

SZAKDOLGOZAT

Dombi Gábor Ferenc (X5TBXZ)

Létesítményenergetikai szakmérnök szak

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus Gödöllő

Létesítményenergetikai szakmérnök szakirányú továbbképzés szak

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakmérnök
szakirányú továbbképzés szak

**A SZOLNOKI ABA-NOVÁK AGÓRA KULTURÁLIS
KÖZPONT ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSE**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens, MATE

Külső konzulens: Sándor Miklós
E.V. szakmérnök,
Miskolci Egyetem
Okl. Gépészmérnök,

Készítette: **Dombi Gábor Ferenc**
X5TBXZ
Levelező

Intézet/Tanszék: Műszaki
Intézet/Épületgépészeti és
Energetikai Tanszék

Képzési hely: Gödöllő Campus
2023

MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZENT ISTVÁN CAMPUS
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS SZAK

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Dombi Gábor Ferenc (X5TBXZ)

részére

A szakdolgozat címe:

A SZOLNOKI ABA-NOVÁK AGÓRA KULTURÁLIS KÖZPONT ENERGETIKAI KORSZERŰSÍTÉSE

Feladatkiírás:

Az 1979-ben épült művelődési központ 2006—ban teljes felújításon esett át, azonban üzemeltetési költségei így is jelentősek építészeti kialakítása miatt. A Szakdolgozat készítésének célja tárgyi épület tekintetében a környezeti fenntarthatóságot, energiahatékonytágot javító beruházások lehetőségeinek feltárása, a korszerűsítési lehetőségek megfontolt kiválasztása, amelynek eredményeképpen jelentősen csökkenhetnek az üzemeltetést sújtó energiaárak okozta többletterhek a következő évek fűtési időszakában.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai tanszék

Külső konzulens: Sándor Miklós E.V. szakmérnök, Miskolci Egyetem: Okl. Gépészmérnök, Techn. szakmérnök, 5008 Szolnok, Kassák Lajos út 23.

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023 év 11 hó 09 nap

Kelt: Szolnok, 2023. év 11. hó 04. nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem

(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt: Szolnok, 2023. 11. 04.


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

Címlap

Tartalomjegyzék	1
Előzmények és Célkitűzés	3
1. Irodalmi elemzés	4
1.1 Az épület építészeti ismertetése	4
1.2. Az intézmény épületszerkezeteinek meghatározása	7
1.2.1 Az épület határoló szerkezetek hőtechnikai azonosításának módszertana	7
1.2.2 Az épület épületszerkezeteinek ismertetése	9
1.3. Az épület energetikai jellemzőjének általános ismertetése	15
1.4. Jogszabályi háttér elemzése	19
1.5. Az épület energia felhasználásának ismertetése	24
2. Az energetikai korszerűsítési lehetőségek elemzése	27
2.1. Energiahatékonyság javításra vonatkozó tevékenységek	27
2.1.1. Az épületek hő-technikai adottságainak javítása	27
2.1.2. Fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz rendszereinek korszerűsítése	31
2.1.2.1 Fűtési korszerűsítése, kazáncserével	31
2.1.2.2 Hűtés és szellőzés korszerűsítése	33
2.1.2.3 Használati meleg-víz rendszerek korszerűsítése	34
2.1.2.4 Világítás korszerűsítés lehetősége	35
2.2. Megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek	36
2.2.1 Napenergia hasznosítása - kiserőmű telepítés lehetőségének vizsgálata	36
2.2.2 Napenergia hasznosítása - Napkollektorok telepítése	39
2.2.3 Szélenergia hasznosítása	39
2.2.4 Termálvíz hasznosítása – Fűtés és HMV biztosítására	40
2.2.5 Talajvíz szondák telepítése - a fűtés részleges kiváltására	41
2.2.6 Levegő-víz hőszivattyú telepítése	43
3. Energetikai korszerűsítési alternatívák összegzése	44
4. Az épület energetikai korszerűsítésének javaslata	46
5. Számítások összegzés	47
6. Megtérülés számítás	50
7. Konklúzió	53
8. Összegzés - Summary	55

Irodalomjegyzék	57
Táblázatok és ábrák jegyzéke	58
Vonatkozó jogszabályok jegyzéke	59
Számítási mellékletek	59
DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML	
<i>2023.10.04-én kiadott energetikai számítás a meglévő állapotról</i>	
DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ELEKK	
<i>2023.10.04-én kiadott alternatíva számítás elektromos kazánok beépítésével</i>	
DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-KOND	
<i>2023.10.04-én kiadott alternatíva számítás kondenzációs kazánok beépítésével</i>	
DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ	
<i>2023.10.04-én kiadott alternatíva levegő-víz üzemű hőszivattyú, helyi villanybojlerek beépítésével</i>	

Előzmények és Célkitűzés

Szolnok Megye Tanácsa 1978. július 1-én alapította meg a város új kulturális intézményét, akkor még Megyei Művelődési és Ifjúsági Központ néven. Az épület kivitelezésére 1979-ben került, a kultúrház megnyitója 1979. június 2-án volt.

Az 1979-ben épült művelődési központ 2006—ban teljes felújításon esett át és az Aba-Novák Kulturális Központ nevet ekkor vette fel. A jelentős korszerűsítés ellenére a megemelkedett gáz és villamos energia árak miatt üzemeltetési költségei így is jelentősek egyedi építészeti és épületszerkezeti kialakítása miatt. A szakdolgozatom készítésének célja tárgyi épület tekintetében a környezeti fenntarthatóságot, energiahatékonyságot javító beruházások lehetőségeinek feltárása, a korszerűsítési lehetőségek megfontolt kiválasztása, amelynek eredményeképpen jelentősen csökkenhetnek az üzemeltetőt sújtó energiaárak okozta többletterhek a következő évek fűtési időszakában.

A korszerűsítési lehetőségeket az alábbi szempontok szerint vizsgálom:

Energhahatékonyág javításra vonatkozó tevékenységek

Az épületek hő-technikai adottságainak javítása a vizsgált érintett épületen

Fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz rendszereinek korszerűsítése

Világítás korszerűsítés

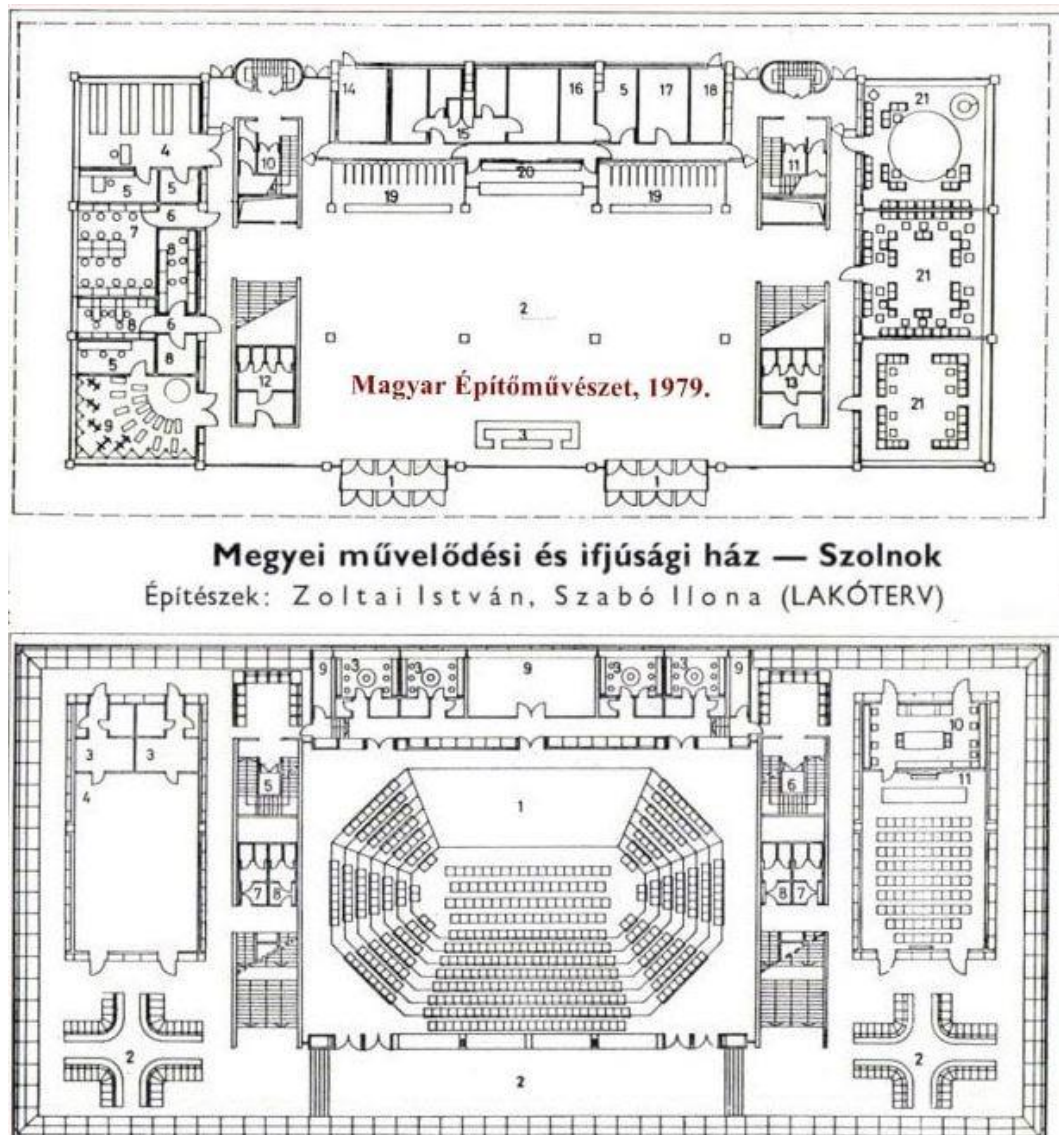
Megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek

A korszerűsítési lehetőségek kiválasztására a meglévő szerkezetek felülvizsgálata után különböző korszerűsítési lehetőségekre – alternatívákra energetikai számításokat készítek, majd azok eredménye alapján javaslatot teszek az energiahatékonysági korszerűsítés legoptimálisabb változatára.

1. Irodalmi elemzés

1.1. Az épület építészeti ismertetése

Szolnok Megye Tanácsa 1978. július 1-én alapította meg a város új kulturális intézményét, akkor még Megyei Művelődési és Ifjúsági Központ néven. A Zoltai István Ybl-díjas építész által tervezett épület megnyitója 1979. június 2-án volt (*1.ábra*). A ház rövid időn belül Szolnok és a régió kulturális életének meghatározó centrumává vált. Az Aba-Novák Kulturális Központ nevet a 2006-os rekonstrukció után vette fel.



1.ábra: Az épület földszinti és emeleti alaprajza

Az épület elrendezése a Népművelési Intézet által szorgalmazott „nyitott ház” koncepciót követi, az egyes funkcionális elemeket egy üvegkubussal kiszabott térben, kristálytisztá kapcsolati, formai és szerkezeti rendbe sorolva. A szolnoki Aba Novák Kulturális Központ építész tervezője Zoltai István, a rekonstrukció építész tervezői Deák László és Füzes Antal voltak.

Szolnokon, a '70-es években – mint akkoriban több megyeszékhelyen is – nagyszabású városközpont rekonstrukció kezdődött. A város legközepén, mintegy egy hektárnyi területen lebontottak minden régi épületet, és helyükön középületek építését kezdték meg. A létesítményeket nagyvonalú, európai viszonylatban is úttörőnek számító megoldásban, két szintre osztott gyalogos és járműforgalommal szervezett rendszerbe foglalta az együttes két építész tervezője, Koltai József és Zoltai István. A rendszert alkotó épületeket is modern, abban az időben sokak által követett karakterben, a szerkezeteket és az installációt tömeg és téralkotó elemként megjelenítve tervezték és kezdték megépíteni. (2. ábra)

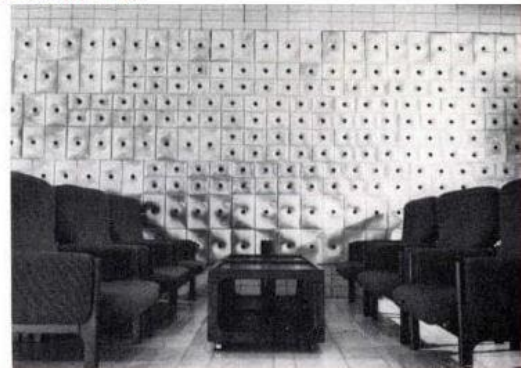
A házat a kor világviszonylatban is legkorszerűbb eszközeivel szerelték fel, az építésmód és az épületszerkezetek az akkor élenjáró építéstechnikát követik.¹



2. ábra: A művelődési központ építéskori távlati képe



Magyar Építőművészet, 1979.



3.ábra: Az épület enteriőrei, korára jellemző modern stílusú berendezési tárgyakkal

1.2. Az intézmény épületszerkezeteinek meghatározása

1.2.1 Az épület határoló szerkezetek hőtechnikai azonosításának módszertana⁵

Az épület határoló szerkezeteinek azonosítása elsősorban korábbi tanulmányaim alapján, az Épületenergetika könyv 8. fejezetének iránymutatása alapján végeztem. Meglévő épületek határoló szerkezeteinek azonosítása, azaz az épületenergetikai minősítéshez a számítások során figyelembe vehető hőátbocsátási tényezők meghatározása a felsorolt szakértői tevékenységek valamelyikével, vagy a tevékenységek akár együttes alkalmazásával is lehetséges:

- Az építési idő pontos, vagy közelítő meghatározása alapján
- A tervek felkutatása és megismerése alapján
- Méretfelvétel alapján
- Helyszíni roncsolásos feltárások alapján
- Műszeres mérések alapján – pl. felületi, belső és külső hőmérsékleti mérésekkel

Az építési idő szerinti azonosítás legegyszerűbb módja a tulajdoni lap bejegyző határozata alapján lehetséges. Az épület lakói, üzemeltetői sokszor hasznos információt tudnak adni az építési időre vonatkozóan. Az 1955 előtt épült épületek építési dátuma levéltári kutatások alapján lehetséges, vagy kataszteri térképen az épület kontúrja alapján lehetséges az épület meglétének ellenőrzése az adott felmérési időpontban. Az építési idő meghatározása után a rendelkezésre álló gyártási idő szerinti rendszerezésben a falak és födémek gyártói adatait tartalmazó táblázatokból kiolvashatóak a szerkezeti U értékek. A táblázatok adatai a különböző funkciójú, vagy rétegfelépítésű szerkezetek azonosítása során értelemszerűen használhatóak. az adatok az esetek többségében közvetlenül nem alkalmasok az azonosításra, de segítségükkel kizárhatóak azok a szerkezet típusok, amelyek az épület építési ideje után kerültek forgalomba.

Az építési idő szerinti azonosítás legegyszerűbb módja korabeli építési engedélyezési, kiviteli, vagy megvalósulási tervek felkutatása. A tervekből az épület pontos alapterülete, a lehűlő felületek pontos mérete és a beépített légtérfogat is könnyebben kiszámítható. A műszaki leírásokban és a metszeteken egyértelműen feltüntetésre kerülnek az alkalmazott anyagok, hőszigetelések és azok vastagsága. Amennyiben tervek nem állnak rendelkezésre,

de helyszíni felmérés alapján alaprajzot készítünk az iparosított építésmódban kivitelezett épületek típustervi elrendezése jól beazonosítható, így könnyen meg lehet határozni a kohóhabsalak-beton középblokkos, illetve házgyári paneles épületeket.

A helyszíni méretfelvétel alapján bizonyos falazóanyagok jól behatárolhatóak. Az 1977 előtt épült épületek falszerkezetei jól beazonosíthatóak a falvastagsága megmérése után. Az egyes falvastagsághoz - például nagyméretű tömörtégla, km. tömörtégla, vályogfalazat - jellemző szerkezeti össz-vastagságok társulnak. Az építési helyszín is nagymértékben meghatározza az épület függőleges szerkezeteinek valószínűsíthető anyagát, iparterületen, falusi környezetben vagy belvárosi körzetekben a várható anyaghasználat eltérő, a fellelhető építőanyagokhoz és a felhasználás módjához nagy mértékben köthető.

A helyszíni roncsolásos épületszerkezet feltárás a legtöbb esetben nem járható út. Feltárára nincs minden esetben mód, mivel a feltárási helyek helyreállítása során az eredeti felületképzés színe és struktúrája egyszerű eszközökkel jelentősebb anyagi ráfordítás nélkül nem reprodukálható. Helyreállítást nem igénylő feltárások végezhetőek az alábbi esetekben:

- magastetős épületek padlásterében a térdfalak, tetőszerkezetei rétegrendek és födémhőszigetelések feltárása
- épület lábazatok esetébe, anyag és szerkezetváltásoknál
- alárendelt helyiségekben, ahol helyreállítás nem szükségszerű
- szerelt, vagy gipszkartonozott falaknál, födémeknél, ha a feltárási kémlelőnyílás visszahelyezhető.

A szerkezetek feltárása biztos információt nyújt a vizsgált építőelemek anyagáról, méretéről, szerkezeti vastagságáról, illetve annak porózus vagy tömör, esetleg légkamrás kiviteléről is. ezen információk már alkalmasak lehetnek a lehetséges változatok szűkítésére, esetleg pontos meghatározására.

Műszeres mérések alapján a szerkezetek közelítő hőátbocsátási tényezője a fűtési időszakban számítható, ha azonos időpontban mérhető a külső és belső léghőmérséklet és a szerkezet belső oldali hőmérséklete. Ekkor a hőátbocsátási tényező a következő összefüggéssel számolható: *Épületenergetika (2009) (108.oldal)*

homogén szerkezetek hőátbocsátási tényezőjének számítás:

$$U = \frac{8(t_i - \vartheta_i)}{\Delta t}$$

t_i = belső léghőmérséklet (°C)

t_e = külső léghőmérséklet (°C)

Δt = $t_i - t_e$ (°C)

ϑ_i = belső felületi hőmérséklet (°C)

A vizsgálat eredményei csak akkor fogadhatóak el, ha a számított U-értékek legfeljebb 20%-al térnek el egymástól. a közelítő hőátbocsátási tényező a számított értékek átlaga. A vizsgálat feltétel, hogy legalább 3 mérősorozat rendelkezésre álljon, és a fűtőtestektől legalább 100 cm messze legyen a mérési pont.

Természetesen feltétel, hogy valamennyi hőmérséklet mérésnél azonos, és legalább 01 C fokos mérési pontosságú hitelesített mérőműszer használata.

Hőkamerák alkalmazása napjainkban már általánosnak tekinthető, azonban ezen készülékek jellemzően csak tájékoztató jellegű képeket készítenek a megrendelő részére, amely leginkább építési hibák feltárására alkalmas. Fejlettebb, minősített készülékekkel a thermovíziós vizsgálat alkalmas a homlokzati falak átlagos hőátbocsátási tényezőjének meghatározására, és ezért megbízhatóbbnak tekinthető, mint az előzőekben ismertetett módszer. Természetesen ez a vizsgálat is csak fűtési időnyben hajtható végre, amikor az épületen belüli és a külső léghőmérséklet eltérése jelentős.

1.2.2 Az épület épületszerkezeteinek ismertetése

Az intézmény épülethatároló szerkezetei közül az alábbi szerkezetek azonosítására és korszerűsítési lehetőségeire térek ki:

- Külső falak
- Homlokzati nyílászárók és függönyfalak
- Lapostető
- Pincefödém és árkádfödém

Az épület legkényesebb pontja a függönyfal hő-technikai viselkedése volt építéskor és most is. Az eredeti megoldás nagy teljesítményű léghűtő berendezés működtetése volt a nagyméretű üvegfelület nyári hő-nyereségének kiváltására. Irracionális energiaigénye miatt azonban ezt gyakorlatilag nem használták, így nyáron az elviselhetetlen hőség következtében az épület használata is korlátozottá vált. A rekonstrukció során a hűtés energiafogyasztásának mérséklésére az üvegfelület belső oldalán elhelyezett, érzékelőkkel vezérelt, elektromos motorokkal mozgatott napfény-visszaverő függönyöket építettek be.

A 2006-os felújítás során szerencsére az függönyfal üvegszerkezeteit is kicserélték, kettő rétegű Low-e bevonatos hőszigetelő üvegezésre. (4. ábra)



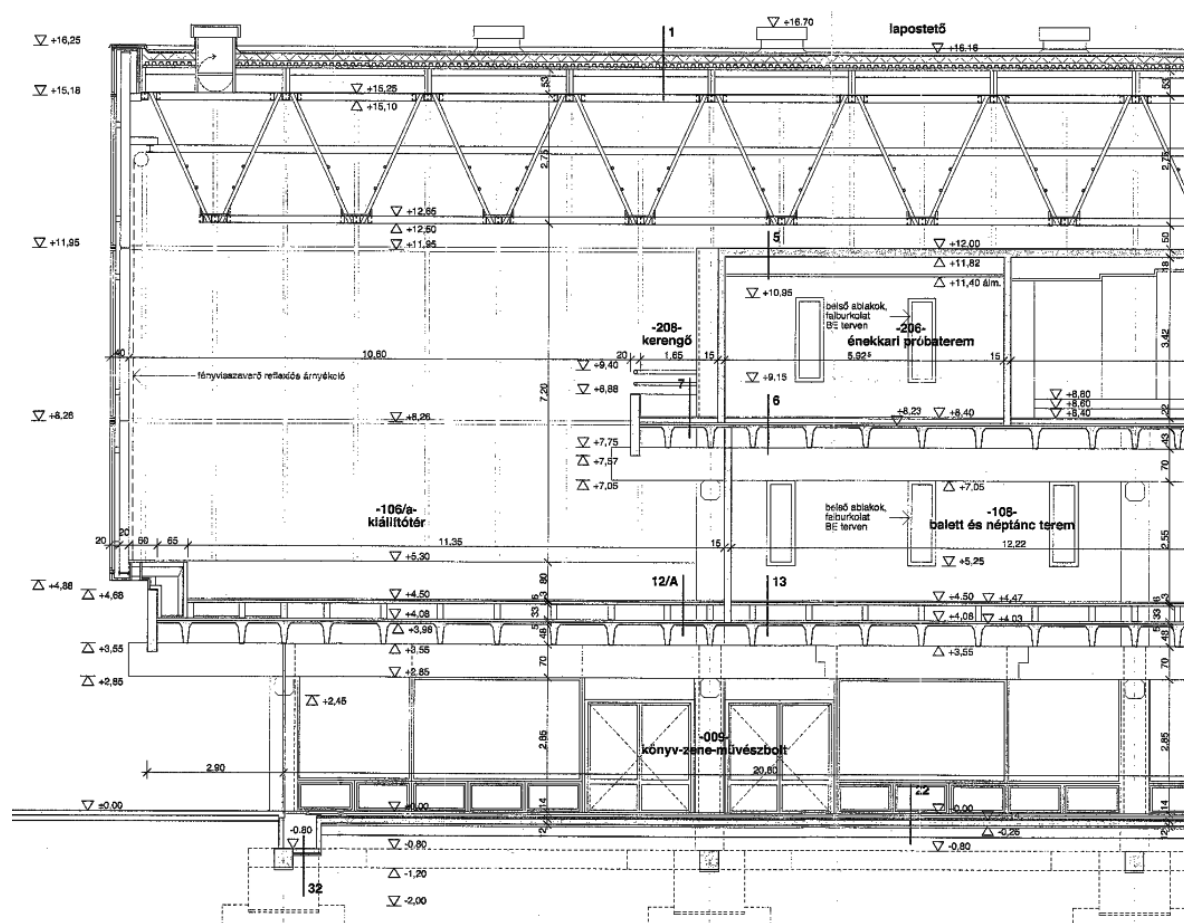
4. ábra: Az épület déli homlokzata, az újszerű függönyfallal, belső oldali árnyékolási rendszerrel

Az épület tetőszerkezetének utólagos hőszigetelésére is sor került, amely változó vastagságú 8-14 cm vtg. közetgyapot szigetelést kapott, új PVC vízszigeteléssel.

Kiegészítő hőszigetelést a pince földémszerkezete kaphatott még hőszigetelést, amely 6 cm vtg. kasírozott kőzetgyapotként csak korlátozottan funkcionál a pince helyiségekben elhelyezett gépészeti berendezések csővezetékei miatt.

Az épület padló szerkezetei nem kerültek kicserélésre, további hőszigetelésükre nem volt lehetőség.

Az épület a már említett „nyitott ház” koncepciót követi, az egyes funkcionális elemeket egy üvegekubussal körül határolt térben, vizuálisan lekövethető kapcsolati, formai és szerkezeti rendbe sorolva helyezték el (5. ábra), amelyeknek átalakítására, a vasbeton szerkezetek utólagos hőszigetelésére nem volt lehetőség, mert az eredeti tervezői koncepció jelentősen sérült volna.²



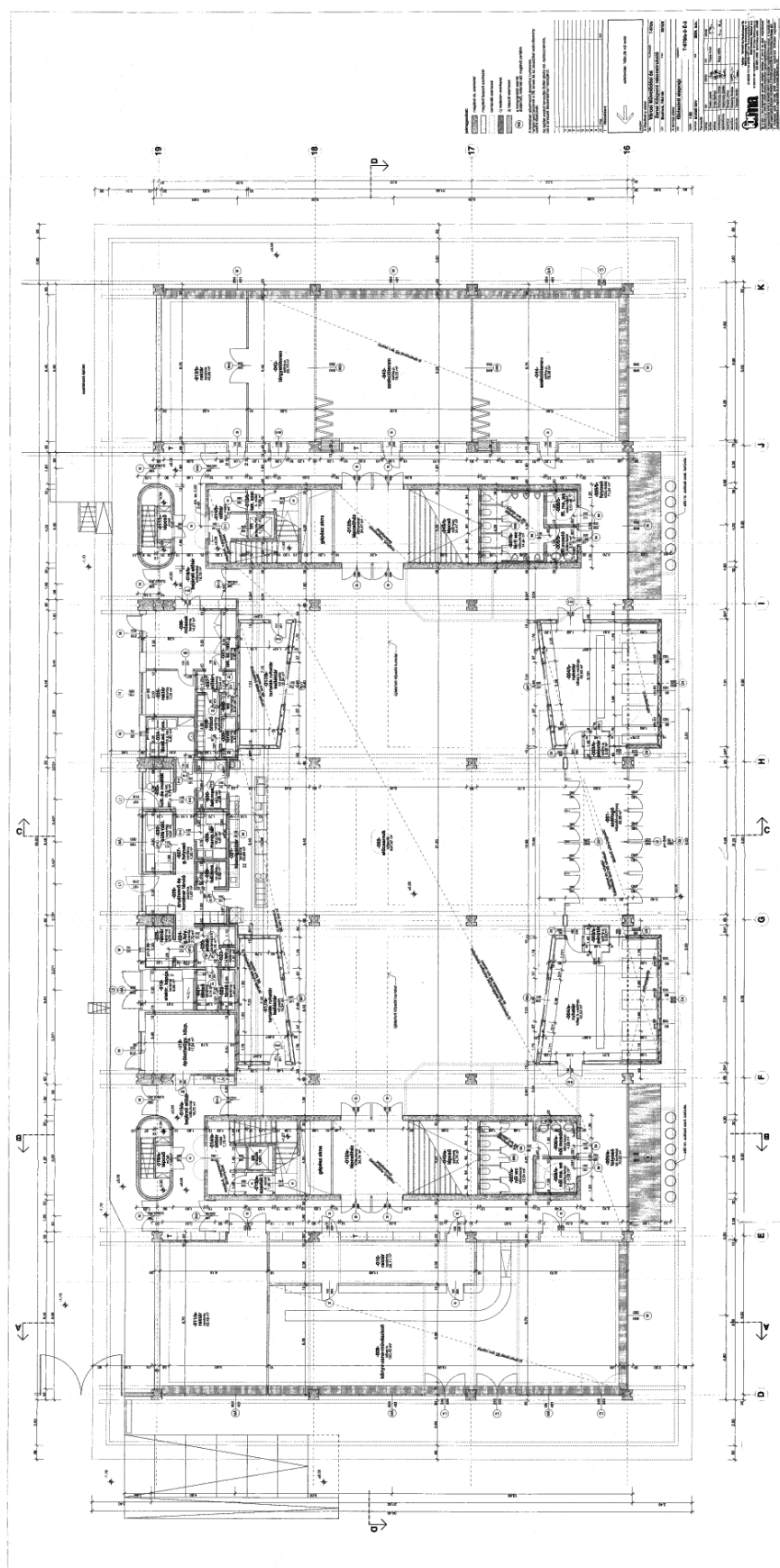
5. ábra: Az épület jellemző metszeti kialakítása³

Ezen kompromisszumos korszerűsítési, hőszigetelési megoldások miatt az épület vasbeton szerkezetei hőszigetelés nélküliek, vagy minimálisan hőszigeteltek, ahol nemcsak a szerkezetek jelentős hőhidasságáról beszélhetünk, hanem szigeteletlen nyers felületekről.(6.ábra)

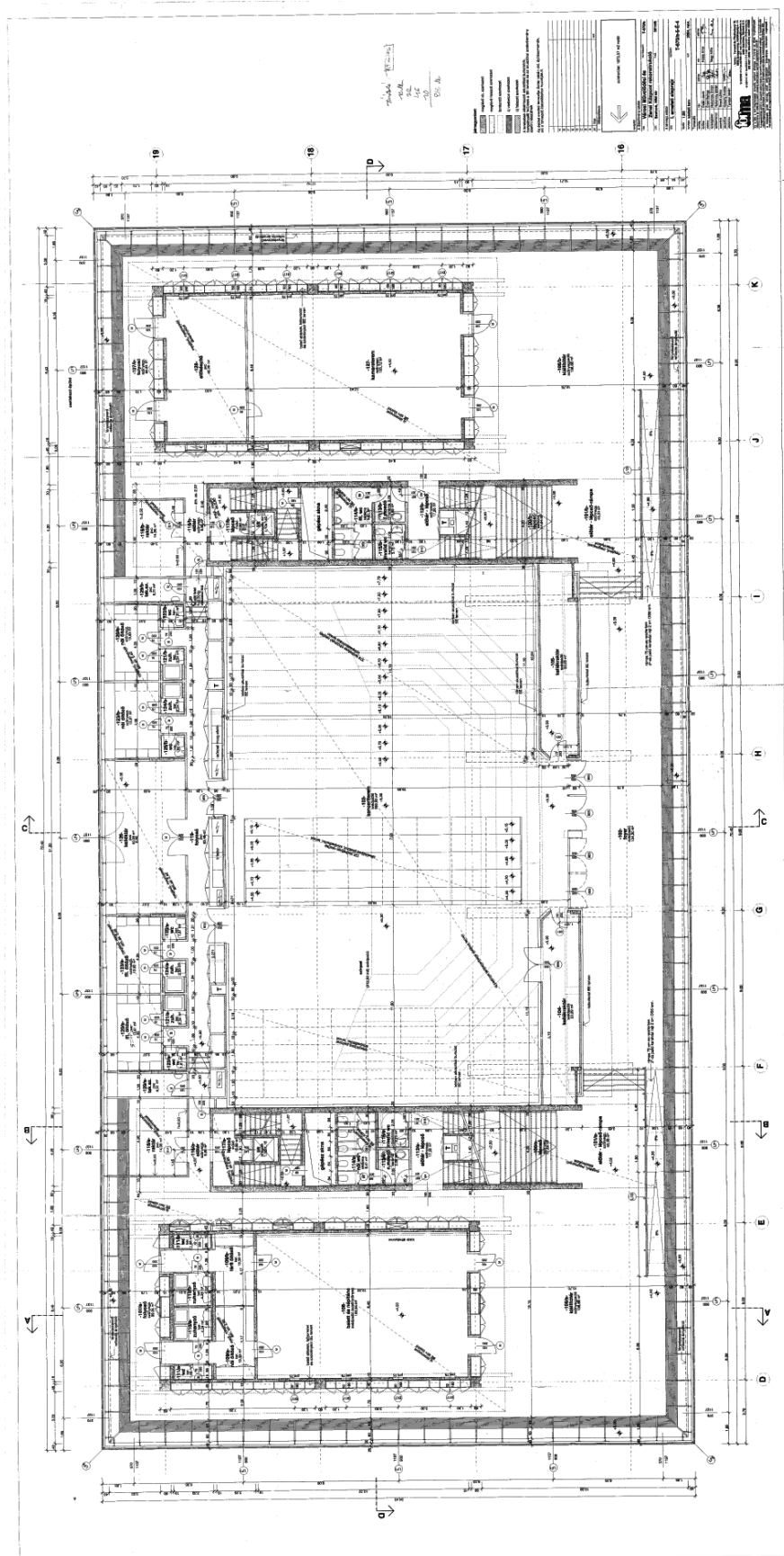
A felújítás tervezői ugyanakkor elmentek a lehetőségek határig, a terveket az építészeti tervezők hozzájárulásával, a lehető legkorszerűbb üvegezést írtak elő. A tervezői művezetés eredményeként az elkerülhetetlen beavatkozások eredményeként nem esett jóvátehetetlen csorba a ház struktúráján.



6.ábra: A vasbeton szerkezetek utólagos hőszigetelésére nem volt lehetőség, a fűrendelt tartók és a T-panelek hőszigetelés nélkül kialakítva rendkívül hőhidak



7.ábra: Földszinti alaprajz 2006-os felújítás tervlapja³



8.ábra: Emeleti alaprajz - 2006-os felújítás tervlapja³

1. 3. Az épület energetikai jellemzőjének általános ismertetése

Az épület fűtési rendszere korszerűnek tekinthető. A vizsgált épület kazánháza a hőszigetelt tetőfelépítményében került kialakításra, amelyben a gépészeti tér került elhelyezésre, szekunder oldali elosztással, keringető szivattyúkkal és vezérléssel (10. ábra). A kazánházban 2 db Viessmann Vitoplex 200 földgáz üzemű 380 kW teljesítményű kazán került beépítésre, egyenként 350 kW fűtési teljesítménnyel. (9. ábra) A kazánok látják el a teljes épület fűtését. A fűtési rendszer kétcsöves rendszerű jellemzően radiátor (12. ábra) és fan-coil hőleadókkal (11. ábra). A beépített kazánok 89%-os hatásfokú atmoszférikus öntöttvas kazánok korrózióálló kazánblokkal. Ez a háromhuzamú kazán az egész teljesítménytartományban környezetkímélő és káros anyagban szegény, rendkívül alacsony nitrogénoxid-tartalmú égést biztosít. A fűtés jellegéből adódóan nem indokolt korszerűbb, magasabb elméleti hatásfokú kazánok beépítése.

A használati meleg-vizet szintén a tető felépítményben elhelyezett Viessmann kazánok állítják elő nagyméretű indirekt fűtésű tárolóval kiegészítve, elektromos fűtőpatron rásegítéssel. A HMV folyamatos biztosítását keringető szivattyú biztosítja.

Az épületben gépi szellőztetés is kialakításra került, amely funkcióját megfelelően ellátja, üzemeltetése nem rendszeres, csupán rövid idő intervallumokra terjed ki.

A művelődési ház nyári időszakokban rendkívül felmelegszik a hatalmas üvegfelületeken keletkező szoláris hő-nyereség miatt. A 2006-os felújítás során a lapostetőn a kazánházhoz hasonló felépítményt készült azzal szimmetrikus elrendezésben, amelyben a klímagépház kapott helyett. Az épület nyári hűtése megoldott, a klímagépek hűtési fejezetségei az egyébként fűtésre is használt fűtőkollekciók. A fűtés és hűtés közötti váltás megoldott, a vezérlés átalakítása nem szükséges. A hűtési rendszer használata időszakos, mert az épület kihasználtsága nyáron alacsony.

Az épület villamossági hálózata megfelelő, a lámpatestek fénycsőves részben cserélt LED-es fényforrások, amelyek jelenlegi átlagos kihasználtsága 30%-os.



9.ábra: A tetőfelépítményben kaszkádban elhelyezett gázkazánok



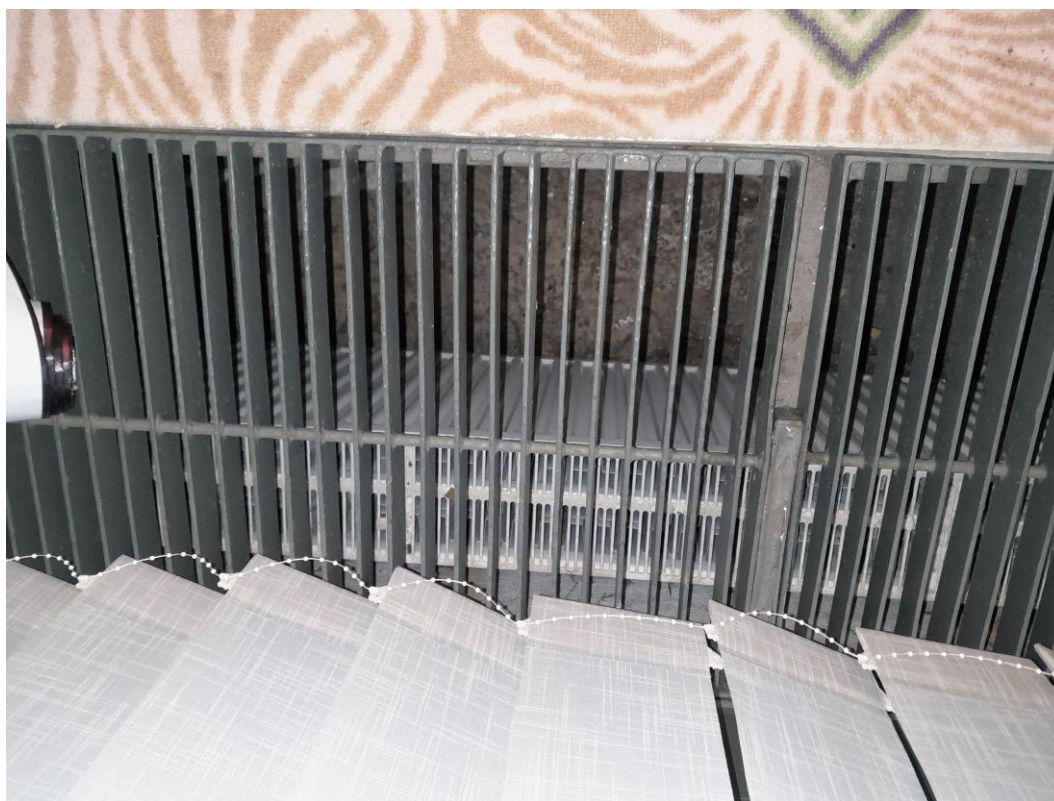
10.ábra: Fűtés elosztás



11.ábra: fan-coil hőleadó



12.ábra: fali radiátor hőleadó



13.ábra:padlószegélyben elhelyezett radiátor

1.4. Jogszabályi háttér elemzése⁴

A számítások elkészítésekor a TNM rendelet tartalma volt ismert, így ez alapján készítettem a méretezéseket és az alátámasztó számításokat. Az új rendeletek 2023. november 1-én lépnek hatályba:

A 7/2006. (V. 24.) TNM rendeletet felváltja az építési és közlekedési miniszter 9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelete az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról. A 200/2023. (V. 25.) Korm. rendelet pedig a 176/2008. (VI. 30.) kormányrendeletben jelentős módosításokat eszközöl, vagyis változnak az energetikai számítások és a tanúsítás szabályai is.

Alapvetően megváltozik a rendelet felépítése, ugyanis a számítási módszertan kikerül a rendelet fő szövegéből és csak a törzsszöveget és mellékletként a követelményeket, a számítási módszer alapelveit, illetve a súlyozó tényezőket tartalmazza.

A legfontosabb változás a követelményeket érinti, ezen túl megváltozott és új fogalmakkal egészült ki a rendelet fogalomjegyzéke is. A követelményrendszer elemeinek nagy része megmarad, de a megújuló energia részarányt felváltja az életciklus alapú CO₂-kibocsátás követelménye. A követelmények struktúrája kis mértékben átalakult: külön lett választva az általános követelmény, valamint a kifejezetten a közel nulla energiaigényű (KNE) új épületekre, illetve a jelentős felújításra vonatkozó követelmény (melyre eddig a „kölségoptimalizált” követelményszint vonatkozott). A követelmények felépítése tehát a következő:

Általános követelmények:

- hőátbocsátási tényező követelményértékei
- a nyári hővédelemre vonatkozó követelmény
- az épülettechnikai rendszerre vonatkozó előírások

A közel nulla energiaigényű épületek külön követelményei

- fajlagos hőveszteség-tényező
- összesített energetikai jellemző
- fajlagos szén-dioxid kibocsátás

Jelentős felújítás alá eső épületekre vonatkozó követelmények

- fajlagos hőveszteség-tényező
- összesített energetikai jellemző

Hőátbocsátási tényezők

A hőátbocsátási tényezőkre vonatkozó követelmények nagyrészt változatlanok, csak néhány szerkezet esetében történt változás. Fa vagy PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászárók esetén 1,15-ről 1,1 W/m²K-re, üvegtetők esetén 1,45-ről 1,5-re, tetősík ablakok esetén 1,25-ről 1,3-ra, homlokzati ajtók esetén 1,45-ről 1,4-re módosult a követelményérték. A fűtött és fűtetlen terek közötti fal követelményértéke enyhébb lett (0,26 helyett 0,4 W/m²K), hiszen az eddigi elvárás a homlokzati falakéval közel azonos hőszigetelési vastagságot követelt meg indokolatlanul.

A legfontosabb változás a talajjal érintkező szerkezeteket érinti, mely ezentúl nemcsak a szerkezet ellenállását veszi figyelembe, hanem a talaj hatását is tartalmazó ún. „egyenértékű hőátbocsátási tényező”-re vonatkozik. Ez nagyobb épületek esetén enyhítést jelent, ugyanis a hőáramnak nagy vastagságú talajrétegen kell átjutnia, mely önmagában is jelentős hőszigetelő hatással rendelkezik. Egy minimális hőszigetelési vastagságot azonban ezután is alkalmazni kell, melynek részleteit a rendelet tartalmazza.

Nyári hővédelem

A nyári hővédelem követelménye alapjaiban változik meg. Eddig a belső és külső hőmérséklet napi átlagértékeinek különbségére vonatkozott a követelmény nehéz és könnyű épület kategóriákban. Az új követelmény viszont az üvegezések napsugárzás elleni védelmére fogalmaz meg előírást, melynek alapja a TNM-ben az épülettechnikai rendszer előírásai között jelenleg is megtalálható előírás a gépi hűtés kapcsán.

Az új követelmény szerint a legnagyobb napsugárzásnak kitett K-D-Ny tájolású üvegezések napvédelméről gondoskodni kell, mely háromféleképpen biztosítható:

- alacsony sugárzásátbocsátási képességű üvegezés választásával
- társított szerkezetek alkalmazásával
- hatásos árnyékvetők betervezésével

A követelményérték az üvegezések felülettel súlyozott sugárzásátbocsátási átlagértékére vonatkozik, de nem kell betartani a kis üvegfelületekkel rendelkező épületek esetén.

Épülettechnikai rendszerek

Az épülettechnikai rendszerekre vonatkozó követelményekben is történtek változások. Változtak a fűtési és HMV elosztóvezetékek hőszigetelési követelményei. Pontosításra került a beszabályozásra és a cirkulációs szivattyú működtetésére vonatkozó előírás. Talán a legfontosabb változás az alábbi előírás: „Épülettechnikai rendszer telepítésekor, jelentős mértékű felújítás esetén azok cseréjekor vagy korszerűsítésekor az épülettechnikai rendszer energiahatékonyságát felhasználási célok szerinti bontásban értékelni kell” az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szóló kormányrendelet szerint is. Az érintett felhasználási célhoz tartozó megváltoztatott részrendszereknek meg kell felelniük legalább a „normál” kategóriának, beépített világítás esetén a „jó” kategóriának.” Ez az előírás elméletben kikényszeríti, hogy ne kerüljenek alkalmazásra rossz hatékonyságú rendszerelemek, de nem ír elő konkrét műszaki megoldásokat. További fontos változás az épületfelügyeleti rendszer kötelező alkalmazására vonatkozó 3.7. passzus is, mely nagyobb épületekben alkalmazandó és a 2018-as uniós irányelv alapján lett meghatározva

Fajlagos hővesztésgtényező

A fajlagos hővesztésgtényezőre eddig közel nulla energiaigényű épületek esetén könnyű épületekre szigorúbb, nehéz épületekre enyhébb követelmény vonatkozott. Az új követelmény egységes minden új épületre, értéke pedig az eddigi két követelményszint között helyezkedik el. Ez alapján „könnyű” épületek esetén valamelyest enyhült a követelmény, „nehéz” épületek esetén pedig kissé szigorodott. A fajlagos hővesztésgtényező megengedett legnagyobb értéke közel nulla energiaigényű épületek esetén:

	A	B
1	$A/V \leq 0,3$	$0,14 \text{ W/m}^3\text{K}$
2	$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$0,071 + 0,23(A/V) \text{ W/m}^3\text{K}$
3	$A/V \geq 1,3$	$0,37 \text{ W/m}^3\text{K}$

Jelentős felújítás esetén a követelményérték kissé enyhébb lett, ugyanis gyakori probléma volt, hogy nehezen teljesültek az eredetileg új épületekre meghatározott értékek.

A fajlagos hővesztésgtényező megengedett legnagyobb értéke jelentős felújítás alá eső épületek esetén:

	A	B
1	$A/V \leq 0,3$	0,18 W/m ³ K
2	$0,3 \leq A/V \leq 1,3$	$0,078 + 0,34(A/V)$ W/m ³ K
3	$A/V \geq 1,3$	0,52 W/m ³ K

Összesített energetikai jellemző

Fontos változás, hogy az új rendelet szerint csak lakó-és szállásjellegűre vonatkoznak számszerű összesített energetikai jellemző követelmények és ezentúl az oktatási és irodaépületek is az „egyéb” kategóriában tartoznak, ahol referenciaépület módszerrel kell meghatározni a követelményeket. Ajánlott értékek viszont lesznek a tervezési adatokra, az eddiginél több épülettípusra is.

Lakóépületek esetén a követelményérték 76 kWh/m²év, mely egyezik TNM rendelet jelenlegi megnövelt energiahatékonyságú követelményértékével.

Jelentős felújítás esetén a jelenlegi követelményhez képest kis mértékben enyhültek az értékek: a nagy épületek esetén nem változott a határérték (110 kWh/m²év), a magasabb felület-térfogat aránnyal rendelkező kisebb épületekre viszont 140 helyett 150 kWh/m²év lett a megengedett legnagyobb érték.

Az összesített energetikai jellemző fogalma pontosodott, az épület fajlagos nem megújuló forrásból származó primerenergia-igényét kell számítani az új primerenergia átalakítási tényezők figyelembevételével. Az átváltási tényezők fosszilis tüzelőanyagok esetén 1,0-ről 1,1-re változtak, mivel már nem a földgázt tekintjük referenciának. Biomassza esetén az eddigi 0,6 mellett megjelent egy 0,2-es érték is, melyet csak a külön meghatározott feltételeknek megfelelő korszerű tüzelőberendezések esetén szabad figyelembe venni. A villamos energia váltószáma 2,3-ra csökkent, kikerült a rendeletből a csúcson kívüli elektromos áram.

Szén-dioxid követelmény

A minimális megújuló energia részarányra vonatkozó követelmény kikerült az új rendeletből. A megújuló energia hasznosítása fontos dolog, de az ezt felváltó CO² alapú követelmény nagyobb rugalmassága és az ország dekarbonizációs törekvéseinek támogatása került előtérbe a rendelet megalkotásakor. A jelenlegi rendelet megújuló energia részarány bizonyos, energiahatékony technológiákat hátrányosan kezelt, míg másokat indokolatlan nagy előnyhöz juttatott. A CO² követelmény indirekt módon továbbra is kikényszeríti a megújuló energiaforrások hasznosítását, de egyenértékű megoldásként ismeri el az egyéb energiaigényt és emissziókat csökkentő technikákat.

A felhasznált megújuló energia mennyiségét továbbra is szükséges számítani, de nem ez képezi a követelmény alapját.

A szabvány megfogalmazása erre vonatkozóan: „az energiahatékony épületek célja nem az, hogy minél több megújuló energiaforrást használjunk, hanem az, hogy a lehető legkevesebb nem megújuló energiát fogyasszunk. Magasabb megújuló energia részarány ne eredményezzen rosszabb energetikai teljesítményt” (PD CEN ISO/TR 52000-2:2017).

A CO² követelményt csak közel nulla energiaigényű épületek esetén kell alkalmazni, maximális fajlagos értéke 20 kg/m²év lakó- és szállás jellegű épületek esetén. Ennek kiszámításához a végső energiaigényt a rendeletben megadott CO²-átalakítási tényezőkkel kell szorozni. Az átalakítási tényezők meghatározása az energiahordozók teljes életciklus alatti kibocsátása alapján történt egy nemzetközi adatbázis adatainak felhasználásával. Az értékek tartalmazzák az energiahordozó felhasználásához, kitermeléséhez, szállításához, valamint az infrastruktúra kiépítéséhez, üzemeltetéséhez kapcsolódó üvegházhatású gáz kibocsátásokat.

1. 5. Az épület energia felhasználásának ismertetése

Az épület energiafogyasztásának meghatározása egyrészt a korábbi évek fűtési számlája alapján, másrészt a dolgozat készítésének idején érvényben lévő - az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet (a továbbiakban: TNM rendelet) szerint végzett számításokon alapszik.

A 2018 és 2019 években az épület normál üzemmódban működött, egyes helyiségcsoportok nem voltak fűtve, illetve időszakos előadások, kiállítások jellemezték a használatot, ekkor az épület átlag belső méretezési hőmérséklete 16 C fok körül volt.

A 2020 és 2021-es években az épületben működött a szolnoki Szigligeti Színház, így az teljes kapacitásán ki volt használva. Ez az időszak a TNM. rendeletnek megfelelő 20 C fok belső méretezési hőmérsékleten méretezhető.

A 2022-es évben a háború okozta megnövekedett gázárak miatt bevezetett 8 C fok-os temperáló fűtés jellemezte az épület jelentős hányadának belső hőmérsékletét.

1.táblázat: A korábbi évek valós gázfogyasztási adatai:

ÉV	m ³
2018	55325
2019	47549
2020	63729
2021	66851
2022	40753

Az elmúlt évek alapján a csúcshőigény meghatározása tekintetében mértékadó gázfogyasztás: 63729 m³ - 66851 m³ / év vehető figyelembe.

2.táblázat: A korábbi évek valós elektromos áram fogyasztási adatai:

ÉV	kWh
2018	1168691
2019	1161578
2020	1041848
2021	1291150
2022	1304080

Az épület villamos energia fogyasztása méretezés szempontjából irreleváns. A fogyasztás jelentős része technológia áramfogyasztásból adódik. Az épületben tartották időszakosan a Szolnoki színház egyes előadásait, illetve a városi televízió is részben itt készíti felvételeit. A megnövekedett áram felhasználás a téli időszakban az elektromos kiegészítő fűtőtestek használatából is adódik, amit a megnövekedett gázárak miatt állítottak használatba az előadói öltözőkben.

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet alapján Win-Watt program segítségével készített hőtechnikai méretezést a DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML megnevezésű 2023.08.08-án készített melléklet tartalmazza. (13. ábra)

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+} = 141,51 + 16,47 + 15 + 0 + 0 + 0$$

$$E_p: 172,98 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző számított értéke})$$

$$E_{pmax}: 85,00 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző megengedett értéke})$$

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

$$E_{sus} = E_{F sus} + E_{HMV sus} + E_{vil sus} + E_{LT sus} + E_{hű sus} + E_{nyer sus}$$

$$E_{sus} = 0,04 + 0,48 + 0,6 + 0 + 0 + 0 = 1,12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_p = 1,12 / 172,98 = 0,7 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,3 MWh
földgáz	699,09	1,00	699,09	203	141,92	36000 kJ/m ³	69909,5 m ³
Összesen			834,80		161,73		

A javasolt korszerűsítések leírása:

Levegő-víz tüzemű hőszivattyúk telepítése fűtés részleges vagy teljes kiváltására. Villanybojlerek lokális beépítése HMV biztosítására.

A javaslat(ok együttes) megvalósításával elérhető minősítés: EE

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.

A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.

13. ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML melléklet összesítője

Az épület TNM rendelet alapján számított éves gázfelhasználása: 69909 m³, a számított mennyiség a valós fogyasztási adatokkal közel megegyezik így ez tekinthető bázisértéknek! Az épület összesített primerenergia fogyasztása a korábbi évek fogyasztási adatai alapján korrigált TNM rendelet alapján számított hitelesített tanúsítványnak megfelelően:

Fajlagos primerenergia fogyasztás: 172,98 kWh/m²a

Éves primerenergia fogyasztás: 834,80 mWh

Az épület TNM rendelet szerint számított csúcshőigénye: 501 kW

2. Az energetikai korszerűsítési lehetőségek elemzése:

A szakdolgozat készítésének célja a környezeti fenntarthatóságot, energiahatékonyságot javító beruházások lehetőségeinek feltárása, a korszerűsítési lehetőségek megfontolt kiválasztása, amelynek eredményeképpen jelentősen csökkenhetnek az üzemeltetőt sújtó energiaárak okozta többletterhek a következő évek fűtési időszakában.

A korszerűsítési lehetőségeket az alábbi szempontok szerint vizsgálom:

Energiahatékonyság javításra vonatkozó tevékenységek

Az épületek hő-technikai adottságainak javítása a felújításban érintett épületen

Fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz rendszereinek korszerűsítése

Világítás korszerűsítés

Megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek

2.1. Energiahatékonyság javításra vonatkozó tevékenységek

2.1.1. Az épületek hő-technikai adottságainak javítása a felújításban érintett épületen

A pincefödém a pince jellegéből és használati módjából adódóan gyakorlatilag nem hőszigetelhető a pince felőli oldalon. A pincefödémén ma is megtalálható 5 cm vtg kasírozott üveggyapot, de ez gyakorlatilag funkcióját nem tölti be, mert számos helyen gépészeti áttörés található a födémén és a födém alsó síkján, így a hőszigetelést nem lehet felület folytonosan kialakítani.

A talajon fekvő padló rentábilisan nem hőszigetelhető. A padlószerkezet elbontása és a felső 30 cm-es rétegrend cseréje kizárólag a funkcionális tevékenység szüneteltetésével lenne megoldható, amely gyakorlatilag nem kivitelezhető a művelődési ház üzemszerű tevékenysége mellett. A földszinti üvegfalak mellett a padlóba süllyesztett hőleadó gyakorlatilag kizárja a legkritikusabb, külső 0,70 méteres sáv lehőszigetelését!

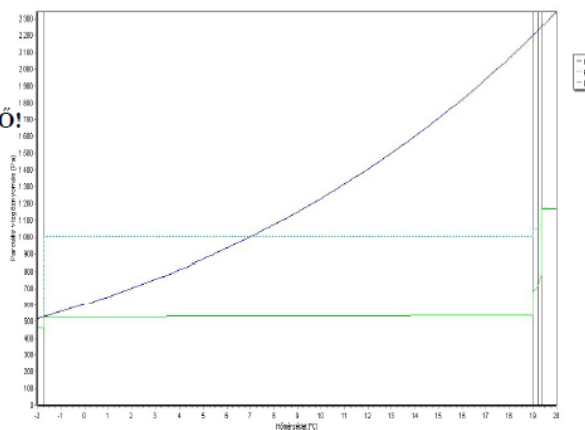
A külső homlokzati falak hőszigetelése és a látszó beton felületek hőszigetelése nem lehetséges mert az épület építészeti koncepciója és megjelenése jelentősen sérülne. A külső

falakat többször a látványos firendelt tartó és T-panel födemelemek alkotják, amelyek hőszigetelésével esztétikai szerepük megszűnné.

A lapostető határoló szerkezetek hőszigeteltsége a jelenlegi követelménynek ugyan nem felel, de kialakítása korszerű a 10-12 cm vtg. kőzetgyapot hőszigetelésével. (14.ábra) A lapostető szerkezetek további hőszigetelése a szerkezetek megbontásával járna, amely megtérülése valószínűtlen.

AB trapztető-feketetető+HSZ

Típusa: tető
y méret: 1 m
Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.291 W/m²K
Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELEL!
Eredő hőátbocsátási tényező: 0.320 W/m²K
Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
Fajlagos tömeg: 206 kg/m²
Fajlagos határoló tömeg: 188 kg/m²
Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]
megnevezés	-	-	-	-	-	-	-	-
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	12	0,037	-	3,2430	140	0,84	0
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0
vasbeton	5	4	1,550	-	0,0258	2400	0,84	0
Acél trap.lemez tömítés nélkül	6	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0

14.ábra: Lapostető rétegrendi számítása

Az épület homlokzati függőnyfala a legjelentősebb lehűlő felület. A 2006-os felújítás során a lehető legkorszerűbb Low-e bevonatos 2 rétegű hőszigetelő üvegezésű függőnyfalra cserélték a szerkezetet. A meglévő tartószerkezeti rendszer a háromrétegű üvegezéssel járó közel 30%-os többletterhelést csak kiegészítő tartószerkezetek beépítésével viselné el, ezért a szerkezet egyedi felülvizsgálatát végeztem el.

A helyszíni szemle során a függőnyfal felületi hőmérsékletét több pontban megmértem, égtájanként külön kezelve. Az üvegfelületek és a tokszerkezeteket külön kezeltem és így határoztam meg a teljes függőnyfal hőátbocsátási tényezőjét (U értékét):

Az üvegszerkezetek U értéke az alábbi képlet alapján számítható:⁵
(Épületenergetika (2009) 108.oldal)

$$U = \frac{8(t_i - \vartheta_i)}{\Delta t}$$

t_i = belső léghőmérséklet (°C)
 t_e = külső léghőmérséklet (°C)
 Δt = $t_i - t_e$ (°C)
 ϑ_i = belső felületi hőmérséklet (°C)

A helyszíni szemlén az üvegezett szerkezetek felülvizsgálatát elvégeztem:

A használt műszer típusa: Voltcraft IR-SCAN-350RH/2

A helyszíni szemlén rögzített adatok:

Keleti homlokzat

külső hőmérséklet:	$t_{\text{külső}} = 4,8 \text{ C}^0$
belső hőmérséklet:	$t_{\text{belső}} = 8,2 \text{ C}^0$
hőmérséklet különbség:	$dt = 13 \text{ C}^0$
üvegszerkezet belső felületi hőmérséklete:	$t_{\text{felület}} = 5,4 \text{ C}^0$

Északi homlokzat

külső hőmérséklet:	$t_{\text{külső}} = 4,8 \text{ C}^0$
belső hőmérséklet:	$t_{\text{belső}} = 8,5 \text{ C}^0$
hőmérséklet különbség:	$dt = 13,3 \text{ C}^0$
üvegszerkezet belső felületi hőmérséklete:	$t_{\text{felület}} = 5,5 \text{ C}^0$

Nyugat homlokzat

külső hőmérséklet:	$t_{\text{külső}} = 4,8 \text{ C}^0$
belső hőmérséklet:	$t_{\text{belső}} = 7,5 \text{ C}^0$
hőmérséklet különbség:	$dt = 12,3 \text{ C}^0$
üvegszerkezet belső felületi hőmérséklete:	$t_{\text{felület}} = 4,9 \text{ C}^0$

A nyílászárók számított U értéke:

$$U = \frac{8(t_i - \vartheta_i)}{\Delta t}$$

kelet: $U_g = 1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$

észak: $U_g = 1,86 \text{ W/m}^2\text{K}$

nyugat: $U_g = 1,69 \text{ W/m}^2\text{K}$

Az üvegezett szerkezeteknél figyelembe vendő U érték: $U_g = 1,73 \text{ W/m}^2\text{K}$

Az üvegezett ablakok tokszerkezetének helyszíni felülvizsgálatát a földszint fűtött helyiségben végeztem el. A helyszíni szemlén rögzített adatok:

A használt műszer típusa: Voltcraft IR-SCAN-350RH/2

Északi homlokzat

külső hőmérséklet: $t_{\text{külső}} = 4,8 \text{ C}^\circ$

belső hőmérséklet: $t_{\text{belső}} = 19,6 \text{ C}^\circ$

hőmérséklet különbség: $dt = 24,4 \text{ C}^\circ$

tokszerkezet belső felületi hőmérséklete: $t_{\text{felület}} = 7,7 \text{ C}^\circ$

A tokszerkezet: $U_f = 3,90 \text{ W/m}^2\text{K}$

Északi homlokzat

külső hőmérséklet: $t_{\text{külső}} = 4,8 \text{ C}^\circ$

belső hőmérséklet: $t_{\text{belső}} = 19,6 \text{ C}^\circ$

hőmérséklet különbség: $dt = 24,4 \text{ C}^\circ$

szárnyszerkezet belső felületi hőmérséklete: $t_{\text{felület}} = 12,5 \text{ C}^\circ$

A szárnyszerkezet: $U_f = 2,32 \text{ W/m}^2\text{K}$

A nyílászárók átlagos U értéknek számítása:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

A fentiek alapján a nyílászárók számított U értéke:

$U_{\text{függönyfal}} = 1,98 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U_{\text{fémablak}} = 1,41 \text{ W/m}^2\text{K}$

A jelenlegi előírás a fém tokszerkezetű üvegezett nyílászárók esetében $U_{\text{függönyfal}} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, $U_{\text{fémablak}} = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, amelyet ugyan nem ér el a számított érték, de megközelíti, így megállapítható, hogy a beépített szerkezetek jó minőségű korszerű szerkezetek, funkciójukat betöltik. Az üvegezett szerkezetek cseréje nem indokolható! A szerkezetek bekerülési költsége óriási, valamint kiegészítő tartószerkezeti rendszer beépítése is szükségessé válna.

Összességében kijelenthető, hogy az épület külső határoló szerkezetei jellemzően tovább nem szigetelhetők, korszerűsíthetők. A külső szerkezetek cseréje, vagy hőszigetelése rentábilisan nem valósítható meg!

2.1.2. Fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz rendszereinek korszerűsítése

2.1.2.1 Fűtési korszerűsítése, kazáncserével

Az épület kazánházában található kaszkádban kialakított Viessmann atmoszférikus öntöttvas kazánok jól működő, hosszú élettartamú, megbízható készülékek. Karbantartásuk az elmúlt években folyamatos volt, hatásfokuk a gyártói adatlap alapján 89%-os.(9.ábra)

A jelenlegi előírásoknak megfelelő kondenzációs kazánok az épület jellege és fűtési rendszere miatt kondenzációs üzemmódban gyakorlatilag nem tudnának üzemelni. A padlószegély fűtésekhez szükséges szekunder oldali előremenő víz hőmérséklet $60-70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ körül jellemző a külső hőmérséklet függvényében, így a kazán cserével maximálisan 5-6 %-os energia megtakarítás érhető el mindösszesen, tekintettel arra, hogy a jelenlegivel megegyező Viessmann kondenzációs kazán termékleírásában 98%-os hatásfok szerepel az említett méretezési víz hőmérséklet mellett.

DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML számítási melléklet alapján a jelenlegi éves gázfogyasztás 69909 m³ (15.ábra), amelyet a kazánok cseréjével lehet mérsékelni, a jelenlegi szabvány által Win-Wat program felhasználásával számítva 65517 m³ –re (16.ábra), DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-KONDK számítási melléklet tartalmaz.

Helyiségek	Fűtött teret határoló szerkezetek	Primer energia igény számítása			Becsült éves fogyasztás, CO2 kibocsátás		
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,28 MWh
földgáz	699,09	1,00	699,09	203	141,92	36000 kJ/...	69909,00 ...
Összesen			834,80		161,73		

15.ábra: A számítási mellékletek kivonata éves gázfogyasztás feltüntetésével meglévő állapotban

Helyiségek	Fűtött teret határoló szerkezetek	Primer energia igény számítása			Becsült éves fogyasztás, CO2 kibocsátás		
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,28 MWh
földgáz	655,17	1,00	655,17	203	133,00	36000 kJ/...	65517,00 ...
Összesen			790,87		152,81		

16.ábra: A számítási mellékletek kivonata éves gázfogyasztás feltüntetésével kondenzációs gázkazán beépítésével

A jelenlegi korszerű, megbízható és jól szervizelhető kazánok cseréje új kondenzációs gázkazánra nem indokolható a várható 5-6 %-os energia megtakarítás miatt! A várható megtérülés 8-10 évre tehető, azonban a gázárak normalizálódnak a megtérülési idő 45-50 évre is kitolódhat.

A hőtermelő berendezések, jelen esetben a kazánok, kézenfekvő és egyszerűen kivitelezhető cseréje amely egyben a gáztól való függőség megszüntetését is jelentené a nagyteljesítményű indukciós kazánok beépítése. Ebben az esetben az épület teljes egészében függetlenné tudna a gázszolgáltatótól és a hektikusan hullámzó gázárak sem terhelnék a működési költségeket.

Helyiségek	Fűtött terület határoló szerkezetek	Primer energia igény számítása			Becsült éves fogyasztás, CO2 kibocsátás		
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [t/a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,28 MWh
földgáz	699,09	1,00	699,09	203	141,92	36000 kJ/...	69909,00 ...
Összesen			834,80		161,73		

15. ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML számítási melléklet kivonat: A
fogyasztási adatok jelenlegi állapotban

Helyiségek	Fűtött terület határoló szerkezetek	Primer energia igény számítása			Becsült éves fogyasztás, CO2 kibocsátás		
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [t/a]
elektromos áram	697,41	2,50	1743,50	365	254,55	-	697,41 M...
Összesen			1743,50		254,55		

18. ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ELEKK számítási melléklet kivonat: A
fogyasztási adatok elektromos kazánok beépítése esetén

Elektromos indukciós kazánokra a fűtési rendszer átállítása nem indokolható semmilyen módon!

Elektromos kazánokkal a TNM. rendelet alapján számított többlet áramfogyasztás, amely a fűtés biztosításához szükséges: 627,53 mWh, azaz 627530 kWh!

2.1.2.2 Hűtés és szellőzés korszerűsítése

Az épületben gépi szellőztetés is kialakításra a korábbi felújítás során korszerűsítésre került. Az épület közlekedőiben, folyosóin kialakított galériáin hatalmas légterek vannak, átlagos használat mellett a szellőztetés kialakítása és működtetése nem indokolt. Az előadótermekben, a színházteremben és a földszinti aulában a 2006-os felújítás során korszerű szellőztetési rendszer került kialakításra, amelynek külön légtechnikai gépházat alakítottak ki a lapostetőn. A szellőztetés üzemeltetése nem rendszeres, csupán rövid idő intervallumokra terjed ki, a színházi előadások idejére a nagy előadó teremben, valamint a földszinti aulában koncertek idején. A szellőztetés funkcióját betölti, ugyanakkor

kihasználtsága minimális. Az előadó tömbjét körülölelő közlekedők külső térelhatárolása a teljes felületen a közel 16 méter magas függönyfal. A közlekedők óriási légterei nem teszik szükségessé a légtechnikai rendszer bővítését. Ezen légterekben a szellőztetés esetleg hűtéssel kombinálása a belső komfort érzeten javítana, de a szakdolgozat célja nem az üzemeltetési költségek növelése, mivel a szellőztető berendezés funkcióját megfelelően ellátja, minimális használata nem indokolja egy korszerűbb levegőztető rendszer kiépítését, mert megtérülése nem várható.

A művelődési ház nyári időszakokban rendkívül felmelegszik a hatalmas üvegfelületeken keletkező szoláris hő-nyereség miatt. A 2006-os felújítás során a lapostetőn a kazánházhoz hasonló felépítményt készült azzal szimmetrikus elrendezésben, amelyben a légtechnika és klímagépház kapott helyett. (23. ábra) Az épület nyári hűtése megoldott, a klímagépek hűtési fejeységei az egyébként fűtésre is használt fain-celok (11. ábra). A fűtés és hűtés közötti váltás megoldott, a vezérlés átalakítása nem szükséges. A hűtési rendszer használata időszakos, mert az épület kihasználtsága nyáron alacsony. színházi előadások a színházi szünet miatt nincsenek, illetve a művelődési központ jellemzően szabadtéri programokat és koncerteket szervez ebben az időszakban.

2.1.2.3 Használati meleg-víz rendszerek korszerűsítése

A használati meleg-vizet szintén a tető felépítményben elhelyezett Viessmann Vitoplex 200 földgáz üzemű 350 kW teljesítményű kazánok állítják elő (18. ábra), nagyméretű 500 literes kapacitású indirekt fűtésű tárolóval kiegészítve, elektromos fűtőpatron rásegítéssel. A HMV folyamatos biztosítását az egyes vizesblokkokban keringető szivattyú biztosítja. A jelenlegi rendszer jelentős hátránya a tehetetlensége, illetve a nagymennyiségű melegvíz állandó fűtése abban az esetben is, ha gyakorlatilag nem, vagy csak csökkentett mértékben üzemel az épület.

A melegvíz ellátását az épületben elszórtan, nagy távolságokban található vizesblokkokban keringető szivattyú biztosítja, amely önmagában véve is jelentős áramfogyasztó tekintettel a több száz méter hosszú vízcsövek hidraulikai ellenállására.

Műszaki adatok

Névleges teljesítmény	kW	90	120	150	200	270	350	440	560
Névleges hőterhelés	kW	98	130	163	217	293	380	478	609
CE-jelölés		CE-0085BQ0020 CE-0085BQ0020						—	—
– a hatásokra vonatkozó irányelv: – a gázkészülékekre vonatkozó irányelv szerint									
Max. előremenő hőmérséklet (= biztonsági hőmérséklet)	°C	110 (–120 °C külön kérésre)							
Max. üzemi hőmérséklet	°C	95							
Max. üzemi nyomás	bar	4							
	kPa	400							
Fűtőgáz oldali ellenállás	Pa	60	80	100	200	180	310	280	400
	mbar	0,6	0,8	1,0	2,0	1,8	3,1	2,8	4,0
A kazántest méretei									
Mélység (q méret) ^{*1}	mm	1195	1400	1385	1580	1600	1800	1825	1970
Szélesség (d méret)	mm	575	575	650	650	730	730	865	865
Magasság (csőcsomakkal együtt) (t méret)	mm	1145	1145	1180	1180	1285	1285	1455	1455
Befoglaló méretek									
Teljes mélység (r méret)	mm	1260	1460	1445	1640	1660	1860	1885	2030
Teljes hossz égővel és fedéllel együtt (s méret)	mm	1660	1860	1865	2060	2085	—	—	—
Teljes szélesség (e méret)	mm	755	755	825	825	905	905	1040	1040
Teljes magasság (b méret)	mm	1315	1315	1350	1350	1460	1460	1625	1625
Karbantartási magasság (szabályozó) (a méret)	mm	1485	1485	1520	1520	1630	1630	1795	1795
Magasság									
– hangelnyelő állítható lábak	mm	28	28	28	28	28	28	28	28
– hangelnyelő kazánalátétek (terhelt állapotban)	mm	—	—	—	—	—	37	37	37
Alapzat									
Hossz	mm	1000	1200	1200	1400	1400	1650	1650	1800
Szélesség	mm	760	760	830	830	900	900	1040	1040
Tüztérátmérő	mm	380	380	400	400	480	480	570	570
Tüztérhossz	mm	800	1000	1000	1200	1200	1400	1400	1550
Tömeg, kazántest	kg	300	345	405	455	630	700	925	1025
Össztömeg	kg	345	390	455	505	680	760	990	1095
Kazán hőszigeteléssel és kazánközi szabályozóval									
Össztömeg	kg	375	420	485	535	710	—	—	—
Fűtőkazán hőszigeteléssel, égővel és kazánközi szabályozóval együtt									
Ürtartalom, kazánvíz	liter	180	210	255	300	400	445	600	635
A kazán csatlakozásai									
Kazán-előremenő és -visszatérő	PN 6 DN	65	65	65	65	65	80	100	100
Biztonsági csatlakozás (biztonsági szelep)	R	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
Úritő csőcsomók	R	1 1/4							
Az égéstermék-re jellemző értékek^{*2}									
Hőmérséklet (60 °C-os kazánvíz-hőmérséklet esetén)									
– Ha a névleges teljesítmény	°C	180							
– Ha a részterhelés	°C	125							
Hőmérséklet (80 °C-os kazánvíz-hőmérséklet esetén)	°C	195							
Égéstermék-tömegáram									
– Földgáz esetén	kg/h	1,5225 x hőterhelés kW-ban							
– EL fűtőolaj esetén:	kg/h	1,5 x hőterhelés kW-ban							
Szükséges szállítónyomás	Pa/mbar	0							
Égéstermék-csatlakozás	Ø mm	180	180	200	200	200	200	250	250

*1 Ha a kazánajtó le van szerelve.

*2 Számított értékek az égéstermék-rendszer méretezéséhez az MSZ EN 13384 szerint, EL fűtőolaj esetén 13,2 % CO₂-ra és földgáz esetén 10 % CO₂-ra vonatkoztatva.

Égéstermék-hőmérsékletek mért bruttó értékeként 20 °C-os égést tápláló levegő hőmérsékleténél.

A részterhelésre vonatkozó adatok a névleges teljesítmény 60%-os teljesítésére vonatkoznak. Ettől eltérő (üzemmódtól függő) részterhelés esetén az égéstermék-tömegáramot az eltérésnek megfelelően kell kiszámítani.

VITOPLEX 200

VIESSMANN 3

18.ábra: Viessmann Vitoplex 200 földgáz üzemű 350 kW névleges teljesítményű kazán adatlapja

A melegvíz ellátást racionalizálni szükséges. A nagyméretű HMV-tárolók kialakítását a földszinti főzőkonyha bisztró kialakítása indokolta, azonban az elmúlt években kiderült, hogy ennek nincs létjogosultsága, így a bisztró már csak időszakosan büfé jelleggel működik, minimális mosogatási igénnyel. A kialakult használati szokások miatt mostanra egyértelművé vált, hogy az illemhelyek, színészi öltözők és a büfé melegvízellátását lokálisan az adott helyiségekben célszerű előállítani. A helyi előállítás legegyszerűbb és legkézenfekvőbb megoldása kisteljesítmény villanybojlerek beépítése az egyes vizes helyiségekbe. A villanybojlerek amelyeknek helyigénye minimális, áramfelvételük könnyen biztosítható. További előnyük a vizes helyiségenkénti szabályozhatóságuk, így akár alacsonyabb hőfokú vizet lehet a wc-knél, magasabb hőfokú vizet lehet a zuhanyzóknál előállítani, illetve a büfében akár időszakosan ki is lehet kapcsolni a működését.

2.1.2.4 Világítás korszerűsítés lehetősége

Az épület teljes világítástechnikai korszerűsítésére 2006-ban, a komplex felújítás keretében sor került. Ekkor a teljes vezetékhálózat, színpad technika, világítástechnika korszerűsítése megtörtént. Az épület szakaszos – mondhatni rövid-ciklikus használati jellegéből adódóan a lámpatestek hatásfoka és áramfogyasztása az összes áramfogyasztásnak csak csekély hányadát teszi ki. A fogyasztás jelentős hányadát a technológia áramfogyasztás, így például az előadások során színpadtechnikai megvilágítások, a helyi televízió felvételei és műsorgyártása teszi ki.

A színpadtechnológia és a színpad korszerű megvilágítása és vezérlése 2006 folyamán kivitelezésre került, így ezek cseréje nem ésszerű és nem része az energetikai korszerűsítés témakörének. A Szolnok Városi Televízió 2018-ban költözött az épületegyüttesbe, fogyasztásuk megjelenik az épület villamos energia összefogyasztásában, de világítástechnikájuk nem része az épület energetikai minőségének.

Az épület üzemeltetéséhez tartozó irodák lámpatestjeinek fényforrásait az elmúlt években folyamatosan cserélték LED-es, korszerű fényforrásokra, amelyek jelenlegi átlagos kihasználtsága 30%-ot sem éri el. Az épületben található galériás rész időszakos kiállításoknak biztosít helyet. A galéria óriási üvegfelületei gyakorlatilag nem teszik szükségessé speciális műtárgy megvilágítás kialakítását, illetve világítás vezérlés kialakítását.

2.2. Megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek:

A megújuló energia felhasználás tekintetében az alábbi lehetőségek vizsgálatát végzem el:

Napenergia hasznosítása - Napelemes kiserőmű telepítés lehetőségének vizsgálata

Napenergia hasznosítása - Napkollektorok telepítése HMV előállítás részleges kiváltására

Szélergia hasznosítása – Villamosenergia előállítás céljából

Termásvíz hasznosítása – Fűtés és HMV biztosítására

Talajhő szondák telepítése - a fűtés részleges kiváltására víz-víz üzemű hőszivattyúk telepítésével

Levegő-víz hőszivattyú telepítése - A fűtés teljes kiváltására

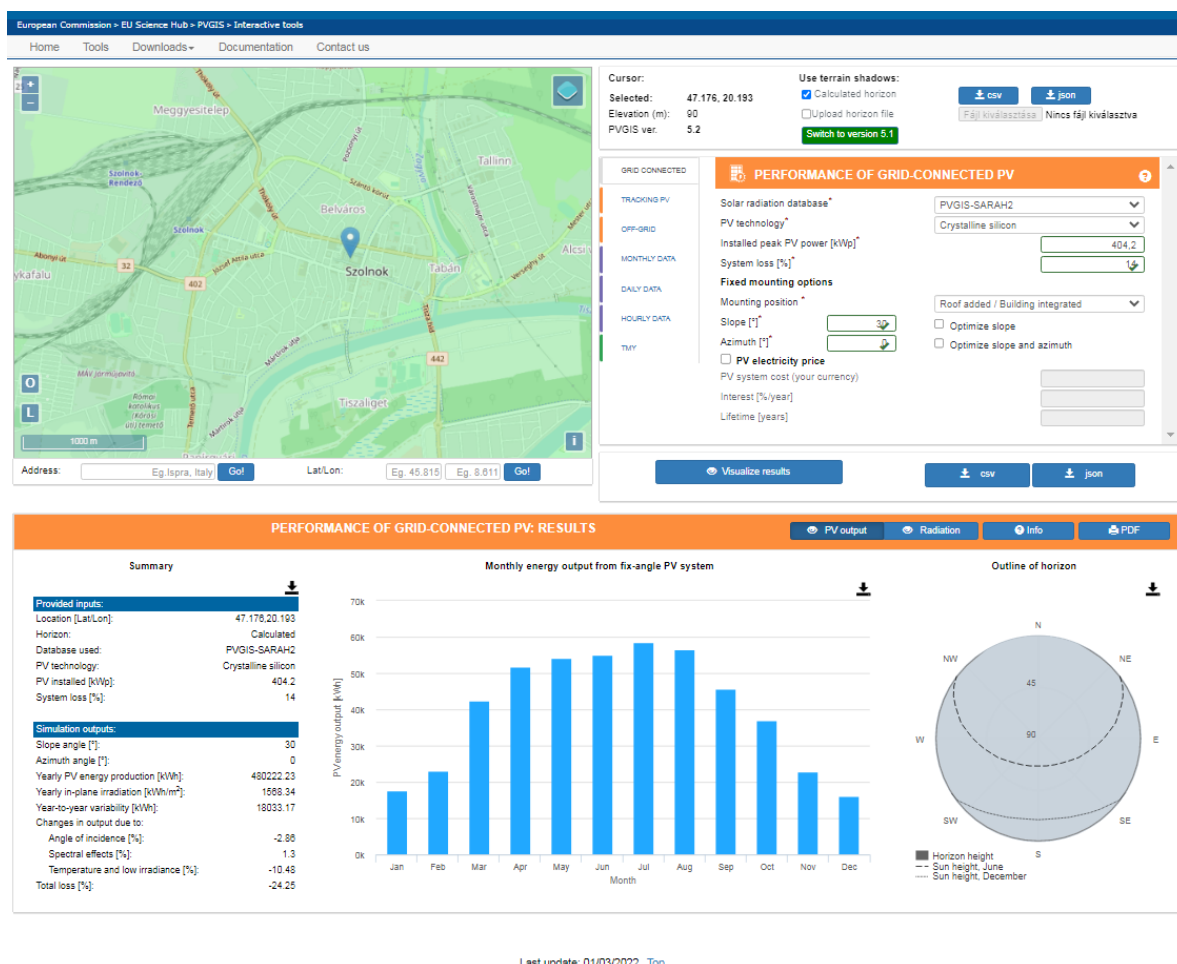
2.2.1 Napenergia hasznosítása - Napelemes kiserőmű telepítés lehetőségének vizsgálata

Az épület lapostetős kialakítású, amely optimális lehet foto-voltaikus erőmű telepítésére. A tájolása optimális, a környező épületek alacsonyabbak, a tetőt minimálisan árnyékolja be a gépészeti felépítmények kubusa. A tetőfelület 2126 m^2 , amelyen nagyságrendileg meghatározható az erőmű mérete. A standard méretű napelemek mérete $1,76 \text{ m} \times 1,08 \text{ m}$, amelyeket lapostetőn 30° -os dőlésben célszerű elhelyezni (19.ábra). A napelem sorok között a közlekedési sáv 57 cm , így kiszámolható, hogy egy db tábla helyigénye $2,10 \text{ m} \times 1,08 \text{ m} = 2,26 \text{ m}^2$. A tetőfelületen 940 db tábla helyezhető el, amely napjainkban járatos 430 Wp táblateljesítménnyel számolva $404,2 \text{ kWp}$ erőművi teljesítményt jelent.

A kiserőmű $404,2 \text{ kWp}$ teljesítménye optimális tájolással számolva 480222 kWh . (20.ábra)

Az erőmű kizárólag bruttó elszámolásban telepíthető 15 perces elszámolási ciklussal számítva, amelyből tapasztalati úton meghatározva kijelenthető, hogy a termelt áram mindösszesen 30% -a kerülhet ténylegesen felhasználásra, cca. 144000 kWh .

A létesítmény jelenlegi éves elektromosáram fogyasztása 1304080 kWh , amelynek mindösszesen 11% -át biztosítaná a telepíthető napelem park. Érdeemes megjegyezni, hogy elektromos kazánok esetén a többletáram fogyasztás 627530 kWh , amelynek legoptimálisabb esetben is csak $22 - 23 \%$ -t fedezné a kiserőművi termelés, tehát az elektromos kazánok, vagy elektromos direktsugárzók telepítése még napelempark telepítésével sem indokolható!

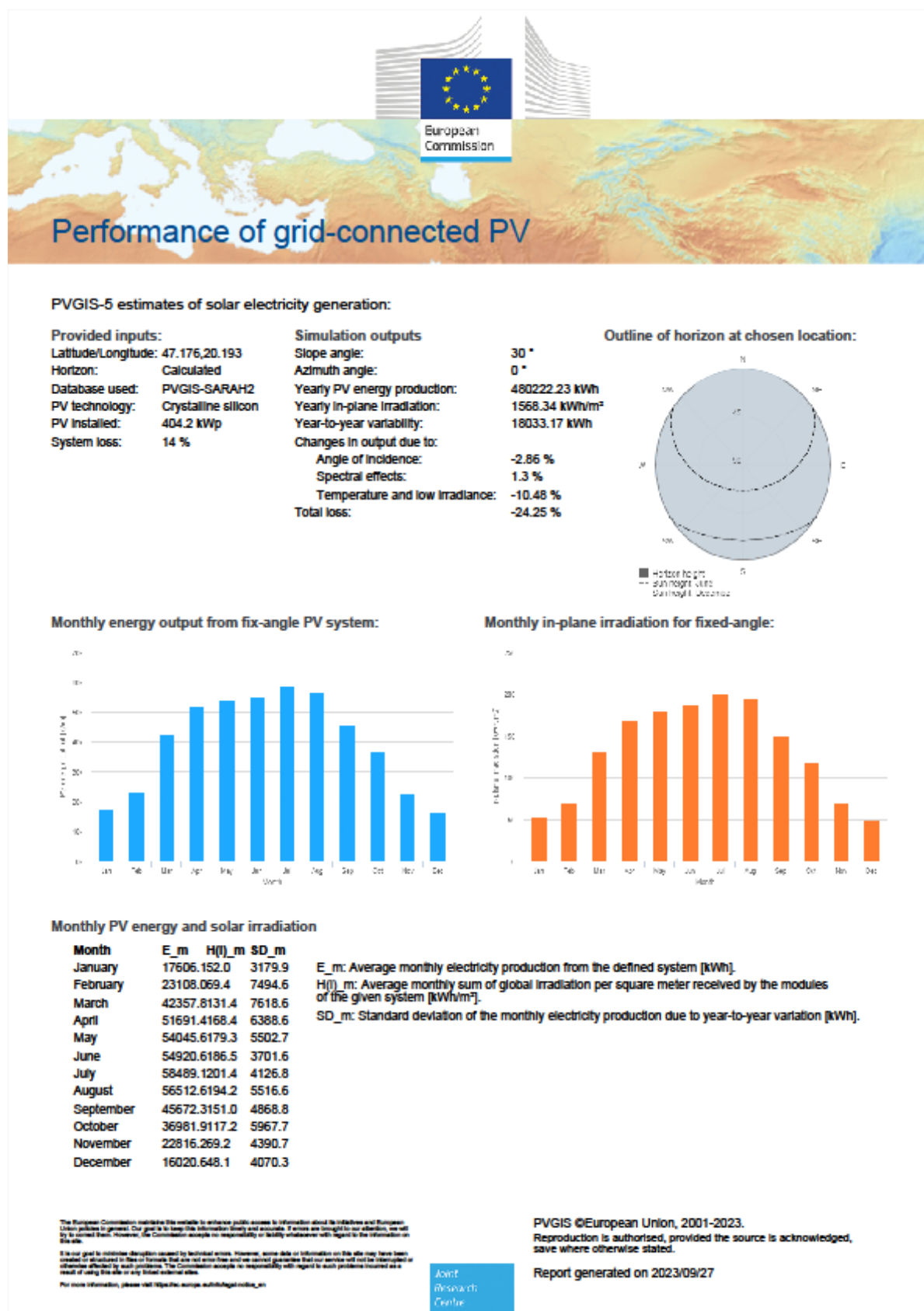


19.ábra: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP - kiserőmű számítás

A fotovoltaikus erőmű telepítése indokolható lenne, amely a fűtés kiváltására ugyan semmiképpen sem lenne elegendő, de az egyéb világítás és technológiai áramfogyasztás részleges kiváltására ellenben igen.

Jelentős probléma ugyanakkor, hogy az épület felújítása során a lapostető utólagos hőszigetelésére is sor került. A tetőszerkezet új – nem lépésálló! - közetgyapot hőszigetelést kapott, amelyen 1 réteg PVC vízszigetelés biztosítja a csapadékvíz elleni védelmet. A fent leírtak egyértelművé teszik, hogy a napelemek tartószerkezeteit lesúlyozó betontömbök nem helyezhetőek el a tetőn, mert tönkre teszik a szigetelés alatti hőszigetelést. Hasonlóan megoldhatatlan probléma a tartószerkezetek mechanikai rögzítése a vízszigetelésen keresztül a trapézlemez födémhez, mert minden egyes rögzítési pont potenciális beázási lehetőség!

Összegezve kijelenthető a fentiek alapján, hogy napelemek kiépítése bár indokolható lenne a villamos áramfogyasztás részleges kiváltására, a tető kialakítása miatt nem lehetséges!



20.ábra: Performance of grid-connected PV - a kiserőmű számítás igazolás⁶

2.2.2 Napenergia hasznosítása - Napkollektorok telepítése (HMV előállítás részleges kiváltására)

Az előző fejezetben részletezett módon az épület 2006-os felújítása során kialakított lapostető hőszigetelés miatt a tető kialakítása nem teszi lehetővé napkollektorok telepítését a tetősíkon. A gépészeti tetőfelépítmények vízszintes felülete 5 cm-es PIR betétes szendvicspanel filigrán szerkezetű rácsostartón, amelynek terhelhetősége szintén kizárja a napkollektorok elhelyezését.

A 2.1.2.3 Használati meleg-víz rendszerek korszerűsítése fejezetben leírtaknak megfelelően a helyi – vizesblokkonkénti előállítás legegyszerűbb és legkényelmesebb megoldás a HMV előállításra, amely villanybojlerek nem teszik indokolttá a napkollektorok kialakítását és a puffer tárolók megtartását melegvíz keringetéssel.

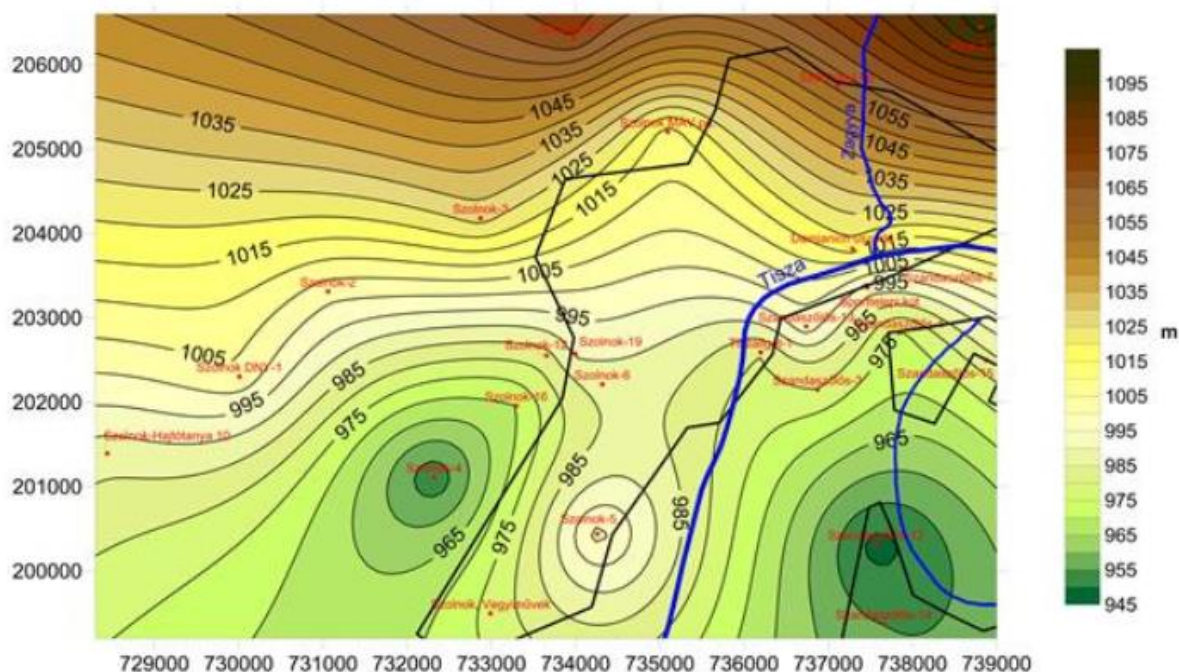
2.2.3 Szélenergia hasznosítása (villamosenergia előállítás céljából)

A jelenlegi jogi szabályozás nem teszi lehetővé szélerőmű telepítését az épület tetejére. Az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet (OTÉK) rendelkezései értelmében a települések igazgatási területét, építési szempontból, beépítésre szánt és beépítésre nem szánt területbe kell sorolni, melyeken belül különböző területfelhasználási egységek kerülhetnek kijelölésre. A 277/2016. (IX. 15.) Korm. rendelet értelmében a települések beépítésre szánt területbe sorolt területein, illetve a beépítésre szánt terület határától számított 12000 m-es (12 km) távolságon belül szélerőmű, szélerőmű park a jövőben nem helyezhető el. Kivételt ez alól csak a háztartási kiserőműnek számító szélerőművek képeznek, azok elhelyezése továbbra is lehetséges az OTÉK módosított előírása szerint. A Kormány a beépítésre nem szánt területek tekintetében is korlátozást léptetett hatályba, mivel a továbbiakban csak a mezőgazdasági, valamint a különleges beépítésre nem szánt területek közül a kutatás-fejlesztés, a megújuló energiaforrások hasznosításának céljára szolgáló területen (területfelhasználási egységeken) helyezhető el szélerőmű, vagy szélerőmű park. A háztartási méretű kiserőműnek számító szélerőművek ez esetben is kivételt képeznek a szabály alól.⁷

2.2.4 Termálvíz hasznosítása – Fűtés és HMV biztosítására

Szolnok kiváló geotermikus adottságokkal rendelkezik. A Tiszaíiget területén a MÁV FC labdarugó egyesület telkén az elmúlt években sikeren alakítottak ki 1035 méteres talpmélységgel geotermikus kutat (21.ábra), amely a fűtés és hmv előállítását is biztosítja a sportlétesítményekben.⁸

Szolnok területén nincs általános tiltás bányászati technológiára. Egyedi esetek előfordulhatnak, melyeket szakhatóságok írnak elő (pl. természetvédelmi területen, erdőben geofizikai mérés esetén vibrációs jelgerjesztés, fúrólukás robbantás tiltása). Kijelenthető tehát, hogy az elméleti lehetősége adott a termálvíz hasznosításának a területen.



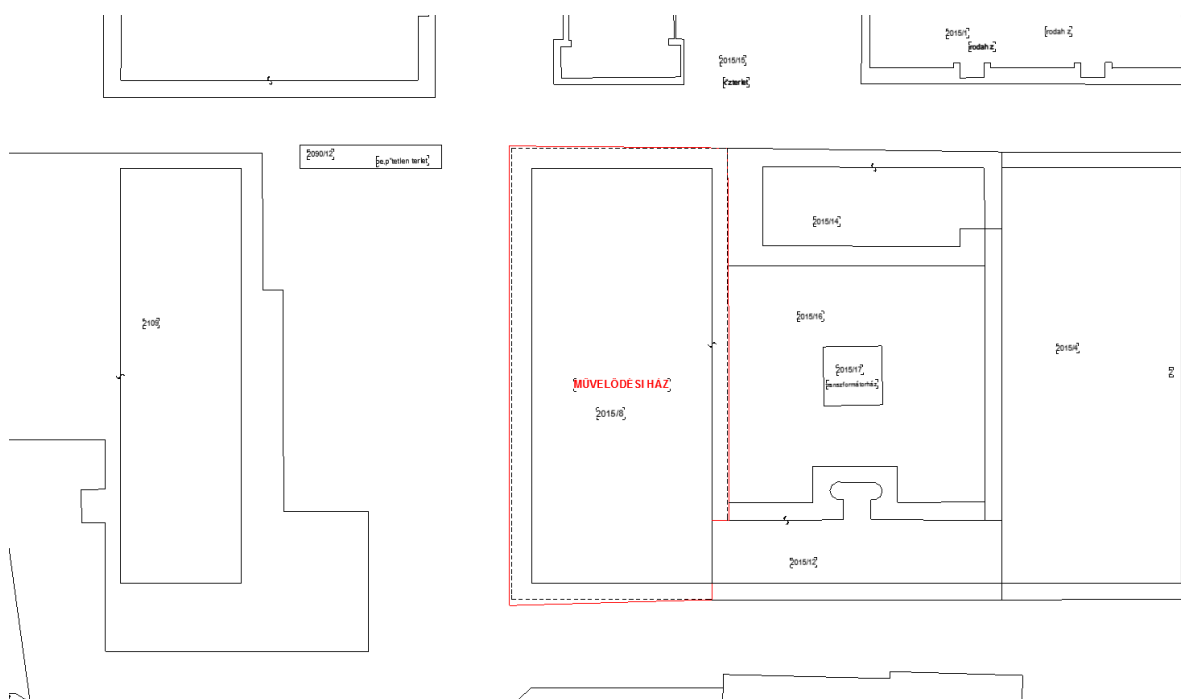
21.ábra: Alsó és felső Pannonhatár Szolnok környezetében

Az épület úgynevezett úszótelken található, amely gyakorlatilag a telek 100%-os beépítettségét jelenti. Tekintettel arra, hogy a termálkutat és rezervoárkot nem lehetséges utólagosan épületen belül kialakítani és visszasajtoló objektumok néhány kilométeres körzeten belüli kialakítása a városi szövet és a környék jelentős beépítettsége miatt kizárt a termálvizes fűtés vagy melegvíz előállítás nem lehetséges tárgyi épület esetében.⁹

2.2.5 Talajvíz szondák telepítése - a fűtés részleges kiváltására (víz-víz üzemű hőszivattyúk telepítésével)

A fűtés részleges vagy teljes kiváltására víz-víz üzemű hőszivattyúk telepítése is lehetséges alternatíva. Az épület számított csúcshőigénye 501 kW, a telepítendő hőszivattyúk fűtési teljesítményének minimum 550 kW –ot el kell érnie. Ehhez hozzávetőleges 80-140 közötti talajvíz kútpár furása szükséges.

Könnyen belátható, hogy meglévő épület esetében ez nem kivitelezhető. Az úszótelek teljesen beépített (22.ábra), így a kutakat csak a földszinti padló megbontásával lehetne kialakítani, amely kizárná az épület működtetését és óriási többletköltséget jelentene.



22.ábra: A kulturális központ helyszínrajza. Piros vonal a telekhatár, fekete szaggatott vonal az épület emeleti szintjének kontúrja.

Az épület és elsősorban a telek adottságai miatt víz-víz üzemű hőszivattyú telepítése nem lehetséges az épület fűtésének kiváltására.

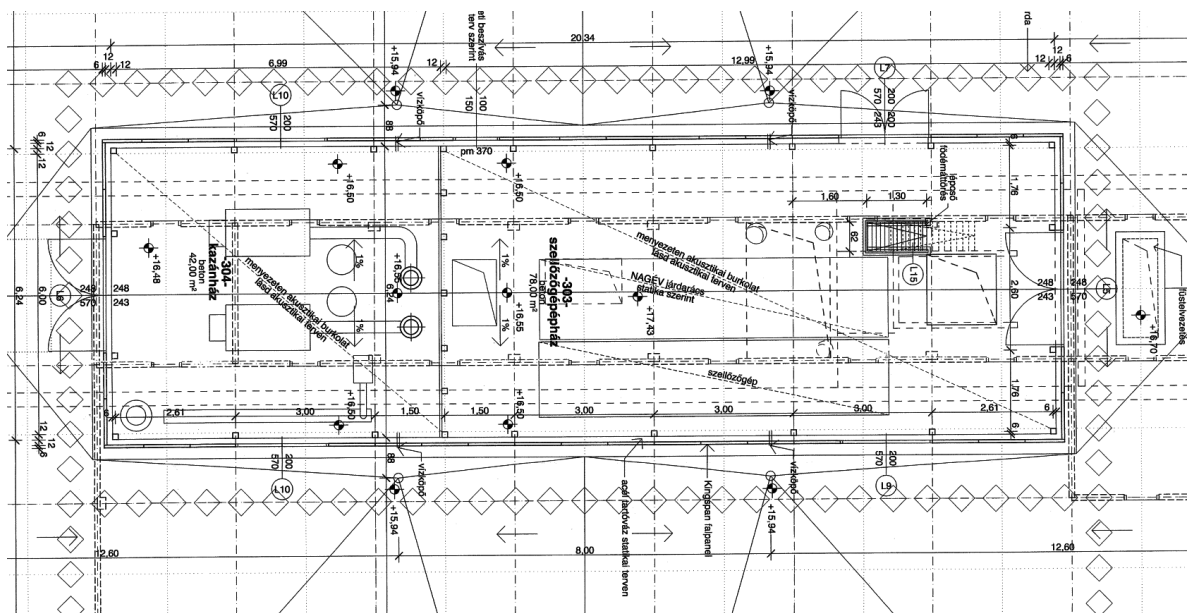
2.2.6 Levegő-víz hőszivattyú telepítése – (A fűtés teljes kiváltására)

A művelődési központ fűtési rendszer átalakítás nélkül alkalmas levegő-víz hőszivattyú telepítésére. A jelenlegi, tetősíkon utólagosan kialakított kazánház tetőfelépítmény belső hasznos alapterülete nem elégséges a hőszivattyúk telepítésére (23.ábra). A kazánházat fedett nyitott térré átalakítani nem érdemes, mert az elosztás és a vezérlés fagyveszélynek lenne kitéve. Jelenlegi szendvicspanel burkolatú felépítmény fagymentes, a kialakítása teljes mértékben megfelel a szekunder oldal elosztásának.

Az épület energetikai korszerűsítése lehetséges a fűtés részleges vagy teljes kiváltásával levegő-víz jellegű hőszivattyúk beépítésével. A hőszivattyúk a gázkazánt helyettesítenék, a meglévő alap fűtési rendszer megtartásával.

A hőszivattyúkat a meglévő kazánházon kívül, új terhelhető födém mező kialakításával lehet elhelyezni.

Jelenleg a piacon a gyártói termékpalaán nem található akkora hőszivattyú, amely egy vagy kettő készülék beépítésével biztosítani tudná a 550 kW fűtési teljesítményt.



23.ábra: A gépészeti tetőfelépítmény alaprajza

3. Energetikai korszerűsítési alternatívák összegzése

Összességében kijelenthető, hogy az épület külső határoló szerkezetei jellemzően tovább nem szigetelhetők, korszerűsíthetők. A külső szerkezetek cseréje, vagy hőszigetelése rentábilisan nem valósítható meg.

A jelenlegi korszerű, megbízható és jól szervizelhető kazánok cseréje új kondenzációs gázkazánra nem indokolható a várható 5-6 %-os energia megtakarítás miatt!

Elektromos indukciós kazánokra a fűtési rendszer átállítása nem indokolható semmilyen módon, a TNM. rendelet alapján számított többlet áramfogyasztás, amely a fűtés biztosításához szükséges: 627,53 mWh, azaz 627530 kWh, amelyet még esetleges napelempark telepítésével sem lehet csak minimális részben kompenzálni.

Az épületben gépi szellőztetés kialakítása a korábbi 2006-os felújítás során korszerűsítésre került. A szellőztetés üzemeltetése nem rendszeres ezen időintervallumokban a funkcióját megfelelően ellátja, így használata nem indokolja egy korszerűbb levegőztető rendszer kiépítését, mert megtérülése nem várható.

Az épület szakaszos – mondhatni rövid-ciklikus használati jellegéből adódóan a lámpatestek áramfogyasztása az összes villamos energia fogyasztás alacsony hányadát teszi ki. A fogyasztás jelentős része a technológia áramfogyasztás.

Az épület üzemeltetéséhez tartozó irodák lámpatestjeinek fényforrásait az elmúlt években folyamatosan cserélték LED-es, korszerű fényforrásokra, amelyek jelenlegi átlagos kihasználtsága 30%-ot sem éri el, így a világítás korszerűsítése nem indokolt.

A melegvíz-ellátást racionalizálni szükséges. A kialakult használati szokások miatt az illemhelyek, színesi öltözők és a büfé melegvíz-ellátását lokálisan az adott helyiségekben célszerű kialakítani. A helyi előállítás legegyszerűbb és legkézenfekvőbb megoldása kisteljesítmény villanybojlerek beépítése az egyes vizes helyiségekbe.

Fotovoltaikus kiserőmű kiépítése bár indokolható lenne a villamos áram fogyasztás részleges kiváltására, a tető kialakítása miatt nem lehetséges!

Használati meleg-víz rendszerek korszerűsítése fejezetben leírtaknak megfelelően a helyi – vizesblokkonkénti előállítás legegyszerűbb és legkézenfekvőbb megoldás a HMV előállításra, amely villanybojlerek nem teszik indokolttá a napkollektorok kialakítását és a puffer tárolók megtartását használati meleg-víz keringetéssel.

A jelenlegi jogi szabályozás nem teszi lehetővé szélérőmű telepítését az épület tetősíkjára.

Szolnokon az épület környezetében az elméleti lehetősége adott a termálvíz hasznosításának. Azonban a létesítmény úszótelken található, amely gyakorlatilag a telek 100%-os beépítettségét jelenti. A termálkutat és rezervoárkot nem lehetséges utólagosan épületen belül kialakítani és a visszasajtoló objektumok néhány kilométeres körzeten belüli kialakítása a városi szövet és a környék jelentős beépítettsége miatt. Összességében kijelenthető, hogy kizárt a termálkút fúrása és így a fűtés vagy melegvíz előállítás nem lehetséges termálvízzel tárgyi épület esetében.

Az épület csúcshőigénye 501 kW, amihez hozzávetőlegesen 80-140 közötti talajvíz kútpár fúrására lenne szükség az épület földszinti padlóján keresztül, ezért a telekbeépítettsége miatt víz-víz üzemű hőszivattyú telepítése nem lehetséges az épület fűtésének kiváltására.

Az épület energetikai korszerűsítése kizárólag levegő-víz jellegű hőszivattyúk beépítésével lehetséges a fűtés részleges vagy teljes kiváltásával. A hőszivattyúk a gázkazánt helyettesítenék, a meglévő alap fűtési rendszer megtartásával.

Az épület energiahatékonysági korszerűsítése gyakorlatilag nem lehetséges.

Megújuló energia felhasználása az épületben jelenleg nem biztosított, azonban az energetikai korszerűsítés egyetlen alternatívája megújuló energia valamilyen felhasználása. A megújuló energia egyetlen felhasználási lehetősége kizárólag levegő – víz üzemű hőszivattyúk beépítésével lehetséges a fűtés teljes vagy részleges kiváltásával.

4. Az épület energetikai korszerűsítésének javaslata

Az épület energetikai korszerűsítésének egyedüli lehetősége a fűtés részleges vagy teljes kiváltása levegő-víz jellegű hőszivattyúk beépítésével. A hőszivattyúkkal a gázkazánt helyettesítenénk, a meglévő alap fűtési rendszer megtartásával. A hőszivattyúkat a meglévő kazánházon kívül, új terhelhető földem mező kialakításával lehet elhelyezni.

A hőszivattyúkat vagy VRF rendszerű sorolt készülékekkel kell kialakítani, vagy monoblokkos készülékek kaszkádban kialakított rendszerével.

Az épület TNM. rendelet DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML számítási melléklet alapján számított éves gázfelhasználása: 69909 m³, a számított mennyiség a valós fogyasztási adatokkal közel megegyezik így ez tekinthető bázisértéknek!

A telepítendő hőszivattyúk szükséges fűtési teljesítményét a TNM. rendeletnek megfelelő 20 C fok belső méretezési hőmérsékleten méreteztem.

Az épület összesített primerenergia fogyasztása a korábbi évek fogyasztási adatai alapján korrigált TNM rendelet alapján számított hitelesített tanúsítványnak megfelelően:

Fajlagos primerenergia fogyasztás: 172,98 kWh/m²a (24.ábra)

Éves primerenergia fogyasztás: 834,80 MWh

Az épület TNM rendelet szerint számított csúcshőigénye: 501 kW

A fentiek alapján a gépésztervezői szakma általános szabályai alapján maximálisan 10% -os többlet teljesítménykapacitással kell számolni, ezért 560 kW fűtési teljesítményű hőszivattyú-telep beépítését javaslom a központi gázkazán kiváltására. A hőszivattyú-telep áramigénye 3x180 A , amelynek biztosítása alap feltétele a rendszer kiépítésének!

A méretezésnél és a várható fogyasztási adatok számításánál 3,5 SCOP értékkel magas, tehát legalább 55 C° előremenő víz hőmérsékletet produkálni tudó hőszivattyúkkal számoltam.

A megújuló energia hasznosítására, amely egyben a fűtési rendszer korszerűsítését is jelenti, kaszkádban is elhelyezett FUBA hőszivattyúk beépítését javaslom. A fűtési hőigény lefedéséhez a termékcsalád FUBA 15 megjelölésű 40 kw névleges fűtési teljesítményű hőszivattyúk beépítését javaslom 25.ábra, összesen 14 db elhelyezése szükséges a tetősíkon,

az említett kaszkád rendszerű kialakítással. A kiválasztott készülékek alkalmasak a rendszer működtetéséhez szükséges 55 C° szekunder oldali víz hőmérsékletet produkálni.

Helyiségek	Fűtött teret határoló szerkezetek	Primer energia igény számítása			Becsült éves fogyasztás, CO2 kibocsátás		
Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E _{prim} [MWh/a]	e _{CO2} [g/kWh]	E _{CO2} [t/a]	H	F [t/a]
elektromos áram	256,89	2,50	642,23	365	93,76	-	256,89 M...
Összesen			642,23		93,76		

24. ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ számítási melléklet kivonat: A fogyasztási adatok javasolt levegő-víz hőszivattyú kialakítással és villanybojlerek beépítésével

A javasolt hőszivattyúkaszkád helyigénye minimálisan 60-80 m² amely terhelhető földem mező kialakíthatóságát statikai számításokkal és tervekkel kell igazolni!

FUBA hőszivattyú GEN III termékcsalád



Tipus	FUBA 03	FUBA 05	FUBA 10	FUBA 15
Jellemzők	1. Alacsony környezeti üzem hőmérséklet: -20°C 2. Max. előremenő folyadék hőmérséklet: 60°C 3. EVI Kompresszor rendszer 4. Mikrokontrolleres vezérlés, gyors reakcióval			R407C típusú gáz
Névleges teljesítmény	8,6 kW	16 kW	32 kW	40kW Integrált lágyindítás
Szükséges fázisszám /Amper	1P/32A	3P/20A	3P/25A	3P/32
Külső üzemi hőmérséklet	-20°C-tól 38°C-ig			-20-tól plusz 30 fokokig
Folyadék fűtési lehetőségek	20°C-tól 60°C-ig			
Külső hőmérséklet 7°C	Villamos igény (KW)	2	4,1	8,1
	Fűtési kapacitás(KW)	8,6 kW	16 kW	32 kW
	COP	4,1	4,1	4,1
	Meleg víz teljesítmény (L/h)	140	280	560
Külső hőmérséklet - 7°C	Villamos igény (KW)	1,7	3,7	7,4
	Fűtési kapacitás(KW)	4,3	8,6	17,2
	COP	2,5	2,5	2,5
	Meleg víz teljesítmény (L/h)	95	185	370
Külső hőmérséklet - 15°C	Villamos igény (KW)	1,9	4,1	8,2
	Fűtési kapacitás(KW)	3,9	7,8	15,6
	COP	1,9	1,9	1,9
	Meleg víz teljesítmény (L/h)	83	165	330
Külső hőmérséklet - 20°C	Villamos igény (KW)	1,8	3,9	7,8
	Fűtési kapacitás(KW)	3,5	7	14
	COP	1,8	1,8	1,8
	Meleg víz teljesítmény (L/h)	75	150	300
Működés	Automatikus, kézi és időzített program lehetőségek			
Biztonsági eszközök	Rendszeryomlás figyelés, elektromos hiba figyelés stb.			
Zajszint	dB(a)	60	65	68
Gép méretei	Szélmélység (mm)	850*520*1230	1300*470*1260	1500*510*1667
Nettó tömeg	kg	100	150	280

25. ábra: fuba hőszivattyúk termékleírása¹⁰

A gázkazán kiváltása esetén a használati melegvíz előállítását szintén racionalizálni kell. A központi HMV előállítás hőszivattyús fűtés esetén gyakorlatilag értelmetlen. A HMV

előállítására vizes helyiségekben külön-külön elhelyezett villanybojlerek célszerű elhelyezni, amelyek következtében a keringetési segédenergia igény sem jelentkezik későbbiek során a fogyasztásban.

A vizes helyiségekben elhelyezésre Ariston VELIS EVO EU villanybojler termékcsaládot javasolom elhelyezni (26.ábra). A helyiségek kialakításától, illetve funkciójától függően az indokolt kapacitással függőlegesen vagy vízszintesen elhelyezésben is elhelyezhetőek. Duplatartályos kivitelezésének köszönhetően az öltözőkben a zuhanyzáshoz szükséges meleg víz hamarabb rendelkezésre áll. Bár a jogszabály nem tesz különbséget a szabályozható és vezérelhető villanybojlerek terén, a valós tapasztalat az, hogy öntanuló illetve programozható kialakítása miatt további 10%-os megtakarítás jelentkezik a villanybojlerek villamosenergia fogyasztásban pár hét használat után. A kisméretű, funkcióhoz igazodó a csapolók közvetlen közelében elhelyezett villanybojlerek elhelyezése után a keringetési segédenergia nem jelentkezik későbbiek során a fogyasztásban.

TECHNIKAI ADATOK	VELIS EVO 50	VELIS EVO 80	VELIS EVO 100
VELIS EVO MŰSZAKI ADATOK			
Kapacitás	50 l	80 l	100 l
Elhelyezés	Függőleges vagy vízszintes	Függőleges vagy vízszintes	Függőleges vagy vízszintes
Teljesítmény	1,5 kW	1,5 kW	1,5 kW
Feszültség	230 V	230 V	230 V
Felfűtési idő (ΔT : 45 °C)	1:30' h:min.	2:15' h:min.	2:50' h:min.
Zuhanyra kész állapot (40 liter 40°C-on)	50' min.	50' min.	50' min.
Max. nyomás	8 bar	8 bar	8 bar
Max. víz hőmérséklet	80 °C	80 °C	80 °C
Bekötő csónkok mérete	1/2"	1/2"	1/2"
Bekötő csónkok közötti osztástávolság	408 mm	408 mm	408 mm
Súly	20 kg	26 kg	30 kg
Elektromos védettség	IPX4 IP	IPX4 IP	IPX4 IP
Méretek (mag. x szél. x mély.)	776x506x270 mm	1066x506x270 mm	1251x506x270 mm

26.ábra: Ariston VELIS EVO EU villanybojler termékcsalád műszaki paraméterei¹¹

5. Számítások összegzés

Meglévő állapot

Meglévő állapot fajlagos primerenergia fogyasztás:	172,98 kWh/m ² a
Az épület számított földgáz fogyasztása:	69909 m ³
Az épület számított villamosenergia fogyasztása:	54,30 MWh
A fűtés fajlagos primerenergia igénye E_F =	141,51 kWh/m ² a
Az épület Éves primerenergia fogyasztása TNM rendelet alapján:	834,80 MWh
Energetikai besorolása:	FF

Provizórikus állapot – kondenzációs kazánok beépítése

Meglévő állapot fajlagos primerenergia fogyasztás:	163,88 kWh/m ² a
Az épület számított földgáz fogyasztása:	65516 m ³
Az épület számított villamosenergia fogyasztása:	54,30 MWh
A fűtés fajlagos primerenergia igénye E_F =	132,41 kWh/m ² a
Az épület Éves primerenergia fogyasztása TNM rendelet alapján:	790,87 MWh
Energetikai besorolása:	EE

Provizórikus állapot – elektromos kazánok beépítése

Meglévő állapot fajlagos primerenergia fogyasztás:	361,28 kWh/m ² a
Az épület számított földgáz fogyasztása:	0 m ³
Az épület számított villamosenergia fogyasztása:	697,40 MWh
A fűtés fajlagos primerenergia igénye E_F =	326,15 kWh/m ² a
Az épület Éves primerenergia fogyasztása TNM rendelet alapján:	1743,50 MWh
Energetikai besorolása:	II

Javasolt kialakítás – Levegő-víz hőszivattyúk beépítése

Meglévő állapot fajlagos primerenergia fogyasztás:	133,08 kWh/m ² a
Az épület számított földgáz fogyasztása:	0 m ³
Az épület számított villamosenergia fogyasztása:	256,90 MWh
A fűtés fajlagos primerenergia igénye E_F =	97,95 kWh/m ² a
Az épület Éves primerenergia fogyasztása TNM rendelet alapján:	642,23 MWh
Energetikai besorolása:	DD

Kondenzációs kazánok beépítése várható megtakarítás

A várható éves primerenergia megtakarítás: $834,80 \text{ MWh} - 790,87 \text{ MWh} = 43,93 \text{ MWh}$

Várható energiafelhasználás változása: (megtakarítás /Bázis) =

$$(43,93 \text{ MWh} / 834,80 \text{ MWh}) \times 100 = \underline{5,26 \%}$$

A fűtés fajlagos primerenergia igény megtakarítás: $141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a} - 132,41 \text{ kWh/m}^2\text{a} =$
 $= 9,10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Várható fűtés fajlagos primerenergia változás: (megtakarítás /Bázis) =

$$(9,10 \text{ kWh/m}^2\text{a} / 141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \times 100 = \underline{6,43 \%}$$

Az épület fejlesztés előtti energetikai besorolása: FF

Az épület fejlesztés utáni energetikai besorolása: EE

A kondenzációs gázkazánok beépítése után TNM rendelet alapján számítva az épület fűtési, világítási és HMV energiaigényét figyelembe véve a megtakarítás mértéke: **5,26 %**.

A fűtés fajlagos primerenergia megtakarítás mértéke: **6,43 %**

Elektromos kazánok beépítése várható megtakarítás

A várható éves primerenergia megtakarítás: $834,80 \text{ MWh} - 1743,50 \text{ MWh} = -908,7 \text{ MWh}$

Várható energiafelhasználás változása: (megtakarítás /Bázis) =

$$(-908,7 \text{ MWh} / 834,80 \text{ MWh}) \times 100 = \underline{108,85 \%}$$

A fűtés fajlagos primerenergia igény megtakarítás: $141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a} - 132,41 \text{ kWh/m}^2\text{a} =$
 $= 9,10 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Várható fűtés fajlagos primerenergia változás: (megtakarítás /Bázis) =

$$(326,15 \text{ kWh/m}^2\text{a} / 141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \times 100 = \underline{230,47 \%}$$

Az épület fejlesztés előtti energetikai besorolása: FF

Az épület fejlesztés utáni energetikai besorolása: II

Az elektromos kazánok beépítése után TNM rendelet alapján számítva az épület fűtési, világítási és HMV energiaigényét figyelembe véve **a növekedés** mértéke: **108,85 %**.

A fűtés fajlagos primerenergia **növekedés** mértéke: **230,47 %**

Levegő-víz hőszivattyúk beépítése várható megtakarítás

A várható éves primerenergia megtakarítás: $834,80 \text{ MWh} - 642,23 \text{ MWh} = 192,57 \text{ MWh}$

Várható energiafelhasználás változása: (megtakarítás /Bázis) =

$$(192,257 \text{ MWh}/834,80 \text{ MWh}) \times 100 = 23,06 \%$$

A fűtés fajlagos primerenergia igény megtakarítás: $141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a} - 97,95 \text{ kWh/m}^2\text{a} =$
 $= 43,56 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Várható fűtés fajlagos primerenergia változás: (megtakarítás /Bázis) =

$$(43,56 \text{ kWh/m}^2\text{a} /141,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}) \times 100 = \underline{30,78 \%}$$

Az épület fejlesztés előtti energetikai besorolása: FF

Az épület fejlesztés utáni energetikai besorolása: DD

Az energetikai korszerűsítés javaslat után – tehát levegő-víz hőszivattyú telep beépítésével és lokális villanybojlerek beépítésével a TNM rendelet alapján számítva az épület fűtési, világítási és HMV energiaigényét figyelembe véve a megtakarítás mértéke: **23,06 %**.

A fűtés fajlagos primerenergia megtakarítás mértéke: **30,78 %**

A korszerűsítés eredményeként az épület gázfogyasztását megszüntetjük, ugyanakkor a villamosenergia fogyasztása megemelkedik nagyságrendileg 202.620 KWh –val.

6. Megtérülés számítás

Elektromos kazán beépítés megtérülési idő számítás

Elektromos kazánok beépítése esetleges alacsonyabb bekerülési költségük miatt merülhetett fel, abban az esetben ha a keletkező jelentős áramfogyasztási többlet foto-voltaikus erőmű beépítésével kompenzálható lett volna. A tető mérete és kialakítása azonban ezt nem teszi lehetővé így elektromos kazánok beépítésének megtérülését nem lehet számolni, hiszen megtakarítás nem jelentkezik, viszont jelentős többletáram fogyasztás keletkezik, amely hálózatfejlesztés mellett lenne csak megvalósítható és összességében még növelné is a működési költségeket.

Kondenzációs gázkazán beépítés megtérülési idő számítás (A 11/2021. (IX. 20.) MEKH rendelet 1. mellékletének 1.2.5 pontja alapján számolva)

Az új gázkazánok bekerülési költsége a Wiessmanntól bekért gyártói árajánlat alapján 70.069.- Euro, amely 27.186.772.-Ft,

Az épület fűtési és részben HMV előállítására földgáz üzemű kazánokkal biztosított TNM rendelet alapján számított éves gázfelhasználása a 2023.10.04-én kiadott DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML meglévő állapotra vonatkozó számítás alapján: 69909 m³, a számított mennyiség a valós fogyasztási adatokkal közel megegyezik így ez tekinthető bázisértéknek!

Szolgáltató adatai alapján 1 m³ gáz = 34,81 GJ

A korszerűsítés előtt az épület földgáz felhasználása: 69909 m³ = 2.433.532 MJ

Kondenzációs gázkazánok beépítése esetén az épület földgáz felhasználása: 65516 m³

Az Energiahatékonysági fejlesztéssel érintett épület korszerűsítés utáni provizórikus állapotra kondenzációs gázkazán beépítésre vonatkozó összesített primerenergia fogyasztása a TNM rendelet alapján számított DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-KOND számításnak megfelelően: 65516 m³ = 2.280.611 MJ (2.80 GJ)

Az elért, elszámolható energiamegtakarítás az eredeti és a korszerűsített állapot közötti hőigény különbségéből származó, éves energiamegtakarítás GJ-ban kifejezett értéke:

2.433.532 MJ - 2.280.611 MJ = 152921 MJ (152,921 GJ)

Jelenlegi érvényes szerződés alapján az intézmény: 10,08 Ft/MJ + ÁFA, azaz bruttó 12,80 Ft/MJ áron vásárolja a földgázt.

A fentiek alapján az éves megtakarítás mértéke: 152.821 MJ x 12,80 Ft/MJ = 1.957.557,- Ft

A gyártótól bekért árajánlat alapján számított tervezett bekerülési költségek összesen: 27.186.772,- Ft

A fentiek alapján kondenzációs gázkazán beépítés esetén a megtérülési idő:
27.186.772,- Ft / 1.957.557,- Ft = **13,88 év**

Levegő-víz hőszivattyúk esetén beépítés megtérülési idő számítás (A 11/2021. (IX. 20.) MEKH rendelet 1. mellékletének 1.2.5 pontja alapján számolva)

A Levegő-víz hőszivattyúk és szükséges átalakítások bekerülési költsége a Fuba hivatalos viszont eladó és forgalmazó árajánlat alapján 23.200.000.-Ft,

A javasolt alternatívában az épület a gázszolgáltatótól függetlenedik, így a gázfogyasztása megszűnik, ugyanakkor az áramfogyasztása megemelkedik, amelyet a TNM rendelet alapján számított 2023.10.04-én kiadott DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ tervezett és javasolt állapotra vonatkozó számítás alapján: 256,90 MWh

Az épület DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML meglévő állapotra vonatkozó számítás alapján a villamosenergia a fogyasztása: 54,30 MWh

A korszerűsítésből, tehát a hőszivattyúk beépítésére visszavezethető többlet áramfogyasztás:
 $256,90 \text{ MWh} - 54,30 \text{ MWh} = \underline{202,6 \text{ MWh}}$

Szolgáltató adatai alapján $1 \text{ m}^3 \text{ gáz} = 34,81 \text{ GJ}$

A korszerűsítés előtt az épület földgáz felhasználása amely teljes egészében megtakarításként jelentkezik: $69909 \text{ m}^3 = 2.433.532 \text{ MJ} = 2433,532 \text{ GJ}$

Jelenlegi érvényes szerződés alapján az intézmény: 10,08 Ft/MJ + ÁFA, azaz bruttó 12,80 Ft/MJ áron vásárolja a földgázt.

A fentiek alapján a gázfogyasztás megszűnésének köszönhetően az éves megtakarítás mértéke: $2.433.532 \text{ MJ} \times 12,80 \text{ Ft/MJ} = \underline{31.149.209,- \text{ Ft}}$

Az elektromos üzemű hőszivattyúk kiépítése és a vizes helyiségenként beépített villanybojlerek beépítése folyamányaként 202.600 kWh többlet áramfogyasztása keletkezik az intézménynek évente, amely új kiadásként jelentkezik az épület üzemeltetése során.

Jelenlegi érvényes szerződés alapján az intézmény: 110,75 Ft/kWh + ÁFA, azaz bruttó 140,65 Ft/kWh áron vásárolja az elektromos áramot.

A fentiek alapján a korszerűsítés és elektromos áramra átállás eredményeként az éves üzemeltetési költség növekmény mértéke: $202.600 \text{ kWh} \times 140,65 \text{ Ft/kWh} = \underline{28.495.690,- \text{ Ft}}$

Összegezve az éves megtakarítás: $31.149.209,- \text{ Ft} - 28.495.690,- \text{ Ft} = \underline{2.653.519,- \text{ Ft}}$

A Levegő-víz hőszivattyúk és szükséges átalakítások bekerülési költsége: 23.200.000.-Ft,

A fentiek alapján Levegő-víz hőszivattyúk beépítés esetén a megtérülési idő:
 $23.200.000.-\text{Ft} / \underline{2.653.519,- \text{ Ft}} = \underline{8,74 \text{ év}}$

7. Konklúzió

Konklúzióként kijelenthető, hogy az épület külső határoló szerkezetei jellemzően tovább nem szigetelhetőek és nem korszerűsíthetőek mert az eredeti tervezői koncepció jelentősen sérülne, az épület építészeti értékei elvesznének. Amely szerkezeteknél a szerkezetek cseréje, vagy hőszigetelése kivitelezhető lenne, rentábilisan nem valósítható meg a korszerűsítés, mert már most is rendelkeznek jelentős hőszigeteléssel, mint a tető esetében, vagy a működtetés lehetősége csorbulna minimális megtakarítás árán, mint a padlószerkezet utólagos hőszigetelése esetében.

A fűtés-, használati-melegvíz előállítás-, légtechnika- és világítás-korszerűsítés alternatíváit végigvizsgálva, illetve a megújuló energiák hasznosítási lehetőségeit kielemezve megállapítható, hogy az intézmény energetikai korszerűsítésének gazdaságilag indokolható egyedüli lehetősége a fűtés teljes kiváltása levegő-víz jellegű hőszivattyúk beépítésével.

A hőszivattyúkkal a gázkazánt helyettesítenénk, a meglévő alap fűtési rendszer megtartásával. A hőszivattyúkat a meglévő kazánházon kívül, új terhelhető földem mező kialakításával lehet elhelyezni. A javasolt hőszivattyúkaszkád helyigénye minimálisan 60-80 m² amely terhelhető földem mező kialakíthatóságát statikai számításokkal és tervekkel kell igazolni! A hőszivattyú-telep áramigénye 3x180 A, amelynek biztosítása alap feltétele a rendszer kiépítésének!

A gázkazán kiváltása esetén a használati melegvíz előállítás átalakítása is elengedhetetlen. A vizes helyiségekben külön-külön elhelyezett villanybojlereket célszerű beépíteni, amelynek következtében a villamos áram fogyasztás minimálisan növekszik, de a keringetési segédenergia igény sem jelentkezik későbbiek során a fogyasztásban.

A részletezett javaslat eredményeképpen az intézmény éves primerenergia igénye 23,06 %-kal csökken, és a gázszolgáltatótól a teljes leválás és függetlenedés is lehetségessé válik.

A beruházás kalkulált megtérülési ideje a jelenlegi szolgáltatói közműárakkal számolva: 8,74 év, tehát ennyi idő alatt megtérül a beruházás teljes költsége, amely időszak után az üzemeltetési költségek csökkenése az intézmény működését hosszabb távon is biztosíthatják!

8. Összegzés

A szakdolgozatom készítésének célja tárgyi intézmény tekintetében a környezeti fenntarthatóságot, energiahatékonyságot javító beruházások lehetőségeinek feltárása, a korszerűsítési lehetőségek megfontolt kiválasztása volt, amelynek eredményeképpen jelentősen csökkenhetnek az üzemeltetőt sújtó energiaárak okozta többletterhek a következő évek fűtési időszakában.

A korszerűsítési lehetőségeket megvizsgáltam, különös tekintettel az energiahatékonyság javításra vonatkozó tevékenységek körét az épületek hő-technikai adottságainak javítása terén, valamint a fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz rendszereinek korszerűsítésének és világítás a korszerűsítésének lehetőségeit. A vizsgálatok eredményeként összességében kijelenthető, hogy az épület külső határoló szerkezetei jellemzően tovább nem szigetelhetőek, korszerűsíthetőek. A külső szerkezetek cseréje, vagy hőszigetelése rentábilisan nem valósítható meg.

A fűtési, hűtési, szellőzési és használati meleg-víz korszerűsítések tekintetében ugyan determináltam alternatívákat, de a megtérülés számítás során egyértelművé vált, hogy a korszerűsítés nem rentábilis, illetve az új készülékek élettartama alatt nem térül meg a beruházás.

Megújuló energiafelhasználásra vonatkozó tevékenységek körében megvizsgáltam a napenergia hasznosítását - napelemes kiserőmű telepítés lehetőségének vizsgálatával, illetve napkollektorok telepítését HMV előállítás részleges kiváltására, szélenergia hasznosítását – villamosenergeia előállítás céljából, termálvíz hasznosítása – Fűtés és HMV biztosítására, talajhő szondák telepítését - a fűtés részleges kiváltására víz-víz üzemű hőszivattyúk telepítésével, valamint levegő-víz hőszivattyú telepítését - a fűtés teljes kiváltására.

Az elemzés eredményeként megállapítottam, hogy megújuló energia felhasználásának gazdaságilag indokolható egyedüli lehetősége a fűtés teljes kiváltása levegő-víz jellegű hőszivattyúk beépítésével. A szakdolgozatban elvégzett megtérülési idő számítás igazolta a levegő-víz üzemű hőszivattyúk beépítését és a fűtés és így az intézmény gáz energia hordozótól függetlenedését.

A szakdolgozatom készítésével célomat elértem, a választott megoldás kivitelezése esetén az intézmény éves primerenergia igénye közel negyedével: 23,06 %-kal csökkenne.

A beruházás kalkulált megtérülési ideje a jelenlegi szolgáltatói közműárakkal számolva: 8,74 év, tehát ennyi idő alatt megtérül a beruházás teljes költsége, amely időszak után az üzemeltetési költségek csökkenése az intézmény működését hosszabb távon is biztosíthatják!

Fontos tény, hogy a fűtés korszerűsítése egyben megújuló energia felhasználásával járna, valamint a gázszolgáltatótól a teljes leválás és függetlenedés is lehetségessé válik ez esetben az intézmény számára, így a kitétsége is nagy mértékben csökkenne a háborúk okozta szélsőségesen hullámzó gázárak üzemeltetést akadályozó ingadozásával szemben!

Summary

The purpose of my thesis in terms of the subject matter was to explore the opportunities for environmental sustainability and energy efficiency improvements in the context of a tangible institution, and to make considered choices for modernization options. As a result, the additional costs incurred by the operator due to energy prices can be significantly reduced in the heating seasons of the coming years.

I have examined modernization options, with a particular focus on activities aimed at improving energy efficiency, such as enhancing the thermal properties of buildings, as well as the possibilities of modernizing heating, cooling, ventilation, domestic hot water systems, and modernizing lighting. As a result of the investigations, it can be concluded overall that the external structural elements of the building typically cannot be further insulated or modernized. The replacement or insulation of external structures is not economically feasible.

In terms of the modernization of heating, cooling, ventilation, and domestic hot water systems, I did identify alternatives; however, it became clear during the return on investment calculations that the modernization is not cost-effective, and the investment does not pay off over the lifespan of the new appliances.

In the context of activities related to the use of renewable energy, I examined the utilization of solar energy by studying the possibility of installing solar panels, as well as the installation of solar collectors to partially replace DHW (Domestic Hot Water) production. I also considered wind energy utilization for the purpose of electricity generation, the use of

geothermal energy for heating and DHW supply, the installation of ground-source heat pumps to partially replace heating, and the installation of air-source heat pumps for complete heating replacement.

As a result of the analysis, I determined that the only economically justified option for the use of renewable energy is the complete replacement of heating through the installation of air-source heat pumps. The return on investment calculations conducted in the thesis confirmed the installation of air-source heat pumps and the institution's independence from natural gas energy carriers for heating purposes. By preparing my thesis, I have achieved my goal. If the chosen solution is implemented, the institution's annual primary energy demand would decrease by nearly a quarter, or 23.06%. The calculated payback period for the investment, based on current utility prices, is 8.74 years. This means that the total cost of the investment would be recouped in this period, and after this time, the reduction in operating costs can ensure the institution's long-term sustainability.

An important fact is that the modernization of heating would go hand in hand with the use of renewable energy. In addition, it would make it possible for the institution to completely detach and become independent from the gas provider, significantly reducing its exposure to the fluctuating gas prices driven by extreme volatility caused by conflicts.

Szolnok, 2023.11.05.



Dombi Gábor Ferenc (X5TBXZ)
MAGYAR AGRÁR- ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM
SZENT ISTVÁN CAMPUS
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

Irodalomjegyzék:

- 1 Deák Zoltán (1979): Megyei művelődési és ifjúsági ház – Szolnok, Magyar Építőművészet 1979/6 (p.28. –p31), Lapkiadó Vállalat
- 2 <https://epiteszforum.hu/a-szolnoki-agera-publikacio-ARTER-muterem> 2015.01.07. 15:25 (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 3 Magyar Nemzeti Levéltár Jász-Nagykun-Szolnok Vármegyei Levéltára (2023.08.25)
- 4 Dr.Csoknyai Tamás és Dr. Szalay Zsuzsa (2023): Továbbra is kötelező az energetikai tanúsítvány eladás vagy bérbeadás esetén, Építész Közlöny-Műhely 288.szám, 2023. július, Publicitas Art-Media kiadó kft., (p4-p8) - *Kiemelt forrás– átvett hasábok*
- 5 Baumann Mihály (2009): Épületenergetika, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar (p.104, p.107-p.108)
- 6 https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP - kiserőmű számítás (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 7 Baksa Lajos (2016.11.04): Szélerőművek építésének korlátozása az OTÉK-ban <https://epitesijog.hu/1955-szelermvek-epitesenek-korlatozasa-az-otekban> (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 8 Barabás Imre, Garamvölgyi-Dankó Erika, Mészárosné Bunász Nikoletta, Szalóki Zoltán (2016): Termálvíz hő hasznosítási igények és lehetőségek a szolnoki Tiszaliget területén <https://docplayer.hu/27836226-Termalviz-ho-hasznositasi-igenyek-es-lehetosegek-a-szolnoki-tiszaliget-teruleten.html> (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 9 Zilahi-Sebess László, Gyuricza György (2013): Szolnok geotermikus koncesszióra javasolt terület komplex érzékenységi és terhelhetőségi jelentése, Budapest, 2013. december 17.
https://mbfsz.gov.hu/sites/default/files/file/2018/03/14/szolnok_geotermikus_2013_december.pdf (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 10 <https://siholding.hu/wp-content/uploads/2023/08/Fuba-3-5-10-15-adatlap.pdf> (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)
- 11 https://www.ariston.com/cms/s3downloader?sku=velis_evo&locale=hu-hu&file=Energia%20adatlap.pdf (Utolsó letöltés: 2023.11.05.)

Táblázatok és ábrák jegyzéke:

1.ábra: Az épület földszinti és emeleti alaprajza	4
2.ábra: A művelődési központ építéskori távlati képe	5
3.ábra: Az épület enteriőrei, korára jellemző modern stílusú berendezési tárgyakkal	6
4.ábra: Az épület déli homlokzata, az újszerű függönyfallal, belső oldali árnyékolási rendszerrel	10
5. ábra: Az épület jellemző metszeti kialakítása	11
6.ábra: A vasbeton szerkezetek utólagos hőszigetelésére nem volt lehetőség, a firendelt tartók és a T-panelek hőszigetelés nélkül kialakítva rendkívül hőhidasak	12
7.ábra: Földszinti alaprajz 2006-os felújítás tervlapja	13
8.ábra: Emeleti alaprajz - 2006-os felújítás tervlapja	14
9.ábra: A tetőfelépítményben kaszkádban elhelyezett gázkazánok	16
10.ábra: Fűtés elosztás	16
11.ábra: fan-coil hőleadó	17
12.ábra: fali radiátor hőleadó	17
13.ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML melléklet összesítője	25
14.ábra: Lapostető rétegrendi számítása	27
15.ábra: A számítási mellékletek kivonata éves gázfogyasztás feltüntetésével meglévő állapotban	31
16.ábra: A számítási mellékletek kivonata éves gázfogyasztás feltüntetésével kondenzációs gázkazán beépítésével	31
17.ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ELEKK számítási melléklet kivonat: A fogyasztási adatok elektromos kazánok beépítése esetén	32
18.ábra: Wiessmann Vitoplex 200 földgáz üzemű 350 kW névleges teljesítményű kazán adatlapja	34
19.ábra: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP - kiserőmű számítás	37
20.ábra: Performance of grid-connected PV - a kiserőmű számítás igazolás	38
21.ábra: Alsó és felső Pannonhatár Szolnok környezetében	
22.ábra: A kulturális központ helyszínrajza. Piros vonal a telekhatár, fekete szaggatott vonal az épület emeleti szintjének kontúrja.	41
23.ábra: A gépészeti tetőfelépítmény alaprajza	42
24.ábra: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ számítási melléklet kivonat:	

A fogyasztási adatok javasolt levegő-víz hőszivattyú kialakítással és villanybojlerek beépítésével	46
25.ábra: Fuba hőszivattyúk termékleírása	46
26.ábra: Ariston VELIS EVO EU villanybojler termékcsalád műszaki paraméterei	47
1.táblázat: A korábbi évek valós gázfogyasztási adatai	24
2.táblázat: A korábbi évek valós elektromos áram fogyasztási adatai	24

Vonatkozó jogszabályok jegyzéke:

7/2006. (V. 24.) TNM rendelet
9/2023. (V. 25.) ÉKM rendelet
200/2023. (V. 25.) Korm. rendelet
176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet
11/2021. (IX. 20.) MEKH rendelet

Számítási mellékletek

DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML

2023.10.04-én kiadott energetikai számítás a meglévő állapotról

DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ELEKK

2023.10.04-én kiadott alternatíva számítás elektromos kazánok beépítésével

DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-KOND

2023.10.04-én kiadott alternatíva számítás kondenzációs kazánok beépítésével

DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ

2023.10.04-én kiadott alternatíva levegő-víz üzemű hőszivattyú, helyi villanybojlerek beépítésével

Energetikai minőségértékelési tanúsítvány összesítő

Épület: 5000 Szolnok, Hild tér 1.
hatsz. 2015/8,
Épületrész (lakás): Aba-Novák Agóra Kulturális Központ
Megrendelő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakmérnök
szakirányú továbbképzés szak
Tanúsító: Dombi Gábor Ferenc
Energetikai szakértő
TÉ.16 0244
SZÉS 5 16 0244
5000 Szolnok
Madách utca 43
06-20-3724030

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

172.98 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

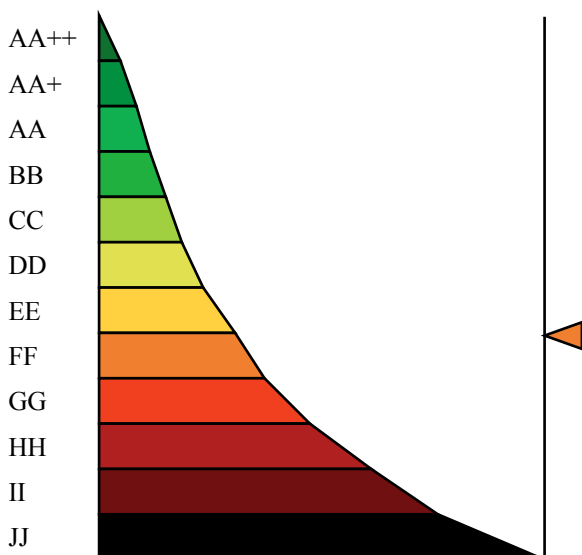
85.00 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

203.50 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

FF (Átlagos)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Az épület építési ideje 1979.

Épület fűtött szintjeinek száma: 3

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhid és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

A javaslat(ok) együttes megvalósításával elérhető minősítés: EE

A korszerűsítési javaslatok leírása a számítási rész végén található.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML

Kelt: 2023.10.04.

Aláírás

E:\GÁBORSAJÁT_MATE-szakmérnök\DIPLOMAMUNKA\DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML.wwp2023.10.04.

Szerkezet típusok:

AB_belső falazat

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.351 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $1.756 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %

Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 / 148 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek belülről kifelé

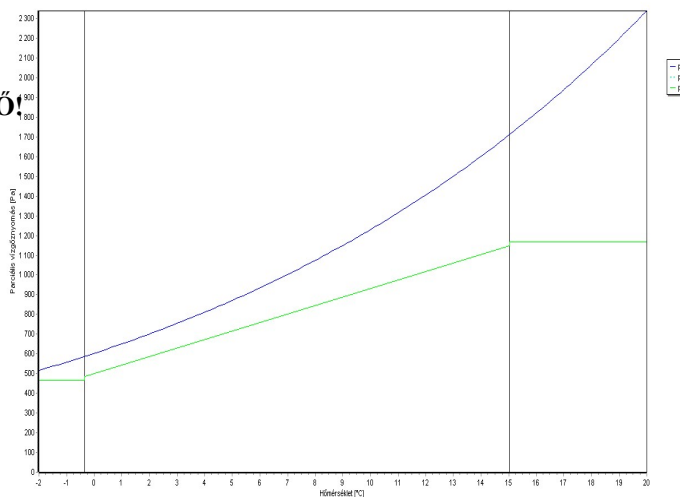
Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

AB_betonpillér

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.806 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $2.257 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %

Fajlagos tömeg: 1440 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

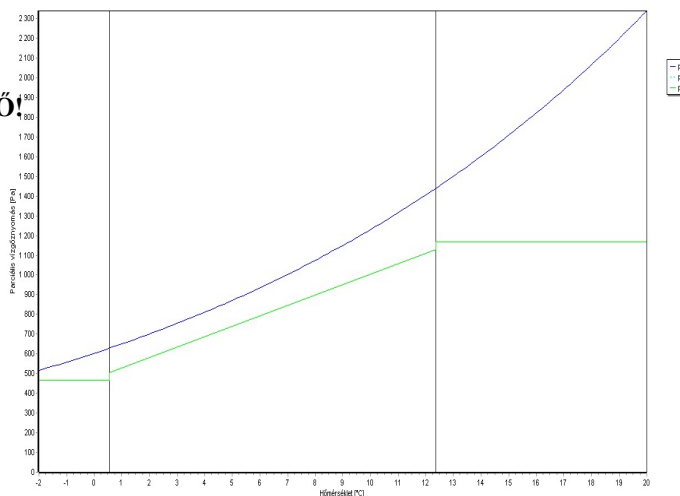
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	60	1,550	-	0,3871	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_firendelt tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $2.776 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $3.609 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 720 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-								
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_földszinti fémtokos nyílász

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 1,4 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.410 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

$$U_g = 1.74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g = 0.770$$

Keret, tok (körben):

$$U_f = 3.90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

Távtartó:

Alumínium távtartó

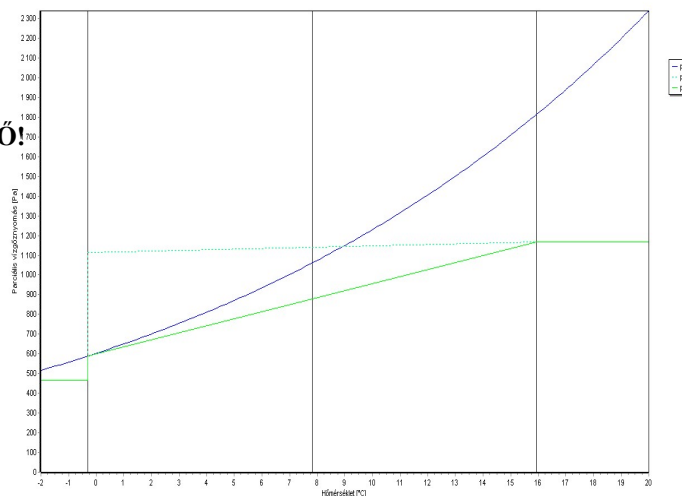
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

Üvegezési arány:

80 %

AB_függőnyfal attika

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtípusi hőátbocsátási tényező: 1.846 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtípusi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 2.215 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 15 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 7 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
attika fedés lemez	1	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	
lejtésképző réteg	2	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
poliur. kötési építőlemez	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (lejtésképző réteg)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_homlokzati függőnyfal árkádp

Típusa: árkád feletti födém
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: 2.030 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

AB_homlokzati függőnyfal-m3

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: 1.980 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.400 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

Keret, tok (körben):

Távtartó: Alumínium távtartó

Üvegezési arány: 85 %

Üvegezés g értéke: 0.790

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

$$U_g = 1.69 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_f = 2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

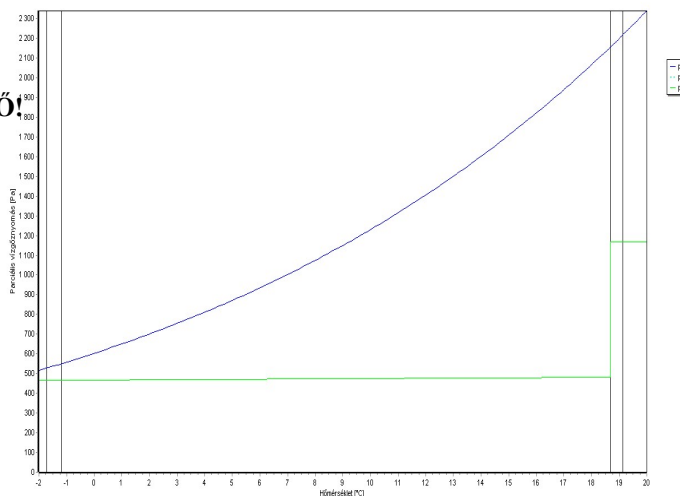
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

$$g = 0.790$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

AB könnyűszerkezetes fal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.316 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.411 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 56 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 16 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-								
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84	0	
Polietilén fólia	2	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
felületkezelte ásványgy. 1	3	12	0,042	-	2,8570	250	0,84	0	
keményfa burkolat	4	1,4	0,190	-	0,0737	750	2,34	0	

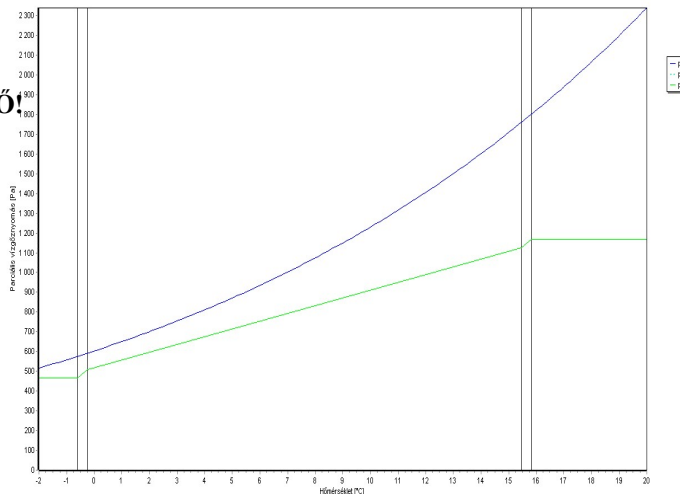
Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

4. (keményfa burkolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB külső falazat

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.522 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $1.979 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



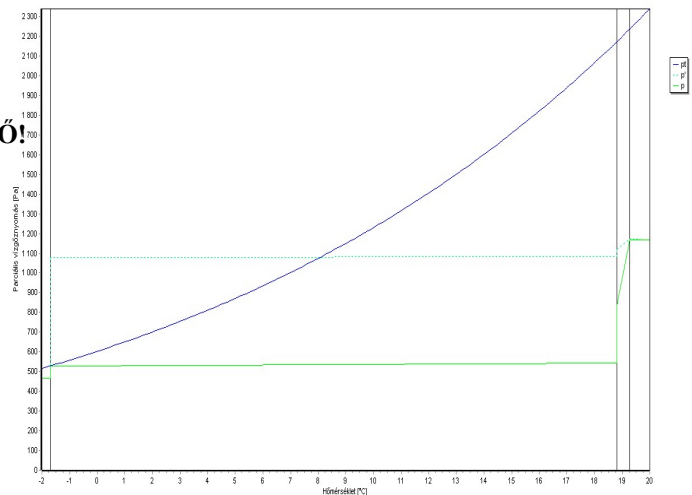
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB lépcsőfödém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.330 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.396 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 255 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

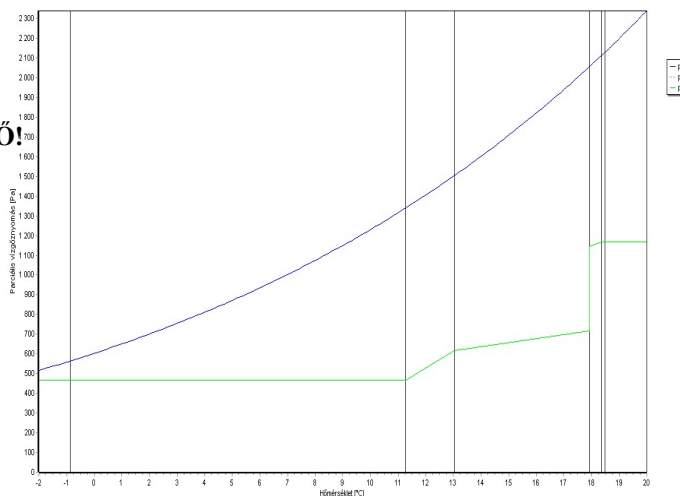
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -128 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_pincefödém+hsz

Típusa: pincefödém
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Fajlagos tömeg: 886 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $159 / 1 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



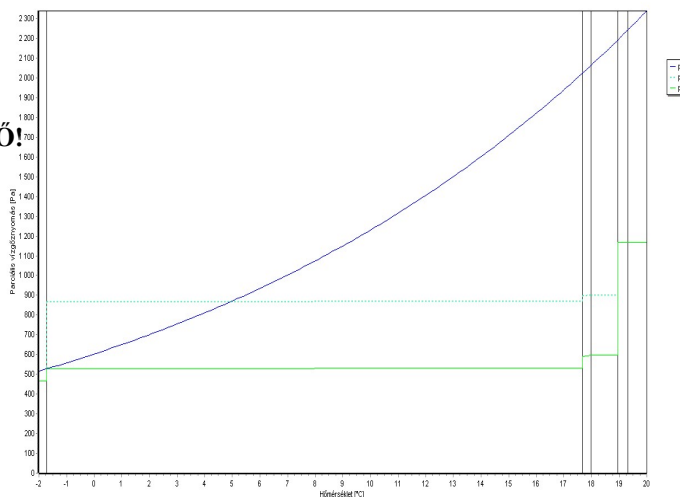
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
műanyagkötésű ásványgy. kasírozott	1	6	0,045	-	1,3330	100	0,84	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
hőszigetelés	3	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	6	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_ruhatár födém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.375 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 28 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
Betonyp	4	1,2	0,260	-	0,0462	-	-	0	
Zárt légréteg Szokv. Hö felf.	5	15	-	-	0,1400	-	-	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ipszlapok 1	7	1,25	0,240	-	0,0521	1000	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -7 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB szegélyfűtés padló

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.700 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.000 W/mK

Fajlagos tömeg: 350 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 350 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K

Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	2	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB szegélyfűtés vb fal

Típusa: talajjal érintkező fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 5.277 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 40 %

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.750 W/mK

Fajlagos tömeg: 240 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

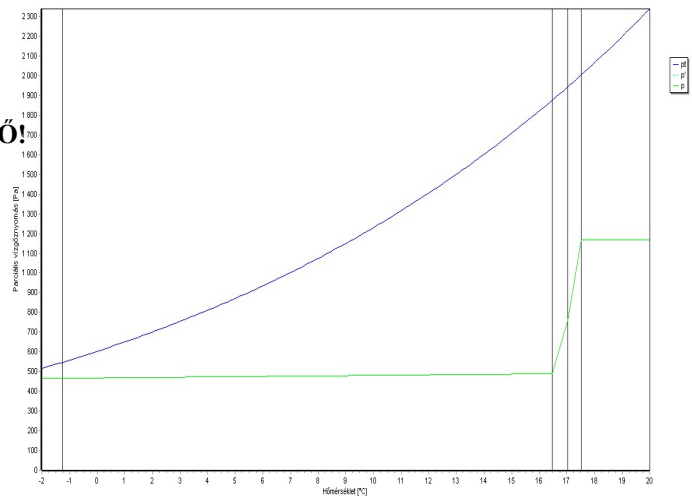
Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
vasbeton	1	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB_szer víztér árkádpanel

Típusa: árkád feletti födém
 y méret: 1 m
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: $0.676 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.812 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 235 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 230 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $20.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



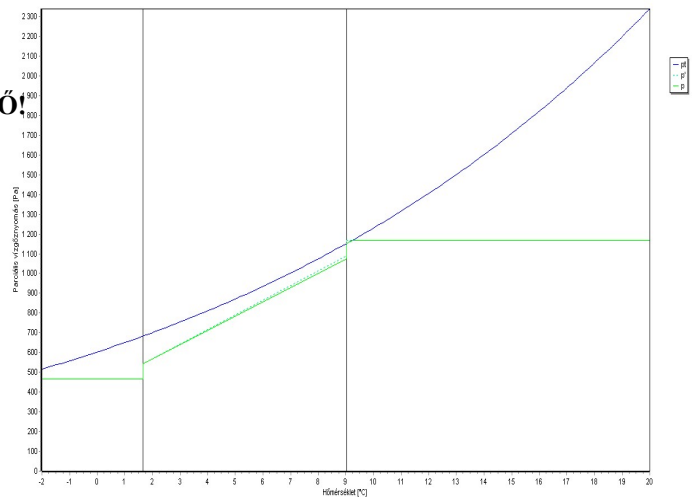
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
ásványi gyapottermék	1	5	0,042	-	1,1900	100	0,75	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton T panel	3	5	1,550	-	0,0323	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_T panelfal tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: $3.991 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $4.989 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
 Fajlagos tömeg: 312 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 312 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	13	1,550	-	0,0839	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

E:\GÁBORSAJÁT_MATE-szakmérnök\DIPLOMAMUNKA\DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML.wwp2023.10.04.

AB_trapztető + felépítmény

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.284 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 968 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 110 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Geotextília 300 g/m ²	2	0,4	-	-	-	300	-	0	
PVC szigetelés	3	0,15	-	-	-	-	-	0	
Roofmate	4	10	0,039	-	2,5640	100	0,75	0	
kavicsbeton lejtés	5	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	7	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	8	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	9	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	10	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	11	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

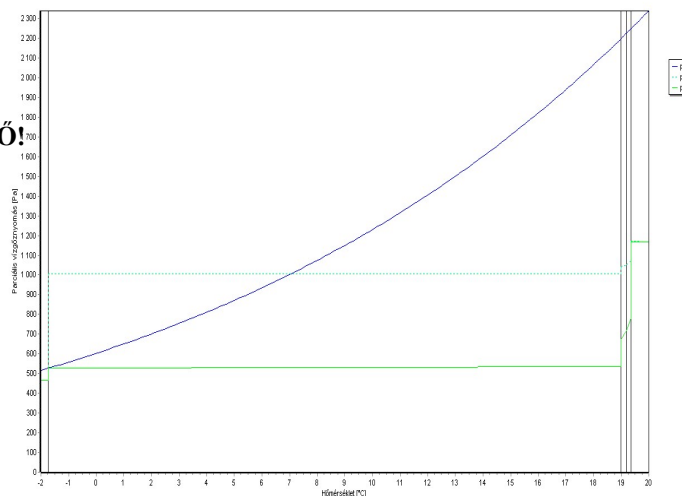
AB_trapztető +kazánház

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.619 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.743 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 847 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 449 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton lejtés	1	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	2	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	5	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	6	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	7	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető-feketetető+HSZ

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.291 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.320 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 206 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 188 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	12	0,037	-	3,2430	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	5	4	1,550	-	0,0258	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	6	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -511 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_úsztatott padló

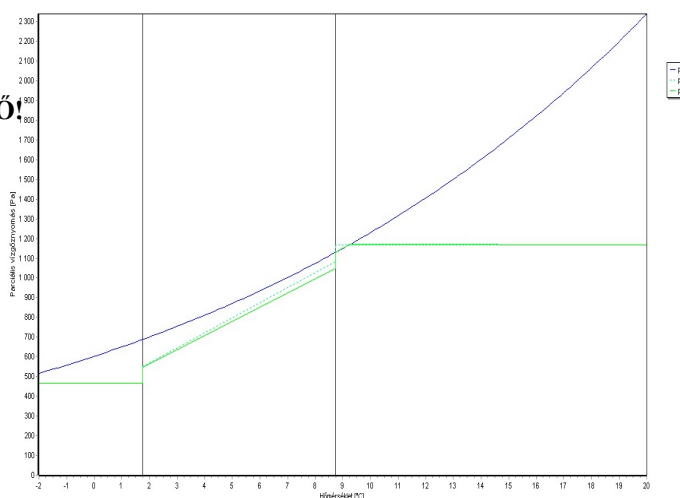
Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.566 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.300 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.950 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1101 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 159 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K
 Padlószint magassága: 0m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsfeltöltés	1	30	0,350	-	0,8571	1800	0,84	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	3	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
vízszigetelés	4	0,3	0,120	-	0,0250	1100	-	0	
hőszigetelés	5	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	7	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	8	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

AB_vb lépcsőfal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 4.097 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 5.326 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 288 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_vb lépcsőfal pince

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.054 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 3.970 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 144 / 144 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 8.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	Ψ	L	AU*+L Ψ	A _ü	Q _{sd}
		[°]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m ²]	[kWh/a]
_AB_betonpillér	É	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	É	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	É	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	É	függőleges	0	0	18,6	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	É	függőleges	1,91	1,91	43,3	-	-	82,7	41,2	3169,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	É	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	30595,0
_AB_betonpillér	K	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_külső falazat	K	függőleges	1,98	1,98	68,8	-	-	136,1	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	K	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal	K	függőleges	5,33	5,33	33,3	-	-	177,5	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,06	2,06	29,0	-	-	59,6	26,3	4057,3
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,16	2,16	64,9	-	-	140,3	57,2	8801,9
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,23	2,23	9,6	-	-	21,4	8,3	1271,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	K	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,252E5
_AB_betonpillér	D	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	D	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	D	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	D	függőleges	0	0	185,9	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	D	függőleges	1,9	1,9	71,8	-	-	136,5	68,2	21016,0
_AB_homlokzati függönyfal-m3	D	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	1,2237E
_AB_T panelfal tartó	NY	függőleges	4,99	4,99	25,3	-	-	126,1	-	-
_AB_betonpillér	NY	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	NY	függőleges	0,411	0,411	38,1	-	-	15,6	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	NY	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	1,91	1,91	149,1	-	-	284,8	141,6	21814,0
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,6	2,6	7,7	-	-	19,9	5,8	885,7
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,74	2,74	3,6	-	-	9,9	2,5	388,1
_AB_homlokzati függönyfal-m3	NY	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,2521E
_AB_függönyfal attika		vízszintes	2,21	2,21	45,0	-	-	99,7	-	-
_AB_lépcsőfödém		vízszintes	0,396	0,396	8,0	-	-	3,2	-	-
_AB_ruhatár födém		vízszintes	0,375	0,375	25,6	-	-	9,6	-	-
_AB_trapztető-feketetető+HSZ		vízszintes	0,32	0,32	2126,0	-	-	680,3	-	-
_AB_szegélyfűtés padló			-	-	66,0	1	77,0	77,0	-	-
_AB_úsztatott padló			-	-	716,0	0,95	90,5	86,0	-	-
_AB_pincefödém+hsz			0,413	0,33	507,0	-	-	167,5	-	-
_AB_homlokzati függönyfal árka			2,03	2,03	187,0	-	-	379,6	-	-
_AB_szerviztér árkádpánél			0,812	0,812	440,0	-	-	357,3	-	-
_AB_trapztető + felépítmény			0,284	0,199	36,0	-	-	7,2	-	-
_AB_trapztető +kazánház			0,743	0,52	217,0	-	-	112,9	-	-
_AB_szegélyfűtés vb fal			-	-	81,0	1,75	8,0	14,0	-	-
_AB_belső falazat			1,76	0	33,4	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal pince			3,97	1,99	111,0	-	-	220,3	-	-

E:\GÁBORSAJÁT_MATE-szakmérnök\DIPLOMAMUNKA\DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ML.wwwp2023.10.04.

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]
_AB_T panelfal tartó	25,3	312	7,89
_AB_betonpillér	46,2	558	25,78
_AB_firendelt tartó	35,3	558	19,69
_AB_könnyűszerkezetes fal	58,6	16	0,94
_AB_külső falazat	68,8	148	10,18
_AB_szervízterkülső fala	282,0	480	135,37
_AB_vb lépcsőfal	33,3	288	9,60
_AB_szegélyfűtés padló	66,0	350	23,10
_AB_úsztatott padló	716,0	159	113,84
_AB_függönyfal attika	45,0	7	0,31
_AB_lépcsőfödém	8,0	240	1,92
_AB_ruhatár födém	25,6	13	0,33
_AB_trapztető-feketetető+HSZ	2126,0	188	399,69
_AB_pincefödém+hsz	507,0	159	80,61
_AB_szervízter árkaápanel	440,0	230	101,20
_AB_trapztető + felépítmény	36,0	387	13,93
_AB_trapztető +kazánház	217,0	387	83,98
_AB_szegélyfűtés vb fal	81,0	240	19,44
_AB_belső falazat	33,4	148	4,95
_AB_vb lépcsőfal pince	111,0	144	15,98
Összesen	-	-	1068,70

m_t: 218 kg/m² (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m_t ≤ 400 kg/m²)

ε: 0.50 (Sugárzás hasznosítási tényező)
A: 7910.6 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V: 24853.9 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V: 0.318 m²/m³ (Felület-térfogat arány)
Q_{sd}+Q_{sid}: (464783 + 0) * 0,5 = 232391 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ: 7747.9 W/K
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (7747,9 - 232391 / 72) / 24853,9
q: 0.182 W/m³K (Számított fajlagos hővesztéstényező)
q_{max, kn}: 0.124 W/m³K (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztéstényező)

Az épület fajlagos hővesztéstényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Előadó-, kiállítótermet tart. épület

A_N :	4826.00 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.90 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$:	$(115,43 + 0) * 0,5 = 57,72 \text{ kW}$	(Sugárzási nyereség)
q_b :	9.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	6.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	6.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	298,18 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	43434 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$:	21717 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	28956 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	33782 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V n$:	22368.5 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V n_{LT} * Z_{LT} / Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V n_{inf} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$:	22368.5 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V n_{nyár}$:	149123.4 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,\epsilon}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (57717 + 21717) / (7747,9 + 0,35 * 22368,5) + 2 = 7,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 72000 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4400 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[V_q + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,\epsilon}$$

$$Q_F = 72 * (24853,9 * 0,182 + 0,35 * 22369) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 21717 = 615,9 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 127,63 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (298184 + 43434) / (7747,9 + 0,35 * 149123) = 5,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hű}: 47,49 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * n_{hű} * (\Sigma A_n * q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * 47,49 * (298184 + 43434) = 389,4 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

$$A_N: 4826,00 \text{ m}^2 \quad (\text{a rendszer alapterülete})$$

$$q_F: 127,63 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Wiesmann Vitoplex 200 atmoszférikus gázkazán kaszkádban

α_k : 0.80 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)

e_f : 1.00 (földgáz)

e_{sus} : 0.00

C_k : 1.08 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.13 kWh/m²a (segédenergia igény)

Wiesmann Vitoplex 200 atmoszférikus gázkazán kaszkádban

α_k : 0.20 (a hőtermelő által lefedett energiaarány)

e_f : 1.00 (földgáz)

e_{sus} : 0.00

C_k : 1.08 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.13 kWh/m²a (segédenergia igény)

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$: 0.70 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 70/55

$q_{f,v}$: 1.70 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 15 K

E_{FSz} : 0.30 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$: 0.00 kWh/m²a (a hőtárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

E_{FT} : 0.00 kWh/m²a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_f) + (E_{\text{FSz}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 1,08 + (0,3 + 0 + 0,13) * 2,5 = 141.51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{\text{FSz}} + E_{\text{FT}} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 0 + (0,3 + 0 + 0,13) * 0,1 = 0.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N :	4826.00 m ²	(a rendszer alapterülete)
A_R :	4172.0 m ²	(a rendszer jellemző alapterülete)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Wiesmann Vitoplex 200 atmoszférikus gázkazán külső HMV tárolóval

α_k :	0.50	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
e_{HMV} :	1.00	(földgáz)
e_{sus} :	0.00	
C_k :	1.10	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
E_k :	0.17 kWh/m ² a	(segédenergia igény)

külső HMV tároló elektromos fűtőpatron kiegészítés

α_k :	0.50	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
e_{HMV} :	2.50	(elektromos áram)
e_{sus} :	0.10	
C_k :	1.10	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
E_k :	0.17 kWh/m ² a	(segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkulációval

$q_{HMV,v}$:	12.00 %	(a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)
E_C :	0.22 kWh/m ² a	(a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, indirekt fűtésű tároló

$q_{HMV,t}$:	3.00 %	(a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)
---------------	--------	--

$$E_{HMV} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 7 * (1 + 0,12 + 0,03) * 1,925 + (0,22 + 0,17) * 2,5 = 16.47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = q_{HMV}(1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV\text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = 7 * (1 + 0,12 + 0,03) * 0,055 + (0,22 + 0,17) * 0,1 = 0.48 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N :	4826.00 m ²	(a rendszer alapterülete)
v :	1.00	(a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\sum E_{vil,n} / A_N) v e_v$$

$$E_{vil} = 6 * 1 * 2,5 = 15.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = (\sum E_{vil,n} / A_N) v e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = 6 * 1 * 0,1 = 0.60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 141,51 + 16,47 + 15 + 0 + 0 + 0$$

E_p : **172.98 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{pmax} : **85.00 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

$$E_{sus} = E_{F sus} + E_{HMV sus} + E_{vil sus} + E_{LT sus} + E_{hű sus} + E_{nyer sus}$$

$$E_{sus} = 0,04 + 0,48 + 0,6 + 0 + 0 + 0 = 1.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_p = 1,12 / 172,98 = 0.7 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!**Beccsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E	e	E_{prim}	e_{CO2}	E_{CO2}	H	F
	[MWh/a]	[-]	[MWh/a]	[g/kWh]	[t/a]		[a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,3 MWh
földgáz	699,09	1,00	699,09	203	141,92	36000 kJ/m ³	69909,5 m ³
Összesen			834,80		161,73		

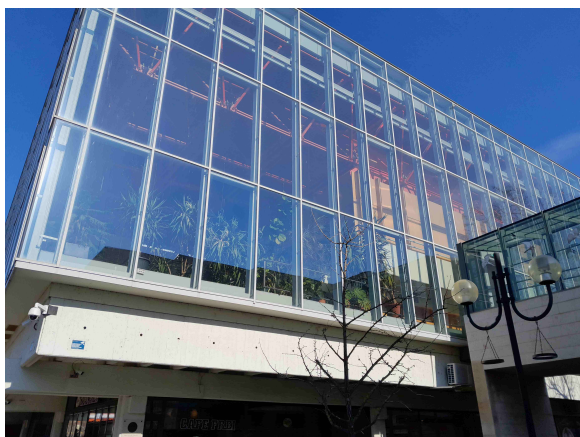
A javasolt korszerűsítések leírása:

Levegő-víz üzemű hőszivattyúk telepítése fűtés részleges vagy teljes kiváltására. Villanybojlerek lokális beépítése HMV biztosítására.

A javaslat(ok) együttes megvalósításával elérhető minőség: EE

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

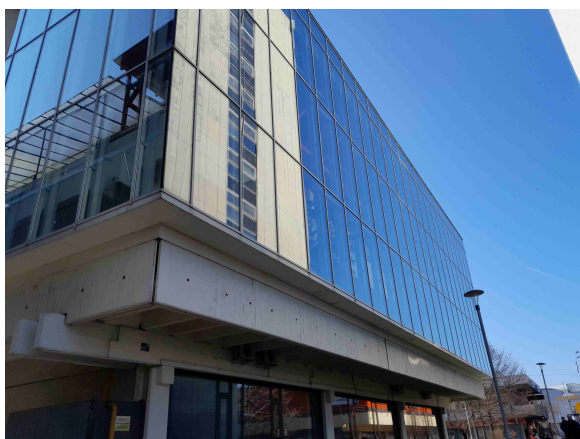
.....
aláírás



homlokzat



homlokzat



homlokzat



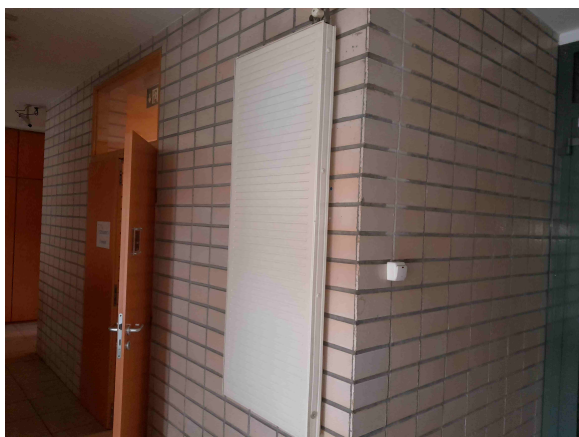
homlokzat



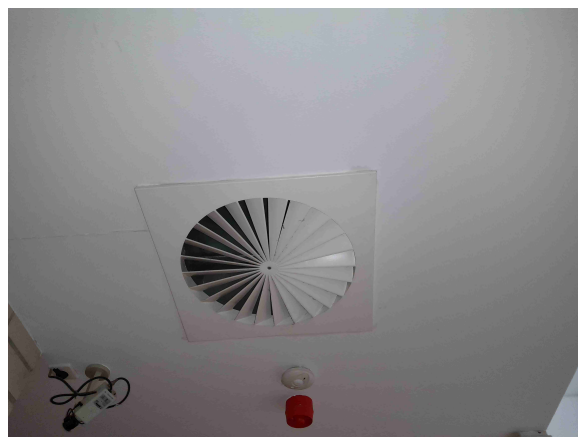
gázkazánok



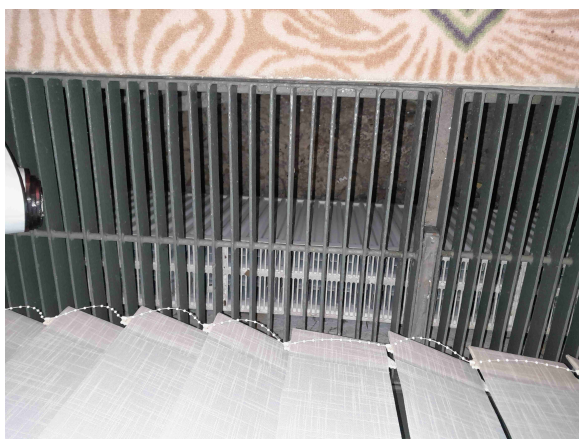
elosztás



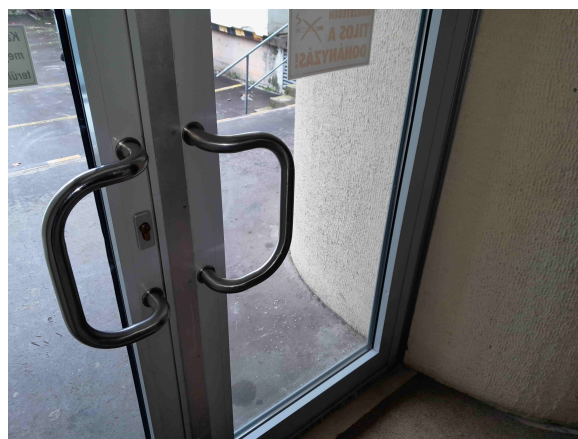
hőleadó



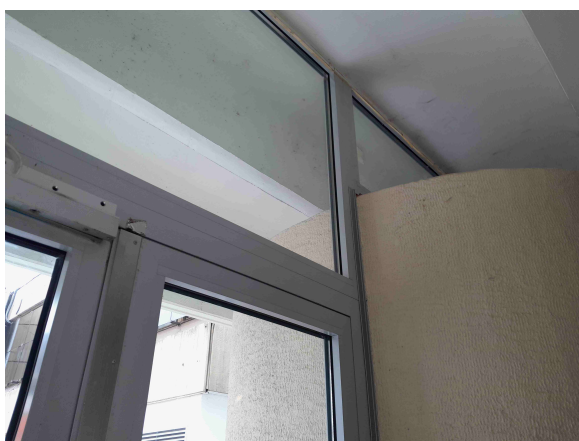
hőleadó



hőleadó



jellemző ajtó



nyílászáró



jellemző szerkezetek

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: 5000 Szolnok, Hild tér
hrsz. 2015/8,
Épületrész (lakás): Aba-Novák Agóra Kulturális Központ
Megrendelő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakmérnök
szakirányú továbbképzés szak

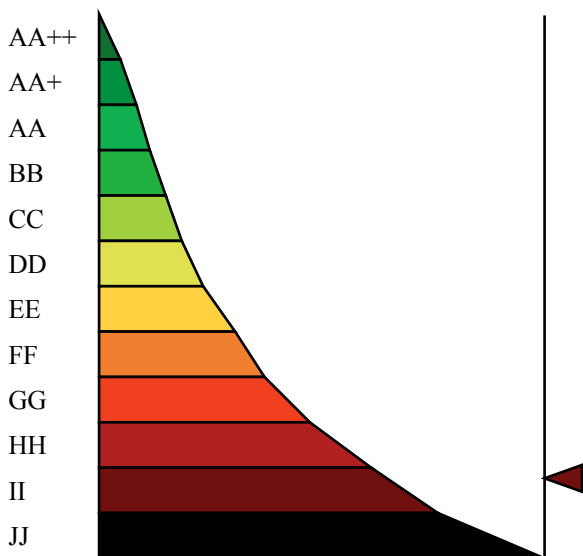
Tanúsító: Dombi Gábor Ferenc
Energetikai szakértő
TÉ.16 0244
SZÉS 5 16 0244
5000 Szolnok
Madách utca 43
06-20-3724030

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása: 361.28 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap): 85.00 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva: 425.00 %

Energetikai minőség szerinti besorolás: II (Rossz)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Az épület építési ideje 1979.

Épület fűtött szintjeinek száma: 3

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhid és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-ELEKK

Kelt: 2023.10.04.

Aláírás

Szerkezet típusok:**AB_belső falazat**

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.351 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $1.756 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %

Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 / 148 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek belülről kifelé

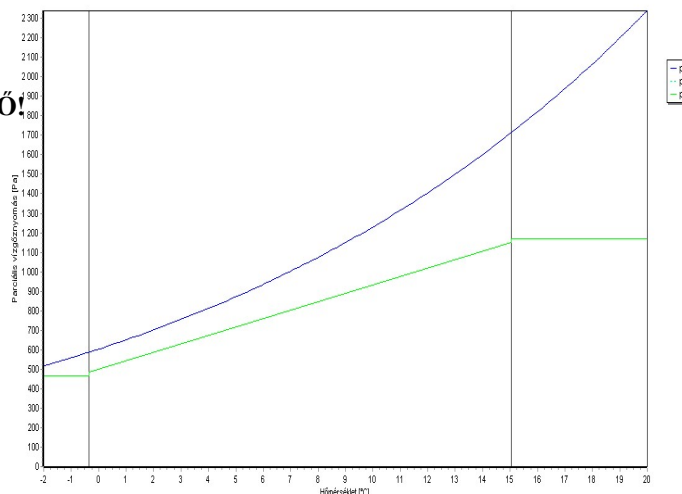
Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

AB_betonpillér

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.806 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $2.257 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %

Fajlagos tömeg: 1440 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

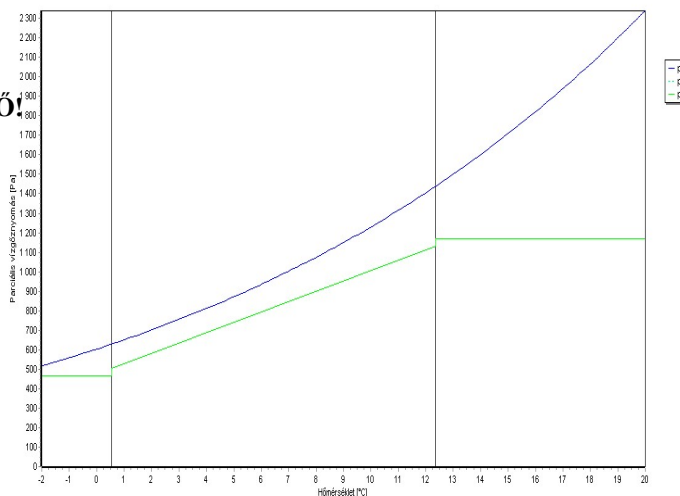
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	60	1,550	-	0,3871	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_függőleges fal

Típusa: külső fal
 Rétegtípusi hőátbocsátási tényező: $2.776 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtípusi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $3.609 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 720 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-								
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_földszinti fémtokos nyílászáró

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 1,4 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.410 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

$$U_g = 1.74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g = 0.770$$

Keret, tok (körben):

$$U_f = 3.90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

Távtartó:

Alumínium távtartó

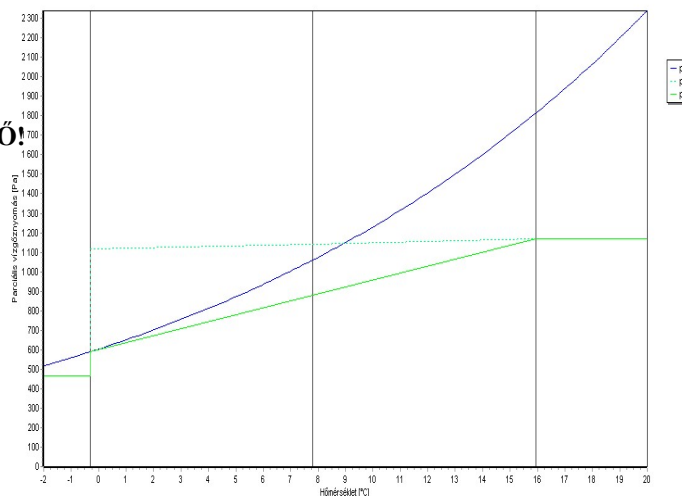
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

Üvegezési arány:

80 %

AB_függőnyfal attika

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtípusi hőátbocsátási tényező: 1.846 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtípusi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 2.215 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 15 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 7 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
attika fedés lemez	1	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	
lejtésképző réteg	2	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
poliur. kötési építőlemez	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (lejtésképző réteg)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_homlokzati függőnyfal árkádp

Típusa: árkád feletti födém
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: 2.030 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

AB_homlokzati függőnyfal-m3

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: 1.980 W/m²K
 Megengedett értéke: 1.400 W/m²K
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

Keret, tok (körben):

Távtartó: Alumínium távtartó

Üvegezési arány: 85 %

Üvegezés g értéke: 0.790

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

$$U_g = 1.69 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_f = 2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

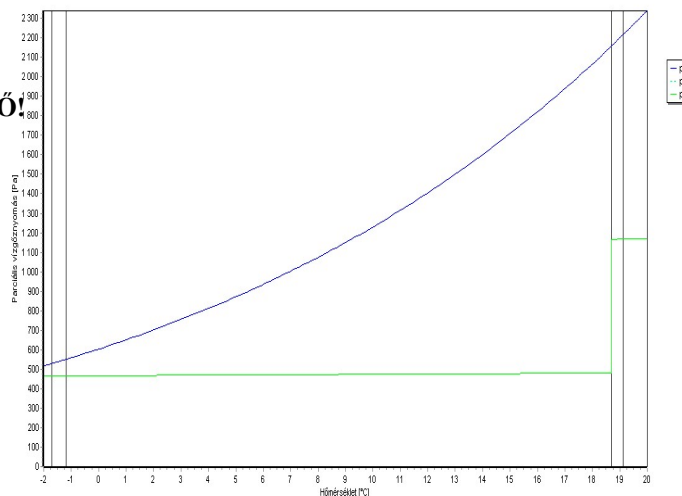
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

$$g = 0.790$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

AB_könnyűszerkezetes fal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.316 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.411 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 56 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 16 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-								
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84	0	
Polietilén fólia	2	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
felületkezelt ásványgy. 1	3	12	0,042	-	2,8570	250	0,84	0	
keményfa burkolat	4	1,4	0,190	-	0,0737	750	2,34	0	

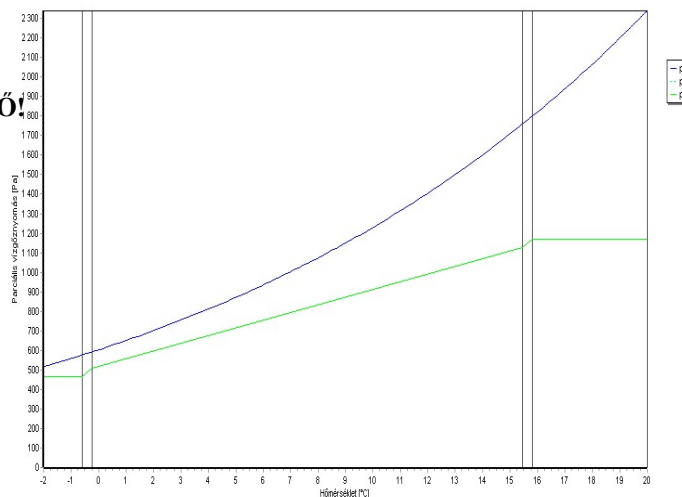
Vizsgálati jelentés: A vizsgálatához KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

4. (keményfa burkolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatához KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_külső falazat

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.522 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $1.979 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



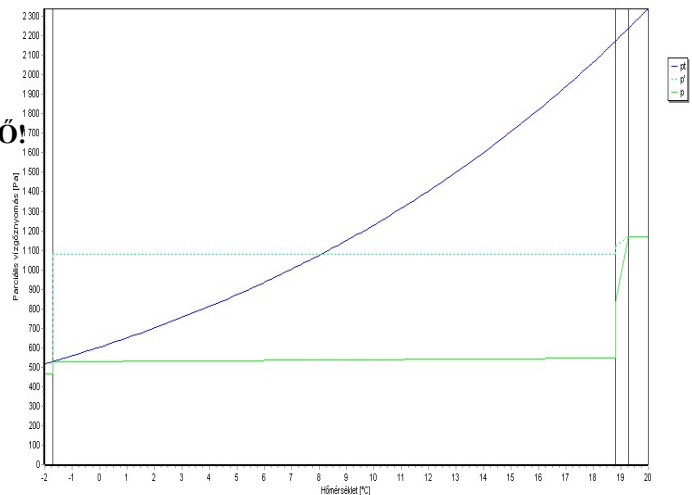
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB lépcsőfödém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.330 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.396 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 255 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

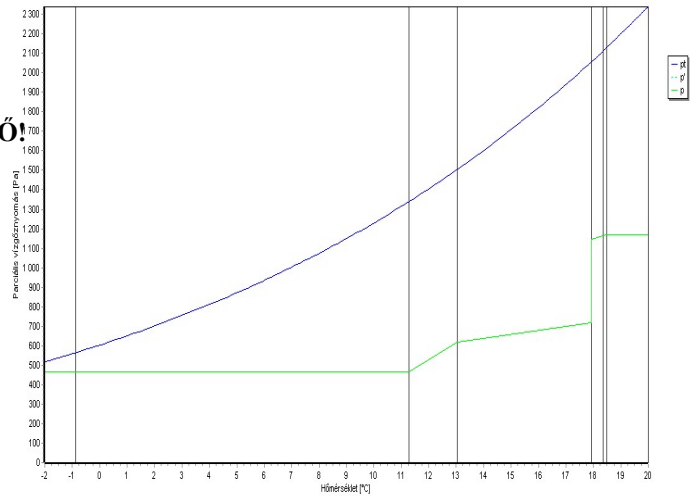
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -128 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_pincefödém+hsz

Típusa: pincefödém
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Fajlagos tömeg: 886 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $159 / 1 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



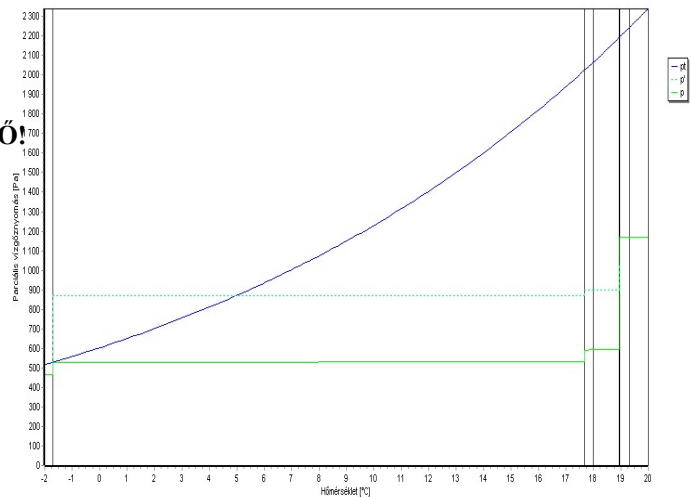
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
műanyagkötésű ásványgy. kasírozott	1	6	0,045	-	1,3330	100	0,84	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
hőszigetelés	3	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	6	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_ruhatár födém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.375 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 28 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
Betonyp	4	1,2	0,260	-	0,0462	-	-	0	
Zárt légréteg Szokv. Hö felf.	5	15	-	-	0,1400	-	-	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ipszlapok 1	7	1,25	0,240	-	0,0521	1000	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -7 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB szegélyfűtés padló

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.700 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.000 W/mK

Fajlagos tömeg: 350 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 350 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K

Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	2	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB szegélyfűtés vb fal

Típusa: talajjal érintkező fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 5.277 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 40 %

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.750 W/mK

Fajlagos tömeg: 240 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

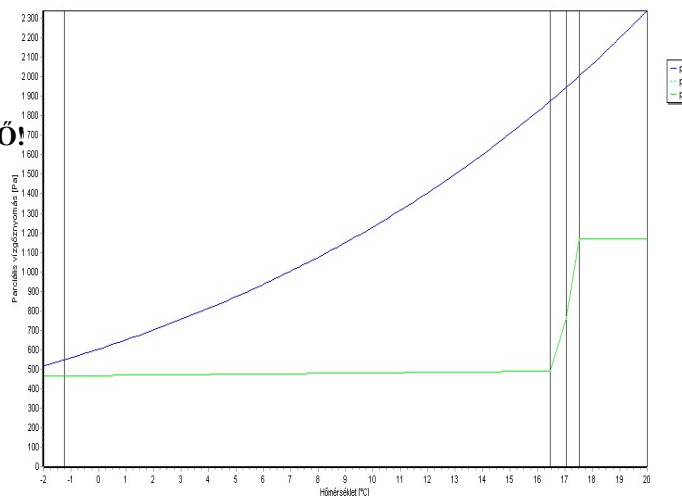
Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
vasbeton	1	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB_szer víztér árkádpanel

Típusa: árkád feletti födém
 y méret: 1 m
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 0.676 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.812 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 235 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 230 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 20.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K



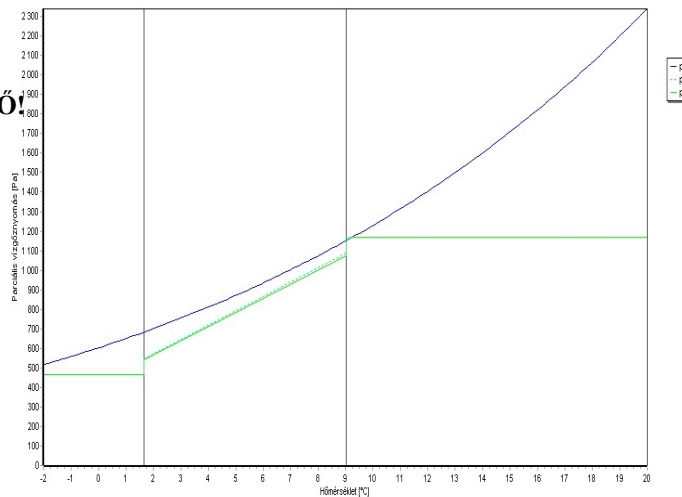
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
ásványi gyapottermék	1	5	0,042	-	1,1900	100	0,75	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton T panel	3	5	1,550	-	0,0323	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_T panelfal tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 3.991 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 4.989 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
 Fajlagos tömeg: 312 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 312 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	13	1,550	-	0,0839	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_trapztető + felépítmény

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.284 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 968 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 110 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Geotextília 300 g/m ²	2	0,4	-	-	-	300	-	0	
PVC szigetelés	3	0,15	-	-	-	-	-	0	
Roofmate	4	10	0,039	-	2,5640	100	0,75	0	
kavicsbeton lejtés	5	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	7	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	8	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	9	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	10	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	11	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető +kazánház

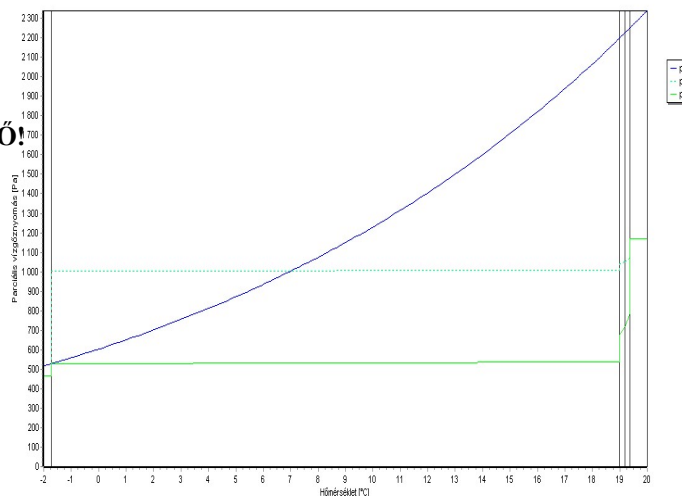
Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.619 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.743 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 847 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 449 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton lejtés	1	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	2	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	5	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	6	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	7	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető-feketetető+HSZ

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.291 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.320 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 206 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 188 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-								
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	12	0,037	-	3,2430	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	5	4	1,550	-	0,0258	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	6	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -511 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_úsztatott padló

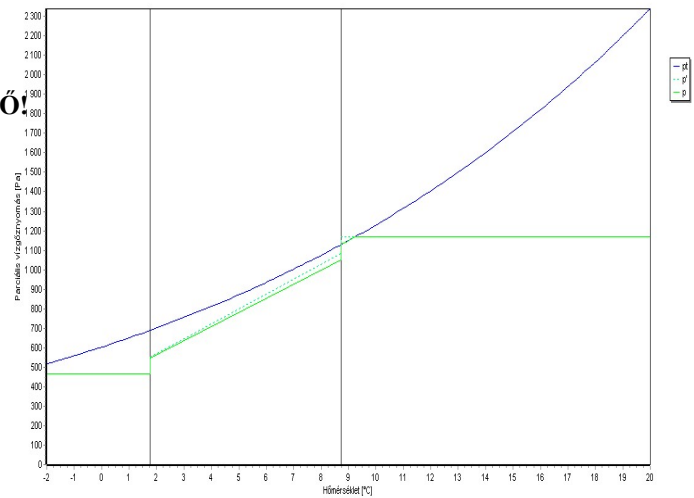
Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.566 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.300 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.950 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1101 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 159 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $0.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Padlószint magassága: 0m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsfeltöltés	1	30	0,350	-	0,8571	1800	0,84	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	3	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
vízszigetelés	4	0,3	0,120	-	0,0250	1100	-	0	
hőszigetelés	5	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	7	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	8	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

AB_vb lépcsőfal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 4.097 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 5.326 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 288 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_vb lépcsőfal pince

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.054 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 3.970 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 144 / 144 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 8.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	Ψ	L	AU*+L Ψ	A _ü	Q _{sd}
		[°]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m ²]	[kWh/a]
_AB_betonpillér	É	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	É	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	É	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	É	függőleges	0	0	18,6	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	É	függőleges	1,91	1,91	43,3	-	-	82,7	41,2	3169,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	É	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	30595,0
_AB_betonpillér	K	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_külső falazat	K	függőleges	1,98	1,98	68,8	-	-	136,1	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	K	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal	K	függőleges	5,33	5,33	33,3	-	-	177,5	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,06	2,06	29,0	-	-	59,6	26,3	4057,3
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,16	2,16	64,9	-	-	140,3	57,2	8801,9
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,23	2,23	9,6	-	-	21,4	8,3	1271,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	K	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,252E5
_AB_betonpillér	D	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	D	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	D	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	D	függőleges	0	0	185,9	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	D	függőleges	1,9	1,9	71,8	-	-	136,5	68,2	21016,0
_AB_homlokzati függönyfal-m3	D	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	1,2237E
_AB_T panelfal tartó	NY	függőleges	4,99	4,99	25,3	-	-	126,1	-	-
_AB_betonpillér	NY	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	NY	függőleges	0,411	0,411	38,1	-	-	15,6	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	NY	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	1,91	1,91	149,1	-	-	284,8	141,6	21814,0
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,6	2,6	7,7	-	-	19,9	5,8	885,7
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,74	2,74	3,6	-	-	9,9	2,5	388,1
_AB_homlokzati függönyfal-m3	NY	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,2521E
_AB_függönyfal attika		vízszintes	2,21	2,21	45,0	-	-	99,7	-	-
_AB_lépcsőfödém		vízszintes	0,396	0,396	8,0	-	-	3,2	-	-
_AB_ruhatár födém		vízszintes	0,375	0,375	25,6	-	-	9,6	-	-
_AB_trapztető-feketetető+HSZ		vízszintes	0,32	0,32	2126,0	-	-	680,3	-	-
_AB_szegélyfűtés padló			-	-	66,0	1	77,0	77,0	-	-
_AB_úsztatott padló			-	-	716,0	0,95	90,5	86,0	-	-
_AB_pincefödém+hsz			0,413	0,33	507,0	-	-	167,5	-	-
_AB_homlokzati függönyfal árká			2,03	2,03	187,0	-	-	379,6	-	-
_AB_szerviztér árkádpánél			0,812	0,812	440,0	-	-	357,3	-	-
_AB_trapztető + felépítmény			0,284	0,199	36,0	-	-	7,2	-	-
_AB_trapztető +kazánház			0,743	0,52	217,0	-	-	112,9	-	-
_AB_szegélyfűtés vb fal			-	-	81,0	1,75	8,0	14,0	-	-
_AB_belső falazat			1,76	0	33,4	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal pince			3,97	1,99	111,0	-	-	220,3	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]
_AB_T panelfal tartó	25,3	312	7,89
_AB_betonpillér	46,2	558	25,78
_AB_firendelt tartó	35,3	558	19,69
_AB_könnyűszerkezetes fal	58,6	16	0,94
_AB_külső falazat	68,8	148	10,18
_AB_szervízterkülső fala	282,0	480	135,37
_AB_vb lépcsőfal	33,3	288	9,60
_AB_szegélyfűtés padló	66,0	350	23,10
_AB_úsztatott padló	716,0	159	113,84
_AB_függönyfal attika	45,0	7	0,31
_AB_lépcsőfödém	8,0	240	1,92
_AB_ruhatár födém	25,6	13	0,33
_AB_trapztető-feketetető+HSZ	2126,0	188	399,69
_AB_pincefödém+hsz	507,0	159	80,61
_AB_szervízter árkaápanel	440,0	230	101,20
_AB_trapztető + felépítmény	36,0	387	13,93
_AB_trapztető +kazánház	217,0	387	83,98
_AB_szegélyfűtés vb fal	81,0	240	19,44
_AB_belső falazat	33,4	148	4,95
_AB_vb lépcsőfal pince	111,0	144	15,98
Összesen	-	-	1068,70

m_t: 218 kg/m² (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m_t ≤ 400 kg/m²)

ε: 0.50 (Sugárzás hasznosítási tényező)
A: 7910.6 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V: 24853.9 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V: 0.318 m²/m³ (Felület-térfogat arány)
Q_{sd}+Q_{sid}: (464783 + 0) * 0,5 = 232391 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ: 7747.9 W/K
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (7747,9 - 232391 / 72) / 24853,9
q: **0.182 W/m³K** (Számított fajlagos hővesztégtényező)
q_{max, kn}: **0.124 W/m³K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Előadó-, kiállítótermet tart. épület

A_N :	4826.00 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.90 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$:	$(115,43 + 0) * 0,5 = 57,72 \text{ kW}$	(Sugárzási nyereség)
q_b :	9.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	6.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	6.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	298,18 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	43434 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,e} = \Sigma A_N q_{b,e}$:	21717 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	28956 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	33782 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V_n$:	22368.5 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V_{n_{LT}} * Z_{LT} / Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V_{n_{inf}} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$:	22368.5 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V_{n_{nyár}}$:	149123.4 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,e}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (57717 + 21717) / (7747,9 + 0,35 * 22368,5) + 2 = 7,1 \text{ °C}$$

$$t_i: 20,0 \text{ °C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 72000 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4400 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[V_q + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,e}$$

$$Q_F = 72 * (24853,9 * 0,182 + 0,35 * 22369) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 21717 = 615,9 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 127,63 \text{ kWh/m}^2 \text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (298184 + 43434) / (7747,9 + 0,35 * 149123) = 5,7 \text{ °C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2,0 \text{ °C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hű}: 47,49 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * n_{hű} * (\Sigma A_n * q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * 47,49 * (298184 + 43434) = 389,4 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)

q_f : 127.63 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Elektromos kazánok kaszkádban

e_f : 2.50 (elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.13 kWh/m²a (segédenergia igény)

Kétsőves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$: 0.70 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 70/55

$q_{f,v}$: 1.70 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 15 K

E_{FSz} : 0.30 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$: 0.00 kWh/m²a (a hő tárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

E_{FT} : 0.00 kWh/m²a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma(C_k \alpha_k e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 2,5 + (0,3 + 0 + 0,13) * 2,5 = 326.15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma(C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 0,1 + (0,3 + 0 + 0,13) * 0,1 = 13.05 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)

$q_{H MV}$: 7.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Vizesblokk villanybojlerek

$e_{H MV}$: 2.50 (elektromos áram)

e_{sus} : 0.10

C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{H MV,v}$: 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)

E_C : 0.00 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, nappali árammal működő elektromos boyler

$q_{H MV,t}$: 5.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{H MV} = q_{H MV} (1 + q_{H MV,v}/100 + q_{H MV,t}/100) \Sigma(C_k \alpha_k e_{H MV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{H MV} = 7 * (1 + 0,1 + 0,05) * 2,5 + (0 + 0) * 2,5 = 20.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{H MV \text{ sus}} = q_{H MV} (1 + q_{H MV,v}/100 + q_{H MV,t}/100) \Sigma(C_k \alpha_k e_{H MV \text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{H MV \text{ sus}} = 7 * (1 + 0,1 + 0,05) * 0,1 + (0 + 0) * 0,1 = 0.81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)

u : 1.00 (a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\Sigma E_{vil,n} / A_N) \cdot u \cdot e_v$$

$$E_{vil} = 6 \cdot 1 \cdot 2,5 = 15.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = (\Sigma E_{vil,n} / A_N) \cdot u \cdot e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = 6 \cdot 1 \cdot 0,1 = 0.60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_P = E_F + E_{HVM} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 326,15 + 20,13 + 15 + 0 + 0 + 0$$

E_P : 361.28 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{Pmax} : 85.00 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

$$E_{sus} = E_{F\text{ sus}} + E_{HVM\text{ sus}} + E_{vil\text{ sus}} + E_{LT\text{ sus}} + E_{hű\text{ sus}} + E_{nyer\text{ sus}}$$

$$E_{sus} = 13,05 + 0,81 + 0,6 + 0 + 0 + 0 = 14.45 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_P = 14,45 / 361,28 = 4.0 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E_{prim} [MWh/a]	e_{CO2} [g/kWh]	E_{CO2} [t/a]	H	F [t/a]
elektromos áram	697,41	2,50	1743,50	365	254,55	-	697,4 MWh
Összesen			1743,50		254,55		

A javasolt korszerűsítések leírása:

Levegő-víz üzemű hőszivattyúk telepítése fűtés részleges kiváltására.

HMKE telepítése áramfogyasztás részleges kiváltására.

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

.....
aláírás

Energetikai minőségértékelési tanúsítvány összesítő

Épület: 5000 Szolnok, Hild tér 1.
hatsz. 2015/8,
Épületrész (lakás): Aba-Novák Agóra Kulturális Központ
Megrendelő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakmérnök
szakirányú továbbképzés szak
Tanúsító: Dombi Gábor Ferenc
Energetikai szakértő
TÉ.16 0244
SZÉS 5 16 0244
5000 Szolnok
Madách utca 43
06-20-3724030

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

163.88 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

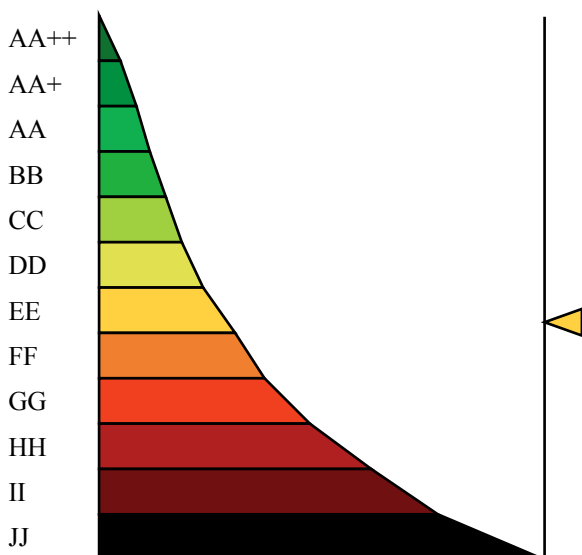
85.00 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

192.80 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

EE (Átlagosnál jobb)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Az épület építési ideje 1979.

Épület fűtött szintjeinek száma: 3

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhid és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

A javaslat(ok) együttes megvalósításával elérhető minőség: EE

A korszerűsítési javaslatok leírása a számítási rész végén található.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-KONDK

Kelt: 2023.10.04.

Aláírás

Szerkezet típusok:**AB_belső falazat**

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.351 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $1.756 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %

Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 / 148 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek belülről kifelé

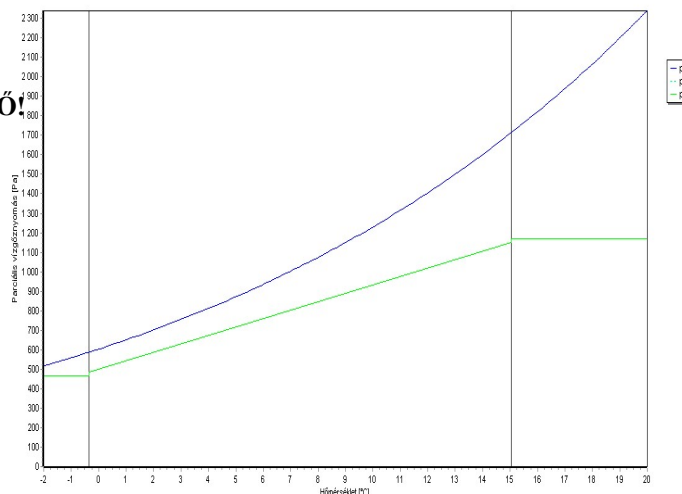
Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

AB_betonpillér

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.806 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $2.257 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %

Fajlagos tömeg: 1440 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

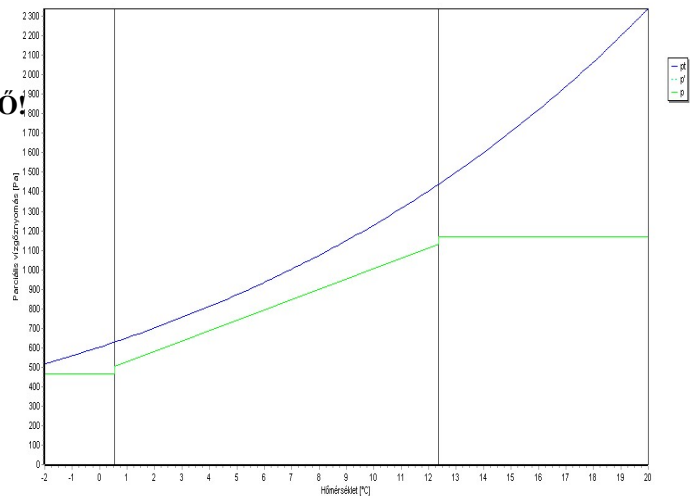
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	60	1,550	-	0,3871	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_firendelt tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $2.776 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $3.609 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 720 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_földszinti fémtokos nyílász

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 1,4 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.410 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

$$U_g = 1.74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g = 0.770$$

Keret, tok (körben):

$$U_f = 3.90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

Távtartó:

Alumínium távtartó

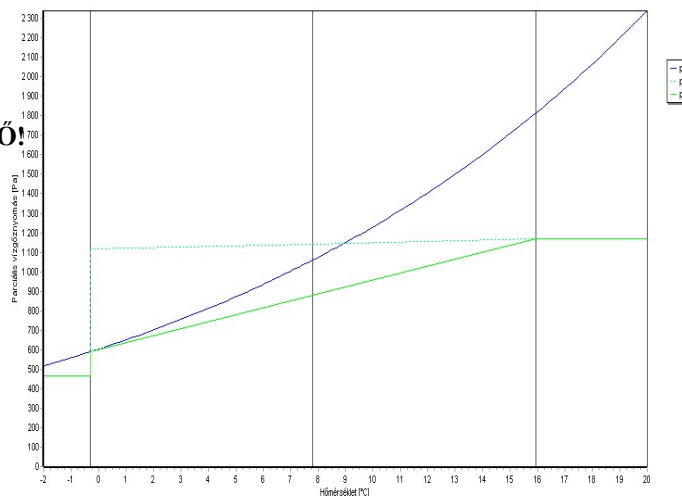
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

Üvegezési arány:

80 %

AB_függőnyfal attika

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.846 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $2.215 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 15 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 7 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
attika fedés lemez	1	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	
lejtésképző réteg	2	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
poliur. kötési építőlemez	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (lejtésképző réteg)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_homlokzati függőnyfal árkádp

Típusa: árkád feletti födém
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.030 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

AB_homlokzati függőnyfal-m3

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: $1.980 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

Keret, tok (körben):

Távtartó: Alumínium távtartó

Üvegezési arány: 85 %

Üvegezés g értéke: 0.790

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

$$U_g = 1.69 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_f = 2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

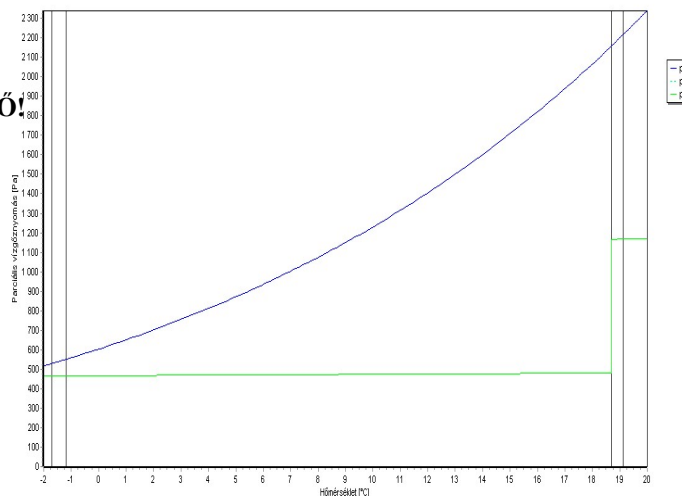
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

$$g = 0.790$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

AB_könnyűszerkezetes fal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.316 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.411 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 56 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 16 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-								
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84	0	
Polietilén fólia	2	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
felületkezelt ásványgy. 1	3	12	0,042	-	2,8570	250	0,84	0	
keményfa burkolat	4	1,4	0,190	-	0,0737	750	2,34	0	

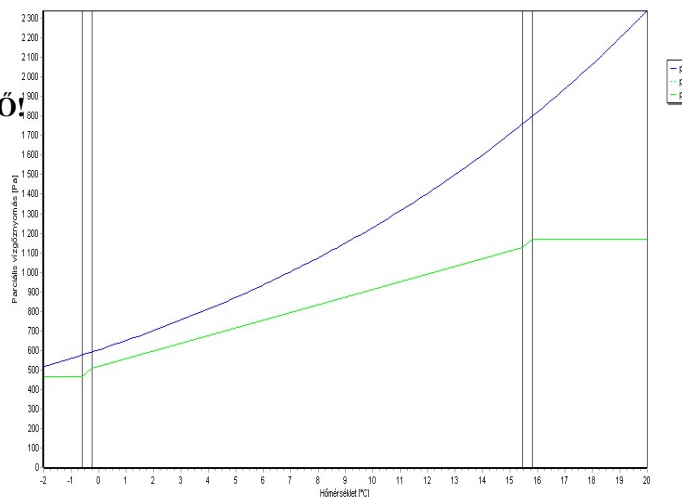
Vizsgálati jelentés: A vizsgálatához KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

4. (keményfa burkolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálatához KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_külső falazat

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.522 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $1.979 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



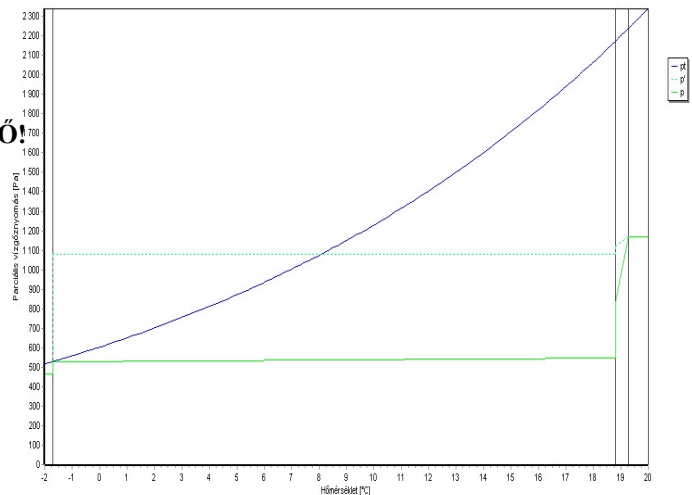
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB lépcsőfödém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.330 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.396 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 255 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

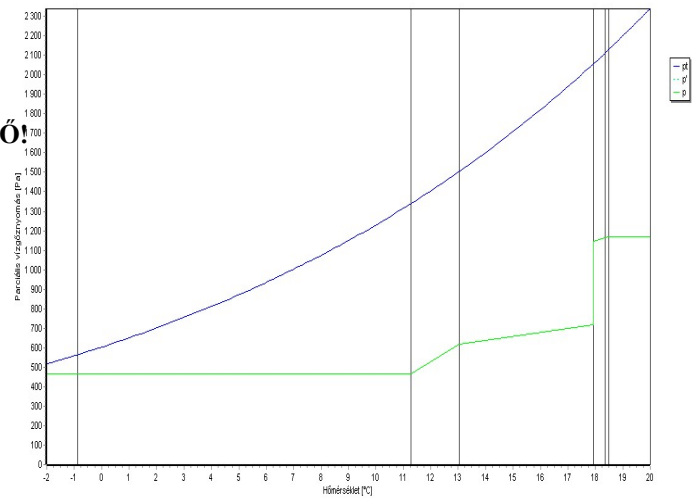
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -128 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_pincefödém+hsz

Típusa: pincefödém
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: $0.413 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Fajlagos tömeg: 886 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $159 / 1 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



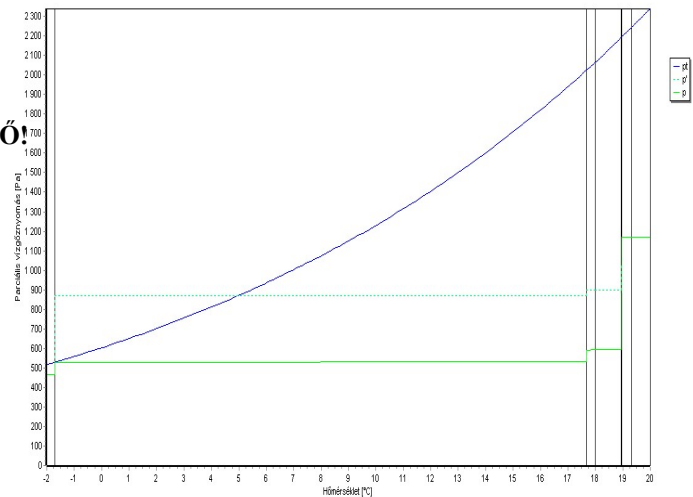
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
műanyagkötésű ásványgy. kasírozott	1	6	0,045	-	1,3330	100	0,84	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
hőszigetelés	3	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	6	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_ruhatár födém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.312 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.375 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 28 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
Betonyp	4	1,2	0,260	-	0,0462	-	-	0	
Zárt légréteg Szokv. Hö felf.	5	15	-	-	0,1400	-	-	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ipszlapok 1	7	1,25	0,240	-	0,0521	1000	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -7 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB szegélyfűtés padló

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.700 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.000 W/mK

Fajlagos tömeg: 350 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 350 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K

Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	2	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB szegélyfűtés vb fal

Típusa: talajjal érintkező fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 5.277 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 40 %

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.750 W/mK

Fajlagos tömeg: 240 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

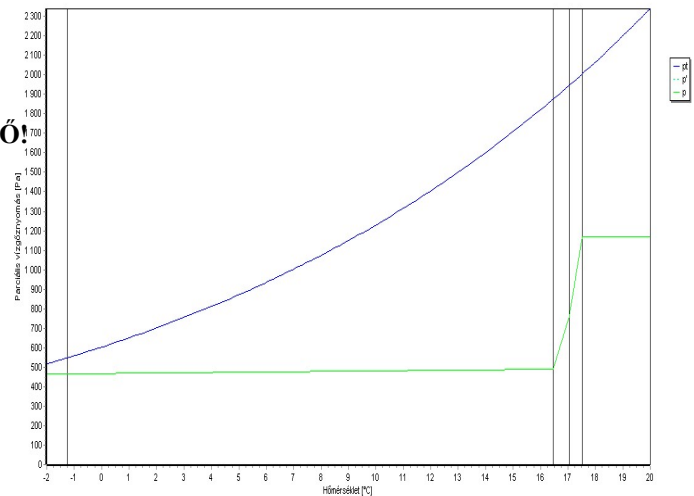
Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
vasbeton	1	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB_szer víztér árkádpanel

Típusa: árkád feletti födém
 y méret: 1 m
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 0.676 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.812 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 235 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 230 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 20.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K



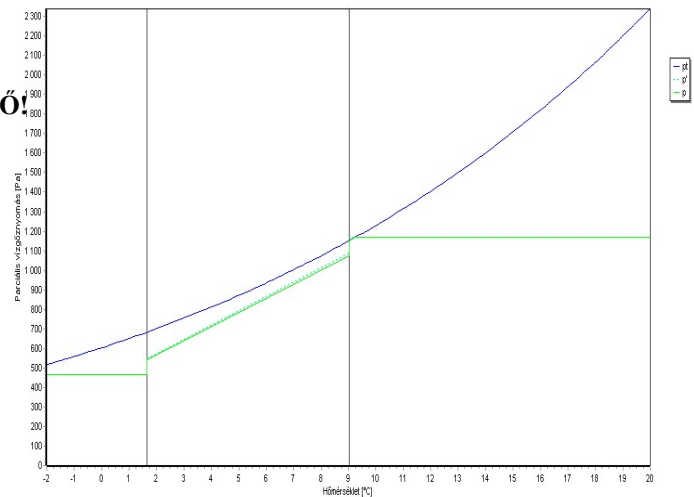
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
ásványi gyapottermék	1	5	0,042	-	1,1900	100	0,75	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton T panel	3	5	1,550	-	0,0323	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_T panelfal tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 3.991 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 4.989 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
 Fajlagos tömeg: 312 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 312 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	F _T *F _m *F _a [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	13	1,550	-	0,0839	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_trapztető + felépítmény

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.284 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 968 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 110 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Geotextília 300 g/m ²	2	0,4	-	-	-	300	-	0	
PVC szigetelés	3	0,15	-	-	-	-	-	0	
Roofmate	4	10	0,039	-	2,5640	100	0,75	0	
kavicsbeton lejtés	5	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	7	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	8	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	9	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	10	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	11	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető +kazánház

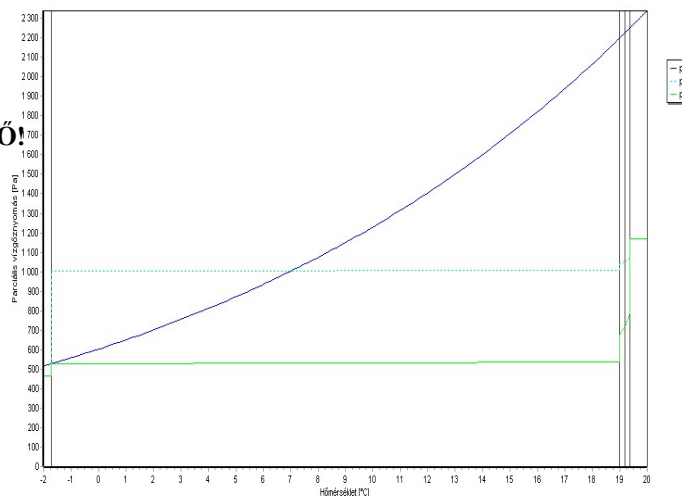
Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.619 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.743 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 847 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 449 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton lejtés	1	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	2	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	5	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	6	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	7	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető-feketetető+HSZ

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.291 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.320 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 206 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 188 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	12	0,037	-	3,2430	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	5	4	1,550	-	0,0258	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	6	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -511 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_úsztatott padló

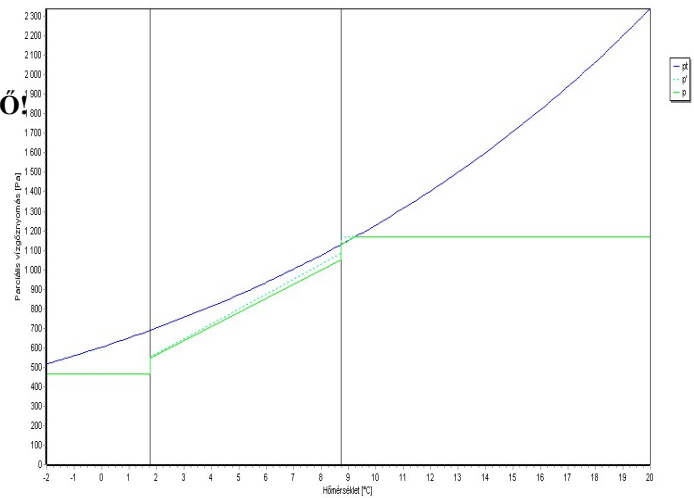
Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.566 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.300 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.950 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1101 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 159 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $0.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Padlószint magassága: 0m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsfeltöltés	1	30	0,350	-	0,8571	1800	0,84	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	3	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
vízszigetelés	4	0,3	0,120	-	0,0250	1100	-	0	
hőszigetelés	5	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	7	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	8	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

AB_vb lépcsőfal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 4.097 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 5.326 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 288 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_vb lépcsőfal pince

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.054 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 3.970 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 144 / 144 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 8.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	-
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	-
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	-

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	Ψ	L	AU*+L Ψ	A _ü	Q _{sd}
		[°]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m ²]	[kWh/a]
_AB_betonpillér	É	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	É	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	É	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérikülső fala	É	függőleges	0	0	18,6	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	É	függőleges	1,91	1,91	43,3	-	-	82,7	41,2	3169,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	É	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	30595,0
_AB_betonpillér	K	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_külső falazat	K	függőleges	1,98	1,98	68,8	-	-	136,1	-	-
_AB_szerviztérikülső fala	K	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal	K	függőleges	5,33	5,33	33,3	-	-	177,5	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,06	2,06	29,0	-	-	59,6	26,3	4057,3
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,16	2,16	64,9	-	-	140,3	57,2	8801,9
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,23	2,23	9,6	-	-	21,4	8,3	1271,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	K	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,252E5
_AB_betonpillér	D	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	D	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	D	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérikülső fala	D	függőleges	0	0	185,9	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	D	függőleges	1,9	1,9	71,8	-	-	136,5	68,2	21016,0
_AB_homlokzati függönyfal-m3	D	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	1,2237E
_AB_T panelfal tartó	NY	függőleges	4,99	4,99	25,3	-	-	126,1	-	-
_AB_betonpillér	NY	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	NY	függőleges	0,411	0,411	38,1	-	-	15,6	-	-
_AB_szerviztérikülső fala	NY	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	1,91	1,91	149,1	-	-	284,8	141,6	21814,0
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,6	2,6	7,7	-	-	19,9	5,8	885,7
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,74	2,74	3,6	-	-	9,9	2,5	388,1
_AB_homlokzati függönyfal-m3	NY	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,2521E
_AB_függönyfal attika		vízszintes	2,21	2,21	45,0	-	-	99,7	-	-
_AB_lépcsőfödém		vízszintes	0,396	0,396	8,0	-	-	3,2	-	-
_AB_ruhatár födém		vízszintes	0,375	0,375	25,6	-	-	9,6	-	-
_AB_trapztető-feketetető+HSZ		vízszintes	0,32	0,32	2126,0	-	-	680,3	-	-
_AB_szegélyfűtés padló			-	-	66,0	1	77,0	77,0	-	-
_AB_úsztatott padló			-	-	716,0	0,95	90,5	86,0	-	-
_AB_pincefödém+hsz			0,413	0,33	507,0	-	-	167,5	-	-
_AB_homlokzati függönyfal árka			2,03	2,03	187,0	-	-	379,6	-	-
_AB_szerviztér árkádpánél			0,812	0,812	440,0	-	-	357,3	-	-
_AB_trapztető + felépítmény			0,284	0,199	36,0	-	-	7,2	-	-
_AB_trapztető +kazánház			0,743	0,52	217,0	-	-	112,9	-	-
_AB_szegélyfűtés vb fal			-	-	81,0	1,75	8,0	14,0	-	-
_AB_belső falazat			1,76	0	33,4	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal pince			3,97	1,99	111,0	-	-	220,3	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]
_AB_T panelfal tartó	25,3	312	7,89
_AB_betonpillér	46,2	558	25,78
_AB_firendelt tartó	35,3	558	19,69
_AB_könnyűszerkezetes fal	58,6	16	0,94
_AB_külső falazat	68,8	148	10,18
_AB_szerviztérrkülső fala	282,0	480	135,37
_AB_vb lépcsőfal	33,3	288	9,60
_AB_szegélyfűtés padló	66,0	350	23,10
_AB_úsztatott padló	716,0	159	113,84
_AB_függönyfal attika	45,0	7	0,31
_AB_lépcsőfödém	8,0	240	1,92
_AB_ruhatár födém	25,6	13	0,33
_AB_trapztető-feketetető+HSZ	2126,0	188	399,69
_AB_pincefödém+hsz	507,0	159	80,61
_AB_szerviztér árkádpanel	440,0	230	101,20
_AB_trapztető + felépítmény	36,0	387	13,93
_AB_trapztető +kazánház	217,0	387	83,98
_AB_szegélyfűtés vb fal	81,0	240	19,44
_AB_belső falazat	33,4	148	4,95
_AB_vb lépcsőfal pince	111,0	144	15,98
Összesen	-	-	1068,70

m_t: 218 kg/m² (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m_t ≤ 400 kg/m²)

ε: 0.50 (Sugárzás hasznosítási tényező)

A: 7910.6 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)

V: 24853.9 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)

A/V: 0.318 m²/m³ (Felület-térfogat arány)

Q_{sd}+Q_{sid}: (464783 + 0) * 0,5 = 232391 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)

ΣAU + ΣΨ: 7747.9 W/K

q = [ΣAU + ΣΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (7747,9 - 232391 / 72) / 24853,9

q: **0.182 W/m³K** (Számított fajlagos hővesztégtényező)

q_{max, kn}: **0.124 W/m³K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Előadó-, kiállítótermet tart. épület

A_N :	4826.00 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.90 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési időben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd} + Q_{sid}$:	$(115,43 + 0) * 0,5 = 57,72 \text{ kW}$	(Sugárzási nyereség)
q_b :	9.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	6.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	6.00 1/h	(Légcsereszám a nyári időben)
$Q_{sdnyár}$:	298,18 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	43434 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,e} = \Sigma A_N q_{b,e}$:	21717 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	28956 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	33782 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V_n$:	22368.5 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési időben)
$V_{LT} = \Sigma V_{n_{LT}} * Z_{LT} / Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V_{n_{inf}} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$:	22368.5 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V_{n_{nyár}}$:	149123.4 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,e}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (57717 + 21717) / (7747,9 + 0,35 * 22368,5) + 2 = 7,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 20,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 72000 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4400 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idő hossza})$$

$$Q_F = H[V_q + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,e}$$

$$Q_F = 72 * (24853,9 * 0,182 + 0,35 * 22369) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 21717 = 615,9 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 127,63 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (298184 + 43434) / (7747,9 + 0,35 * 149123) = 5,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2,0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hü}: 47,49 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{hü} = 24/1000 * n_{hü} * (\Sigma A_n * q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{hü} = 24/1000 * 47,49 * (298184 + 43434) = 389,4 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)

q_f : 127.63 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Wiesmannkondenzációs gázkazánok kaszkádban

e_f : 1.00 (földgáz)

e_{sus} : 0.00

C_k : 1.01 (a hőtermelő teljesítménytényezője)

$q_{k,v}$: 0.13 kWh/m²a (segédenergia igény)

Kétsőves radiátoros és beágyazott fűtés, elektronikus szabályozóval

$q_{f,h}$: 0.70 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 70/55

$q_{f,v}$: 1.70 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 15 K

E_{FSz} : 0.30 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$: 0.00 kWh/m²a (a hő tárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)

E_{FT} : 0.00 kWh/m²a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 1,01 + (0,3 + 0 + 0,13) * 2,5 = \mathbf{132.41 \text{ kWh/m}^2\text{a}}$$

$$E_{F_{sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{f_{sus}}) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v_{sus}}$$

$$E_{F_{sus}} = (127,63 + 0,7 + 1,7 + 0) * 0 + (0,3 + 0 + 0,13) * 0,1 = 0.04 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N :	4826.00 m ²	(a rendszer alapterülete)
A_R :	4172.0 m ²	(a rendszer jellemző alapterülete)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Wiesmann Vitoplex 200 atmoszférikus gázkazán külső HMV tárolóval

α_k :	0.50	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
e_{HMV} :	1.00	(földgáz)
e_{sus} :	0.00	
C_k :	1.10	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
E_k :	0.17 kWh/m ² a	(segédenergia igény)

külső HMV tároló elektromos fűtőpatron kiegészítés

α_k :	0.50	(a hőtermelő által lefedett energiaarány)
e_{HMV} :	2.50	(elektromos áram)
e_{sus} :	0.10	
C_k :	1.10	(a hőtermelő teljesítménytényezője)
E_k :	0.17 kWh/m ² a	(segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkulációval

$q_{HMV,v}$:	12.00 %	(a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)
E_C :	0.22 kWh/m ² a	(a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött téren kívül, indirekt fűtésű tároló

$q_{HMV,t}$:	3.00 %	(a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)
---------------	--------	--

$$E_{HMV} = q_{HMV} (1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{HMV} = 7 * (1 + 0,12 + 0,03) * 1,925 + (0,22 + 0,17) * 2,5 = 16.47 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = q_{HMV} (1 + q_{HMV,v}/100 + q_{HMV,t}/100) \sum (C_k \alpha_k e_{HMV\text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{HMV\text{ sus}} = 7 * (1 + 0,12 + 0,03) * 0,055 + (0,22 + 0,17) * 0,1 = 0.48 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N :	4826.00 m ²	(a rendszer alapterülete)
v :	1.00	(a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\sum E_{vil,n} / A_N) v e_v$$

$$E_{vil} = 6 * 1 * 2,5 = 15.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = (\sum E_{vil,n} / A_N) v e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = 6 * 1 * 0,1 = 0.60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HMV} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 132,41 + 16,47 + 15 + 0 + 0 + 0$$

E_p : **163.88 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{pmax} : **85.00 kWh/m²a** (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

$$E_{sus} = E_{F\,sus} + E_{HMV\,sus} + E_{vil\,sus} + E_{LT\,sus} + E_{hű\,sus} + E_{nyer\,sus}$$

$$E_{sus} = 0,04 + 0,48 + 0,6 + 0 + 0 + 0 = 1.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_p = 1,12 / 163,88 = 0.7 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!**Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint**

Energiahordozó típusa	E	e	E_{prim}	e_{CO2}	E_{CO2}	H	F
	[MWh/a]	[-]	[MWh/a]	[g/kWh]	[t/a]		[a]
elektromos áram	54,28	2,50	135,70	365	19,81	-	54,3 MWh
földgáz	655,17	1,00	655,17	203	133,00	36000 kJ/m ³	65516,8 m ³
Összesen			790,87		152,81		

A javasolt korszerűsítések leírása:

Levegő-víz üzemű hőszivattyúk telepítése fűtés részleges vagy teljes kiváltására. Villanybojlerek lokális beépítése HMV biztosítására.

A javaslat(ok) együttes megvalósításával elérhető minősítés: EE

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.**A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.**

.....
aláírás

Energetikai minőségértékelési tanúsítvány összesítő

Épület: 5000 Szolnok, Hild tér
hrsz. 2015/8,
Épületrész (lakás): Aba-Novák Agóra Kulturális Központ
Megrendelő: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítményenergetikai szakmérnök
szakirányú továbbképzés szak

Tanúsító: Dombi Gábor Ferenc
Energetikai szakértő
TÉ.16 0244
SZÉS 5 16 0244
5000 Szolnok
Madách utca 43
06-20-3724030

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

133.08 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

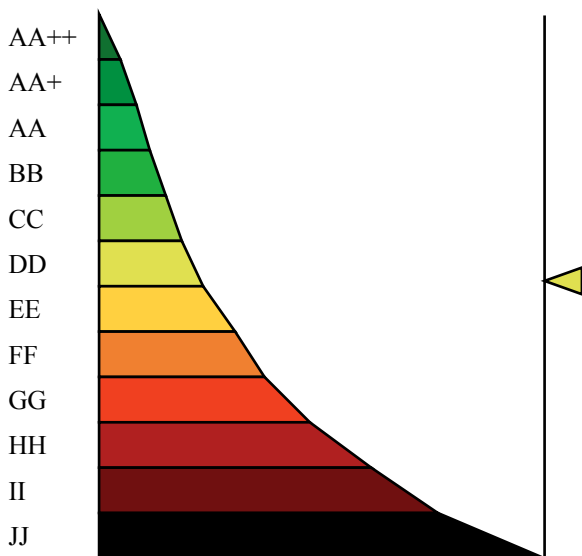
85.00 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

156.60 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

DD (Korszerűt megközelítő)



A tanúsítás oka: saját célra

Épület védettsége: Nem védett

Az épület építési ideje 1979.

Épület fűtött szintjeinek száma: 3

A tanúsítvány vegyes számítási módszerrel készült, a hőhidasság egyszerűsített, a sugárzási nyereség részletes, a hőfokhid és fűtési idény hossz egyszerűsített számítással.

Tanúsítvány azonosítója a tanúsítónál: DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ

Kelt: 2023.10.04.

Aláírás

E:\GÁBORSAJÁT_MATE-szakmérnök\DIPLOMAMUNKA\DG-2023-MATE-ABANOVÁK-TNM-LVHSZ.www
2023.10.04.

Szerkezet típusok:**AB_belső falazat**

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.351 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.260 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $1.756 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %

Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 / 148 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek belülről kifelé

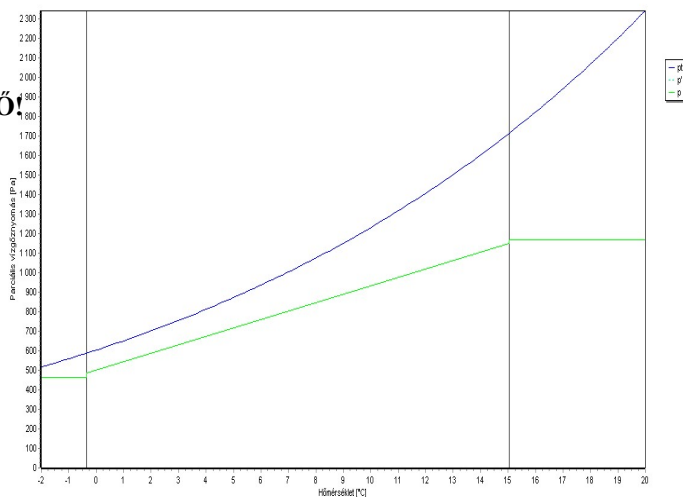
Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

AB_betonpillér

Típusa: külső fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.806 \text{ W/m}^2\text{K}$ Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$ **A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!**Eredő hőátbocsátási tényező: $2.257 \text{ W/m}^2\text{K}$

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %

Fajlagos tömeg: 1440 kg/m^2 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

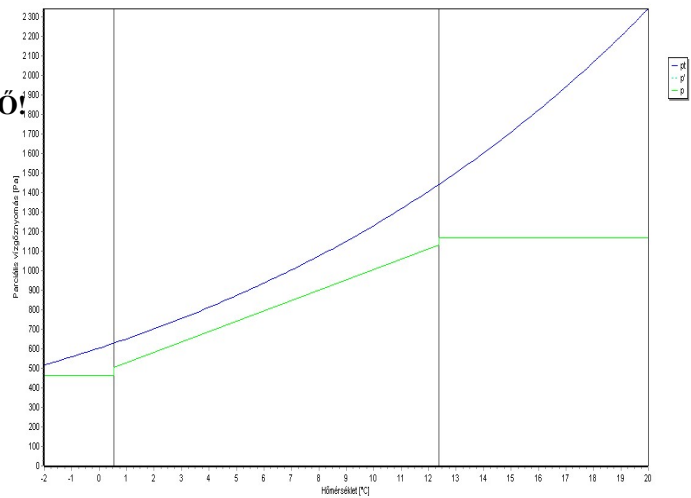
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	60	1,550	-	0,3871	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_firendelt tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $2.776 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $3.609 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 720 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 558 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradifúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_földszinti fémtokos nyílász

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 1,4 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.410 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

$$U_g = 1.74 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$g = 0.770$$

Keret, tok (körben):

$$U_f = 3.90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

Távtartó:

Alumínium távtartó

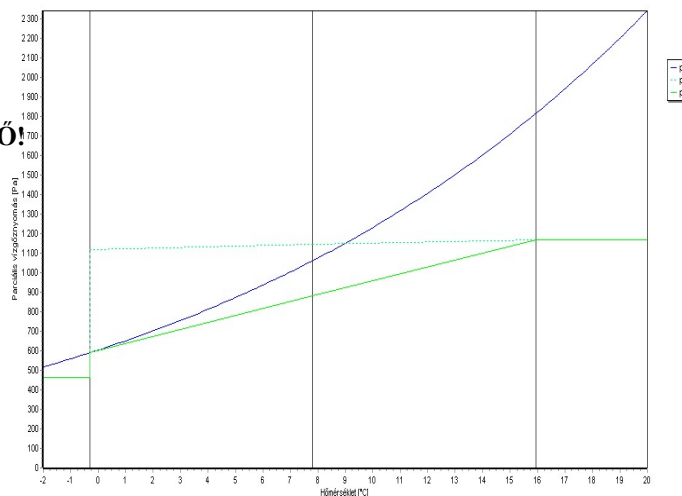
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

Üvegezési arány:

80 %

AB_függőnyfal attika

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.846 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $2.215 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 15 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 7 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
attika fedés lemez	1	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	
lejtésképző réteg	2	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
poliur. kötösű építőlemez	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (lejtésképző réteg)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB_homlokzati függőnyfal árkádp

Típusa: árkád feletti födém
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: $2.030 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

AB_homlokzati függőnyfal-m3

Típusa: ablak (külső, fém)
 x méret: 1 m
 y méret: 3,3 m
 Hőátbocsátási tényező: $1.980 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $1.400 \text{ W/m}^2\text{K}$
A hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Nyílászáró számítás az összetevők alapján

Üvegezés:

Keret, tok (körben):

Távtartó: Alumínium távtartó

Üvegezési arány: 85 %

Üvegezés g értéke: 0.790

Árnyékolás módja nyáron: belső

Árnyékolás naptényezője nyáron: 1.000

$$U_g = 1.69 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_f = 2.32 \text{ W/m}^2\text{K}$$

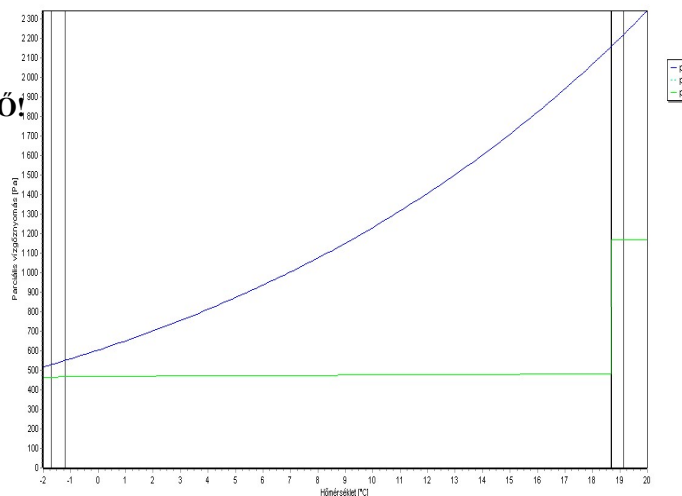
$$\Psi_g = 0.080 \text{ W/mK}$$

$$g = 0.790$$

$$\text{szélesség} = 60 \text{ mm}$$

AB könnyűszerkezetes fal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.316 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.411 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 56 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 16 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ -	R [m²K/W]	ρ [kg/m³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-								
tiszta gipszlapok 1	1	1,5	0,240	-	0,0625	1000	0,84	0	
Polietilén fólia	2	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
felületkezelte ásványgy. l	3	12	0,042	-	2,8570	250	0,84	0	
keményfa burkolat	4	1,4	0,190	-	0,0737	750	2,34	0	

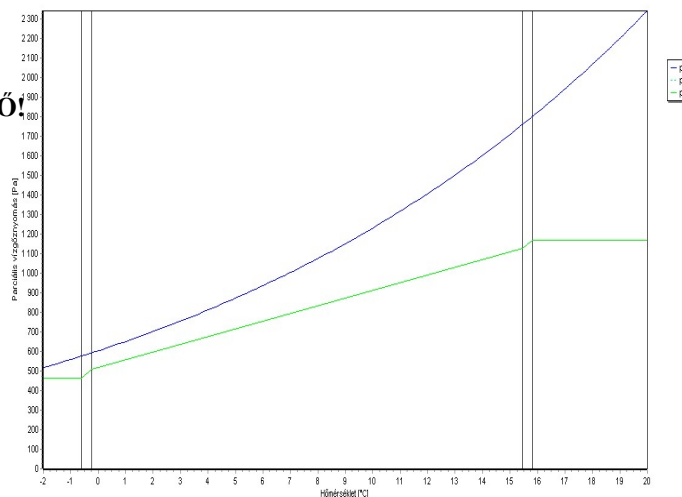
Vizsgálati jelentés: A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: 0 nap). Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

4. (keményfa burkolat)75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom! A vizsgálathoz KELLENEK a szorpciós izoterma ADATOK!

AB külső falazat

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $1.522 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.240 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $1.979 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 474 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 148 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $8.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



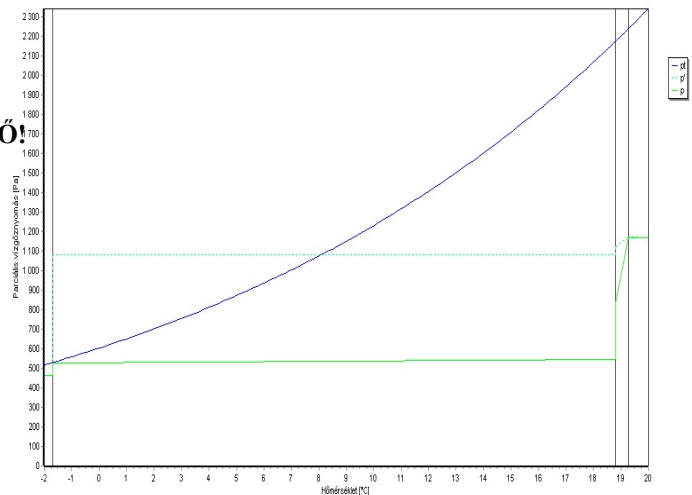
Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
Cementvakolat	1	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	
B 30-as téglafalazat	2	30	0,640	-	0,4688	1460	0,88	0	
Cementvakolat	3	1	0,930	-	0,0108	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB lépcsőfödém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.330 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.396 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 255 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	4	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

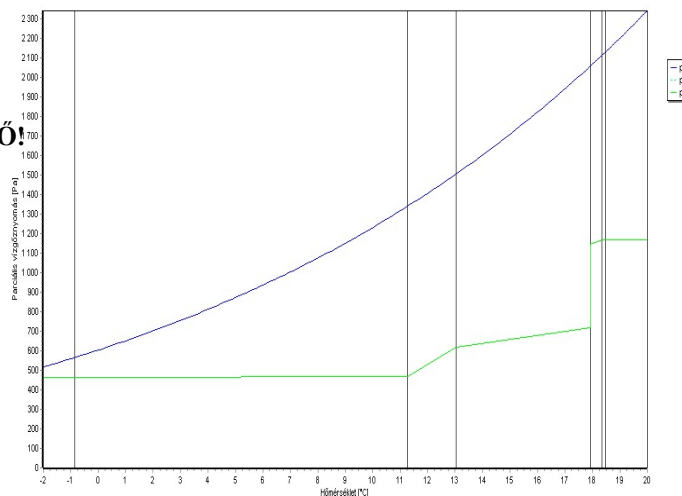
Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -128 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_pincefödém+hsz

Típusa: pincefödém
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.413 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Hőátbocsátási tényező: 0.413 W/m²K
 Fajlagos tömeg: 886 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 159 / 1 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 8.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K



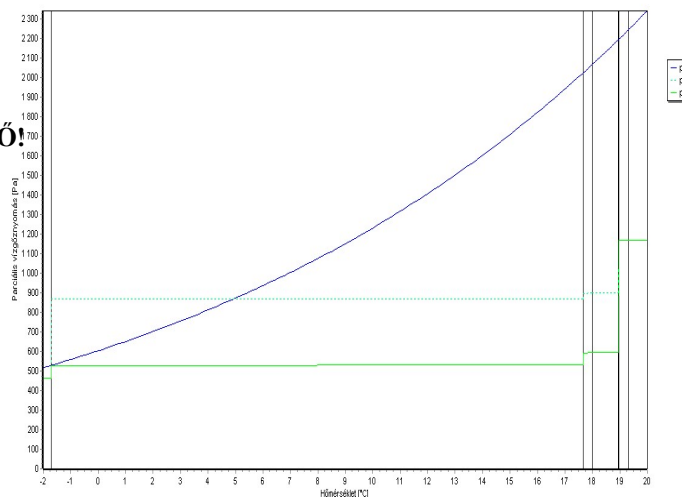
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T * F_m * F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
műanyagkötésű ásványgy. kasírozott	1	6	0,045	-	1,3330	100	0,84	0	
vasbeton	2	30	1,550	-	0,1935	2400	0,84	0	
hőszigetelés	3	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	5	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	6	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_ruhatár födém

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 0.312 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.375 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 28 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 13 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 10.00 W/m²K



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	11	0,039	-	2,8210	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
Betonyp	4	1,2	0,260	-	0,0462	-	-	0	
Zárt légréteg Szokv. Hö felf.	5	15	-	-	0,1400	-	-	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ipszlapok 1	7	1,25	0,240	-	0,0521	1000	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A vizsgálatához KELLENÉK a szorpciós izoterma ADATOK!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -7 nap). A szerkezet szárad. Az izotermával nem rendelkező rétegek figyelmen kívül lettek hagyva, a tényleges feltöltési idő hosszabb a számítottnál.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm)a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB szegélyfűtés padló

Típusa: padló (talajra fektetett)

y méret: 1 m

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.700 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.000 W/mK

Fajlagos tömeg: 350 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 350 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K

Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	2	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB szegélyfűtés vb fal

Típusa: talajjal érintkező fal

Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 5.277 W/m²K

Megengedett értéke: 0.300 W/m²K

A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!

Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 40 %

Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 1.750 W/mK

Fajlagos tömeg: 240 kg/m²

Fajlagos hőtároló tömeg: 240 kg/m²

Hőátadási tényező kívül: 0.00 W/m²K

Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

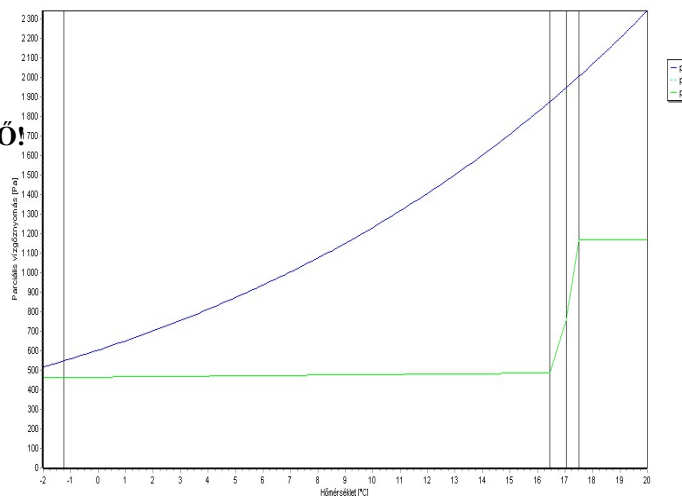
Padlószint magassága: -0.8 m

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
vasbeton	1	10	1,550	-	0,0645	2400	0,84	0	

AB_szer víztér árkádpanel

Típusa: árkád feletti födém
 y méret: 1 m
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 0.676 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.170 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 0.812 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 235 kg/m²
 Fajlagos hőátroló tömeg: 230 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 20.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 6.00 W/m²K



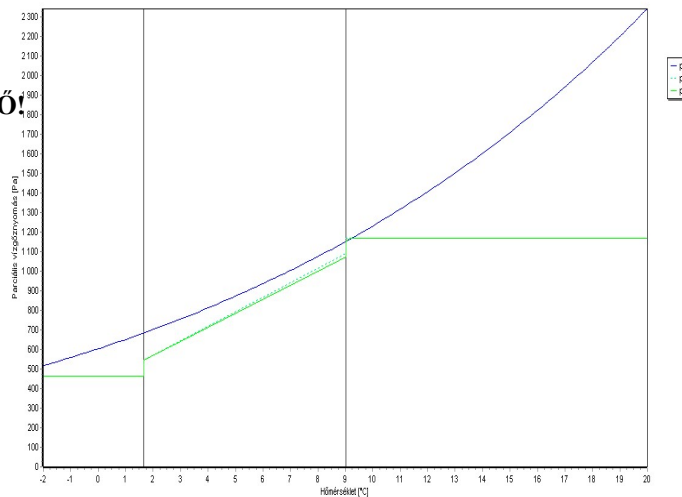
Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
ásványi gyapottermék	1	5	0,042	-	1,1900	100	0,75	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton T panel	3	5	1,550	-	0,0323	2400	0,84	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból MEGFELELŐ

AB_T panelfal tartó

Típusa: külső fal
 Rétegtívi hőátbocsátási tényező: 3.991 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtívi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 4.989 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 25 %
 Fajlagos tömeg: 312 kg/m²
 Fajlagos hőátroló tömeg: 312 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	13	1,550	-	0,0839	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_trapztető + felépítmény

Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.284 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 968 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 110 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton	1	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
Geotextília 300 g/m ²	2	0,4	-	-	-	300	-	0	
PVC szigetelés	3	0,15	-	-	-	-	-	0	
Roofmate	4	10	0,039	-	2,5640	100	0,75	0	
kavicsbeton lejtés	5	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	6	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	7	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	8	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	9	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	10	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	11	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető +kazánház

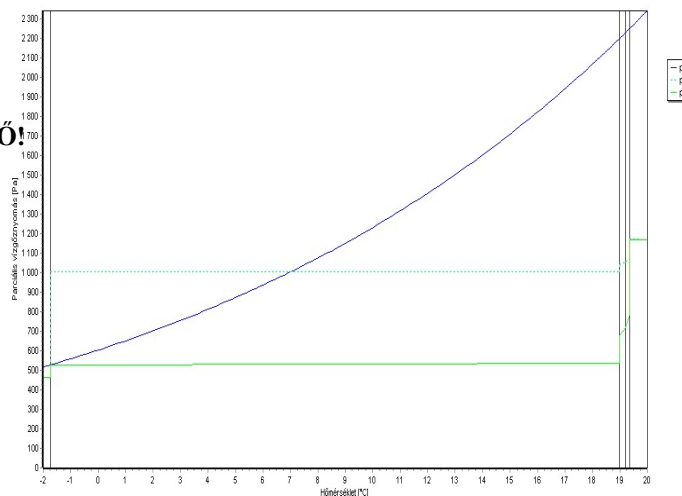
Típusa: belső födém (felfelé hűlő)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.619 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.743 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 20 %
 Fajlagos tömeg: 847 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: $387 / 449 \text{ kg/m}^2$
 Hőátadási tényező kívül: $12.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T * F_m * F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
kavicsbeton lejtés	1	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	2	15	1,550	-	0,0968	2400	0,84	0	
poliur. kötésű farostlemez zsaluzat	3	2	0,100	-	0,2000	240	1,59	0	
Polietilén fólia	4	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
ásványi gyapottermék akusztikai szigetelés	5	4,2	0,042	-	1,0000	100	0,75	0	
vasbeton	6	16	1,550	-	0,1032	2400	0,84	0	
Acél trap.lemez tömítés nélkül	7	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

AB_trapztető-feketetető+HSZ

Típusa: tető
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.291 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.170 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: $0.320 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 10 %
 Fajlagos tömeg: 206 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 188 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $24.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $10.00 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
PVC vízszigetelés	1	0,15	-	-	-	-	-	0	
Rockwool Roofmate sl 8-14 cm	2	12	0,037	-	3,2430	140	0,84	0	
PVC párazáró fólia	3	0,01	-	-	-	-	-	0	
kavicsbeton	4	4	1,280	-	0,0313	2200	0,84	0	
vasbeton	5	4	1,550	-	0,0258	2400	0,84	0	
Acél trapz.lemez tömítés nélkül	6	0,07	58,100	-	0,0000	7850	0,46	0	

Vizsgálati jelentés: A szerkezet a szabvány szerint páradiffúziós szempontból NEM FELEL MEG!

Az egyensúlyi állapot a diffúziós időszak alatt ki tud alakulni (feltöltési idő: -511 nap). A szerkezet szárad.

2. (Rockwool Roofmate sl 8-14 cm) a metszés ágon a nedvességtartalom a kondenzációs zóna szerint megnövekedve; 75%-NÁL MAGASABB a relatív páratartalom!

AB_úsztatott padló

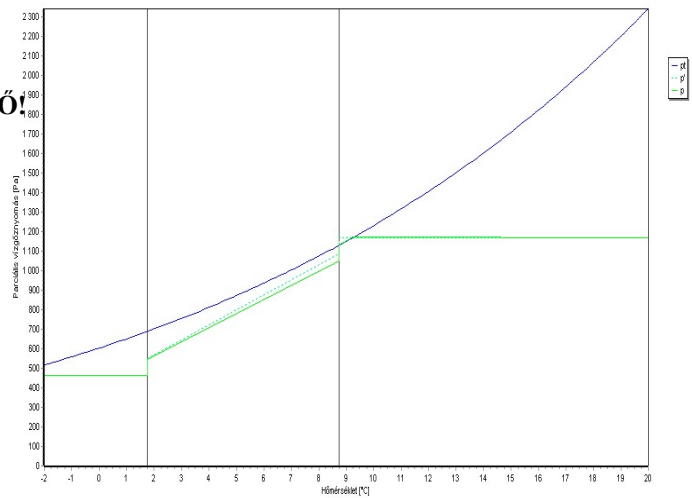
Típusa: padló (talajra fektetett)
 y méret: 1 m
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: $0.566 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Megengedett értéke: $0.300 \text{ W/m}^2\text{K}$
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Vonalmenti hőátbocsátási tényező: 0.950 W/mK
 Fajlagos tömeg: 1101 kg/m^2
 Fajlagos hőtároló tömeg: 159 kg/m^2
 Hőátadási tényező kívül: $0.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Hőátadási tényező belül: $6.00 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Padlószint magassága: 0m

Rétegek kívülről befelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
kavicsfeltöltés	1	30	0,350	-	0,8571	1800	0,84	0	
kavicsbeton	2	5	1,280	-	0,0391	2200	0,84	0	
vasbeton	3	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
vízszigetelés	4	0,3	0,120	-	0,0250	1100	-	0	
hőszigetelés	5	5	0,093	-	0,5376	15	1,46	0	
Polietilén fólia	6	0,02	0,170	-	0,0012	960	-	0	
kavicsbeton	7	6	1,280	-	0,0469	2200	0,84	0	
kerámialap+ragasztó	8	1,5	1,050	-	0,0143	1800	0,88	0	

AB_vb lépcsőfal

Típusa: külső fal
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 4.097 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.240 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 5.326 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 288 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 24.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K



Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d [cm]	λ [W/mK]	κ	R [m ² K/W]	ρ [kg/m ³]	c [kJ/kgK]	Sd [m]	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$ [-]
megnevezés	-			-					
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	

Vizsgálati jelentés: A felületen PÁRALECSAPÓDÁS!

AB_vb lépcsőfal pince

Típusa: belső fal (fűtetlen tér felé)
 Rétegtervi hőátbocsátási tényező: 3.054 W/m²K
 Megengedett értéke: 0.260 W/m²K
A rétegtervi hőátbocsátási tényező NEM MEGFELELŐ!
 Eredő hőátbocsátási tényező: 3.970 W/m²K
 Hőátbocsátási tényezőt módosító tag: 30 %
 Fajlagos tömeg: 288 kg/m²
 Fajlagos hőtároló tömeg: 144 / 144 kg/m²
 Hőátadási tényező kívül: 8.00 W/m²K
 Hőátadási tényező belül: 8.00 W/m²K

Rétegek belülről kifelé

Réteg	No.	d	λ	κ	R	ρ	c	Sd	$F_T \cdot F_m \cdot F_a$
megnevezés	-	[cm]	[W/mK]	-	[m ² K/W]	[kg/m ³]	[kJ/kgK]	[m]	[-]
betonfestés felületvédelem	1	0,2	-	-	-	-	-	0	-
vasbeton	2	12	1,550	-	0,0774	2400	0,84	0	-
betonfestés felületvédelem	3	0,2	-	-	-	-	-	0	-

Határoló szerkezetek:

Szerkezet megnevezés	tájolás	Hajlásszög	U	U*	A	Ψ	L	AU*+L Ψ	A _ü	Q _{sd}
		[°]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[m ²]	[W/mK]	[m]	[W/K]	[m ²]	[kWh/a]
_AB_betonpillér	É	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	É	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	É	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	É	függőleges	0	0	18,6	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	É	függőleges	1,91	1,91	43,3	-	-	82,7	41,2	3169,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	É	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	30595,0
_AB_betonpillér	K	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_külső falazat	K	függőleges	1,98	1,98	68,8	-	-	136,1	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	K	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal	K	függőleges	5,33	5,33	33,3	-	-	177,5	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,06	2,06	29,0	-	-	59,6	26,3	4057,3
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,16	2,16	64,9	-	-	140,3	57,2	8801,9
_AB_földszinti fémtokos nyílász	K	függőleges	2,23	2,23	9,6	-	-	21,4	8,3	1271,4
_AB_homlokzati függönyfal-m3	K	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,252E5
_AB_betonpillér	D	függőleges	2,26	2,26	6,9	-	-	15,6	-	-
_AB_firendelt tartó	D	függőleges	3,61	3,61	17,6	-	-	63,7	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	D	függőleges	0,411	0,411	10,3	-	-	4,2	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	D	függőleges	0	0	185,9	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	D	függőleges	1,9	1,9	71,8	-	-	136,5	68,2	21016,0
_AB_homlokzati függönyfal-m3	D	függőleges	1,72	1,72	391,1	-	-	672,7	387,2	1,2237E
_AB_T panelfal tartó	NY	függőleges	4,99	4,99	25,3	-	-	126,1	-	-
_AB_betonpillér	NY	függőleges	2,26	2,26	16,2	-	-	36,5	-	-
_AB_könnyűszerkezetes fal	NY	függőleges	0,411	0,411	38,1	-	-	15,6	-	-
_AB_szerviztérfkülső fala	NY	függőleges	0	0	38,8	-	-	0,0	-	-
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	1,91	1,91	149,1	-	-	284,8	141,6	21814,0
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,6	2,6	7,7	-	-	19,9	5,8	885,7
_AB_földszinti fémtokos nyílász	NY	függőleges	2,74	2,74	3,6	-	-	9,9	2,5	388,1
_AB_homlokzati függönyfal-m3	NY	függőleges	1,71	1,71	800,4	-	-	1368,8	792,4	1,2521E
_AB_függönyfal attika		vízszintes	2,21	2,21	45,0	-	-	99,7	-	-
_AB_lépcsőfödém		vízszintes	0,396	0,396	8,0	-	-	3,2	-	-
_AB_ruhatár födém		vízszintes	0,375	0,375	25,6	-	-	9,6	-	-
_AB_trapztető-feketetető+HSZ		vízszintes	0,32	0,32	2126,0	-	-	680,3	-	-
_AB_szegélyfűtés padló			-	-	66,0	1	77,0	77,0	-	-
_AB_úsztatott padló			-	-	716,0	0,95	90,5	86,0	-	-
_AB_pincefödém+hsz			0,413	0,33	507,0	-	-	167,5	-	-
_AB_homlokzati függönyfal árká			2,03	2,03	187,0	-	-	379,6	-	-
_AB_szerviztér árkádpánél			0,812	0,812	440,0	-	-	357,3	-	-
_AB_trapztető + felépítmény			0,284	0,199	36,0	-	-	7,2	-	-
_AB_trapztető +kazánház			0,743	0,52	217,0	-	-	112,9	-	-
_AB_szegélyfűtés vb fal			-	-	81,0	1,75	8,0	14,0	-	-
_AB_belső falazat			1,76	0	33,4	-	-	0,0	-	-
_AB_vb lépcsőfal pince			3,97	1,99	111,0	-	-	220,3	-	-

Hőtároló tömegek:

Megnevezés	A [m ²]	m _t [kg/m ²]	M _t [t]
_AB_T panelfal tartó	25,3	312	7,89
_AB_betonpillér	46,2	558	25,78
_AB_firendelt tartó	35,3	558	19,69
_AB_könnyűszerkezetes fal	58,6	16	0,94
_AB_külső falazat	68,8	148	10,18
_AB_szerviztérkülső fala	282,0	480	135,37
_AB_vb lépcsőfal	33,3	288	9,60
_AB_szegélyfűtés padló	66,0	350	23,10
_AB_úsztatott padló	716,0	159	113,84
_AB_függönyfal attika	45,0	7	0,31
_AB_lépcsőfödém	8,0	240	1,92
_AB_ruhatár födém	25,6	13	0,33
_AB_trapztető-feketetető+HSZ	2126,0	188	399,69
_AB_pincefödém+hsz	507,0	159	80,61
_AB_szerviztér árkádpanel	440,0	230	101,20
_AB_trapztető + felépítmény	36,0	387	13,93
_AB_trapztető +kazánház	217,0	387	83,98
_AB_szegélyfűtés vb fal	81,0	240	19,44
_AB_belső falazat	33,4	148	4,95
_AB_vb lépcsőfal pince	111,0	144	15,98
Összesen	-	-	1068,70

m_t: 218 kg/m² (Fajlagos hőtároló tömegek számított értéke)

Épület tömeg besorolása: könnyű (m_t ≤ 400 kg/m²)

ε: 0.50 (Sugárzás hasznosítási tényező)
A: 7910.6 m² (Fűtött épület(rész) térfogatot határoló összfelület)
V: 24853.9 m³ (Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V: 0.318 m²/m³ (Felület-térfogat arány)
Q_{sd}+Q_{sid}: (464783 + 0) * 0,5 = 232391 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)
ΣAU + ΣΨ: 7747.9 W/K
q = [ΣAU + ΣΨ - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V = (7747,9 - 232391 / 72) / 24853,9
q: **0.182 W/m³K** (Számított fajlagos hővesztégtényező)
q_{max, kn}: **0.124 W/m³K** (Közel nulla energiaigényű épületek megengedett fajlagos hővesztégtényező)

Az épület fajlagos hővesztégtényezője a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek NEM FELEL MEG!

Energia igény tervezési adatok

Épület(rész) jellege: Előadó-, kiállítótermet tart. épület

A_N :	4826.00 m ²	(Fűtött alapterület)
n :	0.90 1/h	(Átlagos légcsereszám a fűtési idényben)
σ :	0.80	(Szakaszos üzem korrekciós szorzó)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	$(115,43 + 0) * 0,5 = 57,72 \text{ kW}$	(Sugárzási nyereség)
q_b :	9.00 W/m ²	(Belső hőnyereség átlagos értéke)
$E_{vil,n}$:	6.00 kWh/m ² a	(Világítás fajlagos éves nettó energia igénye)
q_{HMV} :	7.00 kWh/m ² a	(Használati melegvíz fajlagos éves nettó hőenergia igénye)
$n_{nyár}$:	6.00 1/h	(Légcsereszám a nyári idényben)
$Q_{sdnyár}$:	298,18 kW	(Sugárzási nyereség)

Fajlagos értékekből számolt igények

$Q_b = \Sigma A_N q_b$:	43434 W	(Belső hőnyereségek összege)
$Q_{b,\epsilon} = \Sigma A_N q_{b,\epsilon}$:	21717 W	(Belső hőnyereségek összege a hasznosítással)
$\Sigma E_{vil,n} = \Sigma A_N E_{vil,n}$:	28956 kWh/a	(Világítás éves nettó energia igénye)
$Q_{HMV} = \Sigma A_N q_{HMV}$:	33782 kWh/a	(Használati melegvíz éves nettó hőenergia igénye)
$V_{\text{átl}} = \Sigma V_n$:	22368.5 m ³ /h	(Átlagos levegő térfogatáram a fűtési idényben)
$V_{LT} = \Sigma V_{n_{LT}} * Z_{LT} / Z_F$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időben)
$V_{inf} = \Sigma V_{n_{inf}} * (1 - Z_{LT} / Z_F)$:	0.0 m ³ /h	(Levegő térfogatáram a használati időn kívül)
$V_{dt} = \Sigma (V_{\text{átl}} + V_{LT} (1 - \eta) + V_{inf})$:	22368.5 m ³ /h	(Légmennyiség a téli egyensúlyi hőm. különbséghez.)
$V_{nyár} = \Sigma V_{n_{nyár}}$:	149123.4 m ³ /h	(Levegő térfogatáram nyáron)

Fűtés éves nettó hőenergia igényének meghatározása

$$\Delta t_b = (Q_{sd} + Q_{sid} + Q_{b,\epsilon}) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{dt}) + 2$$

$$\Delta t_b = (57717 + 21717) / (7747,9 + 0,35 * 22368,5) + 2 = 7.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$t_i: 20.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{Átlagos belső hőmérséklet})$$

$$H: 72000 \text{ hK/a} \quad (\text{Fűtési hőfokhíd})$$

$$Z_F: 4400 \text{ h/a} \quad (\text{Fűtési idény hossza})$$

$$Q_F = H[V_q + 0,35 \Sigma V_{inf,F}] \sigma - P_{LT,F} Z_F - Z_F Q_{b,\epsilon}$$

$$Q_F = 72 * (24853,9 * 0,182 + 0,35 * 22369) * 0,8 - 0 * 4,4 - 4,4 * 21717 = 615,9 \text{ MWh/a}$$

$$q_F: 127.63 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad (\text{Fűtés éves fajlagos nettó hőenergia igénye})$$

Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + Q_b) / (\Sigma AU + \Sigma \Psi + 0,35 V_{nyár})$$

$$\Delta t_{bnyár} = (298184 + 43434) / (7747,9 + 0,35 * 149123) = 5.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{bnyármax}: 2.0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{A nyári felmelegedés elfogadható értéke})$$

$$n_{hű}: 47.49 \text{ nap} \quad (\text{Hűtési napok száma})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * n_{hű} * (\Sigma A_n * q_b + Q_{sdnyár})$$

$$Q_{hű} = 24/1000 * 47,49 * (298184 + 43434) = 389,4 \text{ MWh/a}$$

A nyári felmelegedés olyan mértékű, hogy gépi hűtést igényel. Hatékonyabb, lehetőleg külső árnyékolók alkalmazása javasolt!

Fűtési rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)
 q_f : 127.63 kWh/m²a (a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye)

Levegő-víz üzemű hőszivattyú kaszkád

e_f : 2.50 (elektromos áram)
 e_{sus} : 0.10
 C_k : 0.28 (a hőtermelő teljesítménytényezője)
 $q_{k,v}$: 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)
 $\alpha_k(C_k e_{sus} + (1 - C_k)) = 1 * (0,28 * 0,1 + (1 - 0,28)) = 0,748$

Kétcsöves radiátoros és beágyazott fűtés, egy központi szabályozóval

$q_{f,h}$: 9.60 kWh/m²a (a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti veszteség)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, vízhőmérséklet 55/45

$q_{f,v}$: 1.20 kWh/m²a (az elosztóvezetékek fajlagos vesztesége)

Állandó fordulatszámú szivattyú, hőlépcső 10 K

E_{FSz} : 0.42 kWh/m²a (a keringtetés fajlagos energia igénye)

Tárolási veszteség nincs

$q_{f,t}$: 0.00 kWh/m²a (a hő tárolás fajlagos vesztesége és segédenergia igénye)
 E_{FT} : 0.00 kWh/m²a

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_p) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_v$$

$$E_F = (127,63 + 9,6 + 1,2 + 0) * 0,7 + (0,42 + 0 + 0) * 2,5 = 97.95 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \Sigma (C_k \alpha_k e_{f \text{ sus}}) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{F \text{ sus}} = (127,63 + 9,6 + 1,2 + 0) * 0,748 + (0,42 + 0 + 0) * 0,1 = 103.59 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Melegvíz-termelő rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)
 $q_{H MV}$: 7.00 kWh/m²a (a melegvíz készítés nettó energia igénye)

Vizesblokk villanybojlerek

$e_{H MV}$: 2.50 (elektromos áram)
 e_{sus} : 0.10
 C_k : 1.00 (a hőtermelő teljesítménytényezője)
 E_k : 0.00 kWh/m²a (segédenergia igény)

Elosztó vezetékek a fűtött téren belül, cirkuláció nélkül

$q_{H MV,v}$: 10.00 % (a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége)
 E_C : 0.00 kWh/m²a (a cirkulációs szivattyú fajlagos energia igénye)

Elhelyezés a fűtött térben, nappali árammal működő elektromos boiler

$q_{H MV,t}$: 5.00 % (a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége)

$$E_{H MV} = q_{H MV} (1 + q_{H MV,v} / 100 + q_{H MV,t} / 100) \Sigma (C_k \alpha_k e_{H MV}) + (E_C + E_k) e_v$$

$$E_{H MV} = 7 * (1 + 0,1 + 0,05) * 2,5 + (0 + 0) * 2,5 = 20.12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{H MV \text{ sus}} = q_{H MV} (1 + q_{H MV,v} / 100 + q_{H MV,t} / 100) \Sigma (C_k \alpha_k e_{H MV \text{ sus}}) + (E_C + E_k) e_{v \text{ sus}}$$

$$E_{H MV \text{ sus}} = 7 * (1 + 0,1 + 0,05) * 0,1 + (0 + 0) * 0,1 = 0.81 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Világítási rendszer

A_N : 4826.00 m² (a rendszer alapterülete)

u : 1.00 (a világítás korrekciós szorzója)

$$E_{vil} = (\Sigma E_{vil,n} / A_N) u e_v$$

$$E_{vil} = 6 * 1 * 2,5 = 15.00 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = (\Sigma E_{vil,n} / A_N) u e_{v\text{ sus}}$$

$$E_{vil\text{ sus}} = 6 * 1 * 0,1 = 0.60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az épület(rész) összesített energetikai jellemzője

$$E_p = E_F + E_{HVM} + E_{vil} + E_{LT} + E_{hű} + E_{+,-} = 97,95 + 20,13 + 15 + 0 + 0 + 0$$

E_p : 133.08 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző számított értéke)

E_{pmax} : 85.00 kWh/m²a (az összesített energetikai jellemző megengedett értéke)

Az épület(rész) az összesített energetikai jellemző alapján NEM FELEL MEG!

$$E_{sus} = E_{F\text{ sus}} + E_{HVM\text{ sus}} + E_{vil\text{ sus}} + E_{LT\text{ sus}} + E_{hű\text{ sus}} + E_{nyer\text{ sus}}$$

$$E_{sus} = 103,59 + 0,81 + 0,6 + 0 + 0 + 0 = 104.99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$MER = E_{sus} / E_p = 104,99 / 133,08 = 78.9 \% \quad (\text{Megújuló részarány})$$

A megújuló részarány a közel nulla energiaigényű épületek követelményszintnek megfelel.

Becsült éves fogyasztás energiahordozók szerint

Energiahordozó típusa	E [MWh/a]	e [-]	E_{prim} [MWh/a]	e_{CO2} [g/kWh]	E_{CO2} [t/a]	H	F [t/a]
elektromos áram	256,89	2,50	642,23	365	93,76	-	256,9 MWh
Összesen			642,23		93,76		

A javasolt korszerűsítések leírása:

-

A számítás a 7/2006. TNM rendelet 2021.I.1-i állapot szerint készült.

A közel nulla energiaigényű épületek követelményszint (6. melléklet) szerint.

.....
aláírás

NYILATKOZAT

szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Dombi Gábor Ferenc**
A Hallgató Neptun kódja: **X5TBXZ**
A dolgozat címe: **A szolnoki Aba-Novák Agóra Kulturális Központ energetikai korszerűsítése**
A megjelenés éve: **2023**
A konzulens intézetének neve: **Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem**
Szent István Campus
A konzulens tanszékének a neve: **Műszaki Intézet - Létesítményenergetikai szakmérnök szakirányú továbbképzés**

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. év 11. hó 06. nap



Hallgató aláírása

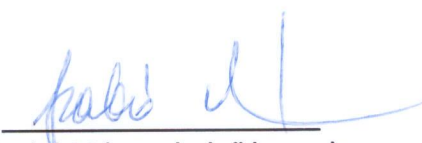
NYILATKOZAT

Dombi Gábor Ferenc (hallgató Neptun azonosítója: **X5TBXZ**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2023. november 5.


Dr. Szabó Márta - belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.