szintű.

A legnagyobb elvárások esetén kettős szigetelést kell beépíteni (fokozott-fokozott, fokozott-közepes).

### 2.5.1. Vízzáró padlók

Mérsékelt igénybevétel és igény szint mellett szabad csak alkalmazni mely a legegyszerűbb szigetelési mód. Ebben az esetben a szigetelés síkja megegyezik a burkolat síkjával. Kerámia lap burkolat esetén vékony rugalmas ragasztó rétegbe kell helyezni a lapokat és a sarkoknál és dilatációknál tartósan rugalmas tömítést kell beépíteni. Ezt a kategóriát teljesíti olyan PVC padló aminek a toldásai hegesztőszinórral készültek és kialakítása megfelel a vízszigetelés szabályainak.



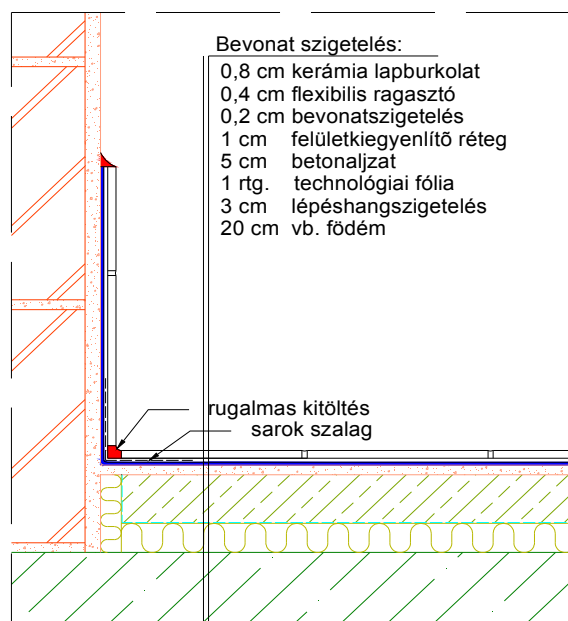
1. ábra: Vízzáró padló [saját ábra]

### 2.5.2. Bevonatszigetelés

A burkolat alatt, de ahhoz kontakt módon egy bevonat szigetelést készül. Ez lényegében azt jelenti, hogy a vízzáró padlóburkolat kiegészül egy bevonat szigeteléssel. A két réteg együtt képezi a vízszigetelést, a lapburkolat a bevonatszigeteléstől el nem választható.

Bevonatszigetelésként alkalmazható:

- repedésáthidaló műgyanta,
- műanyag diszperzióval javított cement,
- műanyag diszperzió (csak függőleges felületen javasolt), poliuretán gyanta.

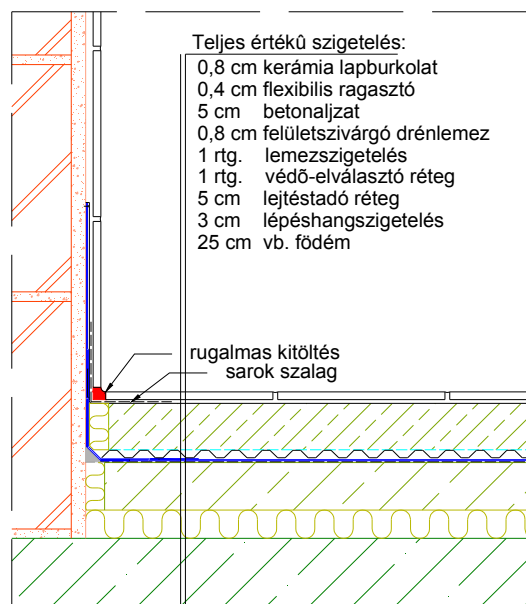


2. ábra: Bevonatszigetelés [saját ábra]

A bevonatszigetelések technológiájának elengedhetetlen része a hajlaterősítő szalagok alkalmazása, amiket a sarkokon és éleken két réteg bevonatszigetelés közé kell ágyazni.

### 2.5.3. Teljes értékű vízvezetés

A teljes értékű szigetelésnél a padlóburkolat (és a falburkolat) már teljes egészében elválik a vízszigeteléstől. A vízszigetelés külön réteget képez és általában lemezes szigetelést készítenek. A vízvezetés jellemzően a burkolat felületén történik, de nem zárható ki, hogy a szerkezetbe szivárogjon a víz ezért a vízszigetelés felett egy drénlemez szükséges, amely lehetővé teszi a víz elvezetését. Érdeemes megjegyezni még azt is, hogy nem jó szivárgóréteggént szűrőbeton kialakítása,

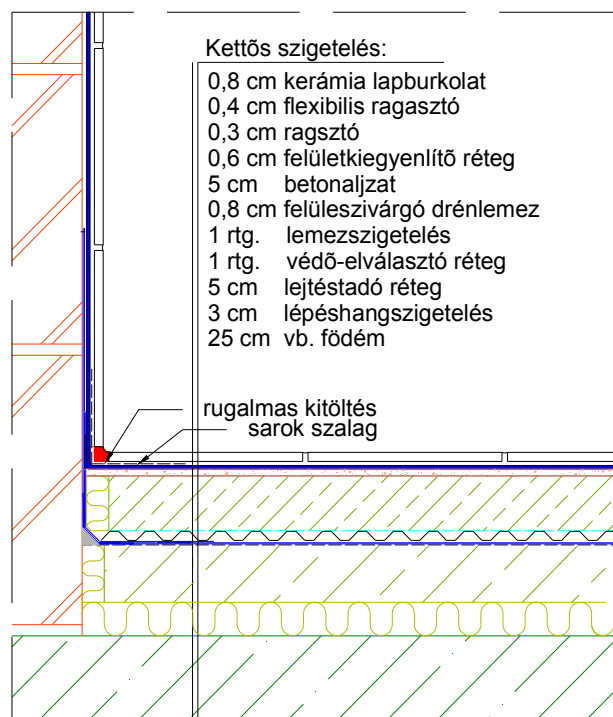


3. ábra: Teljes értékű szigetelés [saját ábra]

mivel a használat során eltömődik.

#### 2.5.4. Kettős vízszigetelés

A kettős szigeteléssel lehet elérni a legnagyobb védettséget. Ebben a szigetelésben a bevonat és a teljes értékű szigetelés kerül egymásra. Megtalálható a padlóburkolat alatt a bevonat, de emellett jelen van a lemezes szigetelés is az aljzatbeton alatt.



4. ábra: Kettős szigetelés [saját ábra]

#### 2.6.1. Az üzemi-használati vízszigetelés kialakításának szerkezeti szabályai

Ebben a témában a legfontosabb szabály a teknőszerű kialakítás. Ez azt jelenti, hogy a vízszigetelést úgy kell vezetni, hogy a helyiség környezetét meg kell óvni a nedvességterheléstől. A vízszigetelés kialakításával szemben a legfontosabb követelmény az, hogy felület-folytonosnak kell lennie. A legkisebb hiba a kialakításban azt eredményezi, hogy nem fog megfelelően működni a vízszigetelés.

Érdemes még a tervezés folyamán a helyiség kialakításánál figyelemmel lenni arra, hogy minél egyszerűbb legyen a helyiség geometriája, ugyanis minden síkváltás egy további lehetőség a rossz kivitelezésre, vagy meghibásodásra.

#### 2.6.2. Lejtések, vízvezetés

A padlóra, illetve a szigetelésre jutó víz elvezetéséhez lejtéstadó aljzat szükséges. Azért van szükség arra, hogy lejtést adjunk a padlónak, hogy a szigetelésen összegyűlő vizet a lefolyókhoz vezessük és eltávolítsuk a felületről. A lejtés nagyságát korlátozza a biztonságos járás. Ezért a felületen maximum 1-1,5 %-os lejtést szabad kialakítani. Érdemes megjegyezni

még azt, hogy a fal közelében nagyobb lejtést is lehet alkalmazni.

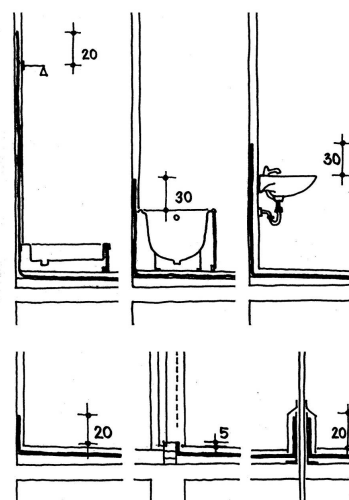
Az összefolyót célszerű úgy elhelyezni, hogy minden irányban azonos esések alakulnak ki. A padlóösszefolyó mind a burkolati mind a lemezszigetelésről elvezeti a vizet.

Elsődlegesen pontra lejtést kell kialakítani, de manapság kedvelt megoldás az is hogy vonal mentén történik a víz összegyűjtése. De ebben az esetben is a folyóka egy pontja csatlakozik a csatornához.

- Felvezetési magasság

Gazdaságossági megfontolások alapján a szigetelést nem kell a mennyezetig felvezetni. A szabályzat írja le, egyes esetekben mekkora a minimális felvezetési magasság. (4. táblázat, 1. rajz)

lábazat	padlóburkolat +20 cm
mosdó/falikút(60 cm-es környezetében)	mosdó +30 cm
zuhanyzó(60 cm-es környezetében)	zuhanyrózsa +20 cm
fürdőkád(60 cm-es környezetében)	kádperem +60-180 cm
küszöb	padlóburkolat +5cm
csőáttörés	padlóburkolat +20 cm
4 táblázat: Szigetelés felvezetési magassága [Fülöp Zs., Dr. Osztrólczyk M.: Épületszigetelési kézikönyv, 2006]	



1. Rajz: Szigetelés felvezetése [Szerényi I., Szerényi A., Bársony I.: Víz, hő és hangszigetelés készítése]

A lemezszigetelést általában nem szokták 20 cm-nél feljebb vezetni, hiszen a falat érő igénybevételek alacsonyabbak mint a padlóé. Ebben az esetben gondoskodni kell a lemezszigetelés és a bevonatszigetelés kapcsolatáról. Amennyiben továbbvezetik a lemezszigetelést, vendégfal készítése szükséges a szerelvények elhelyezésének céljából.

[Fülöp Zs., Dr. Osztrólczyk M.: Épületszigetelési kézikönyv, 2006]

### 3. Hővezetési tényező megváltozása nedvesség hatására

#### 3.1. Szálas hőszigetelő anyag hővezetési tényezőjének megváltozása

Ismert fizikai jelenség, hogy az építőanyagok nedvességtartalmuk növekedésével rosszabb hőszigetelő képességgel rendelkeznek, mivel megnő a hővezetési tényezőjük értéke. Számos kutatás foglalkozik a témakörrel. A használati víz homlokzati falakat áztató hatásával és a homlokzati épületenergetikai célú felújításokkal összefüggésben vizsgálni kell a hőszigetelő anyagok tulajdonságainak változását.

Milosˇ Jerman és Robert Cernˇy 2012-ben megjelent Effect of moisture content on heat and moisture transport and storage properties of thermal insulation materials című írása is hasznos információkat közöl a témában.

A Spyros Karamanos, – S. Hadiarakou, – Agis Papadopoulos szerzők által írt The impact of temperature and moisture on the thermal performance of stonewool című tudományos szakcikk - (Energy and Buildings folyóirat 40. szám) tanulmányban a kőzetgyapot tulajdonságait, kifejezetten a hőszigetelési tényező megváltozását vizsgálták.

Két különböző sűrűségű szigetelőanyagot alkalmaztak, négy állapotban. Az első esetben a teljesen száraz anyagot mérték meg (EN 12667). EN 1609 szabvány alapján a rövid idejű vízbemerítésre adódott egy érték. Elvégezték a 28 napos hosszú idejű mérést is és ebben az esetben teljesen belemerítették a vízbe (EN 12087). Negyedik mérési eredményként pedig teljesen kiszáritották és ismételten meghatározásra került a szigetelőanyag ellenállása.

Vizsgálati mód	Hőszigetelő anyag	
	B-050	B-175
Kezdeti hővezetési tényező [W/m <sup>2</sup> K]	0,03173	0,03477
EN 1609 szabvány szerinti [W/m <sup>2</sup> K]	0,03807	0,04357
EN 12087 szabvány szerinti [W/m <sup>2</sup> K]	0,03772	0,04390
Kiszáritás utáni [W/m <sup>2</sup> K]	0,03268	0,03282

*5. Táblázat. Mérési eredmények [Keresztessy É.: Vízszigetelési követelmények komplex értelmezése, 2013]*

A mérési eredményekből jól kitűnik az, hogy a nedvesség hatás jelentős mértékben rontja az anyagok fizikai jellemzőit. Akár több mint 35 %-kal is megnőhet a hővezetési tényező értéke.

Fontos még megjegyezni azt is, hogy a laboratóriumi kísérletek és a valós értékek eltérést mutatnak. Az eltérés abból származik, hogy a valóságban a nedvesség a szabványos vízbemerítéshez képest eltérően éri az anyagot és más hatások is érik a szerkezetet.

Tomas Vrana és Folka Björk által végzett kísérlet során a kőzetgyapot téli viselkedését vizsgálták. Az alacsony hőmérséklet hatására a szigetelés egy részében a nedvesség megfagy. Megváltoznak az épületfizikai tulajdonságok, így például a páraáteresztő képesség lecsökken.

*[Keresztessy É.: Vízszigetelési követelmények komplex értelmezése, 2013]*



## 4. Károsodott épületek esettanulmányai

Magyarország lakóépületei közül városi bérházként 1945 előtt 211757 db épült. Ezen épületek 45 %-a 1920 előtt és 55 %-a 1920–45 között készült. Lakótelepi épületként 1945 előtt 7443 db, 1945–59 között 24651 db épült.

[Dr. Széll M.: *Fenntartható energetika az épületszerkezetek tervezésében és oktatásában, 2012*]

Az ilyen épületek felkutatásának két lehetséges módja van. Egyrészt, ha ismert az a korszak, amikor nem készültek megfelelő szigetelések, akkor az ebben az időszakban készült épületek, nagy valószínűséggel rendelkeznek ezzel a problémával.

Másrészt ezt a jelenséget az utcáról is jól lehet látni a homlokzati falnál elhelyezett vizes helyiségeknél. Árukkodó jel az szokott lenni, hogy az épület homlokzati vakolata kisebb felületeken szabályos raszter szerint fel van táskásodva, vagy akár már le is dobta magáról a fal.

Négy épületet felkeresve, mindegyiknél jól láthatóak a szerkezeti károsodás jelei.



5. ábra: Átvizedés jelei [saját fotó]

#### 4.1. Budapest, Nagyszőlős utca 21.



6. ábra: Falazat átnedvesedése a burkolat felett [fotó: tulajdonostól]



7. ábra: Nyílászáró szerkezetének károsodása [fotó: tulajdonostól]

Az épület egy három lépcsőházas, három emeletes társasház. Feltehetőleg a 20. század 30-as és 50-es éve között épült.

Az 5. ábra is ennek az épületnek a homlokzatát mutatja. Az épületen belül is több károsodás oka is visszavezethető a szigetelés hiányosságaira. A fürdőszobában burkolattal felett is át van a fal nedvesedve. Nagyon jól példa arra, hogy önmagában egy csempe burkolat nem tud vízszigetelésként funkcionálni(6. Ábra).

Ebben az időszakban fa nyílászárók voltak a jellemzőek. A fa viszont képes arra hogy a falból a nedvességet felszívja. Ennek következtében a keret anyaga is el kezd gombásodni és korrodálni(7. ábra).



8. ábra: Penész megjelenése [fotó: tulajdonostól]

Vizes fal jobban vezeti a hőt és ezzel együtt páratechnikailag is rosszabb mint egy száraz szerkezet. Ilyen esetben elkerülhetetlen az, hogy a lakó térben ne jelenjen meg a penész. Ebben az esetben is látható ez a jelenség(8. ábra).



9. ábra: Nem megfelelő javítás [fotó: tulajdonostól]

A 9. ábrán egy javítási próbálkozást mutat. Ha a homlokzat felújítását nem előzi meg a kiváltó ok megszüntetése, nem lehet tartós megoldást várni.

#### 4.2. Budapest, Villányi utca 28.



10. ábra: Villányi út 24-28[saját fotó]

Ezen a telken több épület is található, melyeket egyszerre építettek. Mindegyik épületen a vizes helyiségnél a vakolat felső rétege nagy foltokban hiányzik. Elmondható az, hogy ebben az esetben nagyobb az átnedvesedett terület mint az előző esetben. A külső fal eltérő rétegrendi felépítése okozhatja az eltérést(10. ábra).

### 4.3. Budapest, Bocskai út 43–45.



11. ábra: Bocskai út 43-45

A vizsgált lakóépület 1927.-ben épült. Az eredeti elnevezése Lenke úti Városi Bérház, ugyanis abban az időben még a Bocskai utat Lenke útnak hívták. A telken három épület található, mindegyik hasonló kivitelben. Ez az épület is három emeletes. A bérház jellegből adódóan tipikusan egy szobás lakásból áll, amihez tartozik egy konyha és egy mellékhelyiség. Ebben a korszakban még a fürdőszoba nem volt követelmény a lakásban. Feltehetőleg ezt a hiányosságot kezelték a későbbiekben, de ez a helyiséget nem telepítették a külső falhoz, tehát nem lett a külső fallal szomszédos.

### 4.4. Budapest, Villányi út 55–65.



12. ábra: Villányi út 55-65.

1953-ban épült ez a 8 épületből álló épületcsoport. Szimmetrikusan helyezkednek el a telken. Három háztípust lehet elkülöníteni. Általában kétszobás összkomfortos lakások vannak az épületekben.

Tipikusan a fürdőszobák a külső falak mellett vannak és a kád közvetlen az ablak alatt helyezkedik el.

Az áttekintésben azért került kiemelésre az épületek száma, mert ezáltal rá lehet világítani arra, hogy a használati víz szigetelés hiánya széles körben érinti a magyar épületállományt.

## 5. A kiválasztott lakások részletes energetikai vizsgálata

Az esettanulmányban ismertetett épületek közül két épület részletes épületenergetikai vizsgálata történt meg. Mindkét esetben az építési állapot került vizsgálatra, tehát az idő folyamán bekövetkezett, átépítéseket, felújításokat nem vettem figyelembe.

Ez épületek besorolása részletes energetikai számítással, a hatályos jogszabályok betartása mellett történt (7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról).

Három számítás készült:

- részletes energetikai számításban az összes falat száraznak tételeztem fel,
- figyelembe vettem az összes átnedvesedett falfelület,
- vízszigetelés javítása után hőszigetelt homlokzatot tételeztem fel.

A hővezetési tényező nedvesség hatására megváltozik. Ennek a változásnak az mértékét többféle képlet és táblázat segítségével meg lehet állapítani. Ebben az esetben az Épületfizika kézikönyvben (Fekete, 1995) megadott táblázat került felhasználásra.

Az átnedvesedett felület nagysága feltehetően akkora, mint az a felület, amit vízszigeteléssel kell ellátni. Hisz a szigeteléssel pont ezt a falszakaszt kell védeni.

A harmadik számításnál olyan rekonstrukciós lehetőséget lett vizsgáltam, amikor is a vízszigetelés helyreállítása után az épületet utólagosan hőszigetelik. Fontos megjegyezni, ennél az esetnél azt feltételezem, hogy a falazat már kiszáradt. 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés kívül, és szárító-vakolat került a külső falra. A vizsgált változatban belső oldalon megfelelő vízszigeteléssel meg van gátolva a nedvesség utánpótlása. A rekonstrukciós megoldásokról részletesen lesz szó a 6. fejezetben.

Annak érdekében, hogy csak a víz hatását vegyem figyelembe jelen a számításban, azonban ez a felújítás így nem teljes. A számítás feltételezi, hogy csak a homlokzatra került hőszigetelés, ebből következően a tető és a pince még így is energetikailag gyenge. Ebben a változatban nyílászárók cseréje sem történt meg.

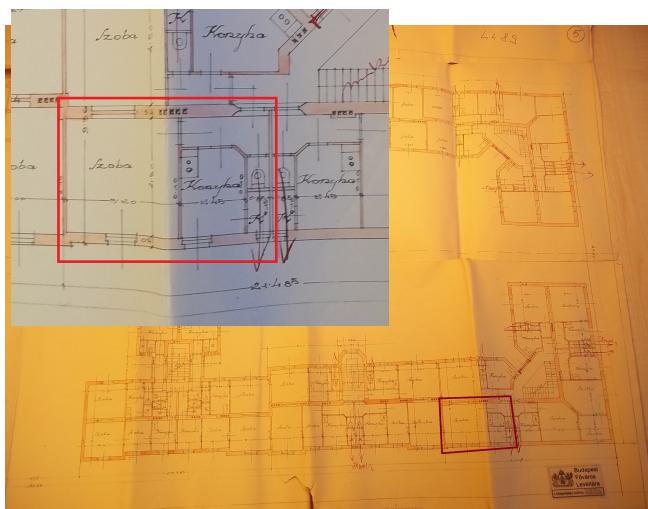
Fontos, hogy egy épület felújításánál a termikus burok elemeit ugyanolyan mértékben fejlesszük. A számításban a két épületben két eltérő helyzetű lakás vizsgálatára került sor. Az egyik eset a legkedvezőtlenebb lakást vizsgálta: a legfelső emelet saroklakását. Így két oldalon is a külső fal és a padlás felé is húll a lakás. A másik épületnél egy első emeleti középső lakást vizsgáltam meg.

## 5.1. Bocskai út 43-45 szám alatti lakás

Lakás elhelyezkedése:

A három épület közül a Vincellér utca-Bocskai út sarkán lévő épületet választottam vizsgálatra. Az első emeleten található 38 m<sup>2</sup>-es lakást három oldalról lakások veszik körül.

A belmagasság a lakó szinteken 2,85 m, és a lakás 107,8 m<sup>3</sup> térfogatú.



Ábra 13.: I. emeleti alaprajz [fotó: Ress Mátvás]

Kiindulási adatok:

Épülethatároló szerkezet	Hőátbocsátási tényező U [W/m <sup>2</sup> K]	Követelmény U [W/m <sup>2</sup> K]
Ablak	2,2 (g=0,78)	1,6
Bejárati ajtó	1,03	1,8
Fal	1,43	0,45
Lépcsőház	1,29	0,5
Pince fal	1,43	0,5
Pince födém	0,82	0,5
Padlásfödém	0,97	0,3

6. Táblázat: Épületet határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezői

Az alapterület és fűtött térfogat arány ennél a lakásnál 0,351.

### 5.1.1. Épületenergetikai számítások első változata

A részletes számítás a számítási melléklet 1. pontjában található, ebben a fejezetben csak az eredmények összefoglalása található.

Ebben a számítási változatban a nedvesség hővezetési tényezőre gyakorolt hatása elhanyagolásra került.

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	21,73	1,43	1	31,1
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			$\Sigma A*U$	39,3

7. táblázat: 2. számítás: Felületi hőveszteségek

Hőhíd típusa	l [m]	$\Psi$ [W/mK]	$l*\Psi$ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71
			16,71

8. táblázat: Vonalmenti hőveszteségek

Fajlagos hőveszteség tényező:  $q=0,507$  W/Km<sup>3</sup>, a követelmény ebben az esetben  $q_m=0,219$  W/Km<sup>3</sup> volt.

Az épület nyári túlmelegedés vizsgálatának eredménye  $\Delta t_{b,nyár}=2,334$  K, ami kisebb, mint a nehéz épületekre vonatkozó 3 K-es határérték.

### 5.1.2. Épületenergetikai számítások második változata

A nedves falak felületét a jelenlegi szabályzás által megkövetelt szigetelési felületek nagyságával megegyezőre vettem fel. A nedves falszakaszok hőátbocsátási tényező (U) értéke külön meghatározásra került. A nedves téglá hővezetési tényező ( $\lambda$ ) értéke az Épületfizika Kézikönyvből került kiolvasásra, azzal a feltételezéssel, hogy a fal teljesen át van nedvesedve. Ezt a feltevés azért tehető meg mert feltehetően a folyamatos nedvesség utánpótlás intenzitása nagyobb, mint a párolgás sebessége.

$t_i$	20	$t_e$	8
$t_e$	-15	$t_{he}$	24
$\Delta t$	35		

	h	d	$\lambda$	R	$\Delta t$	t
belső levegő	8	-	-	0,125	10,338	20
1.rtg belső vakolat	-	0,015	0,81	0,019	1,532	9,66
2.rtg kisméretű tömör téglá	-	0,38	1,705	0,223	18,432	8,13
3.rtg: külső vakolat	-	0,015	0,99	0,015	1,253	-10,30
külső levegő	24	-	-	0,042	3,446	-11,55
				$\Sigma R$	0,423	
				<b>U</b>	<b>2,363</b>	
				<b>q</b>	<b>82,701</b>	

9. táblázat: Átnedvesedett fal hőátbocsátási tényezője

A felületi hőveszteség így az első számításban kapott 39,3 W/K-ról 45,5 W/K-re emelkedett. Ez 15,78%-os romlást jelent, ami olyan plusz költségeket eredményez a lakás fenntartásánál, amiktől könnyedén meg lehet szabadulni, ha meg van akadályozva a víz falba való beszivárgása.

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	16,56	1,43	1	23,7
vizes fal	5,17	2,63	1	13,6
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			$\Sigma A*U$	45,5

10. táblázat: 2. számítás: Felületi hőveszteségek

Egy pozitív hatása van a nedves falnak. A nyári túlmelegedés kockázata kis mértékben csökken ezáltal. Ez a csökkenés nem éri el 2 %-ot és nem tekinthető megoldásnak a túlmelegedés megakadályozásában. Az év más időszakában rossz hőérzetet, és az egészségre káros penész megjelenését segíti.

### 5.1.3. Épületenergetikai számítások harmadik változata

A bevezetőben már említett elsődleges cél, hogy az eredményekről reális összehasonlítást tudjunk készíteni. Ezért a vonalmenti hőhidak javítására sem került sor a számításban. Amennyiben minden hőhíd megszűnik, még nagyobb csökkentést lehet elérni a felújítás után.

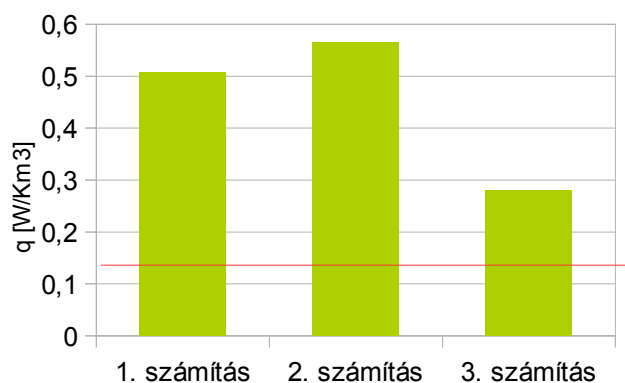
### 5.1.4. Számítások összehasonlítása

	1. számítás	2. számítás	3. számítás
Fajlagos hőveszteség tényező ( $q$ [ $W/Km^3$ ])	0,507	0,565	0,281
Követelményhez viszonyított	232%	258%	128%

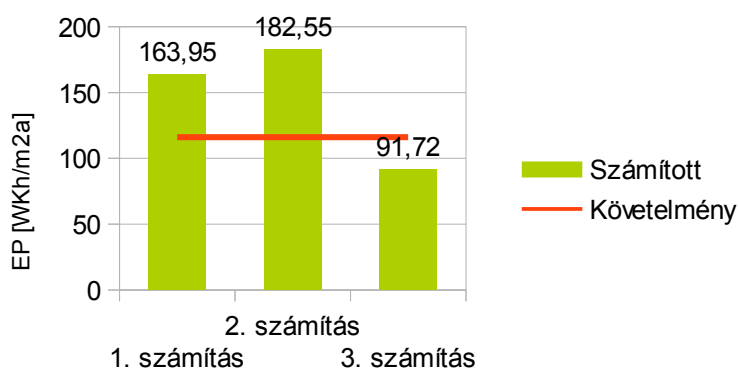
11. táblázat: Fajlagos hővezetési tényező összehasonlítása

A kiindulási állapothoz képest a nedvesség figyelembevételével nagyobb lett a hőveszteség tényező. 11 %-os növekedés következett be a modell pontosítása által. A szigetelt falazat kiszáradása után a jelenleg fennálló helyzethez képest 50 %-kal lehet csökkenteni a fajlagos hővezetési tényezőt.





14. ábra: Fajlagos hővesztés változása



15. ábra: Energetikai jellemző

Az első esetben  $164 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ , víz hatását figyelembe véve  $182,55 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  romlik az energiaigény. A lakásra  $116,12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  a követelményt fogalmaz meg a szabályozás. Az első két esetben nem teljesül a követelmény, de a felújításnak köszönhetően az energiaigényt  $91,72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ -re lehet csökkenteni. Egy minimális hőszigeteléssel 50 %-os javulást lehet elérni a nedves falazathoz képest.

Az összesített energetikai jellemző és a viszonyítási alap hányadosának százalékos értéke alapján sorolható be az épületrész egy minőségi osztályba. A minőségi osztályoknál már nem lehet, annyira érzékelni a különbséget, mint az előző összehasonlításokban, de a mindennapokban ez a besorolás a legelterjedtebb. A lakás az első számítás alapján 141,19 %-al „E” azaz „ÁTLAGOSNÁL JOBB” osztályba került, de ha a nedves felületek számításba vannak véve, akkor 157,208 %-ra romlik az arány és „F” azaz „ÁTLAGOS” osztályba csúszik az épületrész. 78,987 %-kal a harmadik eset már megfelel a követelménynek és „KÖVETELMÉNYNÉL JOBB” osztályba kerül.

## 5.2. Villányi út 55-65 szám alatti lakás

A nyolc épület közül a vizsgált lakás az A jelű épületben található, mégpedig a harmadik emelet Villányi úti déli tájolású saroklakása (28. ábra).

A lakás konyhája és fürdőszobája is a külső fal mellett helyezkedik el. A fürdőkád közvetlen az ablak alatt van.

Alapadatok:

A lakás alapterülete 49,87 m<sup>2</sup>. Két szoba, konyha, kamra és fürdőszoba található az épületben. A belmagasság 2,85 m ebből következik, hogy a hasznos fűtött térfogat 142 m<sup>3</sup>. Az alapterület térfogat arány 0,351.

Épülethatároló szerkezet	Hőátbocsátási tényező U [W/m <sup>2</sup> K]	Követelmény U [W/m <sup>2</sup> K]
Ablak	2,2 (g=0,78)	1,6
Bejárati ajtó	1,03	1,8
Fal	1,43	0,45
Lépcsőház	1,29	0,5
Pince fal	1,43	0,5
Pince födém	0,82	0,5
Padlásfödém	0,97	0,3

12. táblázat: Épületet határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezői

Hőhíd típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85
			30,9015

13. táblázat: A lakás vonal menti hőhídjai

A Bocskai úti lakáshoz képest sokkal több lett a vonalmenti hőhíd a nagyobb alapterület és annak következtében, hogy két oldala is külső fal.

### 5.2.1. Épületenergetikai számítások első változata

A részletes számítás az 4. Számítási mellékletben található.

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	41,36475	1,43	1	59,2
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		$\Sigma A*U$		129,8

14. táblázat: Felületi hőveszteségek

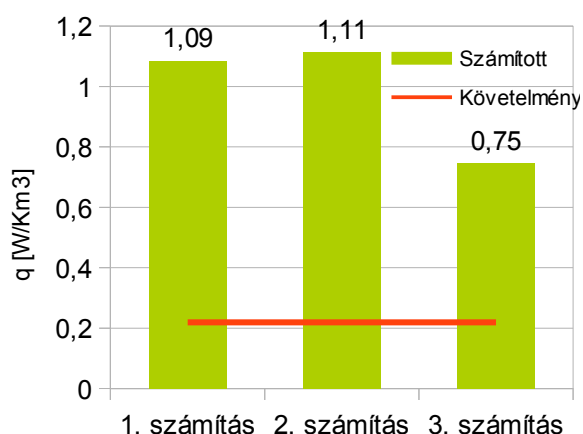
A hőveszteségek kiszámítása után a fajlagos hőveszteség tényező  $1,086 \text{ W/Km}^3$  lett, ami 4,96-szorosa a  $0,219 \text{ W/Km}^3$  követelménynek.

### 5.2.2. Épületenergetikai számítások második változata

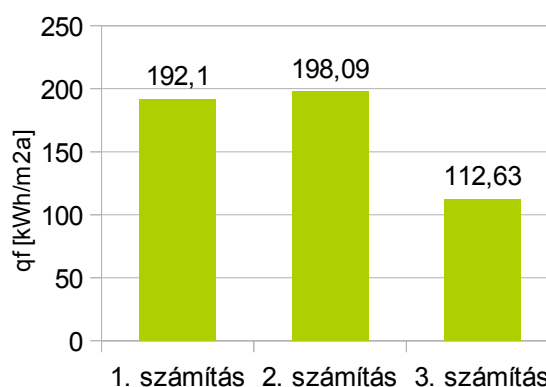
A számítási paraméterek megegyeznek a Bocskai úti lakásnál használt értékekkel és a részletes számítás 5. Számítási mellékletben található.

A felületi hőveszteség  $133,6 \text{ W/K}$  ami 2,93 %-os növekedést jelent. A fajlagos hőveszteség tényező ( $q=1,113 \text{ W/Km}^3$ ) 2,49 %-kal haladja meg az eső számítást.

### 5.2.3. Számítások összehasonlítása



16. ábra: Fajlagos hőveszteség tényező és követelményértéke

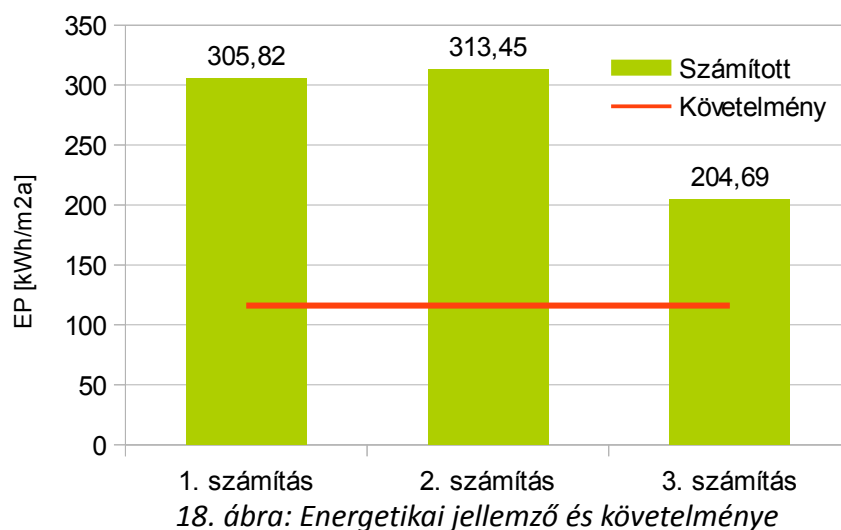


17. ábra: A fűtés nettó energia igénye

A fenti diagramból is jól látható az, hogy mennyivel meghaladja a követelményt a fajlagos hőveszteség tényező. A harmadik esetben is még többszöröse az elvártnak, annak ellenére, hogy az eredeti értékhez képest több mint 25 százalékos javulás történt.

A fűtés nettó energia igénye az előzőhöz képest nagyobb javulást mutat (41,37 %). A valósághoz jobban közelítő 2. számításhoz képest pedig már 43,1 % a változás.

A számítás alapján nyári túlmelegedés veszélye fenn fog állni a hőszigetelés elkészítése után. A hőszigetelés nyári hő védelmet is biztosít, tehát a gyakorlatban ennek a veszélye valószínűleg nem realizálódik.

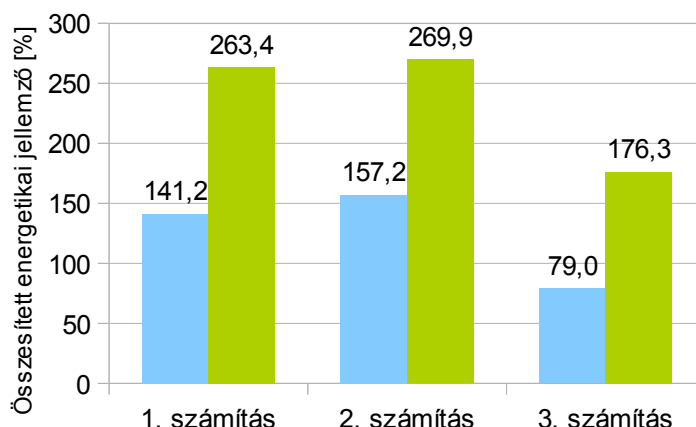


18. ábra: Energetikai jellemző és követelménye

Az első esetben a követelmény és a számított eredmény aránya 263,4 %, ezzel H kategóriába a lakás. A pontosabb második számítás alapján 269,93 %-ot kapunk ez szintén a H kategóriába tartozik, de az 2,45 %-os romlás nem elhanyagolható. A hőszigetelés elkészülte után 176,3 %-ra javul a lakás, és ezzel F osztályba kerül.

Ebben az esetben nem volt elegendő a homlokzati hőszigetelés ahhoz, hogy az épület egy a jelen kor elvárásainak megfelelő kategóriába essen. Könnyedén lehet javítani ezen a besoroláson abban az esetben, ha a padlásfödém szigetelése is megtörténik, ugyanis ebben a példában a 91,23 négyzetméter lehűlő felületről csupán 41,36 négyzetméter szigetelése történt meg.

### 5.3. A két épület összehasonlítása



19. ábra. Összesített energetikai jellemzők

A két lakás energetikai számításainak összehasonlítása alátámasztja azokat a feltevéseket, amiket a számítás előtt tettünk.

Roszsabb lett annak a lakásnak a besorolása, amelyik kedvezőtlenebb geometriai adottságokkal rendelkezett, és a homlokzat javítása csak akkora javulást okozott, mint a másik lakásnál.

Nagyban befolyásolja a nedvesség figyelembevételének módosító hatását az, hogy a teljes homlokzat mekkora része érintett a károsodásban.

#### 5.3.1. Energetikai számítások összegzése

	Felületi hővesztés [W/K]		Fajlagos hővesztés tényező [W/Km <sup>2</sup> ]		Nyári túlmelegedés kockázat [K] (követelmény: <3K)		Fűtés éves nettó energia igény [kWh/m <sup>2</sup> a]	
	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás
1. számítás	39,3	129,8	0,496	1,086	2,334	2,855	80,616	192,097
2. számítás	45,5	133,6	0,553	1,113	2,298	2,837	95,232	198,088
3. számítás	14,9	83,4	0,269	0,747	2,487	3,09	23,858	112,626

15. Táblázat: Energetikai összefoglaló táblázat I.

	Összesített energetikai jellemző		Energetikai jellemző és a követelmény aránya [%]		Minőségi osztály	
	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás
1. számítás	163,95	305,82	141,19	263,366	E	H
2. számítás	182,55	313,445	157,208	269,932	F	H
3. számítás	91,72	204,686	78,987	176,271	B	F

16. Táblázat: Energetikai összefoglaló táblázat II.

#### **5.4. Vízszigetelés javítása nélküli homlokzati hőszigetelés következményei**

Magyarországon a többlakásos társasházak magántulajdonban vannak. A lakástulajdonosok közös feladata az épület hőszigetelése. Így a hőszigetelés egységes módon valósulhat meg, viszont a lakások belső terei és ezen belül a vízszigetelés minden tulajdonos saját felelőssége. Ezért ezeknél az épületeknél nehezen biztosítható az, hogy a vízszigetelés mindenhol felújításra kerüljön. Előfordulhat, azaz eset is, hogy bár a külső hőszigetelés elkészül, de néhány lakó nem készítse el meg a használati víz elleni szigetelést. Ebben az esetben – kőzetgyapot esetén kifejezetten, de polisztirol alapú hőszigetelést feltételezve is – a nedvesség nem csak a falazatban lesz jelen, hanem a hőszigetelésben is.

A Spyros Karamanos, – S. Hadiarakou, – Agis Papadopoulos szerzők által írt *The impact of temperature and moisture on the thermal performance of stonewool* című tudományos szakcikk – (Energy and Buildings folyóirat 40. szám) tanulmány eredményeit felhasználva kimutatásra kerül a jelenség veszélyessége energetikai szempontból.

Ebben a tanulmányban kétféle kőzetgyapotot vizsgáltak. Ebben a számításban azt feltételezem, a hőszigetelés 5cm B-050 kőzetgyapotból készült. 5 centiméter vastag hőszigetelés az aktuális követelményeknek már nem felelne meg egy valós kivitelezésnél, viszont arra megfelelő, hogy kimutassa az eltéréseket.

##### **5.4.1. Épületenergetikai számítások az átnedvesedett hőszigetelés figyelembe vételével**

A részletes számítások a 7. – 10. Számítási mellékletben található. A tanulmányból a hőszigetelő anyagok tulajdonságai származnak, minden más feltevés megegyezik a harmadik számításban tett feltevésekkel.

A hőszigetelő anyag hővezetési tényező értéke a tanulmány két próbatestének átlaga, tehát  $0,031685 \text{ W/Km}$ . Így a falazat hőátbocsátási tényezője  $0,4438 \text{ W/Km}^2$ .

	h	d	$\lambda$	R	$\Delta t$	t
belső levegő	8	-	-	0,125	1,942	20
1.rtg belső vakolat	-	0,015	0,93	0,016	0,251	18,06
2.rtg kisméretű tömör téglá	-	0,38	0,78	0,487	7,568	17,81
3.rtg: közetgyepot	-	0,05	0,031685	1,578	24,514	10,24
4.rtg: külső vakolat	-	0,005	0,99	0,005	0,078	-14,27
külső levegő	24	-	-	0,042	0,647	-14,35
				$\Sigma R$	2,253	
				J	0,4438409271	
				q	15,534432448	

17. Táblázat: Hőátbocsátási tényező száraz fal esetén

	h	d	$\lambda$	R	$\Delta t$	t
belső levegő	8	-	-	0,125	2,491	20
1.rtg belső vakolat	-	0,015	0,93	0,016	0,321	17,51
2.rtg kisméretű tömör téglá	-	0,38	1,705	0,223	4,442	17,19
3.rtg: közetgyepot	-	0,05	0,037165	1,345	26,814	12,75
4.rtg: külső vakolat	-	0,005	0,99	0,005	0,101	-14,07
külső levegő	24	-	-	0,042	0,830	-14,17
				$\Sigma R$	1,756	
				J	0,5694527611	
				q	19,930846639	

18. Táblázat: Nedves fal hőátbocsátási tényezője

Azzal hogy a fal nedvessége számításban figyelembe van, véve 28 százalékkal romlik a hőátbocsátási tényező és 0,5695 W/m<sup>2</sup>K lesz.

	Fajlagos hővesztés tényező [W/Km <sup>2</sup> ]		Összesített energetikai jellemző		Energetikai jellemző és a követelmény aránya [%]		Minőségi osztály	
	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás	Bocskai úti lakás	Villányi úti lakás
Száraz fal	0,309	0,799	94,03	220,121	80,977	189,563	B	F
Nedves fal	0,314	0,802	94,492	221,002	81,374	190,322	B	G

19. Táblázat: Épületenergetikai összesítő táblázat

Annak ellenére, hogy a hőszigetelés vastagsága a felére csökkent egyik lakás sem került rosszabb energetikai osztályba. A tanulmányban szereplő hőszigetelő anyag jobb hőszigetelő képességgel rendelkezik, mint az, amivel az első vizsgálat készült, ennek is köszönhető az, hogy jól teljesített.

Ebben a vizsgálatban már nem jelent akkora veszteséget az, ha a fal és a hőszigetelés átnedvesedik. A hőszigetelés hővezetési tényezője a tanulmányban csak 17 %-ot romlik azáltal, hogy teljesen átnedvesedik próbatest. Ezzel szemben az Épületfizika Kézikönyv számítása szerint 118 %-kal rontja le a nedvesség a téglá hővezetési tényezőjét. Tovább csökkenti az eltérést az is, hogy nem ugyanakkora mértékben vannak jelen a falazatban.

Ez a nagy eltérés a két forrás között felhívja a figyelmet arra, hogy egy valós felújítás előtt fontos lehet a helyszínen méréseket készíteni. Ebből kiindulva egy reális felújítási javaslatot lehet tenni. A két számított hőszigetelő anyag elemi felépítésükben nagymértékben eltér, ami szintén lehet ennek az eltérésnek az okozója.



## 6. Rekonstrukciós javaslatok

A számítások jól alátámasztják a kezdeti feltételezést miszerint a vízszigetelés hiánya jelentős mértékben rontja az épület energetikai besorolását. A növekvő fűtési költségek mellett egyre inkább fontossá válik mindenki számára az energiatakarékosság.

A hiányos vízszigeteléssel rendelkező épületek jellemzően olyan idősök, hogy egy átfogó felújítás válik szükségessé. De minden esetben első lépésként meg kell akadályozni, hogy még több víz jusson a falba. Ezt követően ki lehet alakítani egy koncepciót arra, hogy milyen hőszigetelési rendszer megvalósítása lenne célszerű.

Figyelmet kell fordítani arra, hogy a nedvesség még akkor is el tudja hagyni a falat, amikor már a homlokzati felújítás már megtörtént. Ezért csak olyan hőszigetelő anyag kerülhet a homlokzatra, ami képes átengedni a vízgőzt. A gyakorlatban ez általában kőzetgyapot, esetleg keresztirányú perforációkkal kialakított polisztirol alapú hőszigetelés (pl.: Baumit Open) használatát jelenti.

### 6.1. Felület előkészítés

A 4. fejezetben bemutatott épületeknél is látható volt a vakolatréteg károsodása. Az új vakolatok elkészítése előtt legalább a vizes helyiségek vakolatát le kell verni, mivel az átnedvesedett és felpúposodott régi vakolat nem alkalmas már a teherhordásra. Abban az esetben, ha kis-elemes építőanyagból készült a fal, a fugákat is ki kell tisztítani a jobb tapadás érdekében. Az így kialakult felületet érdemes ipari porszívóval letisztítani.

A padló rétegrendet is vissza kell bontani addig a síkig, amire a vízszigetelés kerül. Meg kell vizsgálni, hogy a padló mennyire egyenes. Szükség esetén a felületi egyenetlenségeket, hibákat helyileg ki lehet javítani. Abban az esetben, ha nem megfelelő a jelenlegi aljzatbeton, akkor egy új réteget kell rá felvinni.

A vízszigetelés alá egy alapozó réteget kell felhordani. Ilyen alapozó réteg lehet diszperziós alapozó, vagy merev vízszigetelő habarcs (pl. Aquafin-1K) cementbázisú bevonat szigetelés. A felületre való felvitele történhet szórással vagy kenéssel. Egy réteg maximum  $2 \text{ kg/m}^2$  lehet, figyelni kell arra, hogy a következő réteg csak akkor kerüljön felhordásra, amikor az előzőt már megfelelően meg van szilárdulva. [www1.]

## 6.2. Vízszigetelő réteg

Egy társasház utólagos vízszigetelésénél figyelemmel kell lenni arra, hogy az épületben a felújítás során is laknak. Ennek megfelelő szigetelő anyagot kell választani. A védelmi igény szint követelményét már egy bevonat szigeteléssel is teljesíteni lehet.

A nagy szakítószilárdság és a repedésáthidaló-képesség szintén elvárás ebben a helyzetben. Minden esetben érdemes egy szigetelési rendszerben gondolkodni és a gyártó előírásait betartani. Kétkomponensű cementbázisú bevonatszigetelés esetén a műanyag komponensnek köszönhetően jelentősen nő a repedésáthidaló képesség (több mint 2 mm is lehet, pl. Aquafin 2K/M). A megfelelő szigetelő hatás két réteg esetén biztosított.

Elengedhetetlen kiegészítője a technológiának a hajlaterősítő szalagok (pl. ASO-Dichtband-2000) alkalmazása a felületi síkváltásoknál, csatlakozásoknál (élek, sarkok, összefolyó, csőáttörések, küszöb, stb.), amelyet a két réteg vízszigetelés közé kell ágyazni.

[www1.]

## 6.3. Vakolat

A fal minél hamarabbi kiszárítása a cél, ezért szárító vakolat alkalmazása a javasolt.

„A légpórusos vakolatrétegekben lezajló párolgási folyamat a vakolat anyagára jellemző fokozott mennyiségű (WTA szerinti min. 50% légpórustartalom) és nagyméretű légbuborékok felületén valósul meg. A párolgás kifejezetten a falazattal csatlakozó felületi részen következik be, ennek következményeként a visszamaradó oldott anyagok nem jelennek meg a vakolat felületén, valamint méretük alapján sem okoznak károsodást a nagyméretű pórusokat tartalmazó anyagban.” [http://www.aquaseal.hu/index.php?option=com\_mtree&task=att\_download&link\_id=251&cf\_id=28 ]

A gondosan előkészített felületre először egy gúzó vakolatot kell felhordani. Nem az egész felületet kell lefedni, csak vékonyan körülbelül a felét.

A szükséges rétegvastagságot javasolt nem egyszerre elkészíteni, ezért a legfelső rétegen kívül az összes réteg felületét érdesíteni kell. A szükséges rétegvastagság elérése után egy légpórusos simító vakolatot kell készíteni, majd egy páraáteresztő festéssel ellátni. A technológia fontos sajátossága, hogy nem szabad simítás közben dörzsöléssel egyengetni a

felületet, mert a keletkező légbuborékok ez által eltömődnek. További fontos szempont a száradási idő betartása, ami 1 nap/mm rétegvastagság.

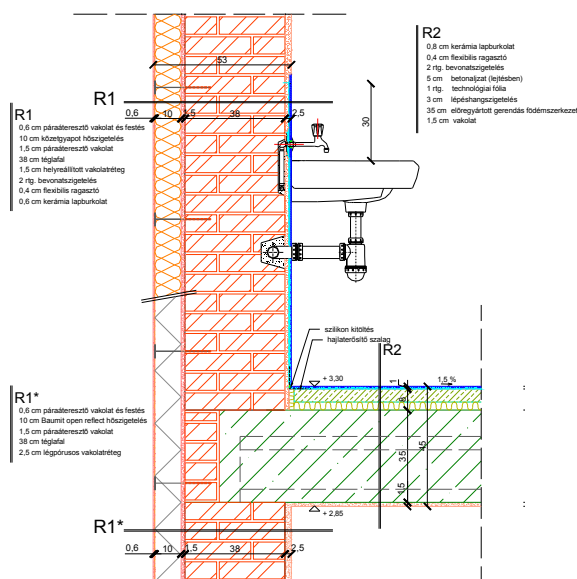
[www1.]



20. ábra. Légpórusos vakolatrendszer felépítése [www1.]

## 6.4. A vízszigetelés vonalvezetésének lehetőségei

### 6.4.1. Vízszigetelés kialakítása a meglévő falon



21. ábra. Vízszigetelés kialakítása meglévő falra

A belső vakolatot el kell távolítani és ki kell alakítani egy újat. A padló rétegeket is vissza kell bontani a betonlapátig, hogy a szigetelésnek megfelelő felülete legyen. Meg kell vizsgálni a felület alkalmasságát (megfelelő-e tapadó szilárdsága, felülete egyenes-e). Ha nincs megfelelő lejtés kialakítva, akkor kell egy lejtést adó réteget készíteni, ami megnöveli a padló vastagságát.

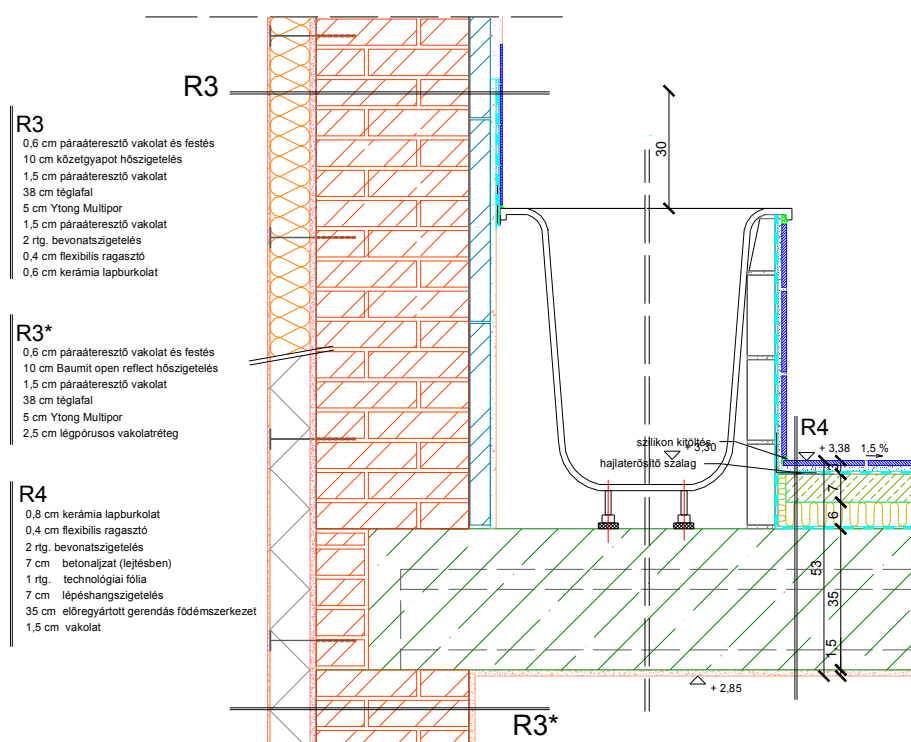
A csomópont 1:10-es méretarányban 1. rajzi mellékletben található.

Az előkészített felületekre a vízszigetelés elkészítése után a csempe burkolatot és a járólapot is fel lehet ragasztani.

A külső oldalon a vizes vakolatrészeket érdemes levérni, majd kijavítani a vakolatot. A teljes homlokzati vakolat eltávolítása nem szükséges véleményem szerint. Ugyanis ez egy meglehetősen nagy költséget képezne, ami nem áll arányban a hasznosságával.

A régi vakolat előkészítése után a hőszigetelés elkészítése következik. Jelen esetben nem igényel semmilyen különleges eljárást az elkészítése. A homlokzati vakolatrendszer és a festék megválasztásánál legyen szempont a páraáteresztő képesség.

#### 6.4.2. Ytong Multiporral készült felújítás



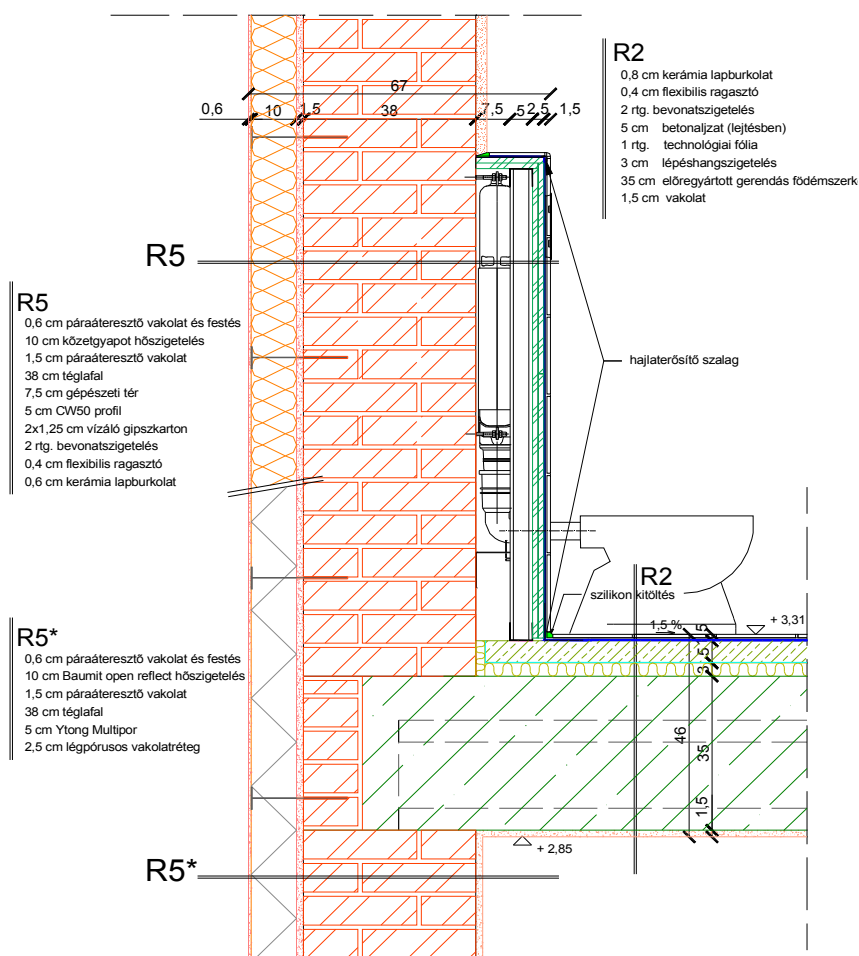
22. ábra. Ytong Multipor falra készített vízszigetelés

Multipor falra készülő vízszigetelésnek az az előnye, hogy mögötte száradni tud a régi fal.

A kis önsúly miatt nem jelent a födémnek plusz terhet, könnyen beépíthető. Hátrányaként a helyigényt lehet említeni, ami egy kis alapterületű lakásnál gond lehet.

A csomópont 1:10-es méretarányban 2. rajzi mellékletben található.

### 6.4.3. Vízálló szerelt előtétfal



23. ábra. Gipszkarton előtétfal

Ma már teljesen egyenrangú a száraz építés a hagyományos eljárásokkal, a belső építészetben.

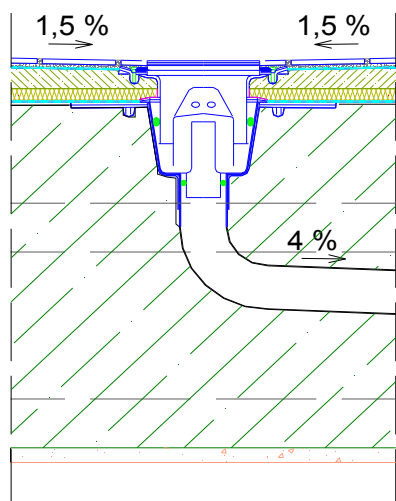
A csöveket ki lehet hozni a téglafalból, melyek a CW profilok között könnyedén elvezethetők és szerelhetők. A gipszkarton rendszereket gyártó cégek rendelkeznek mindenféle speciális rögzítő elemmel, amivel a fürdőszoba berendezéseit a falra rögzíteni lehet. Minden esetben érdemes a gyártótól tanácsot kérni a kivitelezés megkezdése előtt.

A profilvázra, a belső oldalra két réteg vízálló gipszkartont kell szerelni. A gipszkartonnal kompatibilis bevonatszigetelés ezután már elkészíthető és burkolható.

A csomópont 1:10-es méretarányban 3. rajzi mellékletben található.

## 6.5. Egyéb szerkezeti elemek

Teljes homlokzati rekonstrukció esetén a nyílászárók cseréje is megtörténik. Fontos hogy a nyílászáró résszellőzővel rendelkezzen a megfelelő légcseré érdekében, annak ellenére, hogy ez akusztikai szempontból nem kedvező.



24. ábra. Szennyvízelvezetés [Ress Mátyás]

Érdeemes átgondolni a fürdőszoba berendezését úgy, hogy a külső falban ne legyen vízvezeték. Megoldás lehet a fürdőkád 90 fokkal való elforgatása vagy, ha zuhanyzó kabinra cserélik a kádat. A zuhanyzó kabin azért is előnyösebb választás, mert kisebb vízterhelést jelent. A szennyvízelvezetés a nagy feltöltésnek köszönhetően még akkor is megoldható, ha máshova kerülnek a lefolyók.

A felújítás során törekedni kell arra, hogy minél több felületet lehessen a szárító-vakolattal ellátni, tehát a lapburkolatok csak a használati víz elleni szigetelés felvezetésének szükséges magasságáig takarják a falakat.



25. ábra. Homlokzat leázás [fotó Dr. Dudás Annamária]

A képen Tatabányai nagyblokkos lakóépületek láthatók, melyeknek a homlokzata át van nedvesedve a felső szinten.

A tető vízszigetelésének hiányosságából adódik ez a leázás, de a már megismert homlokzati rekonstrukciós lehetőségek ebben az esetben is alkalmazhatóak.

## 7. Összegzés, az eredmények gyakorlati jelentősége

A dolgozat a használati víz elleni szigetelés hiányosságaiból adódó épületkárok épületenergetikai következményeivel foglalkozik. A vízszigetelés elégtelensége okán az épületszerkezetek átnedvesedése, vizesedése a hővezetési tényező növekedését eredményezi. A növekmény mértékére vonatkozóan kevés elmélet és vizsgálat lelhető fel a szakirodalmakban, viszont az egyértelműen kijelenthető, hogy jelentős mértékben lecsökkenhet a falazat hőszigetelő képessége. A jelenség számszerűsítése alapján vizsgálható, hogy milyen mértékben rontja le az épület energetikai besorolását, ha az épület használati víz elleni szigetelése hiányos.

A dolgozat készítése során olyan épületek vizsgálatára került sor, ahol a vizes helyiségek külső fallal határoltak. Így jól megfigyelhető az épületszerkezeti terület ahol az átnedvesedés bekövetkezett. A probléma főként azon régi épületeknél fordul elő ahol már van vizesblokk, de használati víz elleni szigetelés még nem készült.

Az esettanulmányok áttekintése után egyes épületek épületenergetikai besorolása több számítási eljárással is meghatározásra került. Először elhanyagolásra került a falazat átnedvesedése, majd további számítások során az átnedvesedett szerkezeti elemek növelt hővezetési tényezővel lettek figyelembe véve. Az eredmények kimutatták, hogy egy lakás esetén az átnedvesedett falazat 12 százalékkal rontja annak épületenergetikai besorolását.

Az épületenergetikai számítások eredményei megmutatják, hogy akár még rosszabb minősítési osztályba is kerülhet egy lakás akkor, ha az épületszerkezetekben lévő víz jelenléte is számításba van véve. Példaként említhető a Bocskai úti lakás, ahol a követelményértékéhez képest a kiindulási esetben (nedvességátvitel figyelembevétele nélkül) 141 %-ról 157 %-ra növekszik az energetikai jellemző a nedvességátvitel figyelembevételével.

Az eredményekből az is kitűnik, hogy mennyire meghatározza a lakás elhelyezkedése és az összes falfelület és nedves falfelületek aránya az energetikai minősítést.

A témakör fontos kérdése az, hogy ha már fenn áll a használati víz hatásából adódó káresemény, milyen lehetőség van a megoldására. Ez az összetett rekonstrukciós feladat több fontos szempont figyelembe vételét igényli, mint például a vízszigetelés kialakításának technológiája és munkaigénye, a lakótér használhatósága. Kiemelkedően fontos a vízszigetelés utólagos kialakítása az épületek energetikai korszerűsítése, a homlokzat hőszigetelése előtt, megakadályozandó annak átnedvesedését. További fontosabb kritérium lehetővé tenni a falazat és csatlakozó szerkezeti elemek száradását. Miután belső térben létrehoztunk egy korszerű szigetelést, a szerkezetben még megtalálható lesz a nedvesség. Ebből kifolyólag, ha a ház hőszigetelő rendszerét korszerűsíteni szeretnénk, nem tekinthetünk el a páravándorlás biztosításától. Ezzel a feltétellel jól körülírható azon anyagok köre, melyek hőszigetelésre, illetve vakolásra javasolhatók. Továbbá törekedni kell arra is, hogy a száradás minél hamarabb végbemenjen.

A dolgozat összefoglalja a használati víz elleni szigetelések hiányából adódó használati, technológiai és épületfizikai következményeket és javaslatot ad a rekonstrukciós lehetőségekre, mind közvetlenül, mind teljes épületegységet vizsgálva, szem előtt tartva a jelenkor fő rekonstrukciós irányait.

A legfontosabb szempont ilyen épületek felújításánál az, hogy minél könnyebben ki tudjon száradni a fal, ezért a lehető legnagyobb felületet kell biztosítani a száradáshoz. A szárító vakolatrendszer és a páraáteresztő hőszigetelés (pl. kőzetgyapot, Baumit Open) nélkülözhetetlen része a felújításnak. Ezekkel a változtatásokkal például a villányi úti lakásnál akár  $109 \text{ kWh/m}^2$  javulást is el lehet érni.

Rekonstrukciós javaslatként a használati víz elleni szigetelések közül a közvetlenül burkolható, kis bontási és helyreállítási munkát igénylő bevonatszigetelés került részletes feldolgozásra. A vízszigetelés elkészítése minden esetben nagy odafigyelést igénylő feladat, de a felújítások során fokozott körültekintést igényel. Különös gonddal kell eljárni a felületek előkészítésénél, javításánál a bevonatszigetelés felvitelénél, és nem szabad megfedkezni a hajlaterősítő szalagról sem.



A dolgozatban vizsgált kérdés fontosságát mi sem bizonyítja jobban, mint az, hogy: „Az ingatlanbiztosításokhoz kapcsolódó kárigények közel 20 százaléka – napi 2 millió font – vízkárok után keletkezik Nagy-Britanniában.” [www2.]. Fenti arányok valószínűleg hazánkban is kimutathatóak, hiszen lépten-nyomon találhatunk a dolgozatban bemutatott épületekhez hasonló károsodtak.

Budapest, 2014. október 22.

.....

Ress Mátyás  
építőmérnök hallgató

## 8. Felhasznált irodalom

- [1] Keresztessy Éva: „Vízszigetelési követelmények komplex értelmezése”, Magyar Építéstechnika, 2013/11-12.
- [2] Horváth Sándor: Üzemi-használati víz elleni szigetelés
- [3] Horváth Sándor: Üzemi és használati víz elleni szigetelések technológiái, ÉMSZ Hírek, 2004/5 szeptember-október
- [4] Horváth Sándor, Dr. Orbán József, Perényi László, Dr. Petró Bálint, Rab Attila, Vladár Péter: Vízszigetelési Zsebkönyv, Magyar Mediprint Szakkiadó, Budapest
- [5] Fülöp Zsuzsanna, Dr. Osztrólczyki Miklós: Épületszigetelési kézikönyv, Verlag Dashöfer Szakkiadó, Budapest, 2006
- [6] MSZ EN ISO 13790: Épületek hőtechnikai viselkedése. A fűtési energiaigény számítása
- [7] MSZ EN ISO 10211-2:2002: Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek számítása
- [8] 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet: az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [9] Baumann Mihály: Az új épületenergetikai szabályozás, Bausoft Pécsvárad Kft., 2006
- [10] Szerényi István, Szerényi Attila, Bársony István: Víz, hő és hangszigetelés készítése
- [11] Dr. Fekete Iván: Épületfizika Kézikönyv, 1985
- [12] Spyros Karamanos, S. Hadjarakou, Agis Papadopoulos: The impact of temperature and moisture on the thermal performance of stonewool, Energy and Buildings folyóirat 40. szám
- [13] szerk. Dr. Széll Mária: Fenntartható energetika az épületszerkezetek tervezésében és oktatásában, Terc Kiadó, 2012
- [www1.] [http://www.aquaseal.hu/index.php?option=com\\_mtree&task=att\\_download&link\\_id=251&cf\\_id=28](http://www.aquaseal.hu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=251&cf_id=28)
- [www2.] [http://www.biztositasizemle.hu/cikk/nemzetkozihirek/eu/csopogo\\_csap\\_a\\_biztositoknak\\_is\\_remalom.365.html](http://www.biztositasizemle.hu/cikk/nemzetkozihirek/eu/csopogo_csap_a_biztositoknak_is_remalom.365.html)

## 9. Mellékletek

### 9.1. Fotó melléklet

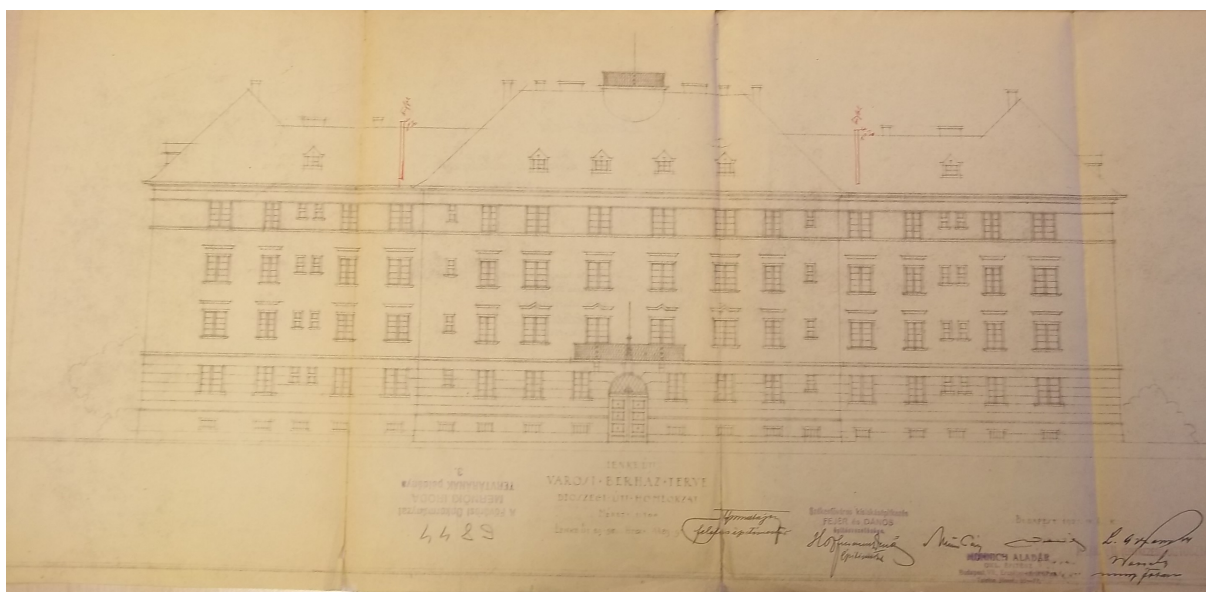
- Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes Diószegi úti homlokzata
- Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes Bocskai úti homlokzata
- Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes metszete
- Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes alaprajz
- Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes homlokzat
- Villányi út 55-65: Villányi úti homlokzat
- Villányi út 55-65: Helyszínrajz
- Villányi út 55-65: Alaprajz

### 9.2. Számítási melléklet

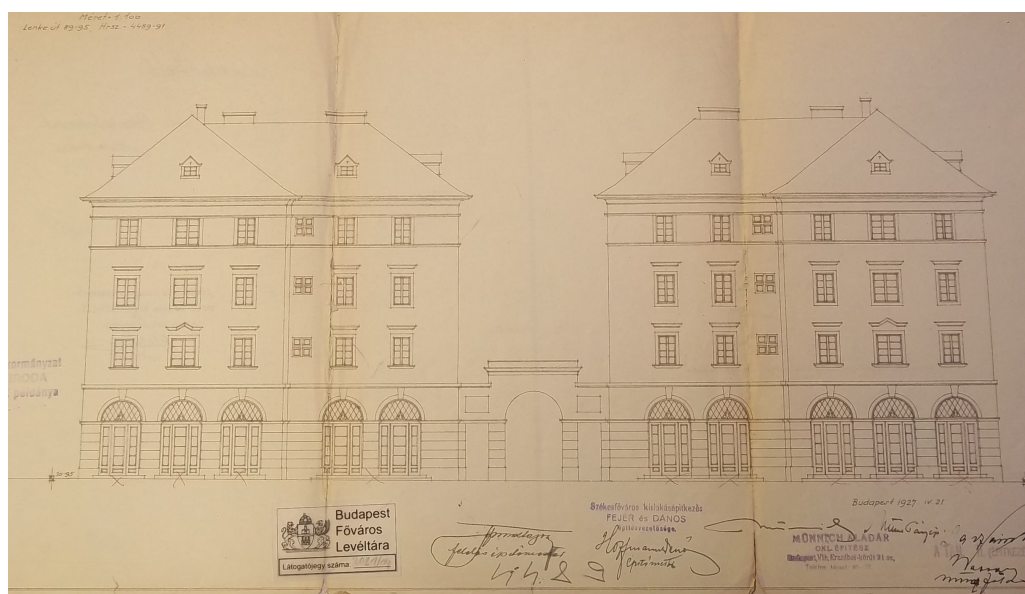
- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>1. Számítási melléklet</b>  | Bocskai úti lakás: első számítás                                |
| <b>2. Számítási melléklet</b>  | Bocskai úti lakás: második számítás                             |
| <b>3. Számítási melléklet</b>  | Bocskai úti lakás: harmadik számítás                            |
| <b>4. Számítási melléklet</b>  | Villányi úti lakás: első számítás                               |
| <b>5. Számítási melléklet</b>  | Villányi úti lakás: második számítás                            |
| <b>6. Számítási melléklet</b>  | Villányi úti lakás: harmadik számítás                           |
| <b>7. Számítási melléklet</b>  | Bocskai úti lakás: Hiányos felújítás száraz falat feltételezve  |
| <b>8. Számítási melléklet</b>  | Bocskai úti lakás: Hiányos felújítás átnedvesedett fallal       |
| <b>9. Számítási melléklet</b>  | Villányi úti lakás: Hiányos felújítás száraz falat feltételezve |
| <b>10. Számítási melléklet</b> | Villányi úti lakás: Hiányos felújítás átnedvesedett fallal      |

### 9.3. Rajzi melléklet

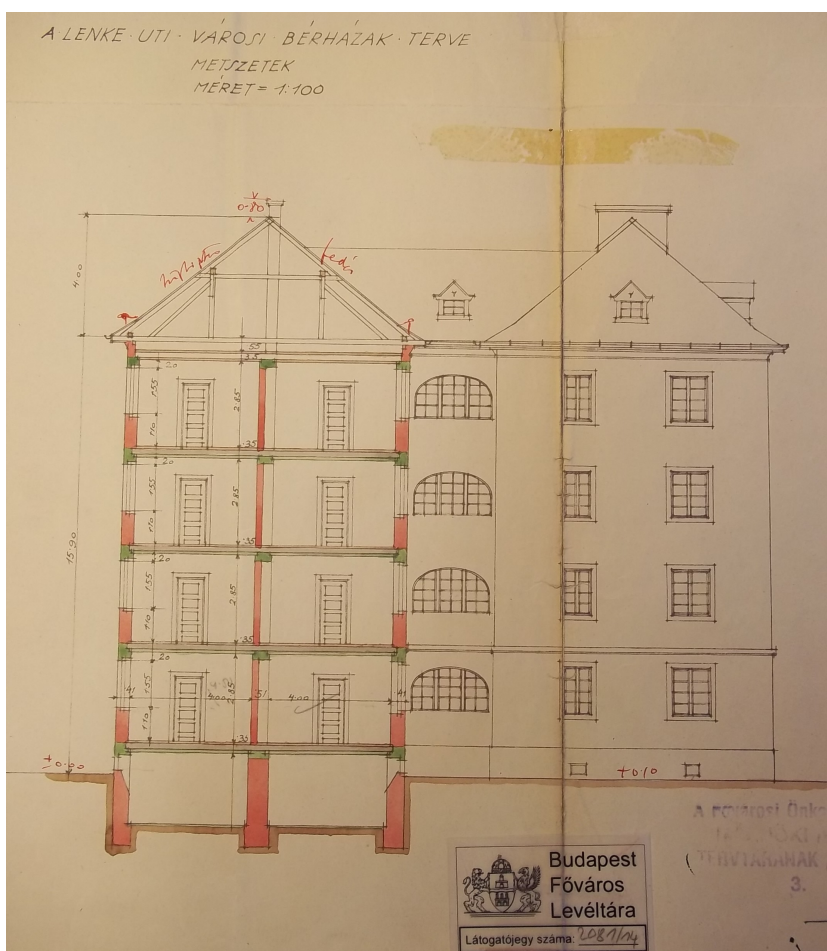
- Rajzi melléklet 1.
- Rajzi melléklet 2.
- Rajzi melléklet 3.



26. ábra: Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes Diószegi úti homlokzata  
[fotó: Ress Mátyás]



27. ábra: Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes Bocskai úti homlokzata  
[fotó: Ress Mátyás]



28. ábra: Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes metszete [fotó: Ress Mátyás]



29. ábra: Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes alaprajz [fotó: Ress Mátyás]



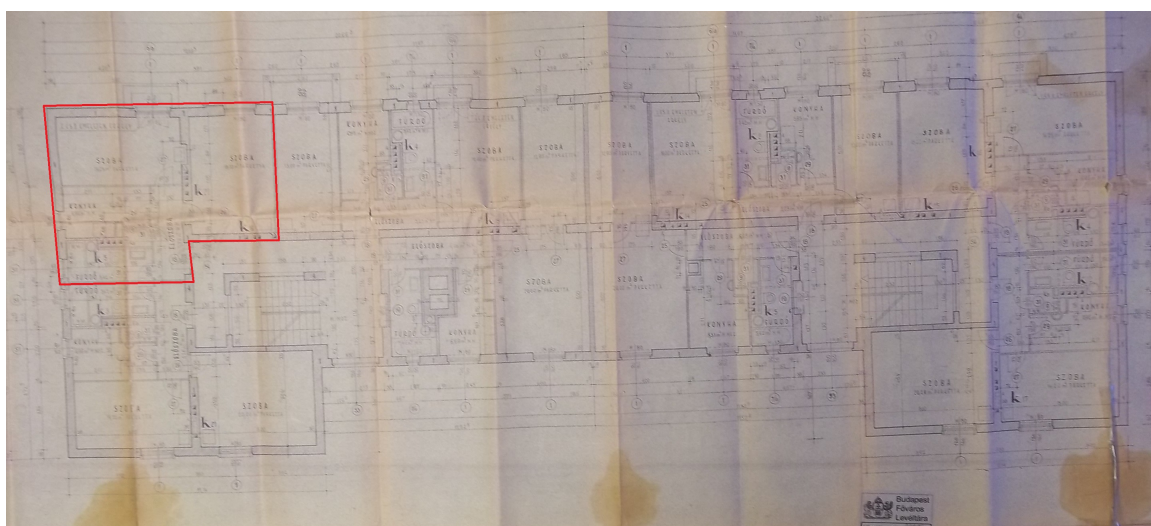
30 ábra: Bocskai út 43-45 szám alatti épületegyüttes homlokzat [fotó: Ress Mátyás]



31. ábra: Villányi út 55-65: Villányi úti homlokzat [fotó: Ress Mátyás]



**32 Ábra: Villányi út 55-65:  
Helyszínrajz [fotó: Ress Mátyás]**



**33.ábra: Villányi út 55-65: Alaprajz [fotó: Ress Mátyás]**

# 1. Számítási melléklet

## Első emelet Vincellér út felőli középső lakás

### Adatok:

Épülethatároló szerkezetek:

*Üvegezett homlokzati nyílászárók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ablak}} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Összes sugárzásátbocsátás: } g := 0.78$$

*Bejárati ajtók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ajtó}} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{fal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{lépcsőház}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefalak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefödém:*

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefödém}} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Padlásfödém:*

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Födém koszorú:*

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafalazat 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm



## Az épület fajlagos hővesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 37.84 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 107.844 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m <sup>2</sup> ]	Ebből tömör felület [m <sup>2</sup> ]	Ebből nyílászáró [m <sup>2</sup> ]	Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	l	nyílászáró kerület
DK	25,65	21,73	3,92	3,415	9	6,7
fűtetlen lépcsőház	3,135	0,715	2,42	-	1,1	5,3
összesen	28,785	22,445	6,34	3,415	10,1	12

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	21,73	1,43	1	31,1
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			ΣA*U	39,3

Hőhid típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71

16,71

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd.fűtés} := 384.188W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 96.05W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd.nyár} := 384.19W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 39.3 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 16.71 \frac{W}{K} \quad V_f := 107.84m^3$$

$$q := \frac{1}{107.84} \left( 39.3 + 16.71 - \frac{96.05}{72} \right) = 0.507 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$n_{nyár} := 9$  nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.334K \quad < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 14.331K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{\text{szell}} := 107.84 \quad A_{\text{szell}} := 37.84 \quad q_{b, \text{szell}} := 5$$
$$Z_f := \frac{3003 - \frac{3003 - 2684}{100} \cdot 33.1}{1000} = 2.897 \quad H_{\text{szell}} := \frac{55938 - \frac{55938 - 51191}{100} \cdot 33.1}{1000} = 54.367$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 3.051 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 80.616 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 125.33 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVM.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVM} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVM.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVM} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$
$$E_{HVM} := (q_{HVM} + q_{HVM.v} + q_{HVM.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVM}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hü} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVM} + E_{LT} + E_{hü} + E_{vil} = 163.95 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 141.19\% \quad \text{E kategória}$$

## 2. Számítási melléklet

### Első emelet Vincellér út felőli középső lakás

#### Adatok:

Épülethatároló szerkezetek:

*Üvegezett homlokzati nyílászárók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ablak}} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

Összes sugárzásátbocsátás:  $\alpha_g := 0.78$   
*Bejárati ajtók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ajtó}} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{fal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Átnedvesedett külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{vizes}} := 2.363 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{lépcsőház}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefalak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefödém:*

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefödém}} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Padlásfödém:*

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Födém koszorú:*

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafalazat 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 37.84 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 107.844 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m <sup>2</sup> ]	Ebből tömör felület [m <sup>2</sup> ]	Ebből nyílászáró [m <sup>2</sup> ]	Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	l	nyílászáró kerület
DK	25,65	21,73	3,92	3,415	9	6,7
fűtetlen lépcsőház	3,135	0,715	2,42	-	1,1	5,3
összesen	28,785	22,445	6,34	3,415	10,1	12

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	16,56	1,43	1	23,7
vizes fal	5,17	2,63	1	13,6
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			ΣA*U	45,5

Hőhid típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71

16,71

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd.fűtés} := 384.188W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 96.05W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd.nyár} := 384.19W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 45.5 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 16.71 \frac{W}{K} \quad V_f := 107.84m^3$$

$$q := \frac{1}{107.84} \left( 45.5 + 16.71 - \frac{96.05}{72} \right) = 0.565 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$n_{nyár} := 9$  nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.298K < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 13.388K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{\text{szell}} := 107.84 \quad A_n := 37.84 \quad q_{b, \text{szell}} := 5$$

$$Z_f := \frac{3295 - \frac{3295 - 3003}{100} \cdot 33.8}{1000} = 3.196 \quad H_{\text{szell}} := \frac{60010 - \frac{60010 - 55938}{100} \cdot 33.8}{1000} = 58.634$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 3.604 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 95.232 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 143.93 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & q_{HVMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$

$$E_{HVMV} := (q_{HVMV} + q_{HVMV.v} + q_{HVMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 182.55 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$E_{P,k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P,k}} = 157.208\% \quad \text{F kategória}$$

### 3. Számítási melléklet

#### Első emelet Vincellér út felőli középső lakás

##### Adatok:

Épülethatároló szerkezetek:

*Üvegezett homlokzati nyílászárók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ablak}} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Összes sugárzásátbocsátás: } g := 0.78$$

*Bejárati ajtók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ajtó}} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal és 10cm hőszigeteléssel.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{fal}} := 0.3085 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{lépcsőház}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefalak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefödém:*

- ragasztott parketta., lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefödém}} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Padlásfödém:*

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Födém koszorú:*

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafal 6.,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm



## Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 37.84 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 107.844 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	l	nyílászáró kerület
DK	25,65	21,73	3,92	3,415	9	6,7
fűtetlen lépcsőház	3,135	0,715	2,42	-	1,1	5,3
összesen	28,785	22,445	6,34	3,415	10,1	12

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	21,73	0,3085	1	6,7
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			ΣA*U	14,9

Hőhid típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71

16,71

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd.fűtés} := 384.188W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 96.05W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd.nyár} := 384.19W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 14.9 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 16.71 \frac{W}{K} \quad V_f := 107.84m^3$$

$$q := \frac{1}{107.84} \left( 14.9 + 16.71 - \frac{96.05}{72} \right) = 0.281 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$n_{nyár} := 9$  nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.487K \quad < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 20.291K$$

## **Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása**

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad \underline{V}_w := 107.84 \quad \underline{A}_w := 37.84 \quad \underline{q}_{bw} := 5$$

$$\underline{H}_w := 25.436 = 25.436$$

$$Z_f := 1.175$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 902.805$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 23.858 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kv} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fv} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fv} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kv}) \cdot e_v = 53.1 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$
$$E_{HMV} := (q_{HMV} + q_{HMV.v} + q_{HMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 91.72 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 78.987\% \quad \text{B kategória}$$

## 4. Számítási melléklet

### Legfelső emelet Villányi út felőli saroklakása

#### Adatok:

Vízszintes határoló szerkezetek:

pincefödém:  $A_{pi} := 480.52\text{m}^2$

padlásfödém:  $A_{pa} := 480.52\text{m}^2$

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ablak} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Összes sugárzásátbocsátás:  $g := 0.78$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ajtó} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Külső falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{fal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{lépcsőház} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefalak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefödém:

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefödém} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Padlásfödém:

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

Hőátbocsátási tényező:  $U_{padlásfödém} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat

- kisméretű tömör téglá 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztégtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 49,87 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2,85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 142,13 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0,351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116,105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0,086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0,38 = 0,219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0,75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	nyílászáró kerület
DNY	27,1035	23,2635	3,84	8	9,51
DK	20,02125	18,10125	1,92	1,12	7,025
fűtetlen lépcsőház	18,354	16,494	1,86	-	6,44
összesen	65,47875	57,85875	7,62	9,12	22,975

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	41,36475	1,43	1	59,2
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		$\Sigma A \cdot U$		129,8

Hőhid típusa	l [m]	$\Psi$ [W/mK]	$l \cdot \Psi$ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85

30,9015

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	$\epsilon$	$Q_{TOT}$	$g$	$l_b$	$l_{nyár}$	$Q_{sd, fűtés}$	$Q_{sd, egyensúlyi}$	$Q_{sd, nyár}$
8	0,75	400	0,75	96	150	1800	432	900
1,12	0,75	200	0,75	50	150	126	31,5	126
						1926	463,5	1026

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd, fűtés} := 1926W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 463.5W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd, nyár} := 1026W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 129.8 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 30.9 \frac{W}{K} \quad V_f := 142.1m^3$$

$$q := \frac{1}{142} \left( 129.8 + 30.9 - \frac{463.5}{72} \right) = 1.086 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$$n_{nyár} := 9 \quad \text{nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel}$$

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.855 K < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 11.358 K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V := 142.1 \quad q := 1.086 \quad A_n := 49.87 \quad q_b := 5$$

$$Z_f := \frac{3804 - \frac{3804 - 3562}{100} \cdot 35.8}{1000} = 3.717 \quad H := \frac{66124 - \frac{66124 - 63405}{100} \cdot 35.8}{1000} = 65.151$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 9.58 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 192.097 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSz} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 267.2 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{H MV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{H MV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & q_{H MV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_c := 0 & & q_{H MV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ E_{H MV} := (q_{H MV} + q_{H MV.v} + q_{H MV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{H MV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{H MV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 305.82 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 263.366\% \quad \text{H kategória}$$

## 5. Számítási melléklet

### Legfelső emelet Villányi út felőli saroklakása

#### Adatok:

Vízszintes határoló szerkezetek:

pincefödém:  $A_{pi} := 480.52\text{m}^2$

padlásfödém:  $A_{pa} := 480.52\text{m}^2$

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ablak} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Összes sugárzásátbocsátás:  $g := 0.78$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ajtó} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Külső falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{fal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{vizes} := 2.363 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{lépcsőház} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefalak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefödém:

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefödém} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Padlásfödém:

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm



Hőátbocsátási tényező:  $U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglá 6,,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 49.87 \text{m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 142.13 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$m > 400$  nehéz épület  $\varepsilon_m := 0.75$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	l	nyílászáró kerület
DNY	27,1035	23,2635	3,84	8	9,51	8,8
DK	20,02125	18,10125	1,92	1,12	7,025	7,6
fűtetlen lépcsőház	18,354	16,494	1,86	-	6,44	5,82
összesen	65,47875	57,85875	7,62	9,12	22,975	22,22

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	38,21475	1,43	1	54,6
vizes fal	3,15	2,63	1	8,3
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		$\Sigma A*U$		133,6

Hőhíd típusa	l [m]	$\Psi$ [W/mK]	$l \cdot \Psi$ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85

30,9015

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	$\varepsilon$	$Q_{TOT}$	$g$	$l_b$	$l_{nyár}$	$Q_{sd, fűtés}$	$Q_{sd, egyensúlyi}$	$Q_{sd, nyár}$
8	0,75	400	0,75	96	150	1800	432	900
1,12	0,75	200	0,75	50	150	126	31,5	126
						1926	463,5	1026

direkt sugárzási nyereség fűtési idényre:  $Q_{sd, fűtés} := 1926W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 463.5W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd, nyár} := 1026W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 133.6 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 30.9 \frac{W}{K} \quad V_f := 142.1m^3$$

$$q := \frac{1}{142} \left( 133.6 + 30.9 - \frac{463.5}{72} \right) = 1.11 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$$n_{nyár} := 9 \quad \text{nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel}$$

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.837K < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 11.17K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{ww} := 142.1 \quad A_{ww} := 49.87 \quad q_{bx} := 5$$

$$Z_f := \frac{3804 - \frac{3804 - 3562}{100} \cdot 17}{1000} = 3.763 \quad H_{ww} := \frac{66124 - \frac{66124 - 63405}{100} \cdot 17}{1000} = 65.662$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 9.879 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 198.088 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kv} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSz} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fv} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fv} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{kv}) \cdot e_v = 274.825 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$

$$E_{HVMV} := (q_{HVMV} + q_{HVMV.v} + q_{HVMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 313.445 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P,k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P,k}} = 269.932\% \quad \text{H kategória}$$

## 6. Számítási melléklet

### Legfelső emelet Villányi út felőli saroklakása

#### Adatok:

Vízszintes határoló szerkezetek:

pincefödém:  $A_{pi} := 480.52\text{m}^2$

padlásfödém:  $A_{pa} := 480.52\text{m}^2$

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ablak} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Összes sugárzásátbocsátás:  $g := 0.78$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ajtó} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Külső falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal 10cm külső oldali hőszigeteléssel.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{fal} := 0.3085 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{lépcsőház} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefalak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefödém:

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefödém} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Padlásfödém:

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

Hőátbocsátási tényező:  $U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglá 6,,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 49.87 \text{m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 142.13 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$m > 400$  nehéz épület  $\varepsilon_m := 0.75$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	l	nyílászáró kerület
DNY	27,1035	23,2635	3,84	8	9,51	8,8
DK	20,02125	18,10125	1,92	1,12	7,025	7,6
fűtetlen lépcsőház	18,354	16,494	1,86	-	6,44	5,82
összesen	65,47875	57,85875	7,62	9,12	22,975	22,22

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	41,36475	0,308	1	12,8
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		$\Sigma A*U$		83,4

Hőhid típusa	l [m]	$\Psi$ [W/mK]	$l*\Psi$ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85

30,9015

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	$\epsilon$	$Q_{TOT}$	$g$	$l_b$	$l_{nyár}$	$Q_{sd, fűtés}$	$Q_{sd, egyensúlyi}$	$Q_{sd, nyár}$
8	0,75	400	0,75	96	150	1800	432	900
1,12	0,75	200	0,75	50	150	126	31,5	126
						1926	463,5	1026

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd, fűtés} := 1926W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 463.5W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd, nyár} := 1026W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 83.4 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 30.9 \frac{W}{K} \quad V_f := 142.1m^3$$

$$q := \frac{1}{142} \left( 83.4 + 30.9 - \frac{463.5}{72} \right) = 0.76 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$$n_{nyár} := 9 \quad \text{nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel}$$

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 3.09K \quad > 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 14.478K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{ww} := 142.1 \quad A_{ww} := 49.87 \quad q_{bw} := 5$$

$$Z_f := \frac{3003 - \frac{3003 - 2687}{100} \cdot 47.8}{1000} = 2.852 \quad H_{ww} := \frac{55938 - \frac{55938 - 51191}{100} \cdot 47.8}{1000} = 53.669$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 5.704 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 114.371 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 168.286 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVM.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVM} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVM.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVM} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$
$$E_{HVM} := (q_{HVM} + q_{HVM.v} + q_{HVM.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVM}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVM} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 206.906 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 178.183\% \quad \text{F kategória}$$

## 7. Számítási melléklet

### Első emelet Vincellér út felőli középső lakás

#### Adatok:

Épülethatároló szerkezetek:

*Üvegezett homlokzati nyílászárók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ablak}} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Összes sugárzásátbocsátás: } \alpha_g := 0.78$$

*Bejárati ajtók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ajtó}} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal 10cm külső oldali hőszigeteléssel.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{fal}} := 0.4438 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{lépcsőház}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefalak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefödém:*

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefödém}} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Padlásfödém:*

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Födém koszorú:*

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafalazat 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm



# Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

## 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 37.84 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 107.844 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

## 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

## 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

## 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m <sup>2</sup> ]	Ebből tömör felület [m <sup>2</sup> ]	Ebből nyílászáró [m <sup>2</sup> ]	Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	l	nyílászáró kerület
DK	25,65	21,73	3,92	3,415	9	6,7
fűtetlen lépcsőház	3,135	0,715	2,42	-	1,1	5,3
összesen	28,785	22,445	6,34	3,415	10,1	12

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	21,73	0,4438	1	9,6
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			ΣA*U	17,9

Hőhid típusa	l [m]	ψ [W/mK]	l*ψ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71

16,71

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd.fűtés} := 384.188W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 96.05W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd.nyár} := 384.19W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 17.9 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 16.71 \frac{W}{K} \quad V_f := 107.84m^3$$
$$q := \frac{1}{107.84} \left( 17.9 + 16.71 - \frac{96.05}{72} \right) = 0.309 \quad \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$n_{nyár} := 9$  nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.467K \quad < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$n := 0.5$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 19.265K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_f := 107.84$$

$$H_w := 25.436 = 25.436 \quad q_{bw} := 5$$

$$Z_f := 1.175$$

$$A_{ww} := 37.84$$

$$Q_F := H V \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 971.482$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 25.673 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kv} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fv} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fv} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kv}) \cdot e_v = 55.41 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$

$$E_{HVMV} := (q_{HVMV} + q_{HVMV.v} + q_{HVMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 94.03 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P,k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P,k}} = 80.977\% \quad \text{B kategória}$$

## 8. Számítási melléklet

### Első emelet Vincellér út felőli közepső lakás

#### Adatok:

Épülethatároló szerkezetek:

*Üvegezett homlokzati nyílászárók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ablak}} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$\text{Összes sugárzásátbocsátás: } g := 0.78$$

*Bejárati ajtók:*

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{ajtó}} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal 10cm külső oldali hőszigeteléssel.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{fal}} := 0.4438 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Átnedvesedett külső falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal 10cm külső oldali hőszigeteléssel.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{vizes}} := 0.5695 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{lépcsőház}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefalak:*

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefal}} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Pincefödém:*

- ragasztott parketta., lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{pincefödém}} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Padlásfödém:*

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

$$\text{Hőátbocsátási tényező: } U_{\text{padlásfödém}} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

*Födém koszorú:*

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafal 6.,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztési tényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 37.84 \text{ m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{ m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 107.844 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	l	nyílászáró kerület
DK	25,65	21,73	3,92	3,415	9	6,7
fűtetlen lépcsőház	3,135	0,715	2,42	-	1,1	5,3
összesen	28,785	22,445	6,34	3,415	10,1	12

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	16,56	0,4438	1	7,4
vizes fal	5,17	0,5695	1	2,9
ajtó	2,42	1,03	1	2,5
ablak	3,92	2,2	0,6	5,2
lépcsőház	0,715	1,29	0,60	0,6
			$\Sigma A*U$	18,5

Hőhid típusa	l [m]	$\Psi$ [W/mK]	$l*\Psi$ [W/K]
Nyílászárók	12	0,05	0,6
Födém - külső fal	18	0,8	14,4
Külső fal – belső fal	8,55	0,2	1,71
			16,71

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd.fűtés} := 384.188W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 96.05W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd.nyár} := 384.19W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 18.5 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 16.71 \frac{W}{K} \quad V_f := 107.84m^3$$

$$q := \frac{1}{107.84} \left( 18.5 + 16.71 - \frac{96.05}{72} \right) = 0.314 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$n_{nyár} := 9$  nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 2.463 K < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$n := 0.5$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd.nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 19.074 K$$

## **Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása**

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_w := 107.84$$

$$Z_f := 1.175 \quad q_{bw} := 5$$

$$H_w := 25.436 = 25.436$$

$$A_w := 37.84$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 985.218$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 26.036 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 55.872 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$
$$E_{HVMV} := (q_{HVMV} + q_{HVMV.v} + q_{HVMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 94.492 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 81.374\% \quad \text{B kategória}$$

## 9. Számítási melléklet

### Legfelső emelet Villányi út felőli saroklakása

#### Adatok:

Vízszintes határoló szerkezetek:

pincefödém:  $A_{pi} := 480.52m^2$

padlásfödém:  $A_{pa} := 480.52m^2$

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ablak} := 2.2 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Összes sugárzásátbocsátás:  $g := 0.78$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ajtó} := 1.03 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Külső falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal 10cm külső oldali hőszigeteléssel.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{fal} := 0.4438 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{lépcsőház} := 1.43 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Pincefalak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefal} := 1.43 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Pincefödém:

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefödém} := 0.82 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Padlásfödém:

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

Hőátbocsátási tényező:  $U_{padlásfödém} := 0.97 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafalazat 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm



## Az épület fajlagos hővezesztégtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 49.87 \text{m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 142.13 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m <sup>2</sup> ]	Ebből tömör felület [m <sup>2</sup> ]	Ebből nyílászáró [m <sup>2</sup> ]	Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	l	nyílászáró kerület
DNY	27,1035	23,2635	3,84	8	9,51	8,8
DK	20,02125	18,10125	1,92	1,12	7,025	7,6
fűtetlen lépcsőház	18,354	16,494	1,86	-	6,44	5,82
összesen	65,47875	57,85875	7,62	9,12	22,975	22,22

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	41,36475	0,4438	1	18,4
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		ΣA*U		89,0

Hőhíd típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85

30,9015

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	$\varepsilon$	$Q_{TOT}$	$g$	$l_b$	$l_{nyár}$	$Q_{sd, fűtés}$	$Q_{sd, egyensúlyi}$	$Q_{sd, nyár}$
8	0,75	400	0,75	96	150	1800	432	900
1,12	0,75	200	0,75	50	150	126	31,5	126
						1926	463,5	1026

direkt sugárzási nyereség fűtési idényre:  $Q_{sd, fűtés} := 1926W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 463.5W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd, nyár} := 1026W$

## 6. Fajlagos hővesztégtényező számítása:

$$\Sigma AU := 89 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 30.9 \frac{W}{K} \quad V_f := 142.1m^3$$

$$q := \frac{1}{142} \left( 89 + 30.9 - \frac{463.5}{72} \right) = 0.799 \quad \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$$n_{nyár} := 9 \quad \text{nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel}$$

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 3.06 K \quad > 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 13.995 K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{ww} := 142.1 \quad A_{ww} := 49.87 \quad q_{bw} := 5$$

$$Z_f := \frac{3295 - \frac{3295 - 3003}{100} \cdot 99.5}{1000} = 3.004 \quad H_{ww} := \frac{60010 - \frac{60010 - 55938}{100} \cdot 99.5}{1000} = 55.958$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 6.222 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 124.755 \quad \frac{kWh}{m^2 a}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\ q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\ \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSZ} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \\ & & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\ q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 181.501 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll} C_k := 1.14 & & q_{HVMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ e_{HVMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\ E_c := 0 & & q_{HVMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\ E_K := 0.4 & & & \\ & & q_{HVMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \end{array}$$
$$E_{HVMV} := (q_{HVMV} + q_{HVMV.v} + q_{HVMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HVMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

$$E_{LT} := 0 \quad E_{hű} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HVMV} + E_{LT} + E_{hű} + E_{vil} = 220.121 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 189.563\% \quad \text{F kategória}$$

## 10. Számítási melléklet

### Legfelső emelet Villányi út felőli saroklakása

#### Adatok:

Vízszintes határoló szerkezetek:

pincefödém:  $A_{pi} := 480.52\text{m}^2$

padlásfödém:  $A_{pa} := 480.52\text{m}^2$

Épülethatároló szerkezetek:

Üvegezett homlokzati nyílászárók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ablak} := 2.2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Összes sugárzásátbocsátás:  $g := 0.78$

Bejárati ajtók:

Hőátbocsátási tényező:  $U_{ajtó} := 1.03 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Külső falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal és 10cm kőzetgyapot hőszigetelés.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{fal} := 0.4438 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{vizes} := 0.5695 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Fűtetlen lépcsőházat határoló falak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{lépcsőház} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefalak:

Kisméretű tömör téglafalazat(38cm) kétoldali normál vakolattal.

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefal} := 1.43 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Pincefödém:

- ragasztott parketta, lapburkolat
- kavicsbeton aljzat 6 cm
- F gerendás BH elemes födém

Hőátbocsátási tényező:  $U_{pincefödém} := 0.82 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Padlásfödém:

- burkolat + feltöltés
- F gerendás BH elemes födém
- normál vakolat 1,5 cm

Hőátbocsátási tényező:  $U_{padlásfödém} := 0.97 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

Födém koszorú:

- Homlokzati vakolat
- kisméretű tömör téglafalazat 6,5 cm
- normál vakolat 1,5 cm

## Az épület fajlagos hővezesztésgtényező számítása részletes módszerrel:

### 1. A felület és térfogat arány számítása

$$A_n := 49.87 \text{m}^2$$

$$b_m := 2.85 \text{m}$$

$$V := A_n \cdot b_m = 142.13 \cdot \text{m}^3$$

$$\frac{A_n}{V} = 0.351 \cdot \left( \frac{\text{m}^2}{\text{m}^3} \right)$$

$$E_p := 74 + 120 \cdot \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) = 116.105$$

### 2. A fajlagos hővezetési tényező leolvasása a felület/térfogat arány és a rendeltetés függvényében

$$q_m := 0.086 + \left( \frac{A_n \cdot \text{m}}{V} \right) \cdot 0.38 = 0.219$$

### 3. Az épület fajlagos hőtároló tömege

$$m > 400 \quad \text{nehéz épület} \quad \varepsilon_m := 0.75$$

### 4. Szerkezet hővesztésének meghatározása

	Homlokzatok [m2]	Ebből tömör felület [m2]	Ebből nyílászáró [m2]	Üvegfelület [m2]	l	nyílászáró kerület
DNY	27,1035	23,2635	3,84	8	9,51	8,8
DK	20,02125	18,10125	1,92	1,12	7,025	7,6
fűtetlen lépcsőház	18,354	16,494	1,86	-	6,44	5,82
összesen	65,47875	57,85875	7,62	9,12	22,975	22,22

	A	U	módosító tényező	A*U
fal	38,21475	0,4438	1	17,0
vizes fal	3,15	0,5695	1	1,8
ajtó	1,86	1,03	1	1,9
ablak	5,76	2,2	0,6	7,6
padlás	49,87	0,97	1	48,4
lépcsőház	16,494	1,29	0,60	12,7
		ΣA*U		89,4

Hőhíd típusa	l [m]	Ψ [W/mK]	l*Ψ [W/K]
Pozitív falsarok	2,85	0,17	0,4845
Nyílászárók	22,22	0,05	1,111
Födém - külső fal	33,07	0,8	26,456
Külső fal – belső fal	14,25	0,2	2,85

30,9015

## 5. Sugárzási nyereségek meghatározása

Üvegfelület [m <sup>2</sup> ]	$\epsilon$	$Q_{TOT}$	$g$	$l_b$	$l_{nyár}$	$Q_{sd, fűtés}$	$Q_{sd, egyensúlyi}$	$Q_{sd, nyár}$
8	0,75	400	0,75	96	150	1800	432	900
1,12	0,75	200	0,75	50	150	126	31,5	126
						1926	463,5	1026

direkt sugárzási nyereség fűtési időnyre:  $Q_{sd, fűtés} := 1926W$

direkt sugárzási nyereség egyensúlyi hőmérséklet:  $Q_{sd} := 463.5W$

direkt sugárzási nyereség nyári hőterhelés:  $Q_{sd, nyár} := 1026W$

## 6. Fajlagos hővesztésgtényező számítása:

$$\Sigma AU := 89.4 \frac{W}{K} \quad \Sigma l\psi := 30.9 \frac{W}{K} \quad V_f := 142.1m^3$$

$$q := \frac{1}{142} \left( 89.4 + 30.9 - \frac{463.5}{72} \right) = 0.802 \frac{W}{K \cdot m^3}$$

## 7. Épület nyári túlmelegedésének kockázata

$$q_b := 5 \frac{W}{m^2} \quad \text{lakó épületre}$$

$$n_{nyár} := 9 \quad \text{nyitható nyílások, éjszakai szellőztetéssel}$$

$$\Delta t_{bnyár} := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n_{nyár} \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} = 3.058 K < 3K$$

## 8. Egyensúlyi hőmérsékletkülömbőség számítása

$$n := 0.5$$

$$\Delta t_b := \frac{\left( Q_{sd, nyár} + V_f \cdot q_b \cdot \frac{1}{m} \right)}{\Sigma AU + \Sigma l\psi + 0.35 \cdot n \cdot V_f \cdot \frac{W}{K \cdot m^3}} + 2K = 13.962 K$$

## Az épület összesített energetikai jellemzőjének számítása

### 1. A fűtés éves nettó hőenergia igénye

$$\sigma := 0.9 \quad V_{\text{szell}} := 142.1 \quad A_{\text{szell}} := 49.87 \quad q_{b, \text{szell}} := 5$$

$$Z_f := \frac{3295 - \frac{3295 - 3003}{100} \cdot 96.2}{1000} = 3.014 \quad H_{\text{szell}} := \frac{60010 - \frac{60010 - 55938}{100} \cdot 96.2}{1000} = 56.093$$

$$Q_F := HV \cdot (q + 0.35 \cdot n) \cdot \sigma - Z_f \cdot A_n \cdot q_b = 6.256 \times 10^3$$

$$q_f := \frac{Q_F}{A_n} = 125.447 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 2. A fűtés fajlagos primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll}
 C_k := 1.01 & \text{teljesítménytényező} & E_{FT} := 0.0765 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & e_f := 1.26 \\
 q_{kV} := 0 & \text{villamosenergia igény} & & & e_v := 2.5 \\
 \alpha_k := 1 & \text{lefedési arány} & E_{FSz} := 0.365 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\
 q_{fV} := 1.8 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & q_{fh} := 15 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & \\
 q_{ft} := 0.2 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & & 
 \end{array}$$

$$E_F := (q_f + q_{fh} + q_{fV} + q_{ft}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{kV}) \cdot e_v = 182.382 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 3. A melegvízellátás primer energiaigénye

$$\begin{array}{llll}
 C_k := 1.14 & & q_{HMV.t} := 0 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\
 e_{HMV} := 1 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} & & \\
 E_c := 0 & & q_{HMV.v} := 3 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}} \\
 E_K := 0.4 & & q_{HMV} := 30 & \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}
 \end{array}$$

$$E_{HMV} := (q_{HMV} + q_{HMV.v} + q_{HMV.t}) \cdot (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_K) \cdot e_v = 38.62 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

## 4. Összesített energetikai jellemző

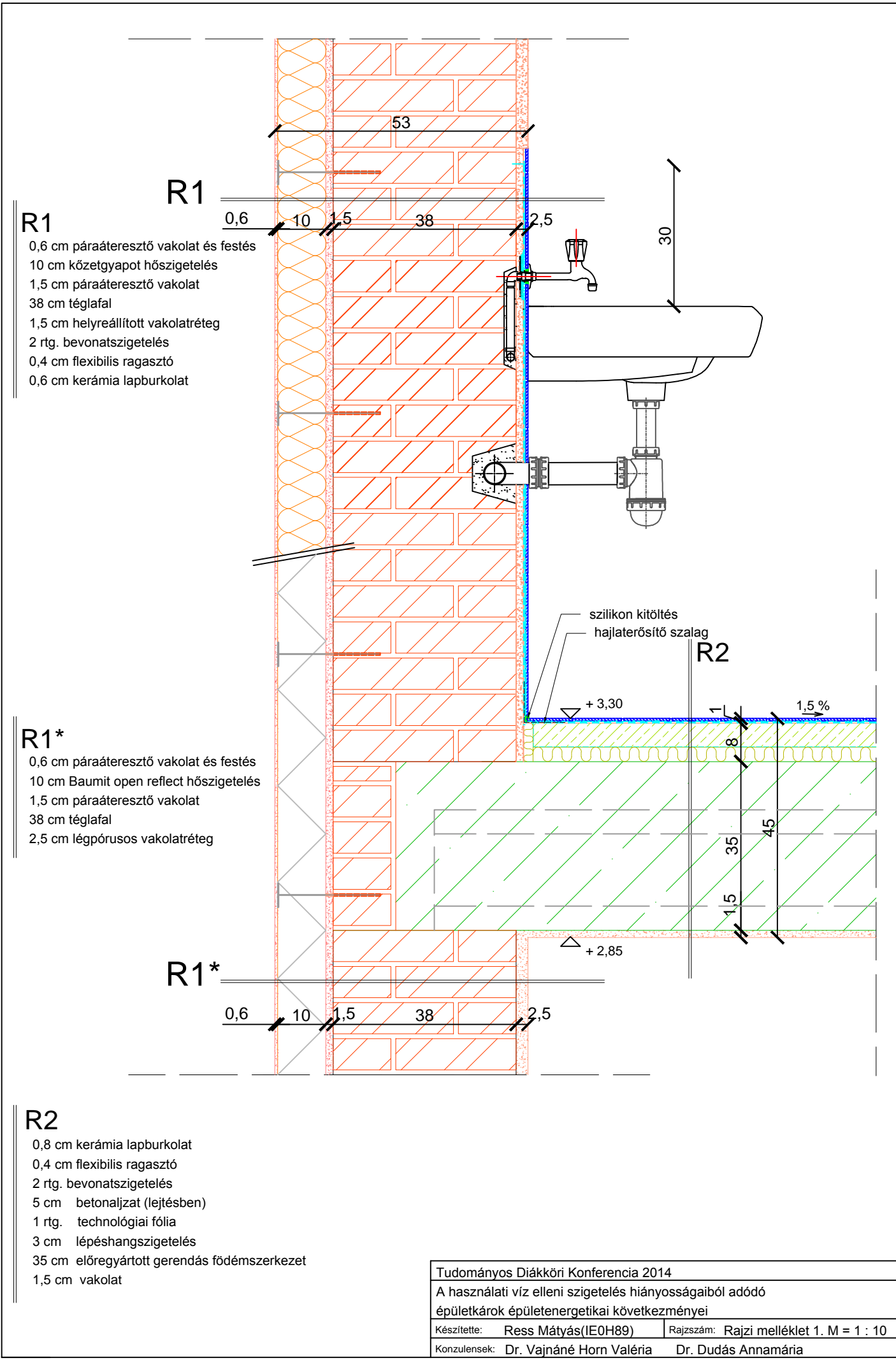
$$E_{LT} := 0 \quad E_{hü} := 0 \quad E_{vil} := 0$$

$$E_P := E_F + E_{HMV} + E_{LT} + E_{hü} + E_{vil} = 221.002 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

Követelmény:

$$\frac{49.87}{142.1} = 0.351 \quad E_{P.k} := 74 + 120 \cdot 0.351 = 116.12 \quad \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{a}}$$

$$\frac{E_P}{E_{P.k}} = 190.322\% \quad \text{G kategória}$$



- R1**
- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
  - 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés
  - 1,5 cm páraáteresztő vakolat
  - 38 cm téglafal
  - 1,5 cm helyreállított vakolatréteg
  - 2 rtg. bevonatszigetelés
  - 0,4 cm flexibilis ragasztó
  - 0,6 cm kerámia lapburkolat

- R1\***
- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
  - 10 cm Baumit open reflect hőszigetelés
  - 1,5 cm páraáteresztő vakolat
  - 38 cm téglafal
  - 2,5 cm légpórusos vakolatréteg

- R2**
- 0,8 cm kerámia lapburkolat
  - 0,4 cm flexibilis ragasztó
  - 2 rtg. bevonatszigetelés
  - 5 cm betonaljzat (lejtésben)
  - 1 rtg. technológiai fólia
  - 3 cm lépéshangszigetelés
  - 35 cm előregyártott gerendás födém szerkezet
  - 1,5 cm vakolat

Tudományos Diákköri Konferencia 2014	
A használati víz elleni szigetelés hiányosságából adódó épületkárok épületenergetikai következményei	
Készítette: Ress Mátyás(IEOH89)	Rajkszám: Rajzi melléklet 1. M = 1 : 10
Konzulensek: Dr. Vajnáné Horn Valéria	Dr. Dudás Annamária



**R3**

- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
- 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- 1,5 cm páraáteresztő vakolat
- 38 cm téglafal
- 5 cm Ytong Multipor
- 1,5 cm páraáteresztő vakolat
- 2 rtg. bevonatszigetelés
- 0,4 cm flexibilis ragasztó
- 0,6 cm kerámia lapburkolat

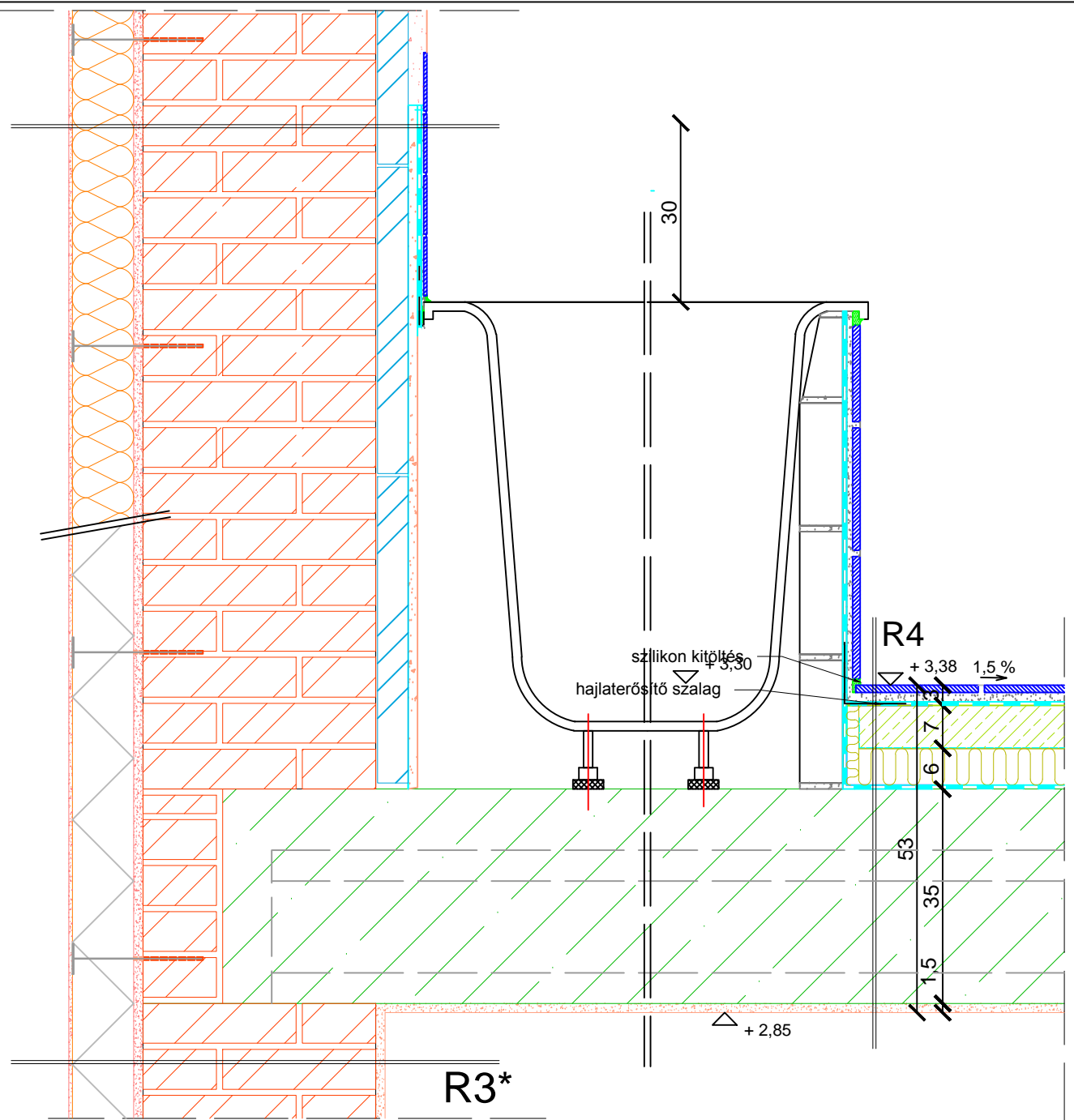
**R3\***

- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
- 10 cm Baumit open reflect hőszigetelés
- 1,5 cm páraáteresztő vakolat
- 38 cm téglafal
- 5 cm Ytong Multipor
- 2,5 cm légpórusos vakolatréteg

**R4**

- 0,8 cm kerámia lapburkolat
- 0,4 cm flexibilis ragasztó
- 2 rtg. bevonatszigetelés
- 7 cm betonaljzat (lejtésben)
- 1 rtg. technológiai fólia
- 7 cm lépéshangszigetelés
- 35 cm előregyártott gerendás födémszerkezet
- 1,5 cm vakolat

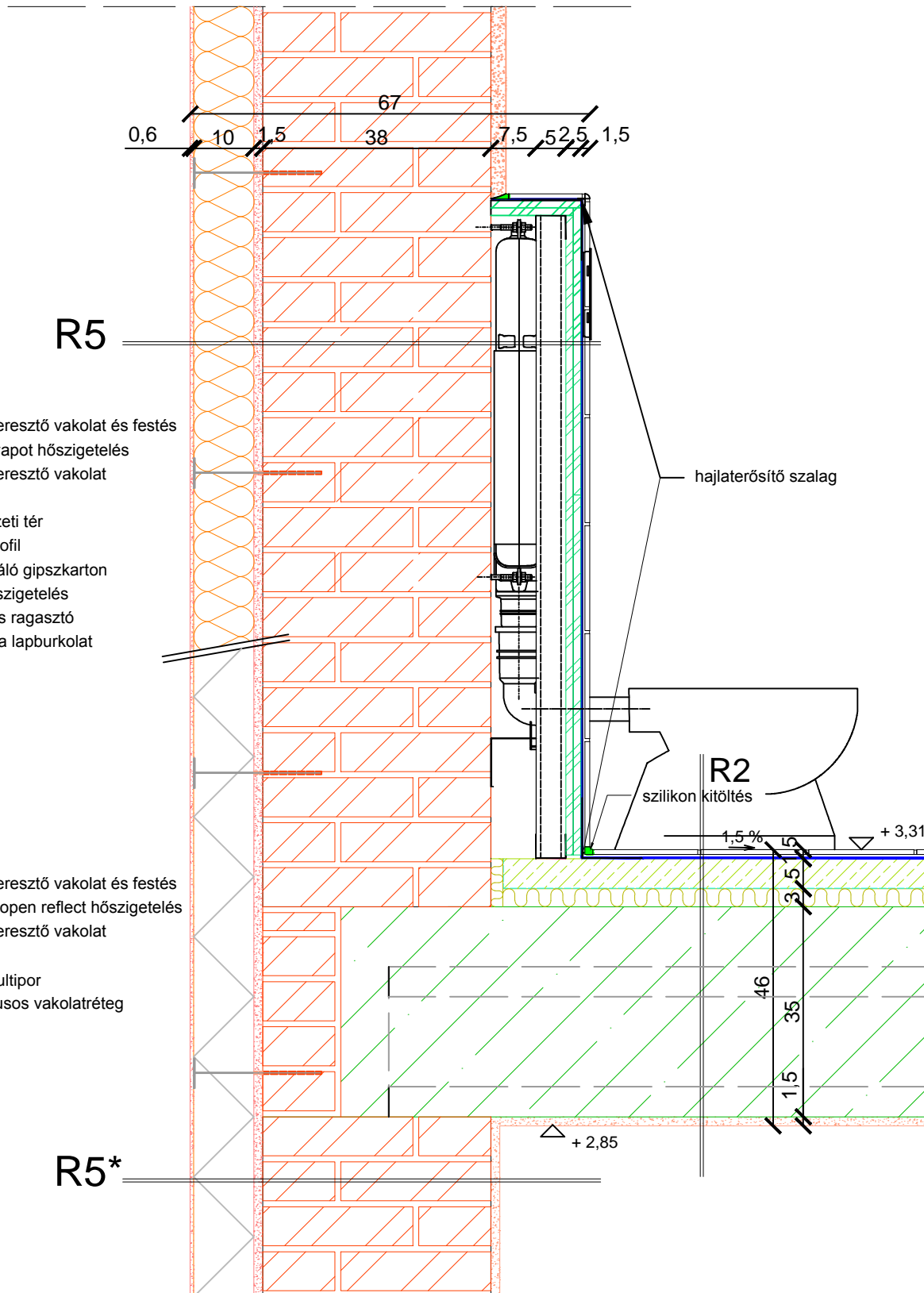
R3



R4

R3\*

Tudományos Diákköri Konferencia 2014	
A használati víz elleni szigetelés hiányosságaiból adódó épületkárok épületenergetikai következményei	
Készítette: Ress Máttyás(IE0H89)	Rajzszám: Rajzi melléklet 2. M = 1 : 10
Konzulensek: Dr. Vajnáné Horn Valéria	Dr. Dudás Annamária



**R5**

- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
- 10 cm kőzetgyapot hőszigetelés
- 1,5 cm páraáteresztő vakolat
- 38 cm téglafal
- 7,5 cm gépészeti tér
- 5 cm CW50 profil
- 2x1,25 cm vízálló gipszkarton
- 2 rtg. bevonatszigetelés
- 0,4 cm flexibilis ragasztó
- 0,6 cm kerámia lapburkolat

**R5\***

- 0,6 cm páraáteresztő vakolat és festés
- 10 cm Baumit open reflect hőszigetelés
- 1,5 cm páraáteresztő vakolat
- 38 cm téglafal
- 5 cm Ytong Multipor
- 2,5 cm légpórusos vakolatréteg

**R2**

- 0,8 cm kerámia lapburkolat
- 0,4 cm flexibilis ragasztó
- 2 rtg. bevonatszigetelés
- 5 cm betonajzat (lejtésben)
- 1 rtg. technológiai fólia
- 3 cm lépéshangszigetelés
- 35 cm előregyártott gerendás födémszerkezet
- 1,5 cm vakolat

Tudományos Diákköri Konferencia 2014	
A használati víz elleni szigetelés hiányosságából adódó épületkárok épületenergetikai következményei	
Készítette: Ress Mátyás(IEOH89)	Rajkszám: Rajzi melléklet 3. M = 1 : 10
Konzulensek: Dr. Vajnáné Horn Valéria	Dr. Dudás Annamária