



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Építőmérnöki kar

Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata

Tudományos diákköri dolgozat

Vinczler Gergő
3. éves építőmérnök hallgató

Konzulens:
Dr. Dudás Annamária
egyetemi adjunktus

Budapest, 2012.

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni konzulensemnek, Dr. Dudás Annamáriának a munkám során nyújtott folyamatos támogatását, kiemelt jelentőségű segítségével nélkül ez a dolgozat nem készülhetett volna el.

Köszönöm a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános és Felsőgeodézia Tanszék dolgozóinak segítségét, akik biztosították számomra a felméréshez szükséges műszereket.

Nagymértékben elősegítették a dolgozat alapjául szolgáló adatok beszerzését a felmért épületek tulajdonosai, akik otthonukba beengedve tették lehetővé számomra a munkát.

Köszönöm segítségét a Nyékládháza városi önkormányzat dolgozóinak, akiktől a felmérésre alkalmas épületek megtalálásához kaptam fontos információkat.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	6
1.1. A dolgozat témája.....	7
1.2. A kutatás jelentősége.....	7
2. Kiindulási adatok.....	8
2.1. A felmérés folyamata, az adatok feldolgozása.....	8
2.2. A kiválasztott épületek.....	9
3. Az épületenergetikai számítás részletezése egy épületen az eredeti állapot figyelembe vételével.....	10
3.1. Hőmérsékletváltozás vizsgálata a külső fal általános rétegrendjében.....	11
3.2. Épületenergetikai számítások az egyszerűsített módszer alkalmazásával.....	12
4. Jellemző káresetek, szerkezeti problémák, hiányosságok.....	21
4.1. Tartószerkezeti káresetek, problémák.....	21
4.1.1. Az alapozás okozta káresetek.....	21
4.1.2. A teherhordó külső falak és a lábazat hibái.....	22
4.1.3. Belső válaszfalak káresetei.....	25
4.1.4. A födémelek káresetei.....	25
4.1.5. A tetőszerkezet által okozott problémák, károsodások.....	26
4.2. Másodlagos szerkezetek káresetei.....	26
4.2.1. Nyílászárók deformációja.....	27
4.2.2. A padló hibái.....	27
4.2.3. Hőszigetelés hiányára visszavezethető káresetek.....	28

5. A felújítás lehetséges épületszerkezeti megoldásai.....	28
5.1. Hőszigetelésre vonatkozó szerkezeti megoldások.....	28
5.1.1. Térrelhatároló falak hőszigetelése	28
5.1.1.1. A belső oldali hőszigetelés okozta páraáteresztési probléma	30
5.1.2. A padlásfödém hőszigetelése	30
5.1.3 A talajon fekvő padló hőszigetelése.....	31
5.2. A nedvesség elleni védekezés szerkezeti megoldásai	32
5.2.1. Az épületek talajnedvesség elleni védelme.....	32
5.2.2. A csapadék elleni védekezés.....	37
5.3. Az alapozás káreseteinek, hiányosságainak megoldása	37
5.4. A padlásfödém hibájának megelőzése.....	38
6. Épületenergetikai számítások a felújítás különböző változataira.....	38
6.1.Külső falszerkezetek hőátbocsátási tényezőjének számítása	39
6.2.Padlásfödém hőátbocsátási tényezőjének számítása	40
6.3.Padló hőátbocsátási tényezőjének számítása.....	40
6.4.Fajlagos hővesztésgtényező számítása	40
6.5. Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése	42
6.6. A fűtés fajlagos éves primer-energia igényének számítása.....	42
6.7. A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igényének számítása.....	43
7. A számítások kiértékelése	43
7.1. Az eredeti állapotok számításának eredménye.....	44
7.2. A felújítási változatok számításának eredménye.....	44
7.3. Az épületek épületenergetikai besorolása	45

8. Következtetések levonása.....	46
9. Összegzés, gyakorlati hasznosíthatóság.....	49
10. Felhasznált irodalom	50
11. Mellékletek.....	51
11.1. Az épületek alaprajza.....	51
11.2. Épületenergetikai számítások	60
11.3. Hőfokelési görbék	89
11.4. Nedvességtranszport vizsgálata.....	94

1. Bevezetés

A földépítés története évezredekkel ezelőtti korokra mutat vissza. A Kárpát-medence területén a honfoglalás idejéről is kerültek elő földalapú építkezésre utaló nyomok, igaz ez még jelentősen eltért a mai értelemben vett vályogépítéstől. Erre az időszakra a földbe mélyített üregek lefedésével kialakult kis épületeket lehetett találni ezen a vidéken. Később a felszín feletti építés lett a jellemző, és a XIX. században már ez az építkezési mód volt a meghatározó hazánk területén. A KSH adatai szerint a XX. század közepén a magyarországi épületállomány kétharmada, de a kilencvenes években is több mint egynegyede volt föld-

illetve vályogfalú. Jelenleg körülbelül 4,4 millió lakás található az ország területén, aminek közel 20%-a még most is vályogház, tehát körülbelül 800 000 lakás épület vályog alapú technológiával.

A legtöbb esetben az építkezést parasztemberek hajtották végre, így a különböző módszerek leginkább hagyomány és tapasztalat útján terjedtek. Ezt jól mutatja, hogy nagyon sokáig nem létezett hivatalos szabályozás az építésre vonatkozóan, sőt Magyarországon még ma sincs részletes szabvány.

A vályognak, mint építőanyagnak, számos kedvező tulajdonsága, jellemzője van:

- egyszerű előállítás
- könnyű formálhatóság
- jó légáteresztő képesség
- környezetbarát gyártás és alapanyag-felhasználás,
- a felhasznált alapanyag nagy mennyiségben található meg a környezetünkben.

A vályog kedvezőtlen tulajdonságokkal is rendelkezik, amelyek komoly problémát okozhatnak:

- kis teherbírás
- száradási zsugorodás
- nedvességre való érzékenység.

Ez utóbbi tekinthető a legkedvezőtlenebb tulajdonságnak, hiszen az épületek állékonyságát veszélyezteti. A jelenlegi modern épületszerkezeti megoldások megjelenése előtt a problémákat csak részben vagy egyáltalán nem lehetett kiküszöbölni, így sok szempontot kellett mérlegelni mielőtt elkezdődött volna az építkezés. Azonban a technika, illetve a tudományok utóbbi pár évtizedben bekövetkezett óriási mértékű fejlődésének köszönhetően már léteznek olyan megoldások, amelyek a vályogházak által létrehozott környezet-, illetve

természetbarát képbe beilleszthetők, és a mai elvárásoknak, szabályozásoknak megfelelő szintet biztosítják. Sajnos az utóbbi években mégis az figyelhető meg, hogy a társadalom kezdi elfelejteni a földépítést, mint alternatíva. Sajnos mára a vályogházaknak nincs értékük, sokszor telekárón vásárolhatóak meg, és a vevő is inkább új házat épít modernebb anyagokból, mintsem az eredeti épületet újítsa fel, alakítsa át.

1.1. A dolgozat témája, célja

A dolgozat célja, hogy ismertesse, összegezze a vályogházak felújításainak lehetőségeit, és műszaki szempontok alapján értékelje azokat, kiemelve az épületenergetika területét. A 2006-ban érvénybe lépett szabályozás (7/2006. (V. 24) TNM) szigorú követelményeket fogalmaz meg a lakóhelyiségek épületenergetikai jellemzőivel kapcsolatban. Ezek az épületek, amelyek több évtizede készültek, nyilvánvalóan ezen értékeknek nem felelnek meg, tehát modernizálásra szorulnak. A számításokkal kimutathatók a korszerűsítés által elért eredmények, így például az épületenergetikai jellemzőkben mutatkozó javulás.

Mindemellett a dolgozat célkitűzése kiemelni, hogy mely épületszerkezeti megoldásokkal célszerű kellemes, élhető otthont kialakítani a környezetbarát építés szempontjait szem előtt tartva.

1.2. A kutatás jelentősége

Az elmúlt évtizedekben felismert probléma, hogy az energiahordozók, nyersanyagok fogyóban vannak, ugyanakkor felhasználási mennyiségük egyre nagyobb arányú. Ezek a jelenségek a környezettudatosságra hívták fel a figyelmet. Ezzel párhuzamosan az épületek hőtechnikai jellemzőre vonatkozó követelményértékek szigorodása volt várható, és a határértékek egyre jobb hőszigetelésű épületszerkezeteket, és a meglévő épületek felújítását követelik meg.

A vályogházak többsége jóval az épületfizikai jellemzők szabványosítása előtt épült. A vályogházak elértéktelenedésében és az ingatlanpiac évek óta tapasztalható kis forgalmában kereshető a vályogháza energetikai vizsgálatának hiánya. Az irodalomkutatásból kiderült, hogy vályog épületekre hazai viszonylatban alig alkalmaztak épületenergetikai számításokat. Dolgozatomban elkészítettem ezeket az elemzéseket, illetve javaslatokat tettem a komplex felújítás során felmerülhető problémák megoldására.

2. Kiindulási adatok

A komplex vizsgálatok és felújítási javaslatok összeállításához első lépésként szükséges volt a számítás alapjául szolgáló adatok összegyűjtése. Épületfizikai adatok mellett mintaépületek számításához megfelelő épületeket kellett keresni az ország területén. A könnyű megközelíthetőség miatt a kiválasztott ingatlanok közös jellemzője, hogy mindegyik Magyarország észak-keleti régiójában található, ugyanakkor szempont volt, hogy egyik sem rendelkezik sem külső, sem belső oldali hőszigeteléssel. A valóságnak megfelelő eredmények elérése érdekében fontos volt az, hogy szerkezetileg jó állapotú, tehát felújításra érdemes, illetve, hogy lakott házak legyenek kiválasztva. Továbbá törekedtem arra, hogy az épületek alaprajzi elrendezésükben és szerkezetileg is lehetőleg különböző jellemzőkkel rendelkezzenek.

2.1. A felmérés menete, az adatok feldolgozása

A felmérés két ütemben zajlott. Az első lépésben egy helyszíni szemle során 15 épület lett összeválogatva a fentebb említett szempontok alapján. Ezután lett kiválasztva az a 4 családi ház, amelyek a számítások geometriai és szerkezeti alapadatait szolgáltatták.

A mintaépületek kiválasztása után a részletes felmérések következtek, melyek a tulajdonosok engedélyével zajlottak. Az épületek alaprajzi és magassági geometriai méreteinek pontos felvételéhez mérőszalagra, a belső járószint és a talajszint közötti valamint a terepszint és az épület lábazati falának felső síkja közötti magasságkülönbség meghatározásához pedig egy szintezőműszerre volt szükség, amelyet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Általános- és Felsőgeodézia Tanszéke biztosított számomra. Mivel az épület nem minden szerkezeti tulajdonsága állapítható meg kívülről, ezért szükség volt az ott élők információira, többek között az alapozás tulajdonságait illetően. A helyszíni munka során nem csak magukról az épületekről kellett adatokat szerezni, hanem a telek adottságairól is, hiszen például az árnyékolás szempontjából nagy szerepe van egy szomszédos épületnek, vagy a ház közvetlen közelébe ültetett fáknek, növényeknek.

A helyszíni adatgyűjtés végeztével kezdődtek az adatok feldolgozása. Mindegyik épületről alaprajzot készítettem az AutoCAD programmal, majd az égtájak megállapításához a Google Earth szoftvert használtam. Ezek után végeztem el a számításaimat, először a teljesen eredeti rétegrendekre, amihez Microsoft Excel-t alkalmaztam.

2.2 A kiválasztott épületek



1. ábra: A Nyékládháza, Vitéz utcai épület
utcahomlokzata (saját fotó)



2. ábra: A Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti
épület utcahomlokzata (saját fotó)

A kiválasztott épületek közül kettő Nyékládháza városában található. A Nyékládháza, Vitéz utcai épület (1. ábra) 50m² alapterületű, kerámia cseréppel fedett családi ház. Két szoba mellett egy konyha-étkező, és egy fürdőszoba található benne. Típusát tekintve az építmény oldaltornácos, mely teljes hosszában üvegezett. A bejárat a déli homlokzaton kapott helyet. Az alapja betonból készült, a falak vályogtégglából. Néhány évvel ezelőtt a homlokzat felújításra került, de sem víz-, sem hőszigetelés nem került beépítésre. A családi ház saroktelken áll, sem szomszédos épület, sem fák nem árnyékolják. A tető oromzatos kontyos fedélidomú és torokgerendás szerkezeti kialakítású.

A második kiválasztott épület (2. ábra) Nyékládháza, Munkácsy Mihály úton található. Ezt a családi házat három évvel ezelőtt állították helyre, azonban az épületenergetikai szabályozásnak való megfelelés itt sem volt elvárás. A tetőfedés kerámia cserép, nyeregtetős torokgerendás szerkezeten. A déli oldalon tornác nyúlik a homlokzat elé, mely fa oszlopokkal támasztott, teljesen nyitott. A felújítás során törekedtek a stílus megőrzésére, így például fa ablakok, zsalugáteres árnyékolás, illetve kisméretű téglapadlóburkolat került beépítésre. A házat a déli oldalról nagy fák árnyékolják, ami nyári időszakban is kellemes hőmérsékletet biztosít már a tornácra is. Az épület érdekessége, a többi épülettel összehasonlítva, hogy a külső teherhordó falaknak csak itt volt 50cm alatti vastagsága. A felújítás során az ajtónyílások szélesítését végezték el a jobb hasznosíthatóság érdekében.



3. ábra: Az Ónod, Mező utcai épület
utcahomlokzata (saját fotó)



4. ábra: A Sárospatak, Végardói úti épület udvar felőli
homlokzata (saját fotó)

Az Ónod, Mező utcai a harmadik épület, ami felmérésre került. A jellegét tekintve egy nyitott oldaltornácos, vályogtéglából épült, beton sávalapon álló, kerámia cserepes, kontyolt fedélidomú, torokgerendás fedélszerkezetű épület. Az épület elhelyezkedése a telken a korábbi építkezési szokásoknak megfelelően, a sárospataki és a Nyékládháza, Munkácsy úti épülethez hasonlóan hosszirányú. A lakóház K-NY tájolású, a bejárat pedig a déli homlokzaton található. Az ingatlant szomszédos épületek, illetve magas növények nem árnyékolják.

A negyedik családi ház (4. ábra) Sárospatak Végardó városrészében található. A környék akkori szokásainak megfelelően az épület vályogtéglából épült, kontyolt fedélidomú, torokgerendás fedélszerkezetű fémlemezfedéssel. Az alap betonból készült, az alapozási sík 1,5 méter mélyen van a terepszint alatt. Ennek különösen fontos szerepe van, hiszen a Bodrog mindössze pár száz méter távolságban folyik az épülettől, és árvizek idején magas állású talajvízszintet eredményez. A K-NY tájolású építmény elrendezése hosszirányú, a bejárat pedig a déli homlokzaton található. Ez az egyetlen olyan épület, amelynél nem épült tornác.

3. Az épületenergetikai számítás részletezése egy épületen az eredeti állapot figyelembe vételével

Az épületenergetikai számítások egységesen a 7/2006 (V.24.) TNM. kormányrendelet alapján készültek. A felmért geometriai adatok felhasználásával az eredeti állapotok kiértékelése, illetve a hiányosságok kerültek megállapításra.

Az épületenergetikai számítás folyamata részletesen bemutatásra kerül a Sárospatak, Végardó úti épület eredeti állapotában. A további épületek számításait, illetve a felújításra vonatkozó számításokat az *Épületenergetikai számítások (11.2. fejezet)* című melléklet tartalmazza.

3.1. Hőmérsékletváltozás vizsgálata a külső fal általános rétegrendjében

I. Kiindulási adatok:

- Épület: Sárospatak, Végardói út 5.

A fal rétegrendi felépítése:

- 0,5 cm külső vakolat
- 54 cm vályogtégla fal
- 1 cm belső vakolat

A vályogtégla falazat jellemzője: $\lambda = 0,910 \text{ W/mK}$

II. Hőfokelés számítása:

Hőmérséklet értékek általános esetben

$$t_e = -15^\circ\text{C}$$

$$t_i = +20^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 35^\circ\text{C}$$

hőátadási tényezők:

$$h_e = 24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$h_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Hőmérséklet-értékek a szerkezeti rétegek határán: $\Delta t = 35^\circ\text{C}$

	d [m]	λ [W/mK]	h	R [1/h;d/ λ]	Δt	t [°C]
						-15,000
külső levegő	-	-	24	0,042	1,879	
						-13,121
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,242	
						-12,879
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	26,757	
						13,879
belső vakolat	0,010	0,930	-	0,011	0,485	
						14,364
belső levegő	-	-	8	0,125	5,636	
						20,000

$$\Sigma R = 0,776 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U = 1/\Sigma R = 1,288 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$q = U \cdot \Delta t = 45,091 \text{ W/m}^2$$

Hőmérséklet-értékek a szerkezeti rétegek határán: $\Delta t=22^{\circ}\text{C}$

	d [m]	λ [W/mK]	h	R [1/h;d/ λ]	Δt	t [$^{\circ}\text{C}$]
						-2,000
külső levegő	-	-	24	0,042	1,181	
						-0,819
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,152	
						-0,667
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	16,819	
						16,152
belső vakolat	0,010	0,930	-	0,011	0,305	
						16,457
belső levegő	-	-	8	0,125	3,543	
						20,000

$$\Sigma R=0,776 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$U=1/ \Sigma R=1,288 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$q=U* \Delta t =28,343 \text{ W/m}^2$$

3.2. Épületenergetikai számítások az egyszerűsített módszer alkalmazásával

I. Rendeltetés, alapadatok, követelmények

Az épület alapincézetlen, padlásteres földszintes családi ház. Homlokzati hőszigetelés nincs. Lábazata 43cm magas, az épület belmagassága 2,40 méter. Az épület konytetős kialakítású, 50cm-es ereszkinyúlással.

I.1. Jellemző rétegfelépítések és épületszerkezetek:

Külső fal:

- 0,5cm külső vakolat
- 54 cm vályogfal
- 1 cm belső vakolat

Padló:

- 2 cm faburkolat
- 10 cm aljzatbeton
- 20 cm kavicsréteg
- termett talaj

Padlásfödém:

- fagerenda
- 3 cm lécezés
- 5 cm könnyűvályog tapasztás

II. Geometriai adatok (belméretek alapján)

Nettó (hasznos) alapterület: $A_N= 72,340 \text{ m}^2$

Belmagasság: $b_m=2,400 \text{ m}$

Belmérettel számolt burkoló felületek:

	felület: A [m ²]
homlokzat felülete	A _{homl} =96,000
bejárati ajtó	A _{ajtó} =2,629
üvegezett nyílászárók	A _{ablak} =5,304
külső tömör fal	A _{kfal} =88,068
padlófelület	A _{padló} =72,332
padlásfödém	A _{padlásf} =73,332
összesen:	A=240,665

Padlómagasság a talajszint fölött: Z=0,433 m

Fűtött térfogat:

$$V = A_N * b_m = 173,598 \text{ m}^3$$

III. Felület/térfogat arány

$$\frac{A}{V} = \frac{240,665}{173,598} = 1,386 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

IV. A fajlagos hővesztésgtényező határértéke: q_m[W/m³K]

$$\frac{A}{V} > 1,3 \text{ esetén: } q_{m,köv}=0,58 \text{ W/m}^3\text{K}$$

V. Az egyes határoló szerkezetekre vonatkozó számítások

V.1. Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire:

- | | |
|--|--|
| - külső falak:
U _{kfal} ^{eredeti} =1,288 W/m ² K
U _{kfal} ^{köv.} =0,45 W/m ² K | - talajon fekvő padló:
R _{padló} =0,741 m ² K/W
R _{padló} ^{köv.} =2,0 m ² K/W |
| - üvegezett nyílászárók:
U _{ablak} = 1,60 W/m ² K
U _{ablak} ^{köv.} =1,60 W/m ² K | U _{padló} =1,349 W/m ² K
U _{padló} ^{köv.} =0,5 m ² K/W |
| - bejárati ajtó:
U _{ajtó} =1,80 W/m ² K
U _{ajtó} ^{köv.} =1,80 W/m ² K | - Vonalmenti hőátbocsátási
tényező: ψ [W/mK]
ψ _{lab} =1,450 W/mK |
| - padlásfödém:
U _{padlásf} =1,094 W/m ² K
U _{padlásf} ^{köv.} =0,30 W/m ² K | |

V.2. A rendelet 1. melléklet I. követelménye teljesülésének ellenőrzése:

A meglévő épület szerkezetei az I. követelménynek nem felelnek meg, tehát az egyes értékek alatt feltüntetett követelményértékekhez való igazodás nem teljesül.

V.3. A hőátbocsátási tényezők korrekciója: U_R [W/m^2K]

A hőhidak hatását kifejező korrekció:

$$U_R = U \cdot (1 + \chi) \quad [W/m^2K]$$

χ - korrekciós tényező, amely a hőhidak fajlagos mennyiségétől függ

Hőhidak összegzése:

Hőhíd megnevezése	hossza [m]
Falszerkezet pozitív sarokél	9,600
külső fal - belső fal „T” csatlakozás	14,400
külső fal - födém csatlakozás	40,000
homlokzati nyílászárók kerülete*:	95,670
külső fal - padló csatlakozása: $l_{padló}$	40,000
Összes hőhíd hosszúság Σl	199,670

*küszöbélék hosszának levonásával

A hőhidak fajlagos hossza:

$$\Sigma l / A_{homl} = 199,670 / 96,000 = 2,080$$

Az épület hőhidasságát minősítő besorolás szerint: $\Sigma l / A_{homl} > 1$ az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas.

Az épület korrekciós tényezői:

- külső falra: $\chi = 0,3$
- padlásfödémre: $\chi = 0,1$

A külső fal hőhidak hatását is kifejező hőátbocsátási tényezője:

$$U_{Rkfal} = U_{kfal} \cdot (1 + 0,3) = 1,675 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A padlásfödém hőhidak hatását is kifejező hőátbocsátási tényezője:

$$U_{Rpadlásf} = U_{padlásf} \cdot (1 + 0,1) = 1,203 \text{ W/m}^2\text{K}$$

A padlás külső térhez képest eltérő hőmérsékletértéke korrekciós tényező ($\varepsilon = 0,9$)

$$U'_{Rpadlásf} = 1,083 \text{ W/m}^2\text{K}$$

VI. A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

$$\Sigma A \cdot U_R + I \cdot \psi \text{ [W/K]}$$

	A [m ²]	U _R [W/m ² K]	A * U _R [W/K]
külső falak	88,068	1,675	147,497
bejárati ajtó	2,629	1,800	4,732
üvegezett nyílászárók	5,304	1,600	8,486
padlásfödém	72,332	1,083	78,338
ΣA * U_R			239,053
	l [m]	ψ [W/mK]	I * ψ
padló éle	40,000	1,450	58,000
ΣA * U_R + I * ψ			297,053

VII. Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

Egyszerűsített számítás esetén a sugárzásos nyereség pontos megállapítása nem szükséges, valamennyi homlokzatot északi tájolásúnak feltételezve közelít a számítás. A fűtési idényre számítható direkt sugárzási nyereség megállapításához hasznosítási tényezőt (ε) kell figyelembe venni, ami az épület hőtároló tömegétől függ:

- nehéz szerkezetekre: ε = 0,75
- könnyű szerkezetekre: ε = 0,50

VII.1. Hőtároló tömeg számítása

A hőtároló tömeg a következő szerkezeti részekből adódik:

- födémek és határoló falak, belső tér felőli, 10 cm-es vastagsága
- padlók hőszigetelő réteg fölötti hőtárolásban résztvevő rétegeinek tömege

Az épület a nettó fűtött alapterületre vetített fajlagos tömeg alapján:

- nehéz, ha m > 400 [kg/m²]
- könnyű, ha m < 400 [kg/m²]

A jelenlegi épületnél:

- a födém alsó, 10 cm-es rétege: (3 cm lécezés + 5 cm könnyűvályog tapasztás)
(0,030*600+0,050*300)*72,340= 2387,220 kg
 - A padló hőszigetelés fölött rétegeire: (2 cm faburkolat + 10 cm aljzatbeton)
(0,020*600+0,10*2400)*72,340= 118229,680 kg
 - A határoló falak téroldali, 10 cm-es rétege: (1 cm vakolat + 9 cm vályogfal)
(0,01*1850+0,09*1800)*72,340= 15896,202 kg
- Összesen 36513,102 kg

A fűtött alapterületen ható fajlagos tömeg:

$$m = 36513,102/72,340 = 504,473 \text{ kg/m}^2$$

A válaszfalak fajlagos tömegének beszámítása nélkül is meghaladja a fajlagos hőtároló tömeg az $m > 400 \text{ kg/m}^2$ követelményt: **nehéznek** minősíthető.

VII.2. Direkt sugárzási nyereség fűtési idényre: Q_{sd} [kWh/a]

A direkt sugárzási nyereség a fűtési idényben az alábbi képlettel számolható:

$$Q_{sd} = \varepsilon * \Sigma A_{\ddot{u}} * g * Q_{TOT} \quad [\text{kWh/a}] \text{ ahol:}$$

$A_{\ddot{u}}$ [m²] a nyílászárók üvegfelülete;

g az üveg sugárzásátbocsátási tényezője;

Q_{TOT} [kWh/m²a] sugárzási energiahozam a fűtési idényre: $Q_{TOT}^E = 100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

$$Q_{sd} = 0,75 * 4,518 * 0,65 * 100 = 220,238 \text{ kWh/a}$$

VII.3. A fajlagos hővesztéstényező számítása:

$$q = \frac{1}{V} (\Sigma A * U_{R+I} * \psi - \frac{Q_{sd}}{72}) \quad [\text{W/m}^3\text{K}]$$

V [m³] a fűtött térfogat;

$\Sigma A * U_R$ [W/K] a hőhíd-hatással megnövelt transzmissziós veszteség;

$I * \psi$ [W/K] vonalmenti hőveszteség a lábazati él mentén;

Q_{sd} [kWh/a] direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre.

A II. követelmény szerint az épület szerkezetei alapján kiszámított fajlagos hőveszteség-tényező kisebb kell legyen, mint a geometriai jellemzőkből megállapított követelmény:

$$q_{m,köv} = 0,58 \text{ W/m}^3\text{K}$$

$$q = 1,694 \text{ W/m}^3\text{K}$$

Az épület a II. követelménynek **nem felel meg**.

VIII. Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

VIII.1. A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{\ddot{u}} * g_{nyár} * I_{nyár} \quad [\text{W}]$$

$I_{nyár}$ [W/m²] átlagintenzitás a nyári túlmelegedéshez

északra: 85 W/m^2

többi égtáj felé: 150 W/m^2

$g_{nyár}$

az árnyékolók hatását figyelembe vevő sugárzás

Naptényező: $N=0,2$ redőnyre

$$g_{nyár}^{redőny} = 0,65 * 0,2 = 0,13$$

			árnyékolók nélkül	
Égtáj	$A_{ü}$ [m ²]	$I_{nyár}$ [W/m ²]	$g_{nyár}$	$\Sigma A_{ü} * g_{nyár} * I_{nyár}$ [W]
Észak	0	85	0	0
Dél	2,358	150	0,650	229,876
Kelet	2,160	150	0,650	210,600
Nyugat	0	150	0,650	0
Összesen				442,426

$$Q_{sdnyár} = 442,426 \text{ W}$$

VIII.2. A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A túlmelegedés a külső és belső hőmérsékletek napi átlagos különbsége alapján ítéhető meg:

$$\Delta t_{bnyár} = \frac{Q_{sdnyár} + A_N * q_b}{\Sigma A * UR + 1 * \psi + 0,35 * n_{nyár} * V} \quad [\text{K}], \text{ ahol:}$$

 A_N [m²] nettó alapterület, q_b [W/m²] belső hőnyereség ($q_b=5$ [W/m²]) $n_{nyár}$ [1/h] légcsereszám a szellőzési lehetőségek függvényében ($n_{nyár}=9$) V [m³] fűtött légtérA követelmény a $q_b < 10$ [W/m²] korlátozás mellett:- nehéz épületszerkezet esetén: $\Delta t_{bnyár} < 3$ [K]

$$\Delta t_{bnyár} = 0,953 < 3 \text{ K, tehát } \mathbf{megfelel}.$$

IX. Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F [kWh/a]) és a fajlagos érték

$$Q_F = 72 * V * (q + 0,35 * n) * \sigma - 4,4 * A_N * q_b \quad [\text{kWh/a}]$$

 n [1/h] légcsereszám q_b [W/m²] belső hőnyereség $q_b=5$ W/m²

$$Q_F = 19427,952 \text{ kWh/a}$$

Nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke: q_F [kWh/m²a]

$$q_F = \frac{Q_F}{A_N} = 268,564 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

X. Az épület primer-energia igényének meghatározása

X.1. A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye : E_F [kWh/m²a]

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

q_f	[kWh/m ² a]	fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye,
$q_{f,h}$	[kWh/m ² a]	a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek,
$q_{f,v}$	[kWh/m ² a]	az elosztóvezeték fajlagos vesztesége,
$q_{f,t}$	[kWh/m ² a]	a hőtárolás fajlagos vesztesége,
C_k		a hőtermelő teljesítménytényezője,
α_k		a hőtermelő által lefedett energiaarány,
e_f		a fűtési energiahordozó primer-energia átalakítási tényezője,
E_{FSZ}	[kWh/m ² a]	a keringtetés fajlagos energiaigénye,
E_{FT}	[kWh/m ² a]	a tárolás segédenergia-igénye,
$q_{k,v}$	[kWh/m ² a]	a hőtermelés segédenergia-igénye,
e_t		a tűzifa energia primer-energia átalakítási tényezője.

A számításhoz szükséges adatokat a szabályozás mellékletei tartalmazzák, és az értékeik a következőképp lettek felvéve:

$q_f = 268,564$	kWh/m ² a,	
$q_{f,h} = 15,0$	kWh/m ² a	egyedi kályhafűtés,
$q_{f,v} = 0,0$	kWh/m ² a	az elosztók vesztesége,
$q_{f,t} = 0,0$	kWh/m ² a	a hőtárolás fajlagos vesztesége,
$C_k = 0,6$		cserépkályha,
$\alpha_k = 1,0$		1 kályha,
$e_f = 1$		a fűtési energiahordozó primer-energia átalakítási tényezője,
$E_{FSZ} = 0,0$	kWh/m ² a	a keringtetés fajlagos energiaigénye,
$E_{FT} = 0,0$	kWh/m ² a	a tárolás segédenergia-igénye,
$q_{k,v} = 0,0$	kWh/m ² a	a hőtermelés segédenergia-igénye,
$e_t = 0,600$		a tűzifa energia primer-energia átalakítási tényezője.

$$E_F = 453,703 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

X.2. A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV} [kWh/m²a]

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) * \Sigma(C_k + \alpha_k + e_{HMV}) + (E_c + E_K) * e_v$$

q_{HMV} [kWh/m ² a]	a melegvíz készítés nettó energiaigénye,
$q_{HMV,v}$ [kWh/m ² a]	melegvíz elosztás fajlagos vesztesége,
$q_{HMV,t}$ [kWh/m ² a]	melegvíz tárolás fajlagos vesztesége,
C_k	a hőtermelő teljesítménytényezője,
α_k	a hőtermelő által lefedett energiaarány,
e_{HMV}	a melegvíz készítésre használt energiahordozó primer-energia átalakítási tényezője,
E_c [kWh/m ² a]	a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye,
E_K [kWh/m ² a]	a melegvíz termelés segédenergia-igénye
e_v	a villamos energia primer-energia átalakítási tényezője

A számításhoz szükséges adatokat a szabályozás mellékletei tartalmazzák, és az értékeik a következőképp lettek felvéve:

$q_{HMV}=30$ kWh/m ² a	lakóépület esetén,
$q_{HMV,v}=7,2$ kWh/m ² a	q_{HMV} 24%-a,
$q_{HMV,t}=6$ kWh/m ² a	
$C_k=1,30$	átfolyós rendszer,
$\alpha_k=1$	a hőtermelő által lefedett energiaarány,
$e_{HMV}=1$	földgáz,
$E_c=1,140$ kWh/m ² a	a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye,
$E_K=0,0$ kWh/m ² a	
e_v	a villamos energia primer-energia átalakítási tényezője

$$E_{HMV}=59,010 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

X.3. Összesített energetikai jellemző: E_P [kWh/m²a]

$$E_P = E_F + E_{HMV}$$

$$E_P = 453,703 + 59,010 = 512,713 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

$$\frac{A}{V} = 1,3 \quad \text{esetén:} \quad E_{P,köv} = 230 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

$$E_P = 512,713 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad > \quad E_{P,köv} = 230 \text{ kWh/m}^2\text{a} \quad \text{Nem felel meg.}$$

X.4. Az épület energetikai minősítése:

$$\frac{E_p}{E_{p,köv}} * 100 \% = \frac{512,713}{230} * 100 = 222,919 \%$$

Az épület rendelet szerinti besorolása: „G”, minősítése: **átlagost megközelítő**.

4. Jellemző káresetek, szerkezeti problémák, hiányosságok

A felmérés során megfigyelhetőek voltak olyan jellegzetes hibák, amelyek minden épületnél jelen voltak. E problémáknak a megállapítása, illetve a kiváltó okok megtalálása fontos feladat a felújítás megkezdése előtt, hiszen a későbbi munkálatokat ezek megoldásával illetve a későbbi károk megelőzésével együtt kell elvégezni.

4.1. Tartószerkezeti káresetek, problémák

A fő tartószerkezeti hibák azoknak a károsodásoknak az összessége, amelyek elkerülése nélkül az épület egy bizonyos időtartam alatt tönkremegy. Ezek közé tartozik az alapozás, a teherhordó falak és a lábazat hibái, a víz okozta problémák, illetve a földemek és a tetőszerkezet meghiúsodása.

4.1.1. Az alapozás okozta káresetek

A vályogházak építése során a legtöbb alkalommal sávalapok kerültek alkalmazásra. Más alapozási megoldások közül mélyalap szinte sosem, lemezalap pedig csak utólagos alapterület növelések során került beépítésre.

Az alapok károsodásának megállapítása általában a jellegzetes repedések megfigyelésével állapítható meg. Ezek a problémák a szerkezet hibáiból, és az általaj elégtelen minőségéből egyaránt adódhatnak. *„Ha a vizsgált épület már több évtizede áll, ám mégis valamilyen károsodás indul meg az alapjában, az a legritkább esetben vezethető vissza az általaj minőségére. Mégis kell szólni e tényezőkről is, mert új épületek építésénél, a ház bővítésénél ezek igen fontos körülmények”¹*

Hibák keletkezhetnek az alapban akkor, ha az nem megfelelő teherbírású talajra épült. Ilyen talajnak minősülnek a kisteherbírású feltöltések, a nagy összenyomódásra képes rétegek, illetve a homokos, löszös talajok. *„Az ilyen hiba esetén általában az épület teljes egésze süllyedni kezd - feltéve, ha az épület egész területe alatt ilyen talaj van. A felmenő szerkezetek, a földemek stabilitásától, összedolgozásától függően egyes épületrészek más-más mértékben süllyedhetnek, de a mozgás az egész épületre jellemző.”¹* Nagymértékű problémákat okozhatnak továbbá a térfogatváltozó, illetve a különböző teherbírású talajok. Az előbbi esetben a talaj megemeli az épületet, vagy annak egy részét, amelyekből hosszú, függőleges, illetve akár átmenő repedések is keletkezhetnek, míg az utóbbi esetben az épület nem egyformán süllyed (5. ábra), aminek következtében a ház akár el is törhet (6. ábra).

¹ Mednyánszky Miklós - Vályogházak



5. ábra: Az üvegezett tornác utcahomlokzati tartóoszlopán keletkezett vízszintes repedés az altalaj süllyedése következtében (saját fotó)



6. ábra: Függőlegesen lefelé haladó átmenő repedés a tornác parapetfalán (saját fotó)

Az alapozás mélységének megválasztása során fontos szempont a talajvízszint magassága, a fagyhatár megállapítása, illetve a teherbíró talaj felszín alatti mélységének meghatározása. Ha az alap nem megfelelő mélységű, akkor ezek a tényezők problémát jelenthetnek, ugyanis ha az alapozás a fagyhatár fölötti rétegre kerül, akkor az télen a megfagyott víz miatti térfogat növekedés következtében megemelheti az épületet. E hibajelenségnek a látható jele lehet a parapetfalak függőleges elrepedése.

4.1.2. A teherhordó külső falak és a lábazat hibái

Az épületek, így a vályogházak legnagyobb igénybevételnek kitett szerkezeti részei is a külső teherhordó falak, illetve a lábazat. A vályog anyagösszetétele miatt a falak rendkívül érzékenyek a nedvességre (7-9. ábra), illetve jelentős károkat okozhatnak a túlzott terhelések is, de az alapozás hibái is közvetve a falakon jelennek meg repedések formájában. A karbantartás elmulasztása miatt a szerkezetek könnyen tönkremennek, egyes falak leomolhatnak, ami az épen maradt tartórészek későbbi károsodásához vezethet a jelentkező további terhelés miatt.

A nedvesedés olyan komplex probléma, amelynek megoldása a legmeghatározóbb a föld építőanyagú házak élettartamát tekintve. A teherhordó falak nedvesedése ellen több irányból is védekezni kell. Az alaptest és a felmenő szerkezetek közötti vízszigetelés fontos, hiszen a felszivárgó víz a falak teherbírásának elvesztését okozhatja. Ez ellen az építkezések során az alapozásra rakott kisméretű téglasorral, vagy a ráfektetett különböző természetes szövetekkel próbáltak védekezni. Ezek a megoldások azonban nem nyújtottak hathatós

megoldást. Az épületek elhelyezése során alapelv volt a magas talajvízszint elkerülése, de a talajnedvesség-terhelés és a csapadékvíz helytelen, vagy hiányzó elvezetése miatt is keletkeznek problémák. A csapadék nagymértékű visszaverődése a lábazat menti sávokban jelentős károkat okozhat. A felverődő víz a szerkezetbe kerül, így csökkentve annak teherbírását illetve állékonyságát (10. ábra).



7. ábra: Nedvesedésből származó foltok az épület külső térelhatároló szerkezetén (saját fotó)



8. ábra: Nedvesedésből származó foltok az épület külső térelhatároló szerkezetén (saját fotó)



9. ábra: Nedvesedésből származó hólyagos vakolatleválás a tornác belső oldalán (saját fotó)



10. ábra: Csapadékfelveredés okozta vakolatleválás (saját fotó)

A tető héjazat, rétegrendi illetve geometriai kialakítása fontos a megfelelő vízvezetés szempontjából, mert a felülről érkező csapadék hasonló problémákhoz vezethet megfelelő védekezés nélkül. A fedés hiányosságai miatt bekövetkező beázás nem csak a falakra, de a padlásfödém meghibásodásához vezethet. Egyes sarkok beázása esetén a fal könnyen elveszítheti állagát, kiperegphet, aminek következtében létrejövő mozgások és alakváltozások az épületet életveszélyessé alakíthatják. A felverődő csapadék a külső falak lábazatát áztathatja olyan mértékben, hogy az teherbírási problémákhoz vezethet.

A falak építése során fontos a megfelelő kivitelezés és a hozzáértés. A kedvező szálas anyag-agyag arány megtalálása ugyancsak fontos a későbbi problémák megelőzése érdekében. Ha a vályog túl kövér lesz, azaz kevés szálas anyag kerül bele, akkor ugyan

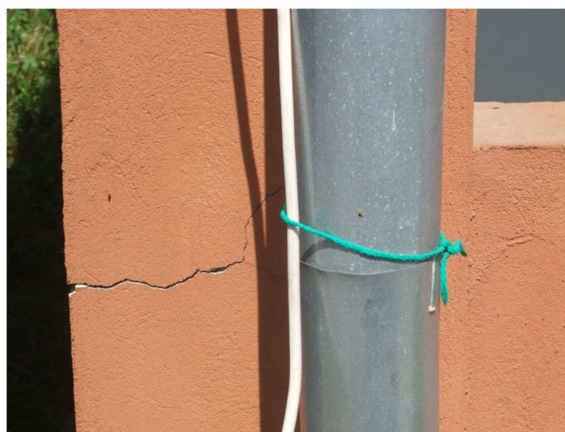
nagyobb lesz a szilárdsága, viszont a zsugorodása is, aminek következtében megrepedezhet és tönkremehet.

A legtöbbször jelentkező, és a leginkább észrevehető problémák a falak esetében a megjelenő repedések. „A repedés javításának csak akkor van értelme, ha a falazat már beállt, azaz a repedést okozó folyamatok megálltak.”² A repedéseknek két csoportját lehet megkülönböztetni: a vékony, 1-2 cm-nél nem vastagabb, felületi repedések, illetve a vastag, a fal keresztmetszetén mélyen, esetleg teljesen áthatoló repedések. A vizsgált épületeknél megfigyelhetőek voltak olyan jellegzetes épületszerkezeti részek, amelyeknél mind a négy esetben hasonló mértékű és intenzitású repedések jelentek meg:

- a nyílászárók sarkaitól induló, többnyire függőleges szétnyílások;
- a sarkokban keletkező, akár a padlótól a mennyezetig terjedő ugyancsak függőleges szétnyílások;
- Az egyenetlen süllyedések következtében keletkező repedések (12. ábra)
- az utólagos mellépítések, illetve az alap nélküli tornácok, teraszok csatlakozásánál megjelenő repedések az épület kettényílását okozhatják (13. ábra). A kiváltó tényezők szerkezeti okokra vezethetők vissza, mint például az alapozás károsodásra vagy nem megfelelő minősége, a túl nagymértékű terhelés, a zsugorodás, stb.



11. ábra: Repedések és vakolatleválás a külső teherhordó fal belső oldalán (saját fotó)

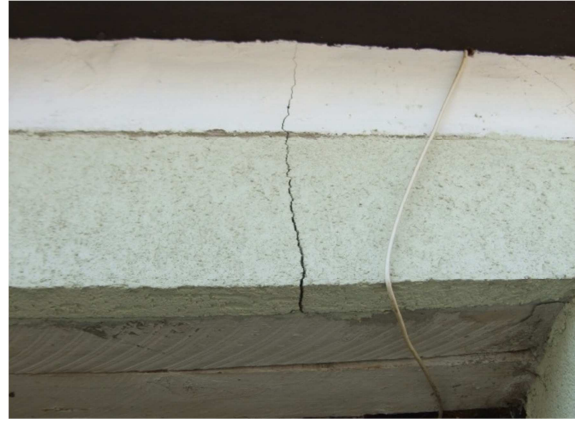


12. ábra: A sarok süllyedésének következtében létrejövő vízszintes repedés az oszlopon (saját fotó)

² Mednyánszky Miklós - Vályogházak



13. ábra: Függőleges repedés a tornác és a teherhordó fal csatlakozásánál (saját fotó)



14. ábra: Szétnyíló függőleges repedés az ablak feletti áthidaló nagymértékű behajlása miatt (saját fotó)

4.1.3. Belső válaszfalak káresetei

„A hagyományos népi építészetben a belső közfalakat a külső határoló falakkal megegyező anyagból és szerkezeti vastagsággal építették. Meghibásodásuk fajtái és javításuk módja nagyrészt megegyezik a külső teherhordó és térelhatároló falakéval.”³A belső falak gyakran alap nélkül készültek, de eredetileg nem is volt rá szükség. Viszont a nedvesedés, és az idő múlásával megjelenő terhek (például a földem behajlása miatt) feszültségeket okoznak a belső falakban, amik így nagymértékű mozgásra és alakváltozásra hajlamosak.

4.1.4. A földékek káresetei

Viszonylag ritkán előforduló, ám veszélyes jelenség a földékek károsodása. A vályog épületek építése során általában fa gerendákat alkalmaztak, amit felülről deszkázattal és könnyűvályog tapasztással zártak le. Nagyobb fesztávolságok esetén a földéket mestergerendával erősítették meg. A padlástér csak ritkán került beépítésre, azonban a tárolásra megfelelő helyet biztosított, amit az akkori életmód szerint ki is használtak, tehát járható felületként használták a padlástér fölé. A fa gerendák azonban viszonylag kis keresztmetszetük valamint a mai építőanyagokhoz viszonyítva kis teherbírásuk, illetve a nagy fesztávok miatt erősen behajlottak a lakótér felett (15. ábra). Ennek oka az előbb említett tényeken kívül még a nem megfelelő alátámasztás hiánya is lehet. A behajlás önmagában még nem feltétlenül jelent problémát, de a terhelés folyamatos megléte, vagy növekedése a gerendák keresztmetszetével párhuzamos, függőleges irányú tönkremenetelét okozhatja, amely az épületet lakhatatlanná és életveszélyessé teszi (16. ábra).

³ Dr. Szűcs Miklós - Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása



15. ábra: A fa gerendák behajlása a túlzott terhelés miatt (saját fotó)



16. ábra: A fa gerenda tönkremenetele a behajlás következtében, illetve annak megerősítése (saját fotó)

4.1.5. A tetőszerkezet által okozott problémák, károsodások

A födécek anyagához hasonlóan a fedélszerkezetek is fából készültek. A tető meghiúsodása önmagában nem okoz tönkremenetelt, viszont közvetve hat a többi szerkezet viselkedésére. Jó minőségű fedés esetén a külső viszonyok nem károsíthatják a tetőszerkezetet. Viszont megfelelő kezelés nélkül a különböző gombák és károkozók előidézhetik a gyors elhasználódást. Ha a fedés hiányos vagy beázik, akkor a folyamatos nedvesedés a teherbírás csökkenését illetve az önsúly növekedését okozhatja, ami a tetőszerkezettel érintkező elemek számára plusz terheket jelent. Egy felújítási tetőcsere során az anyagok megválasztásánál szintén fontos szempont az anyagok súlya, hiszen ha az új tető nagyobb terhet jelent, mint a régi, akkor az a teherhordó falszerkezetekben repedéseket, esetleg gyors tönkremenetelt, beomlást okozhat.

4.2. Másodlagos szerkezetek káresetei

A másodlagos szerkezeti problémák olyan hibák összessége, amelyek önmagukban nem okoznak teherbírási illetve állékonysági problémát, viszont megoldásuk szükséges az épület rendeltetészerű használatához, a gazdaságos fenntarthatósághoz illetve az emberi komfortérzet meglétéhez. Ezek közé tartoznak a nyílászárók deformációi, a padló hibái valamint a hőszigetelés hiánya.

4.2.1. Nyílászárók deformációja



17. ábra: Az ablakok deformációja a homlokzaton
(saját fotó)



18. ábra: Az ablak deformációja
(saját fotó)

A nyílászárók deformációja nem fő szerkezeti probléma, viszont utalhat a falak hibáira (17-18. ábra). A vályogházak esetében túlnyomóan fából készült nyílászárók kerültek beépítésre, hiszen évtizedekkel ezelőtt ebben a formában sem az alumínium, sem a műanyag nem volt elterjedt.

A nyílászárók károsodását kiváltó okok általában szerkezeti problémák, mint a falak különböző okokból bekövetkező vetemedése, de lehet rovar vagy gombásodás okozta kár is. A fa anyaga a terhelésekkel szemben rugalmasan viselkedik, tehát repedések, törések nem keletkeznek. A nyílászárók beépítése során áthidalóként is fa elemek kerültek beépítésre, amelyek nem megfelelő teherbírásuk miatt nem tudják minden esetben meggátolni a deformálódást. Ilyen jellegű problémákat okozhat az alapozás nem megfelelő minősége, illetve a nem megfelelő teherbírású altalaj is, a falszerkezet károsodásával.

4.2.2. A padló hibái

A padló rétegtrendje régebben hőszigetelés nélkül készült, alapjaként aljzatbetont, vagy döngölt földet használtak. A burkolatok anyaga természetes volt, leginkább kő, téglá, fa vagy föld. Ezeknek a telepítése még kezdetleges módszerekkel történt. „A hideg burkolatokat régebben padlószigetelés nélkül, gyenge minőségű aljzatbetonra és ágyazó habarcsba fektették, amelyek a felszívódó nedvesség hatására és az épület megváltozott (időszakos) használata miatt kifagytak. Hajópadlókat régen csupán vékony homokágyzatba fektetett párnafára szegezték (kapillárist csökkentő rétegek, vagy padlószigetelés nélkül), felső rétegét

esetenként olajfestékkel lemázolták. Ez megakadályozta a felszívódó pára eltávozását és a faanyag rothadását, gombásodását okozta.”⁴

4.2.3. Hőszigetelés hiányára visszavezethető káresetek

A mai építési illetve épületenergetikai szabályozások nagy hangsúlyt fektetnek a megfelelő hőszigetelések alkalmazására. Ezek az épületek viszont akkor épültek, amikor ezek az anyagok még nem terjedtek el, illetve a népi építészetben nem voltak megfizethetők. Az építkezések során csak nagyon ritka esetekben alkalmaztak hőszigetelést. Az erre megfelelő anyagok pedig akkor is léteztek, mint például a nád vagy a szalma. A vályogházak a kis építési költségek mellett mégis a belső komfortérzet és az egészséges lakókörnyezet miatt terjedtek el hazánkban. Ennek az oka az akkori emberek életmódja volt, hiszen a télen padláson tartott gabona rendkívül jó hőszigetelést biztosított, de a fűtést a kitermelt fával oldották meg. Mára viszont ezek a szerkezeti megoldások elavulttá váltak és az épület energetikai gyengepontjaként vannak jelen annak ellenére is, hogy a vályog könnyűvályog viszonylagosan jó hőszigetelő tulajdonságokkal rendelkezik.

5. A felújítás lehetséges épületszerkezeti megoldásai

Az épületek komplex felújítása során megoldást kell találni a meglévő problémák megszüntetésére, illetve meg kell előzni az esetleges jövőbeni hibák kialakulását. Emellett az is fontos, hogy az ingatlanok környezetbarát tulajdonságai a lehetőségek szerint a legjobban megmaradjanak. Az anyagok kiválasztásánál lényeges szempont volt a modern és a népi építészeti stílus megfelelő arányának megtalálása. A helyreállítás során eredeti állapotában megmaradó szerkezetek pozitív tulajdonságainak a kiemelése, míg a hiányosságok minimalizálása volt a cél amellett, hogy az új épületenergetikai szabályozásnak (7/2006 TNM) megfelelő épület jöjjön létre. A felújítás lehetséges épületszerkezeti megoldásai két fő területre összpontosítanak, a hőszigetelésre valamint a különböző nedvesedések elleni védekezésre.

5.1. A hőszigetelésre vonatkozó szerkezeti megoldások

5.1.1. Térhatároló falak hőszigetelése

Épületenergetikai szempontú felújítás legjelentősebb részét az épület -, illetve a fűtött tér határoló szerkezeteinek hőszigetelése jelenti. A hőveszteségek összességében kiemelt

⁴ Dr. Szűcs Miklós - Föld- és vályogfalú háza építése és felújítása

részarányt a külső határoló falakon keresztül történő hőenergia-áramlás ad. Ezért az épületek felújítása során szükségszerű homlokzati hőszigeteléssel a dolgozat, és a számítások részletesen foglalkoznak (11.2. fejezet: *Épületenergetikai számítások*).

Páratechnikai megfontolások alapján, illetve mivel Magyarországon nem elterjedt megoldás a külső teherhordó falak fűtött tér felőli hőszigetelése, ezért leginkább külső oldali hőszigetelő anyagok kerültek kiválasztásra. A lehetséges szerkezeti megoldások a külső térhatároló falak esetén:

1) Kőzetgyapot

A kőzetgyapot választását a természetes eredete illetve megfelelő hőszigetelő képessége mellett a jó légáteresztő képessége indokolta. A felújítás során „lélegző” épületek létrehozása volt a cél, aminek ez a hőszigetelő anyag megfelel.

2) Baumit Open

A Baumit Open egy polisztirol alapú hőszigetelő anyag, amely perforált kialakításának köszönhetően jó páraáteresztő tulajdonságokkal rendelkezik. Ennek alkalmazásával tehát a vályogház nem veszíti el a jó páragazdálkodási tulajdonságát. A táblákban a homlokzati felületre merőlegesen légrések vannak kialakítva, ezzel segítve a pára távozását a falon keresztül.

3) Külső oldalon kőzetgyapot + belső oldalon Thermolut DP 180

A Thermolut rendszer egy Németországban elterjedt megoldás az épületek belső oldali hőszigetelésére. Az anyag természetes eredetű, és kifejezetten vályogházakhoz készült. A belső oldali felhasználást a Németországban sok helyen megtalálható Fachwerkhaus (fa teherhordó vázszerkezetű) kialakítás indokolja, mivel az e típusú épületeknél a homlokzat eredetiségének megőrzése érdekében nem alkalmaznak külső hőszigetelést. A Thermolut alkalmazása esztétikai szempontból is előnyös, mivel a táblák a belső oldalon egységes felületeket hoznak létre, mely előnyös a vakolás tekintetében is. A Thermolut belső oldali felújító rendszer alkalmazása akkor indokolt, ha homlokzati díszítőelemek megtartása a cél, illetve telekhatárra épült házaknál, ugyanakkor külső homlokzati hőszigetelés mellett kiegészítő belső oldali hőszigetelésként is megfelelő megoldást eredményez.

Az egyes rétegrendekre, illetve épületekre vonatkozó hőfokelési görbék a 11.3. fejezetben találhatóak meg.

5.1.1.1. A belső oldali hőszigetelés okozta páraáteresztési probléma

A szerkezetek, rétegrendek páradiffúziós vizsgálatával megállapítható, hogy a külső teherhordó falak keresztmetszeti felépítése megfelel-e a páratechnikai követelményeknek. A vályogházak építőanyaguk kedvező páraátbocsátási tényezőjük következtében ezeknek a követelményeknek eredetileg megfelelnek. A belső oldali hőszigetelés hatását azonban vizsgálni kell, így tehát a Thermolut DP-180 alkalmazása ellenőrzésre került. A páratechnikailag kérdéses rétegrendek ellenőrzése az *Épületenergetikai számítások (11.2.)* című mellékletben, az ezekre vonatkozó páranomás értékek ábrázolása pedig a *Nedvességtranszport ellenőrzése (11.4.)* című mellékletben találhatóak meg. A hőfokelési és páranomás-eloszlási görbék ábrázolása során kiderült, hogy a keresztmetszetek páratechnikailag megfelelnek.

5.1.2. A padlásfödém hőszigetelése

A padlásfödémek eredeti állapotban nagymértékű hőveszteséget okoznak. A társadalom életmódjának változásából adódóan ezeknél az épületeknél megváltozott a padlástér szerepe is, manapság már jellemzően nem alkalmazzák terménytárolásra. Viszont a jelenlegi padlásfödémek rétegrendje nem elégíti ki a szabályozás által megszabott hőátbocsátási tényezőre vonatkozó követelményértéket, tehát új rétegrendet kell kialakítani a felújítás során. A dolgozat épületenergetikai számításai során az új rétegrendek a meglévő szerkezetek és a mai használatos épületszerkezeti eszközök közös alkalmazásával lettek kialakítva. A lehetséges rétegek, a fűtött tértől a tetőtér felé haladva (a méretek intervallumokban megadva):

- Látszó fa gerendafödém (szélesség*magasság)..... [13-15*17-23cm]
- Fa lécezés(vastagság)..... [3-5cm]
- Kőzetgyapot hőszigetelés fapallók között (vastagság) [15-20cm]
- Fa lécezés (vastagság)..... [3-5cm]
- Könnyűvályog tapasztás (vastagság) [5-10cm]

A gerendák megjelenése a belső térben a vályogházak stílusához illő kialakítás, de az sem másodlagos, hogy így könnyebben kezelhető, esetleg javíthatóak a szerkezeti elemek. A kőzetgyapot között elhelyezett fapallók kiosztása geometriailag a gerendákkal azonos, az iránya azonban merőleges, így a hőhidak csak pontszerűen jelentkeznek. A hőszigetelés ebben a rétegrendben minden esetben kőzetgyapot, annak természetes eredete illetve a jó

páraáteresztő képessége miatt. A felső réteg tapasztás járható felületet biztosít a padlástérben, illetve védi a hőszigetelést az esetlegesen a tető alá bejutó nedvességgel szemben. Alkalmazásánál szempont volt továbbá, hogy az épületszerkezeti megoldások az eredeti állapothoz közelítőek legyenek.

5.1.3.A talajon fekvő padló hőszigetelése

Az épületek eredeti padló-rétegrendje több szempontból sem felel meg a mai elvárásoknak. Az épületek létesítése során olyan rendelkezésre álló anyagokat alkalmaztak, amelyek önmagukban nem felelnek meg a kor követelményeinek. A nagymértékű hőmérsékleti veszteségek elkerülése érdekében a rétegek jelentős átalakítása volt indokolt. Az eredeti állapotban a döngölt földre aljzatbeton, majd a fa -, téglá -, vagy kőburkolat került, ami sem hőtechnikailag, sem a nedvesség elleni védelem követelményeinek nem felel meg. Felújítás során javasolható, és a számításban figyelembe vett rétegrendek kialakítása:

Padló #1

- kerámia burkolat [1,5 cm]
- esztrich..... [6 cm]
- lépésálló hőszigetelés [6 cm]
- vízzáró, páraáteresztő kent bevonatszigetelés (Aquafin 2K/M)..... [2 réteg]
- vasbeton/aljzatbeton [15 cm]
- PS hab hőszigetelés [4 cm]
- kavicsréteg [30 cm]
- termett talaj [-]

Padló #2

- téglaburkolat [7 cm]
- esztrich..... [10 cm]
- dombornyomott felületszivargó lemez geotextil kasírozással..... [1 réteg]
- vasbeton/aljzatbeton [15cm]
- kavicsréteg [30 cm]
- termett talaj [-]

Az első változat a kerámia burkolattal, hőszigetelő rétegekkel ellátott padló rétegrend. A talajnedvesség elleni szigetelés cementhabarcs alapú kenhető bevonatszigetelés lett figyelembe véve (AQUAFIN 2K/M). A vízszigetelési anyagválasztást a cementhabarcs

bevonatszigetelés vízzáró fokozata indokolja, ami által a szerkezetek „lélegző”, páraáteresztő jellege megmarad. Emellett a kivitelezési technológia, miszerint kenéssel, akár ecsettel is felhordható a vízszigetelés, jól illeszkedik az épületek egyszerű, kézi erővel megoldható, külön gépesítést nem igénylő építési, kivitelezési megoldásaihoz.

A lépésálló PS-hab kiegészítő hőszigetelésként került be a rétegrendbe, amit a kavicsréteg választ el az eredeti, döngölt talajtól. Ez a rétegrend a ma épülő családi házak alkalmazott rétegrendjéhez hasonló, tehát a szabályozásban meghatározott követelményeket várhatóan kielégíti.

A második változat a vályogházak technológiájának szintén megfelelő, ahhoz igazodó téglaburkolattal ellátott padló rétegrend. A burkolati elemek kisméretű téglák, amik kellemes érzést keltenek a belső térben. A döngölt talajon elhelyezett kavicsrétegre kerülő vasbeton az épület alapjával együtt a megfelelő merevséget biztosítja. A felső síkjára kerülő dombornyomott lemez a talajnedvesség elleni védekezés szerepét tölti be, részlegesen. E rendszer gazdaságos és környezetbarát megoldás, viszont nem tesz eleget az épületenergetikai szabályozás követelményeinek. (A rétegrend további, hőszigeteléssel kiegészített fejlesztése, és annak vizsgálata a dolgozat témakörén túlmutat, ezért a kutatás részét, ennek jelenlegi kereteiben nem képezi.)

5.2. A nedvesség elleni védekezés szerkezeti megoldásai

Az épületek hőszigetelési hiányosságai mellett a különböző irányból érkező nedvességek elleni védelem a legfontosabb megoldandó probléma. *„A vályogházak leggyakoribb problémájaként merül fel a falak, a helyiségek vizesedése. Kellő odafigyeléssel, az építés, a használat, a felújítás helyességével a vizesedés legtöbbször megelőzhető, vagy az elviselhetőség határa alá csökkenthető. Igaz viszont, hogy nem megfelelő módszerekkel, a használat során elkövetett hibákkal ez a jelenség a veszélyes állapotot is megközelítheti.”⁵*

5.2.1. Az épületek talajnedvesség elleni védelme

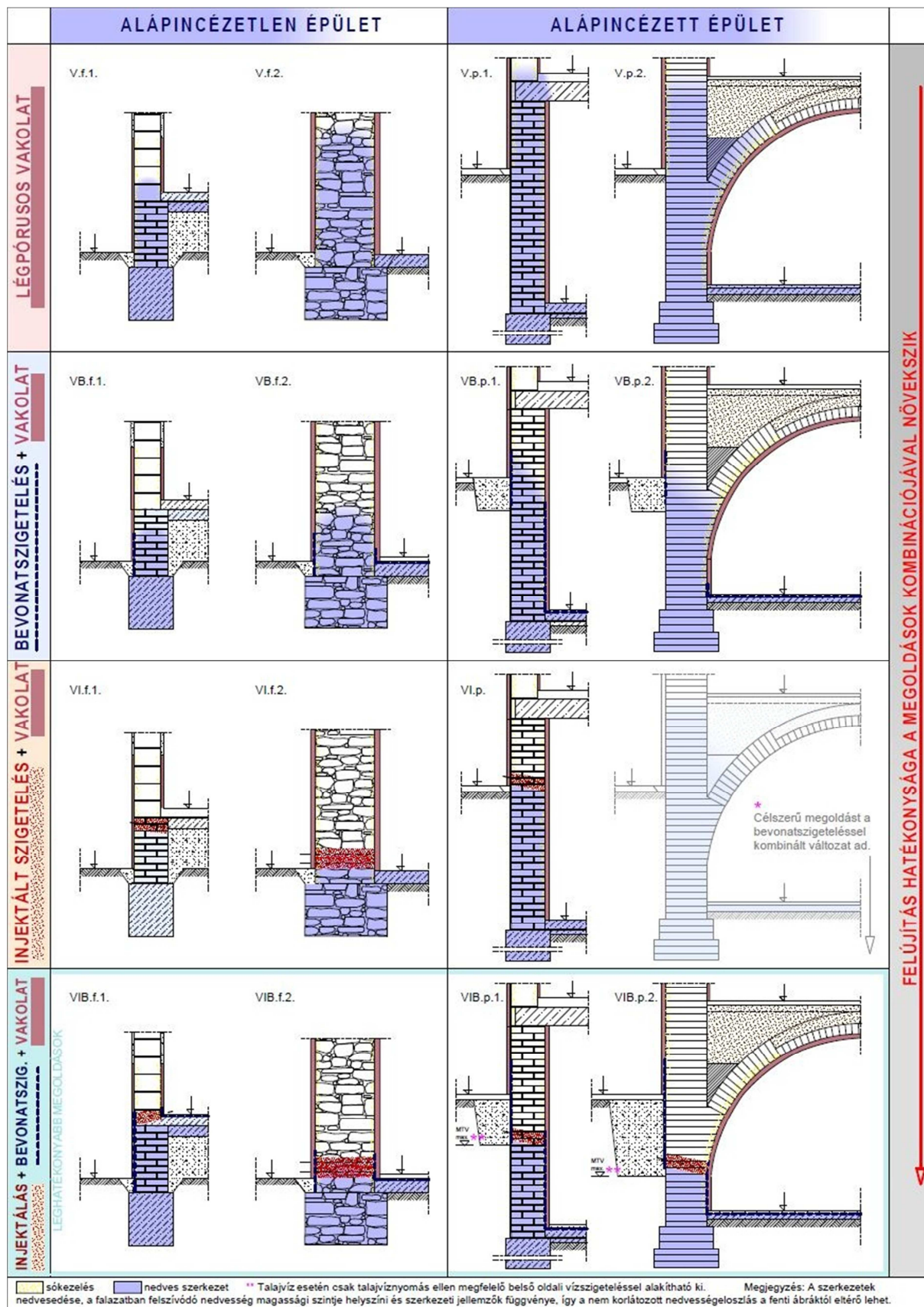
Az utólagos talajnedvesség elleni szigetelés kérdése minden épület esetében komoly problémákat vethet fel, azonban a vályogházak esetében ez hatványozottan igaz. A technikai fejlődéssel ma már rendelkezésre állnak olyan utólagos vízszigetelési módszerek, amelyekkel akár a vályog felépítményű szerkezetek nedvesség elleni védelme is jelentősen javítható, megoldható. A lehetséges felújítási módszerek között lehet említeni a nagy pórustartalmú vakolatok alkalmazását, a cementbázisú bevonatszigetelést, illetve az injektált vegyi

⁵ Mednyánszky Miklós - Vályogházak

falszigetelést. Azonban az épületek kapcsolata a talajjal nagymértékben befolyásolja a lehetséges megoldásokat. *„A vízszigetelés utólagos megoldása azonban nemcsak karbantartási, hanem energetikai kérdés is. A nedves épületszerkezetek hőszigetelő képessége rosszabb, mint a száraz szerkezeteké, ezáltal az épület energetikai jellemzői is kedvezőtlenek.”*⁶

1) **Az alapozás nélkül készült épületeknél** az utólagos nedvesség elleni szigetelés kivitelezése komoly szerkezeti beavatkozások nélkül szinte lehetetlen. Alapozás hiányában lábazati fal sem készült az épülethez, így tehát a padlószint nincs kiemelve a külső terepszinthez képest, illetve ha készült, akkor az anyagában megegyezik a falazatával. Ebben az esetben alkalmazható a nagy pórustartalmú vakolat, amely jól tűri a nedvességterhelést, és a nedvességgel szállított sókristályokat is tárolni képes, azonban önmagában nem minősül vízszigetelésnek. A cementhabarcs alapú bevonat szigetelés (például a padló rétegredeknél is említett AQUAFIN 2K/M) külső és belső oldali elhelyezése is megoldható, ám ez a teherhordó szerkezet talaj felől érkező nedvességfelvételét nem akadályozza. Az injektált vegyi falszigetelés viszont nem alkalmazható, mivel a furatok létrehozásával a vályog kis teherbírása következtében az épület elveszítheti állékonyságát. Ugyanez a következmény állhat fenn fémlemez beütéssel, vagy fűrészeléssel való elhelyezése esetén, tehát ezek a technológiák kerülendők a vályog falazatokban. Megfelelő eredmény esetenként szakaszos újraalapozással érhető el, amely viszont idő és munkaigénye miatt gazdaságossági kérdést vet fel.

⁶ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4.



19. ábra: Utólagos nedvességvédelmi megoldások kombinációi⁷

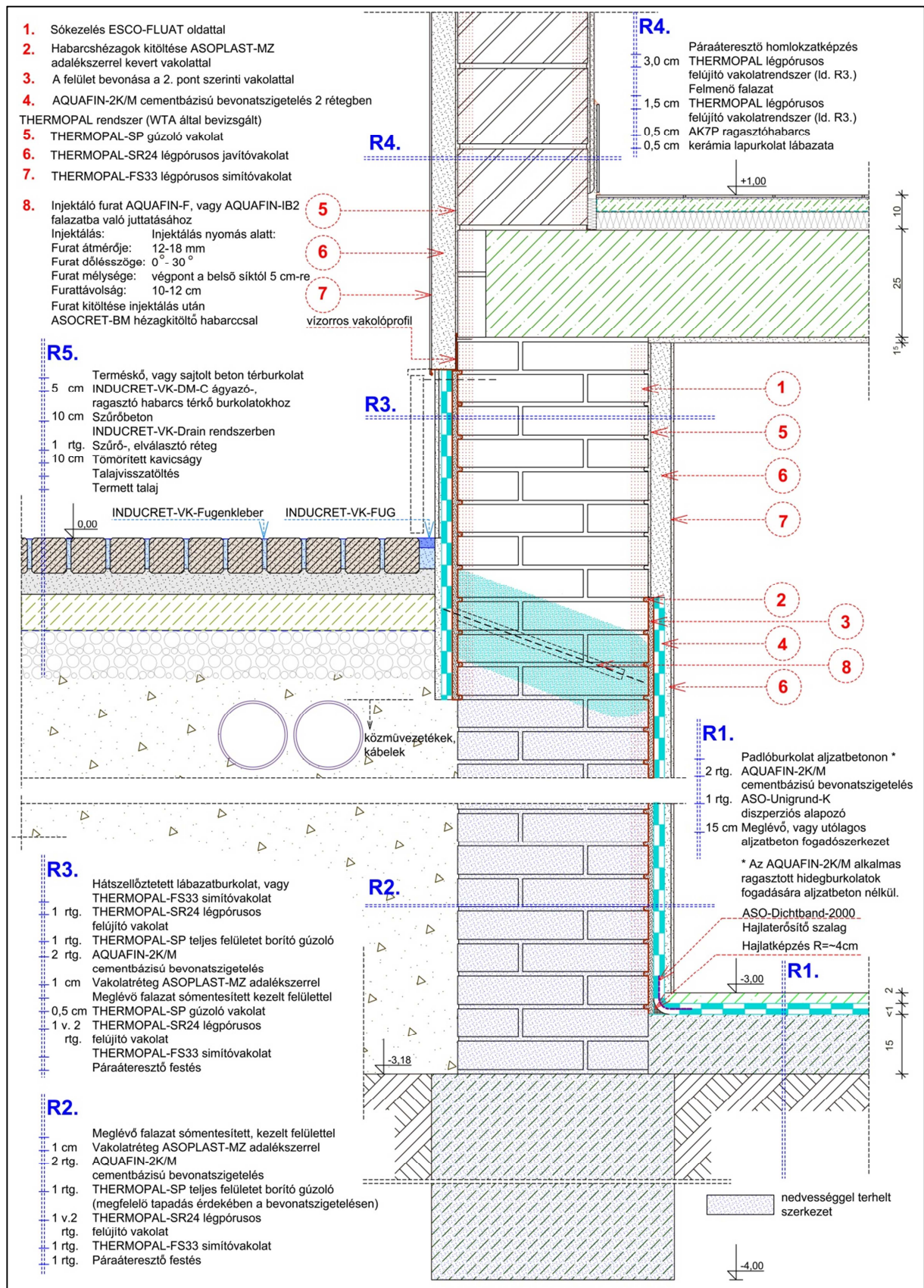
⁷ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4

2) **Alapozással és lábazati fallal rendelkező vályogházak** esetében az előző pontban említett vízszigetelési megoldások alkalmazása, esetenként kombinációja is lehetséges (19. ábra). A külső és belső oldali függőleges szigetelés mellett az injektált vízzáró rész kialakítása szükséges az épületek falain keresztül felszívódó nedvesség ellen. Az injektálással készülő vízzáró réteget csak beton-, téglá-, vagy kő lábazattal rendelkező épületek esetében a lábazati fal magasságában ajánlott kivitelezni (20. ábra).

A vegyi injektálással kialakított közel vízszintes, de mindenképpen 45°-nál kisebb hajlásszögű szigetelések megfelelő biztosítást jelentenek a szerkezetbe bejutott nedvesség függőleges mozgásának megakadályozására. *„Az injektálási fúrások végezhetőek külső vagy belső tér felől, de előfordul például kettős falazatoknál, hogy külső és belső oldalról is szükséges injektálást végezni.”*⁸ Egy oldalról végzett fúrások esetén a furat hossza külön odafigyelést igényel, ugyanis a fal túloldali határoló síkjától kb. 5 cm-rel beljebb célszerű befejezni. E módszerrel, illetve a függőleges szigetelések együttes alkalmazásával vízzáró fokozatú vízszigetelés hozható létre. *„Az injektálás síkjának magassági elhelyezése az épület külső hozzáférhetősége vagy belső oldalról való fúrások lehetőségével mérlegelhető. Talajnedvesség elleni szigetelésként kialakított három szakaszú szigetelés injektálási síkjának minél alacsonyabb pozíciójú megválasztásával kevesebb nedvességnek kitett épületszerkezet marad. Költséghatékony megoldást a terepszint közeli injektálás nyújt, amelyet a belső oldalról, járdaszinthez közel ki lehet alakítani.”*⁹

⁸ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4.

⁹ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4.



20. ábra: Folytonos vonalvezetésű, teljes értékű utólagos vízszigetelés¹⁰

¹⁰ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4.

5.2.2. A csapadék elleni védekezés

A lábazat megfelelő védelme a probléma megoldását jelentheti, mivel a felverődő csapadék ezt a felületet érinti a legnagyobb mértékben. *„Nem alapincézett épületek esetében a csapadékvíz járdasíkról való visszacsapódása okozta lábazati nedvesedés egyszerűen küszöbölhető ki utólagos külső oldali vízszigeteléssel. Ezzel a falazat már csak a talajjal érintkező szerkezetek felől kap nedvességet, vagyis a káros nedvesítő hatás mértéke alacsonyabb.”*¹¹A függőleges szigetelés kialakításához célszerű a már említett cementbázisú bevonatszigetelést alkalmazni, amely relatív jó páraáteresztő tulajdonságokkal rendelkezik, tehát lehetővé teszi a nedvesség külső tér felé történő távozását.

A felverődő csapadék elleni védekezés a külső térelhatároló falak teherbírása és állékonysága szempontjából is lényeges. Ebben a pontban a hő- illetve vízszigetelés összefügg. Amennyiben az épületre belső oldali hőszigetelés került beépítésre, az a fal külső igénybevételét csak kismértékben csökkenti. Ebben az esetben a felszívódott víz a fagypont alá kerülve megfagyhat a szerkezeten belül, és az ennek következtében történő térfogatváltozás a fal károsodását okozhatja. A megoldás vízálló vakolatok alkalmazása, amely a külső oldali hőszigetelés külső oldalára kerül.

A csapadék okozta be- és leázások komoly problémákhoz vezethetnek, amelyek a teherhordó szerkezetek szilárdságának csökkenését okozhatják, tehát ezek megelőzése kiemelt jelentőségű. A védekezés módja a megfelelő vízelvezető rendszer, és tetőfedés, valamint kapcsolatuk megfelelő kialakítása. Az ereszcsonna rendszer karbantartása, megfelelő rögzítése, a héjazat alsó síkjához való illesztés megfelelő geometriája, és a fémlemez vízcseppentő szegélyelemek helyes beépítése mind fontos tényezője a csapadékvíz elleni védelemnek. Továbbá megfelelő ereszkinyúlással csökkenteni lehet a külső falak csapadék által áztatott felületét, mely a szerkezet élettartamát növeli.

5.3. Az alapozás káreseteinek, hiányosságainak megoldása

Az alapozás minősége vagy mélysége miatt bekövetkező szerkezeti meghibásodások általában süllyedések, egyenetlen süllyedések és az ezekből kialakuló repedések. A repedések kijavítása nem oldja meg a problémát, csupán felületi kezelést jelentenek.

Amennyiben a hiba nem közvetlenül az alap, hanem az azt körülvevő talaj miatt alakul ki, a megoldás annak megerősítése. Térfogatváltozó talajok esetén megakadályozható a víz bejutása a talajba, ám ez igen költséges. Különböző teherbírású talajok esetén szinte lehetetlen

¹¹ Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása - Dr. Dudás Annamária, Magyar Építéstechnika 2012/4.

védekezni, vagy nagyon költséges az alapozási hibák javítása. A talajt utólagosan lehet tömöríteni, ekkor azonban az alaptettek nem egyenletes magassági síkra kerülhetnek, amely az épület egyenlőtlen mozgását okozza. A talajok megerősítése is lehetséges speciális anyagok talajba való injektálásával, azonban ez csak akkor gazdaságos, ha az épület értékes.

Az alap károsodásának jele a falakon keletkező repedések, melyek iránya és kiindulási pontja utalhat a problémára, de a hibát csak feltárás során lehet pontosan megállapítani. A megerősítés történhet az alapozás mélyítésével vagy szélesítésével, melyet méretezés alapján kell elvégezni. Az alap megerősítése csak szakaszosan történhet. A helyreállítás után, a föld visszatöltése előtt érdemes szivárgó rendszert kiépíteni, ezzel védekezve a talajvíz-, és talajnedvesség ellen.

5.4. A padlásfödém hibájának megelőzése

A fafödémek hibájának megelőzése nagymértékben meghosszabbítja a szerkezetek élettartamát, valamint javítja teherbírását. A nagy lehajlások elkerülése érdekében javasolt a megfelelő megtámasztások, és/vagy mestergerendák alkalmazása. A beépített faanyagot minden esetben védőszerekkel kell bevonni, a gombásodás és a rovarok támadásának megelőzésére. A károsodott faanyagoknál jelentős teherbírás csökkenés következhet be kívülről látható jelek nélkül, így ezek javítására az egyetlen megoldás a hibaforrás azonnali megszüntetése, tehát a hibás elem kicserélése. Fontos a tűzvédő szerek alkalmazása.

6. Épületenergetikai számítások a felújítások különböző változataira

A felújítások az épületeknél több változat alapján készültek, melyekből más és más épületenergetikai eredmények származnak. A külső térelválasztó falak esetében az eredeti állapoton kívül három különböző rétegrend, a padló esetében a meglévő rétegeken kívül másik kettő épületszerkezeti egység került kiszámítása. A számítások a következő adatok feltételezése mellett készültek:

- Az épületek tömör vályogtéglából készültek.
- A vályogtéglák testsűrűsége 1800 kg/m^3 , hővezetési tényezője $0,91 \text{ W/mK}^{12}$
- A könnyűvályog tapasztás testsűrűsége 300 kg/m^3 , hővezetési tényezője $0,1 \text{ W/mK}^{13}$

¹² Az adatok forrása: Dr. Szűcs Miklós - Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása

¹³ Az adatok forrása: Dr. Szűcs Miklós - Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása

- A nyílászárók hőátbocsátási tényezője megfelel az épületenergetikai szabályozás követelményének, hőátbocsátási tényezőjük pedig a követelmény értékével megegyező. A valóságban ez nem minden esetben teljesül, azonban érdemben nem változtatnak a számítás eredményén.
- A fűtési rendszer a felújított épületek számításánál minden esetben vízfűtéses kétsöves radiátoros, termosztatikus szelepekkel és más szabályozókkal, vízszintes elosztóvezetékekkel a fűtött téren belül, egy kombikazánnal.
- A meleg vízellátás számításánál a hőtermelő kombikazán.
- Az épülethez tartozó telek teljesen sík.

6.1. Külső falszerkezetek hőátbocsátási tényezőjének számítása

A külső teherhordó illetve térelválasztó falak új rétegrendi kialakítása során a hőveszteségek minimalizálása mellett a szerkezet védelme volt a cél (1. táblázat). A külső szerkezetek hőátbocsátási tényezője az egyes hőszigetelő rendszerek alkalmazásával:

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	1,259	1,439	1,259	1,288
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	0,228	0,323	0,228	0,273
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	0,179	0,214	0,168	0,207
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	0,233	0,347	0,233	0,294

1. táblázat: Hőátbocsátási tényezők a hőszigetelő rétegek függvényében: U [W/m^2K]

6.2. Padlásfödém hőátbocsátási tényezőjének számítása

A padlásfödémek jelentős hőveszteséget jelentenek az épületek eredeti állapotában (2. táblázat), ezek megoldása tehát lényeges a felújítás épületenergetikai és tartószerkezeti szempontjából is:

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Az eredeti rétegrendek	0,458	1,009	1,094	1,094
A felújítás utáni szerkezet	0,176	0,214	0,202	0,228

2. táblázat: Hőátbocsátási tényezők a hőszigetelő rétegek függvényében: U [W/m^2K]

6.3. Padló hőátbocsátási tényezőjének számítása

A padló szerkezete teljes átalakítást igényelt az összes épület esetében, mivel az eredeti rétegek sem a hőveszteségek, sem a talajnedvesség ellen nem nyújtottak megfelelő megoldást (3. táblázat).

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Eredeti rétegrendek	1,267	1,267	2,844	1,170
Padló #1 rétegrend	0,477	0,477	0,477	0,477
Padló #2 rétegrend	1,461	1,461	1,461	1,461

3. táblázat: Hőátbocsátási tényezők a hőszigetelő rétegek függvényében: U [W/m^2K]

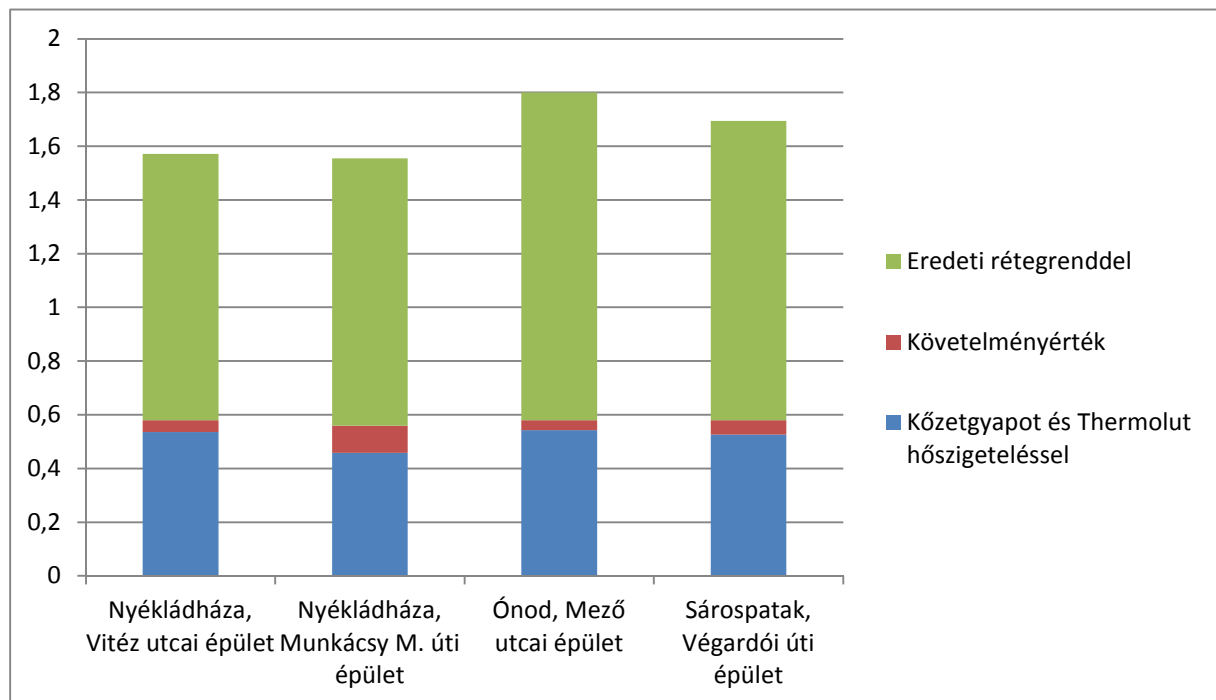
6.4. Fajlagos hőveszteségtényező számítása

Az épületenergetikai szabályozás második követelménye alapján az épület szerkezetei alapján kiszámított hőveszteség-tényező kisebb kell legyen, mint a geometriai jellemzőkből megállapított követelmény (4. táblázat).

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
A fajlagos hővesztésgtényező követelménye	0,580	0,560	0,580	0,580
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	1,572	1,555	1,800	1,694
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	0,573	0,539	0,576	0,565
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	0,536	0,458	0,543	0,526
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	0,577	0,553	0,580	0,578

4. táblázat: A fajlagos hővesztésgtényező az egyes rétegek alkalmazásával: q [W/m^3K]

Az eredeti rétegrendek többszörös eltérést mutatnak a követelményhez képest, a felújítás során alkalmazott anyagok beépítésével viszont az összes épület megfelel a felület és térfogat arányából számított határértéknek. A fajlagos hővesztésgtényező értékeinek változása diagramban ábrázolva:



1. diagram: A fajlagos hővesztésgtényező értékeinek változása: q [W/m^2K]

6.5. Nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A vályogházak hőháztartásának, valamint az épületek kialakításának következtében a nyári túlmelegedés kockázata egyik épületet sem veszélyezteti, ám a számítás teljessége érdekében ezek ellenőrzése is megtörtént (5. táblázat).

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	0,872	0,527	0,583	0,953
Külső oldali közetgyapot hőszigetelés	0,801	0,671	0,804	0,673
<i>Külső oldali közetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés</i>	<i>0,809</i>	<i>0,687</i>	<i>0,813</i>	<i>0,682</i>
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	0,800	0,668	0,803	0,671

5. táblázat: Túlmelegedés kockázatának ellenőrzése: $\Delta t_{\text{bnyár}}$ [K]

Megfigyelhető, hogy a második és a harmadik épület esetében a hőszigetelt rétegrendek ellenére nagyobbak az értéket, ezt azonban a nyílászárók méretének növelése okozza. A külső és belső oldali hőszigetelés együttes alkalmazása egyben azt is eredményezi, hogy az épületek a nettó fűtött alapterületre vetített fajlagos tömeg alapján könnyű szerkezetűnek tekinthetők. Ebben az esetben a követelmény értéke 3 K-ról 2 K-re csökken, ám az eredmények ennek is megfelelnek.

6.6. A fűtés fajlagos éves primer-energia igényének számítása

A fűtés éves fajlagos éves primer-energia igénye minden épületnél különböző értéket adott a hőtermelő rendszerek különbsége miatt (gázkonvektoros, egyedi cserépkályha), a felújítás során azonban egységesen vízfűtéses kétcsöves rendszer került beépítésre. A rendszer különböző elemei tehát nem befolyásolták az értéket, a nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke viszont az épületek geometriai adatai miatt változtak (6. táblázat).

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	268,910	282,915	288,792	268,564
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	102,517	103,862	96,238	93,019
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	96,328	89,523	91,110	86,947
Külső oldali Baunit Open hőszigetelés	103,169	106,295	96,825	95,109

6. táblázat: A nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke: q_F [kWh/m²a]

6.7. A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igényének számítása

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye az egyes épületeknél különböző kialakítású rendszerek miatt a jelenlegi állapotban eltérő eredményekhez vezetett (7. táblázat). A felújítás során egységesen a mai követelményeknek megfelelő, kombikazánnal működtetett melegvízellátás lett beépítve:

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Jelenlegi állapot	46,800	59,010	59,010	59,010
Felújított épület	53,198	53,198	53,198	53,198

7. táblázat: A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV} [kWh/m²a]

7. Számítások kiértékelése

Az épületenergetikai számítások számszerűen kimutatták a vályogházak hiányosságait a jelenlegi követelményekhez képest. A jelenlegi állapot rétegrendjeire készült számítások megfelelő viszonyítási alapot biztosítottak a felújítás során elért eredmények értékelésére.

7.1. Az eredeti állapotok számításának eredménye

A 7/2006 TNM kormányrendelet alapján készített számítások szerint az épületeknek három különböző követelménynek kell megfelelniük. A szerkezetek hőátbocsátási tényezői, a fajlagos hőveszteségtényező valamint az összesített energetikai jellemző követelményértékéhez való igazodás biztosítja azt, hogy a felmért házak megfelelnek a ma érvényben lévő szabályozásnak.

Az eredeti rétegrendek szerint végzett számítások alapján általánosan elmondható, hogy a vályogházak mai állapotukban egyik követelménynek sem felelnek meg. Az eredmények jól mutatják, hogy a vályogfalú épületek kedvező tulajdonsága, lég- és páraáteresztő képessége mellett hővédelmük nem megfelelő, vagyis utólagos hőszigetelés alkalmazása mindenképpen indokolt. A hőhidak elkerülése érdekében a nyílászárók cseréje javasolt, mivel ezek minősége nem tesz eleget az energiatakarékosság követelményeinek. Az épületfizikai szempontból fontos felújítások mellett szükség van a tartószerkezeti elemek védelmének biztosítására, valamint a jelentős károsodásra hajlamos szerkezetek megerősítésére. A számításokat a 11.2. fejezet tartalmazza.

7.2. A felújítási változatok számításának eredménye

A felújítás tervezése során több megoldási lehetőség vizsgálatával kerültek bizonyításra az épületek eredeti állapotukban kimutatott hiányosságaik javítási lehetőségei. A számítások alapján összegzésre került, hogy az épületek külső térelhatároló falak hővédelmére vonatkozó előírásokat a különböző hőszigetelő anyagok felhasználásával milyen vastagság mellett lehet teljesíteni (8. táblázat).

		Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Kőzetgyapot		15	10	15	12
Kőzetgyapot + Thermolut DP180	Kőzetgyapot	15	15	15	12
	Thermolut DP180	6	8	8	6
Baumit Open		16	10	16	12

8. táblázat: Az egyes hőszigetelő anyagok vastagsága a követelményhez való igazodás szerint: d [cm]

A különböző hőszigetelő anyagok alkalmazása, a padló és padlásfödém rétegeinek átalakítása, valamint a nyílászárók méreteinek megváltoztatása (magnövelése) a követelményeknek való megfelelést eredményezte.

Elmondható tehát, hogy a felújítás során alkalmazott rendszerek következtében az összes felmért épület eleget tesz az érvényben lévő szabályozás követelményeinek.

7.3. Az épületek épületenergetikai besorolása

Az érvényben lévő szabályozás alapján az épületek energetikai besorolása az összesített energetikai jellemző és ennek legnagyobb megengedett értéke hányadosával kapható meg, melynek értéktartományait a 9. táblázat tartalmazza:

A+	< 55	Fokozottan energiatakarékos
A	56 - 75	Energiatakarékos
B	76 - 95	Követelménynél jobb
C	96 - 100	Követelménynek megfelelő
D	101 - 120	Követelményt megközelítő
E	121 - 150	Átlagosnál jobb
F	151 - 190	Átlagos
G	191 - 250	Átlagost megközelítő
H	251 - 340	Gyenge
I	341 <	Rossz

9. táblázat: Az épületek rendelet szerinti besorolása [%]¹⁴

¹⁴ A táblázat forrása:

www.epito.bme.hu/met/oktatas/feltoltesek/BMEEOMEAS14/as14_2012131_segedlet_energetika.pdf

A számítások eredményeként a vizsgált épületek besorolása és minősítése a rendelet szerint az alábbi értékeket és szinteket adta (10. táblázat).

		Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	besorolás	„F”	„G”	„G”	„G”
	minősítés	átlagos	átlagost megközelítő	átlagost megközelítő	átlagost megközelítő
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	besorolás	„B”	„B”	„B”	„B”
	minősítés	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	besorolás	„B”	„B”	„B”	„B”
	minősítés	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	besorolás	„B”	„B”	„B”	„B”
	minősítés	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb	követelmény- nél jobb

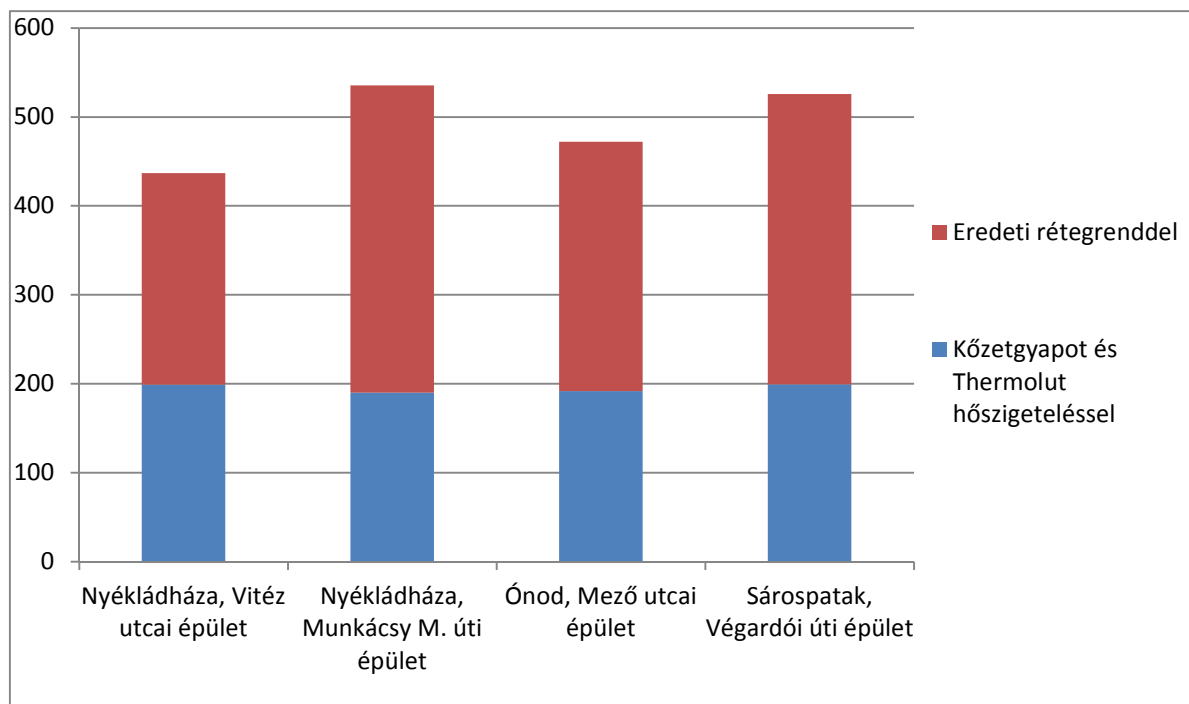
10. táblázat: A felmért épületek épületenergetikai besorolása a hőszigetelési rendszerek függvényében

8. Következtetések levonása

Általános eredményként kijelenthető, hogy a Magyarország területén található vályogházak felújításra szorulnak. Ezek a felújítások viszont egy új ingatlan építési költségeinek töredékéért megvalósíthatók. A környezetbarát modern és a népi építészetben hagyományos anyagok együttes alkalmazásával elért eredmények tükrözik a vályogból épített épületek kedvező tulajdonságait és korszerűsítési lehetőségeit. Az épületek összesített energetikai jellemzője az egyik összehasonlításra leginkább alkalmas eredmény (11. táblázat, 2. diagram).

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	436,714	535,674	472,251	512,713
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	207,188	208,991	198,639	194,460
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	198,895	189,776	191,768	186,324
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	208,062	212,250	199,426	197,261

11. táblázat: Az épületek összesített energetikai jellemezője: E_P [kWh/m²a]



2. diagram: Az épületek összesített energetikai jellemzője: E_P [kWh/m²a]

Az összesített energetikai jellemző értékeinél megfigyelhető (12. táblázat), hogy az épületek eredeti rétegrendje és a hőszigeteléssel ellátott, valamint szerkezetileg felújított változata esetében függetlenül a hőszigetelő rétegek számától és anyagától a javulás mértéke 200-300 kWh/m²a közé tehető.

	Nyékládháza, Vitéz u. 5.	Nyékládháza, Munkácsy M. u. 16.	Ónod, Mező u. 10.	Sárospatak, Végardói út 5.
Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend	189,876	239,517	205,326	222,919
Külső oldali kőzetgyapot hőszigetelés	90,082	93,446	86,365	84,548
Külső oldali kőzetgyapot és belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelés	86,476	84,855	83,377	81,010
Külső oldali Baumit Open hőszigetelés	90,462	94,904	86,707	85,766

12. táblázat: Az épületek energetikai minősítésének változata a különböző hőszigetelő rendszerek alkalmazása mellett: $E_p/E_{p,köv}$ [%]

A négy felmért, típusban különböző családi ház épületenergetikai minősítésénél az eredeti állapothoz képest átlagban több mint 100%-os javulás figyelhető meg. Ez azt eredményezi, hogy az ingatlanok hőtechnikai tulajdonságaik alapján az „átlagost megközelítő” helyett a „követelménynél jobb” besorolást kapják.

Mind a külső térelhatároló szerkezetek hőátbocsátási tényezője, mind az összesített energetikai jellemző abszolút legjobb értékét a külső oldali kőzetgyapot illetve a belső oldali Thermolut DP180 hőszigetelő anyagok együttes alkalmazása eredményezte. A leginkább energiatakarékos megoldáshoz képest az eltérések az épületeknél különbözőek voltak, de az megfigyelhető, hogy a kőzetgyapot, valamint a Baumit Open hőszigetelés hasonló eredményekhez vezet. Fontos viszont mérlegelni azt, hogy a kőzetgyapot alapanyaga jobb páraáteresztési tulajdonságokkal rendelkezik, valamint természetes alapanyagokból készült és a környezetbe jobban beilleszthető a polisztirollal ellentétben. Továbbá a hasonló eredmények eléréséhez utóbbi anyagból nagyobb vastagság szükséges.

Az épület energetikai minősítése mind a három esetben ugyanabban az értéktartományban marad, tehát nagyságrendi különbséget nem mutatnak a változatok. Ezek alapján érdemes azt változatot alkalmazni, amely az adott épületre a leggazdaságosabb, illetve

a leginkább megfelel a beruházók által felállított követelményeknek. A Thermolut rendszer hátránya, hogy a belső oldalon alkalmazva csökkenti a nettó alapterületet, viszont kiszerezésének következtében egységes, síkfelületet hoz létre.

9. Összegzés, a dolgozat gyakorlati hasznosíthatósága

A magyarországi vályogház állomány még ma is az épületek 20%-át teszi ki. Ezek a házak mára szerkezetileg elavulttá, épületfizikailag pedig gazdaságtalanná váltak. Ugyanakkor a környezetbarát építési mód egyre jelentősebb térnyerésének, valamint a vályog által teremtett egészséges belső légtérnek köszönhetően mégis értékesnek tekinthetők. Az utóbbi évtizedek során bekövetkezett technológiai fejlődés miatt a magyar társadalom szinte teljesen elfelejtette ezt az építési formát, ami miatt rengeteg ilyen épület áll üresen, illetve megy tönkre a megfelelő karbantartások nélkül.

A dolgozat rávilágít, hogy a vályogházak energetikai korszerűsítése mellett kiemelkedő fontosságú, és a hővédelem megoldása előtt elvégzendő az utólagos vízszigetelés, a nedvességvédelem kialakítása. Ennek jelentősége alapvető, és a komplex felújítás egységeként tekintendő. A kutatások alapján elmondható, hogy az utólagos nedvességvédelmi intézkedések formái között minden épület esetében van lehetőség a védelem fokozására. Továbbá nem vályog lábazatú épületek esetében pedig teljes értékű vízszigetelés kialakítására is van lehetőség.

A dolgozat célkitűzése volt megmutatni, és számításokkal igazolni, hogy természetbarát és energiatakarékos épület létrehozásához érdemes a meglévő épületek felújítását mérlegelni. Megfelelő kivitelezés mellett a meglévő épületek is átalakíthatók a mai kor előírásainak teljesítésére. A dolgozat készítése során elvégzett számítások eredményekkel támasztják alá a fenti állításokat. A vályogházakra jellemző, és a vályogot, mint szerkezetet érintő jellegzetes problémák kiküszöbölése mellett ezek az épületek élhető otthont biztosítanak a jelenlegi követelményeknek megfelelően.

A dolgozatban leírt számítások teljes mértékben megfelelnek az érvényben lévő épületenergetikai szabályozás által támasztott követelményeknek, így az eredmények az épületek tényleges felújításához megfelelő alapadatokat biztosítanak.

.....

Vinczlér Gergő

3. éves építőmérnök hallgató

Budapest, 2012. október 28.

10. Felhasznált irodalom

- [1] Medgyasszay Péter / Novák Ágnes: „Föld - és szalmaépítészet”, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest, 2006.
- [2] dr. Szűcs Miklós: „Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása”, Építésügyi Tájékoztatói Központ Kft., Budapest, 2002.
- [3] Mednyánszky Miklós: „Vályogházak”, TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., Budapest, 2005.
- [4] Baumann Mihály, Dr. Csoknyai Tamás, Dr. Kalmár Ferenc, Dr. Magyar Zoltán, Dr. Majoros András, Dr. Osztrólczy Miklós, Szalay Zsuzsa, Prof. Zöld András: „Épületenergetika segédlet”, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, 2009.
- [5] Dr. Dudás Annamária: „Épületenergetika segédlet”, Magasépítéstan II., Budapest, 2012.
- [6] Dr. Dudás Annamária: „Talajjal érintkező épületszerkezetek felújítása”, Magyar Építéstechnika 2012/4.
- [7] <http://www.aquaseal.hu/> (2012.10.22.)
- [8] www.met.bme.hu/met/htdocs/oktatas/tantargy.php?tantargy_azon=BMEEOMEAS13
BME Magasépítési Tanszék, Magasépítéstan II.
- [9] www.epito.bme.hu/met/htdocs/oktatas/tantargy.php?tantargy_azon=BMEEOMEMA06
BME, Magasépítési Tanszék, Környezetbarát építés
- [10] <http://www.szigetelesinfo.hu/fogalmak/hoszigeles/> (2012.10.22.)
- [11] <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/nepsz2011/nepszelo2011.pdf> (2012.10.22)
- [12] http://www.baumit.hu/front_content.php?idcat=4259 (2012.09.05.)
- [13] <http://www.schomburg.de/de/THERMOLUT-DP180-349922-349887-product.html>
(2012.08.15.)
- [14] <http://www.schomburg.de/cmspdf/--790494-de.pdf> (2012.08.15)
- [15] <http://www.schomburg.de/de/THERMOLUT-CP40-310177-329661-product.html>
(2012.08.15.)
- [16] <http://www.schomburg.de/cmspdf/--790478-de.pdf> (2012.08.15)
- [17] <http://www.schomburg.de/cmspdf/--712679-de.pdf> (2012.08.15.)

11. Mellékletek

11.1. Az épületek bemutatása képekkel, illetve alaprajzokkal

Az épületek alaprajza:

1. épület:

- A.1.: Nyékládháza, Vitéz utcai épület alaprajza

2. épület:

- A.2.: Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épület alaprajza

3. épület:

- A.3.: Ónod, Mező utcai épület alaprajza

4. épület

- A.4.: Sárospatak, Végardói úti épület alaprajza

1. Épület: Nyékládháza, Vitéz u. 5.



21. ábra: Utcahomlokzat



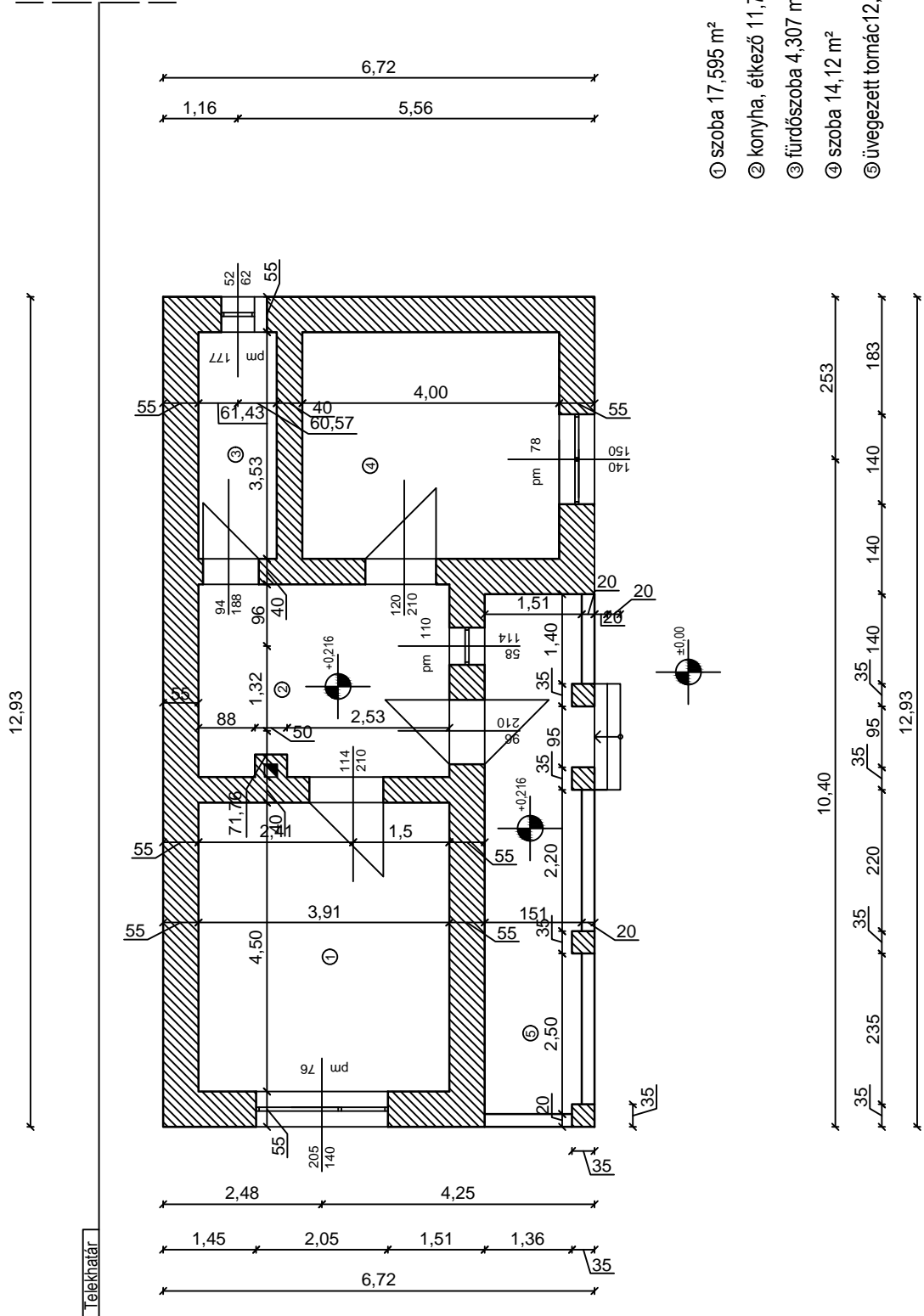
22. ábra: Üvegezett tornác



23. ábra: Bejárati ajtó



24. ábra: Üvegezett tornác



- ① szoba 17,595 m²
- ② konyha, ékező 11,73 m²
- ③ fürdőszoba 4,307 m²
- ④ szoba 14,12 m²
- ⑤ üvegezett tornác 12,241 m²

Telekhatár

A.1. Vályogház, alaprajz

M=1:100

Nyékkládháza, Vitéz u. 5.

terv. kész.: Vinczler Gergő

2012.jún.

2. épület: Nyékládháza, Munkácsy Mihály út 16.



25. ábra: Utcahomlokzat



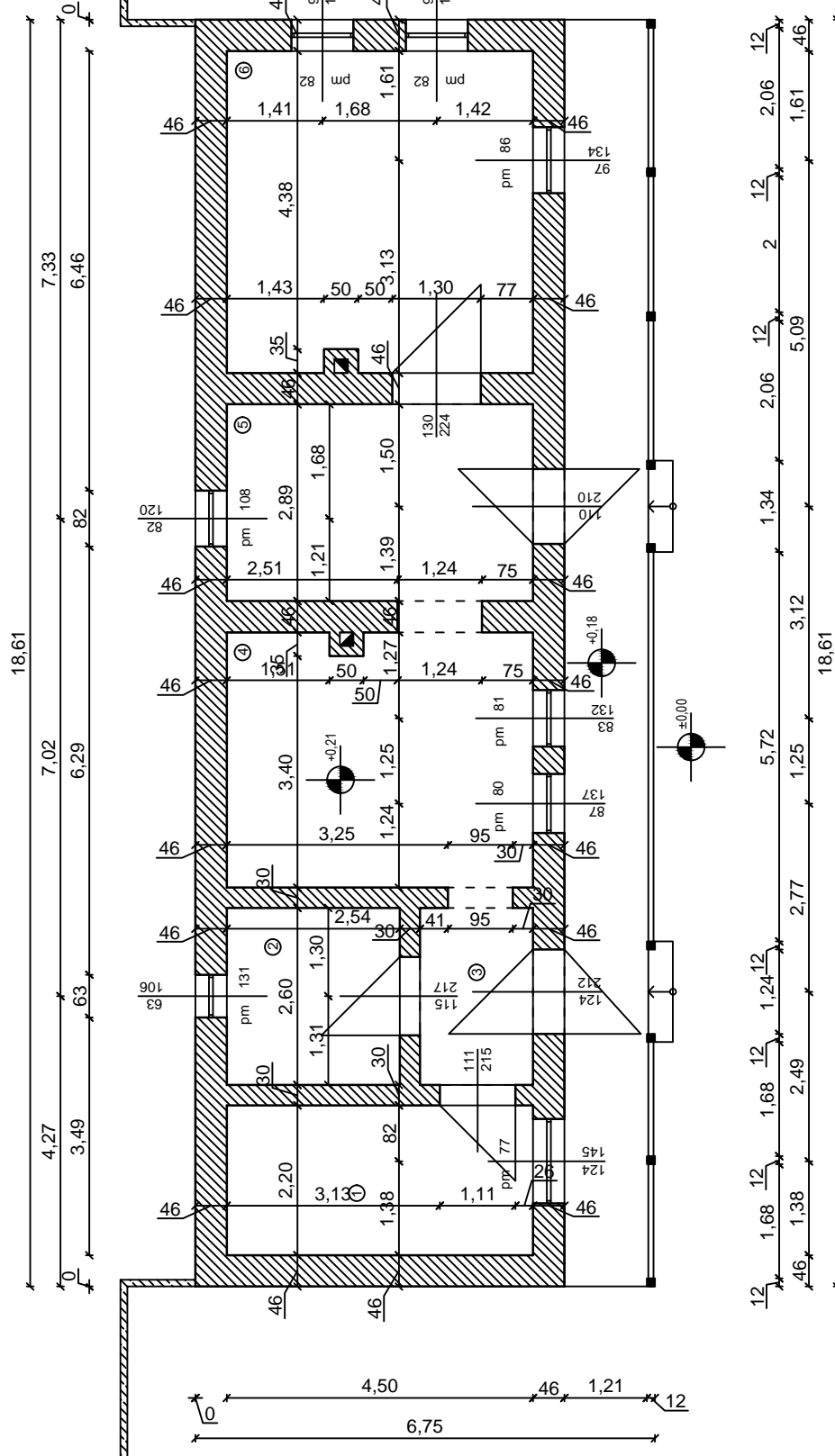
26. ábra: A szomszéd telek felőli homlokzat



27. ábra: A fa oszlopokkal támasztott nyitott
tornác



28. ábra: Bejárati ajtó

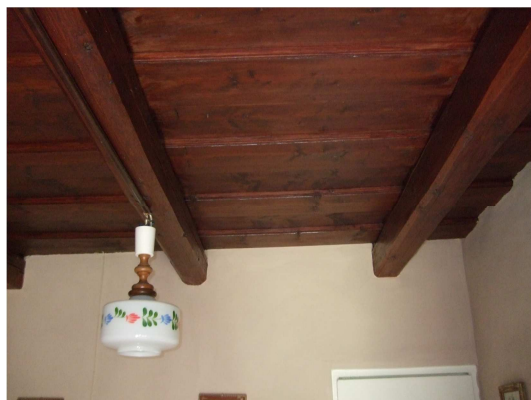


- ① szoba 9,90 m²
- ② fürdőszoba 6,60 m²
- ③ közlekedő 4,32 m²
- ④ nappali 16,70 m²
- ⑤ konyha, étkező 13,01 m²
- ⑥ szoba 21,11 m²

3. épület: Ónod, Mező utca 10.



29. ábra: Utcahomlokzat



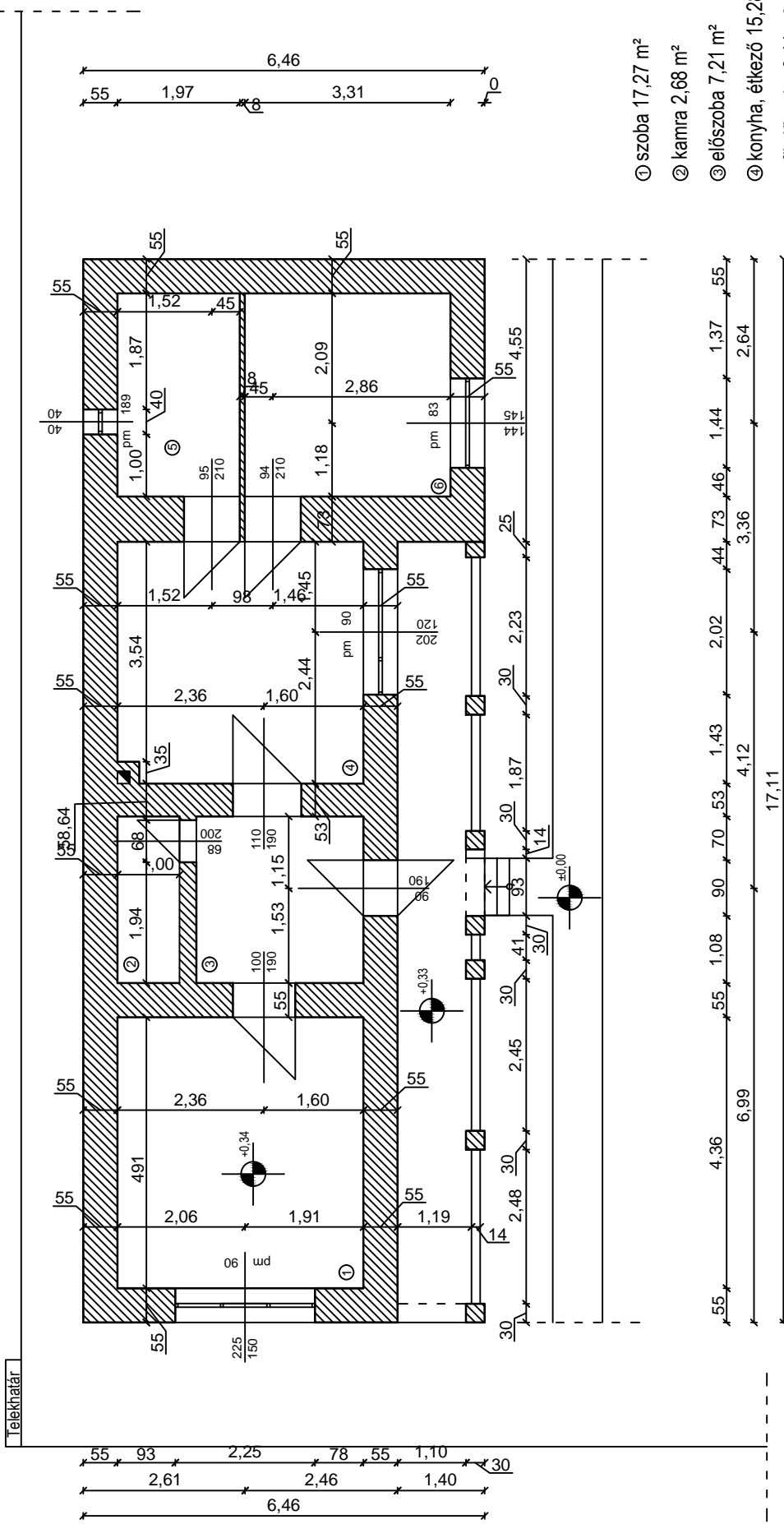
30. ábra: Látszó fa gerendafödém



31. ábra: Falvastagság az épületen belül



32. ábra: Nyitott tornác



- ① szoba 17,27 m²
- ② kamra 2,68 m²
- ③ előszoba 7,21 m²
- ④ konyha, étkező 15,28 m²
- ⑤ fürdőszoba 6,44 m²
- ⑥ szoba 10,82 m²

A.3. Vályogház, alaprajz

M=1:100

Ónod, Mező utca 10.

terv. kész.: Vinczler Gergő

2012.jún.

4. épület: Sárospatak, Végardói út 5.



33. ábra: Utcahomlokzat



34. ábra: Bejárati ajtó



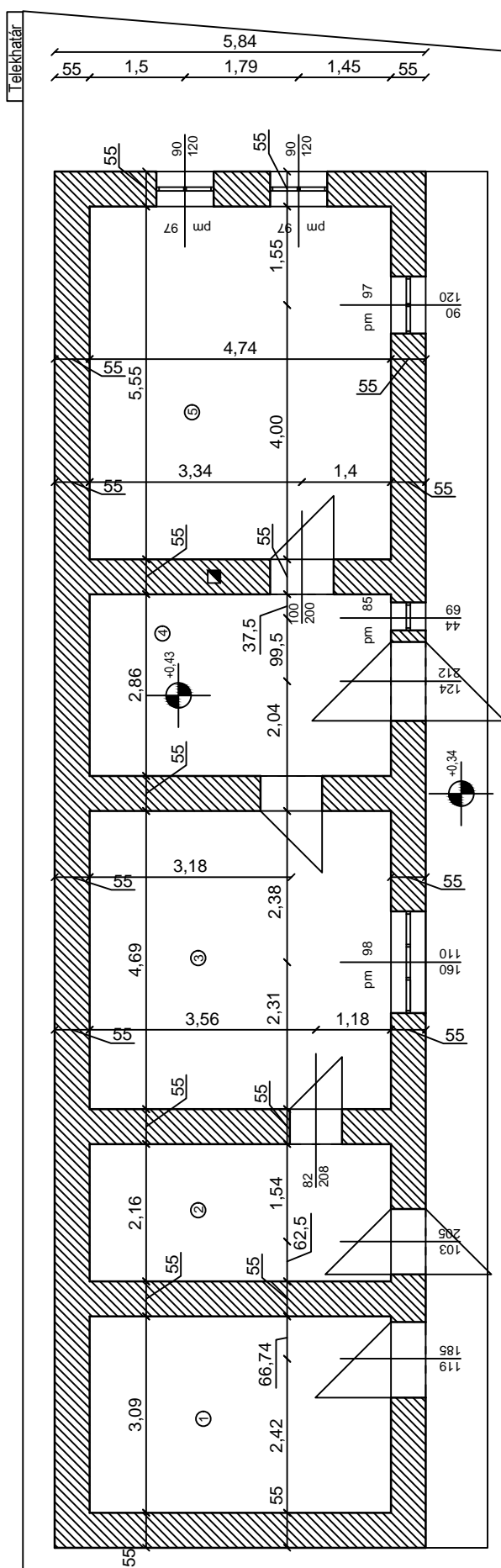
35. ábra: Látszó fa gerendafödém
mestergerendával megerősítve



36. ábra: Torokgerendás fedélszék



21,65



- ① kamra
14,65 m²
- ② konyha
10,24 m²
- ③ nappali
22,23 m²
- ④ előszoba
13,56 m²
- ⑤ szoba
26,31 m²

11.2. Épületenergetikai számítások

Az épületenergetikai számítások:

Nyékládháza, Vitéz utcai épületre vonatkozó számítások

- 1.1. Számítási melléklet: Eredeti állapot
- 1.2. Számítási melléklet: Kőzetgyapot hőszigetelés
- 1.3. Számítási melléklet: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigetelés
- 1.4. Számítási melléklet: BAUMIT OPEN hőszigetelés

Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épületre vonatkozó számítások

- 2.1. Számítási melléklet: Eredeti állapot
- 2.2. Számítási melléklet: Kőzetgyapot hőszigetelés
- 2.3. Számítási melléklet: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigetelés
- 2.4. Számítási melléklet: BAUMIT OPEN hőszigetelés

Ónod, Mező utcai épületre vonatkozó számítások

- 3.1. Számítási melléklet: Eredeti állapot
- 3.2. Számítási melléklet: Kőzetgyapot hőszigetelés
- 3.3. Számítási melléklet: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigetelés
- 3.4. Számítási melléklet: BAUMIT OPEN hőszigetelés

Sárospatak, Végardói úti épületre vonatkozó számítások

- 4.1. Számítási melléklet: Eredeti állapot
- 4.2. Számítási melléklet: Kőzetgyapot hőszigetelés
- 4.3. Számítási melléklet: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigetelés
- 4.4. Számítási melléklet: BAUMIT OPEN hőszigetelés

Kiindulási adatok

Régrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
vályogfal	55,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérséklet:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]			
	24,000	8,000	

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,837	
						-13,163
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,253	
						-12,910
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	26,640	
						13,730
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,760	
						14,490
belső levegő	-	-	8,000	0,125	5,510	
						20,000

R 0,794 m²K/W
 U 1,259 W/m²K
 q 44,078 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,154	
						-0,846
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,159	
						-0,686
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	16,745	
						16,059
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,478	
						16,537
belső levegő	-	-	8,000	0,125	3,463	
						20,000

R 0,794 m²K/W
 U 1,259 W/m²K
 q 27,706 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	47,752 m²
Belmagasság:	2,570 m

Fűtött térfogat:	
V=A _v *h _m	122,722 m³

Belmétréteg számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	65,070
fűtött-fűtetlen tér k. fal	19,275
bejárati ajtó	2,016
üvegezett nyílászárók	5,939
külső tömör fal	57,115
padlófelület	47,752
padlásfödém	47,752
összesen:	179,848

Felület/térfogat arány:	
A/V=	1,465
E _{köv}	230,000

A fajlagos hővesztégtényező
 követelményértéke: q_{m, köv} (W/m³K)
 q_{m, köv} = 0,580 W/m³K

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeire

	fűtött-fűtetlen. fal	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	1,233	1,259	1,600	1,800	0,458	5,246	1,300
U _{köv} (W/m²K)	0,500	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
tapasztás	0,200	0,130	-	1,538
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 2,183 m²K/W
 U 0,458 W/m²K

fűtött-fűtetlen fal:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
vakolat	0,005	0,870	-	0,006
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604
vakolat	0,015	0,870	-	0,017
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 0,811 m²K/W
 U 1,233 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
linóleum	0,005	0,400	-	0,013
aljazt beton	0,100	1,280	-	0,078

R 0,191 m²K/W
 U 5,246 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
 x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,280
külső-belső fal "T" csatl.	12,850
külső fal földem csatl.	32,820
homlokzati nyz. Kerülete*	23,580
külső fal-padló csatl.	32,820
Összes	112,350

*küszöbtelek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,727 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

Korrekciós tényezők:

- külső fal	0,300	U _{Rk,fal}	1,637	W/m²K
- fűtött-f.	0,050	U _{Rfal}	1,295	W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,504	W/m²K
		U _{Rpadl.f.}	0,453	W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m²)	UR (W/m²K)	A*UR
külső fal	57,115	1,637	93,508
fűtött tér-fűtetlen tér k. fal.	19,275	1,295	24,964
bejárati ajtó	2,016	1,800	3,629
üvegezett nyz.	5,939	1,600	9,502
padlásfödém	47,752	0,453	21,652
SZUM			153,255
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	32,820	1,300	42,666
ΣA*U _R + l*Ψ			195,921

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A határoló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2062,869	kg
padló	18384,366	kg
határoló fal	10323,623	kg
Σ	30770,858	kg

m (kg/m³) 644,394 nehéz

Direkt sugárzasi nyereség a fűtési időnyre

Q_{sd} (kWh/a)

Q_{sd}=E*ΣA_i*g*Q_{TOT} Q_{sd}= 217,679 kWh/a

égtáj	db	A _{sz} (m²)	l _{nyz} (m)	Σa _{ii} (m²)
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	2,000	2,761	9,240	2,071
K	1,000	0,322	2,280	0,242
NY	1,000	2,870	6,900	2,153
Σ		5,954	18,420	4,465

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

q = 1/V * (ΣA*UR + l*Ψ - Q_{sd}/72)

q _{m, köv}	0,580 W/m³K
q	1,572 nem felel meg

Nyári sugárzasi hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzasi hőterhelés számítása

Égtáj	A _{sz}	l _{nyz}	g _{nyár}	ΣA _{sz} *l _{nyz} *g _{nyár}
E	0,000	85,000		0,650
D	2,071	150,000		201,913
K	0,242	150,000		23,576
NY	2,153	150,000	0,130	41,974
Σ				269,412

Égtáj	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
	A _{sz}	l _{nyz}	g _{nyár}	ΣA _{sz} *l _{nyz} *g _{nyár}
E	0,000	85,000		0,650
D	2,071	150,000		201,913
K	0,242	150,000		23,576
NY	2,153	150,000	0,130	41,974
Σ				269,412

Q_{sdnyár}= 269,412 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt_{nyár}=(Q_{sdnyár}+A_n*q_b)/(ΣA*U_R+Σl*Ψ+0,35*n*V) (K)

Δt_{nyár}= 0,872 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

Q_F=72*V*(q+0,35*n)*σ-4,4*A_N*q_b Q_F= 12840,880 kWh/a

V	122,722	m³
q	1,572	W/m³K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A _N	47,752	m²
q _b	5,000	W/m²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

q_F=Q_F/A_N 268,910 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

E_F=(q_F+q_{l,h}+q_{l,v}+q_{l,r})*Σ(C_k*α_k*e_v)+(E_{FSZ}+E_{FT}+q_{k,v})*e_v

E_F= 389,914 kWh/m²a

q _F	268,910	kWh/m²a
q _{l,h}	5,500	kWh/m²a
q _{l,v}	4,000	kWh/m²a
q _{l,r}	0,100	kWh/m²a
C _k	1,400	
α _k	1,000	
e _v	1,000	
E _{FSZ}	1,850	kWh/m²a
E _{FT}	0,630	kWh/m²a
q _{k,v}	0,000	kWh/m²a
e _v	0,000	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

E_{HMV}=(q_{HMV}+q_{HMV,v}+q_{HMV,i})*Σ(C_k*α_k*e_{HMV})+(E_c+E_k)*e_v

E_{HMV}= 46,800 kWh/m²a

q _{HMV}	30,000	kWh/m²a
q _{HMV,v}	7,200	kWh/m²a
q _{HMV,i}	6,000	kWh/m²a
C _k	1,000	
α _k	1,000	
e _{HMV}	1,000	kWh/m²a
E _c	1,140	kWh/m²a
E _k	0,300	kWh/m²a
e _v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p 436,714 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése

189,876 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "G", minősítése: átlagost megközelítő.

Épületenergetikai számítás	Nyékáldháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.1. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétregrend:				
név	vastagság (cm)	hővez.t.		
külső vakolat	0,500	0,870		
közetgyapot hőszigetelés	15,000	0,042		
vályogfal	55,000	0,910		
belső vakolat	1,500	0,870		
hőmérsékletek:	kint	bent	Δt	
	°C	-15,000	20,000	35,000
	°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m ²	24,000	8,000		

acél csavarok		
V	hőv. T.	db/m ²
14,726	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

$\Delta t=35^\circ\text{C}$

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,332	
						-14,668
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,046	
						-14,622
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	28,672	
						14,050
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	4,816	
						18,866
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,137	
						19,004
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,996	
						20,000

R 4,392 m²K/W
 U 0,228 W/m²K
 q 7,969 W/m²

$\Delta t=35^\circ\text{C}$

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,209	
						-1,791
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,029	
						-1,762
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	18,022	
						16,260
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,027	
						19,287
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,086	
						19,374
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,626	
						20,000

R 4,392 m²K/W
 U 0,228 W/m²K
 q 5,009 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	47,752 m ²
Belmagasság:	2,570 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 122,722 m ³
------------------	---

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m ²)
homlokzat felülete	65,070
fűtött-fűtetlen tér k. fal	19,275
bejárati ajtó	2,016
üvegezett nyílászárók	5,939
külső tömör fal	57,115
padlófelület	47,752
padlásfödém	47,752
összesen:	179,848

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,465
E _{pköv}	230,000

A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
 q_{m,köv} = 0,580 W/m³K

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	fűtött-nem f. fal	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,227	0,228	1,600	1,800	0,176	0,477	0,950
U _{köv} (W/m ² K)	0,500	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,180	0,046	-	3,879
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
belső levegő	-	-	10,000	0,100

V _{fa}	9000,000	cm ³
V _{kgv}	171000,000	cm ³
λ_{fa}	0,130	W/mK
λ_{kgv}	0,042	W/mK
λ_h	0,046	W/mK

R 5,678 m²K/W
 U 0,176 W/m²K

fűtött-fűtetlen fal:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
vakolat	0,005	0,870	-	0,006
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604
vakolat	0,015	0,870	-	0,017
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,409 m²K/W
 U 0,227 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
linóleum	0,005	0,400	-	0,013
aljzatbeton	0,100	1,280	-	0,078

R 0,191 m²K/W
 U 5,246 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325
 R 2,096 m²K/W
 U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/ λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
 U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U_R (W/m²K)

$U_R = U * (1+x)$

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,280
külső-belső fal "T" csatl.	12,850
külső fal földem csatl.	32,820
homlokzati nyz. Kerülete*	23,580
külső fal-padló csatl.	32,820
Összes	112,350

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,727 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

Korrekciós tényezők:

- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,296	W/m ² K
- fűtött-f.	0,050	U _{Rffal}	0,238	W/m ² K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,194	W/m ² K
		U _{Rpadl.f.}	0,174	W/m ² K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m ²)	UR (W/m ² K)	A*UR
külső fal	57,115	0,296	16,906
fűtött-fűtetlen tér k. fal	19,275	0,238	4,591
bejárati ajtó	2,016	1,800	3,629
üvegezett nyz.	5,939	1,600	9,502
padlásfödém	47,752	0,174	8,326
SZUM			42,953
	l(m)	Ψ (W/mK)	l* Ψ
padló éle	32,820	0,950	31,179
$\Sigma A * U_R + l * \Psi$			74,132

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2062,869
padló	7353,746
határoló fal	10323,623
Σ	19740,239

$m (kg/m^2)$ 413,394 nehéz

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \Sigma A_{ii} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 277,232$ kWh/a

égtáj	db	$A_{nyv}(m^2)$	$I_{nyv}(m)$	$\Sigma a_{ii}(m^2)$
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	2,000	3,760	9,240	2,820
K	1,000	0,322	2,280	0,242
NY	1,000	3,500	6,900	2,625
Σ		7,582	18,420	5,687

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + I \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

$q_{m,köv}$	0,580 W/m ³ K
q	0,573 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{ii} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

$I_{nyár}$	Eszakra	többi égtáj
	85,000	150,000

N	0,200
gnyár	0,650

Égtáj	árnyékolókkal			árnyékolók nélkül		
	A_{ii}	$I_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\Sigma A_{ii} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\Sigma A_{ii} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
E	0,000	85,000				
D	2,820	150,000	0,130	54,990		
K	0,242	150,000			0,650	23,576
NY	2,625	150,000	0,130	51,188		
Σ						130,403

$Q_{sdnyár} = 130,403$ W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma I \cdot \psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

$\Delta t_{bnnyár}$	0,801 megfelel
---------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 4895,356$ kWh/a

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

$q_F = Q_F / A_N$ $102,517$ kWh/m²a

V	122,722	m ³
q	0,573	W/m ³ K
n	0,500	l/h
σ	0,900	
A_N	47,752	m ²
q_b	5,000	W/m ²

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_r + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_r) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$ $E_F = 153,990$ kWh/m²a

q_r	102,517	kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300	kWh/m ² a
$q_{f,v}$	2,900	kWh/m ² a
$q_{f,t}$	0,100	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_r	1,000	
E_{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E_{FT}	0,630	kWh/m ² a
$q_{k,v}$	0,790	kWh/m ² a
e_v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$ $E_{HMV} = 53,198$ kWh/m²a

q_{HMV}	30,000	kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200	kWh/m ² a
$q_{HMV,t}$	0,000	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E_c	1,140	kWh/m ² a
E_k	0,200	kWh/m ² a
e_v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p 207,188 megfelel

Az épület energetikai minősítése

90,082 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Régegrénd:			Kőzetgyapot			acél csavarok				
név	vastagság (cm)	hővez.t.	helyettesítő hőv.tény.:	V	hőv. T.	db/m ²	V	hőv. T.	db/m ²	
külső vakolat	0,500	0,870		14,726	58,000	5,000				
kőzetgyapot hőszigetelés	15,000	0,042		acél csavarok			V	hővez.t.	db/m ²	
vályogfal	55,000	0,910	Thermolut DP 180	5,890	58,000	5,000				
thermolut dp180	6,000	0,051	helyettesítő hőv.tény.:							
belső vakolat	1,500	0,870								
hőmérsékletek:			kint	bent	Δt					
°C	-15,000	20,000	35,000							
°C	-2,000	20,000	22,000							
hőátadási tényezők: [W/m ² K]			24,000	8,000						

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,262	-15,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,036	-14,738
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	22,585	-14,702
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,794	7,883
thermolut DP180	0,060	0,051	-	1,184	7,430	11,677
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,108	19,107
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,785	19,215
						20,000

R 5,576 m²K/W
U 0,179 W/m²K
q 6,277 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,164	-2,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,023	-1,836
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	14,196	-1,813
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	2,385	12,384
thermolut DP180	0,060	0,051	-	1,184	4,670	14,768
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,068	19,439
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,493	19,507
						20,000

R 5,576 m²K/W
U 0,179 W/m²K
q 3,946 W/m²

Telítési és parciális páranomási értékei a réteghatárokon

	d (m)	p _s (Pa)	δ (g/msPa)	R _{vi}	Δp	pi (Pa)
külső levegő	-	516,000	-	-	-	-
külső vakolat	0,006	521,000	0,022	0,227	12,209	464,000
hőszigetelés	0,150	523,000	0,140	1,071	57,559	476,209
vályogfal	0,001	1435,000	0,034	16,176	869,022	533,768
thermolut DP180	0,060	1677,000	0,040	1,500	80,582	1402,790
vakolat	0,000	2258,000	0,022	0,682	36,628	1483,372
belső levegő	-	2267,000	-	-	-	1520,000
		2338,000				

R_{vi} 19,657 m²sPa/kg
g 53,721 kg/m²s

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	47,752 m ²
Belmagasság:	2,570 m
Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m ²)
homlokzat felülete	65,070
fűtött-fűtetlen tér k. fal	19,275
bejárati ajtó	2,016
üvegezett nyílászárók	5,939
külső tömör fal	57,115
padlófelület	47,752
padlásfödém	47,752
összesen:	179,848

Fűtött térfogat:
V=A_n*b_m 122,722 m³

Felület/térfogat arány:
A/V= 1,465
E_{nköv} 230,000

A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke:

q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	fűtött-nem f. fal	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,179	0,179	1,600	1,800	0,176	0,477	0,950
U _{köv} (W/m ² K)	0,500	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,180	0,046	-	3,879
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
belső levegő	-	-	10,000	0,100

V_{fa} 9000,000 cm³
V_{kgv} 171000,000 cm³
λ_{fa} 0,130 W/mK
λ_{kgv} 0,042 W/mK
λ_h 0,046 W/mK

R 5,678 m²K/W
U 0,176 W/m²K

fűtött-fűtetlen fal:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
vakolat	0,005	0,870	-	0,006
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604
Thermolut DP180	0,060	0,051	-	1,184
vakolat	0,015	0,870	-	0,017
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 5,592 m²K/W
U 0,179 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
linóleum	0,005	0,400	-	0,013
aljzatbeton	0,100	1,280	-	0,078

R 0,191 m²K/W
U 5,246 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325

R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Épületenergetikai számítás	Nyékáldháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

$U_R = U \cdot (1+x)$
 x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,280
külső-belső fal "T" csatl.	12,850
külső fal földem csatl.	32,820
homlokzati nyz. Kerülete*	23,580
külső fal-padló csatl.	32,820
Összes	112,350

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,727 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U_{Rkfal}	0,233 W/m ² K
- fűtött-f.	0,050	U_{Rffal}	0,188 W/m ² K
- padlásf.	0,100	$U_{Rpadl.f.}$	0,194 W/m ² K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

	A (m ²)	UR (W/m ² K)	A*UR
külső fal	57,115	0,233	13,317
fűtött tér-fűtetlen tér k. fal.	19,275	0,188	3,619
bejárati ajtó	2,016	1,800	3,629
üvegezett nyz.	5,939	1,600	9,502
padlásföldem	47,752	0,174	8,326
SZUM			38,392
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	32,820	0,950	31,179
ΣA*UR + l*Ψ			69,571

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

földem alsó 10cm-es rétege:	2062,869	kg	
padló	7353,746	kg	m (kg/m ²) 328,059 könnyű
határoló fal	6248,741	kg	
Σ	15665,357	kg	

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \Sigma A_{\tilde{u}} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 277,232$ kWh/a

égtáj	db	$A_{nyz}(m^2)$	$I_{nyz}(m)$	$\Sigma a_{\tilde{u}}(m^2)$
É	0,000	0,000	0,000	0,000
D	2,000	3,760	9,240	2,820
K	1,000	0,322	2,280	0,242
NY	1,000	3,500	6,900	2,625
Σ		7,582	18,420	5,687

A fajlagos hőveszteségtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

$q_{m,köv}$	0,580 W/m ³ K
q	0,536 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{\tilde{u}} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

	Északra	többi égtáj
$I_{nyár}$	85,000	150,000

N	0,200
gnyár	0,650

Égtáj	$A_{\tilde{u}}$	$I_{nyár}$	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
			$g_{nyár}$	$\Sigma A_{\tilde{u}} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\Sigma A_{\tilde{u}} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
É	0,000	85,000				
D	2,820	150,000	0,130	54,990		
K	0,242	150,000			0,650	23,576
NY	2,625	150,000	0,130	51,188		
Σ						130,403

$Q_{sdnyár} = 130,403$ W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

$\Delta t_{bnyár} = 0,809$ megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 4599,826$ kWh/a

V	122,722	m ³
q	0,536	W/m ³ K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A_N	47,752	m ²
q_b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 96,328$ kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_k) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$ $E_F = 145,697$ kWh/m²a

q_f	96,328	kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300	kWh/m ² a
$q_{f,v}$	2,900	kWh/m ² a
$q_{f,t}$	0,100	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_f	1,000	
E_{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E_{FT}	0,630	kWh/m ² a
$q_{k,v}$	0,790	kWh/m ² a
e_v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$ $E_{HMV} = 53,198$ kWh/m²a

q_{HMV}	30,000	kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200	kWh/m ² a
$q_{HMV,t}$	0,000	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E_c	1,140	kWh/m ² a
E_k	0,200	kWh/m ² a
e_v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

$E_p = 198,895$ megfelel

Az épület energetikai minősítése

86,476 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
közetgyapot hőszigetelés	16,000	0,046	
vályogfal	55,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: (W/m²K)			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	hőv. T.	db/m2
15,708	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,339	
						-14,661
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,047	
						-14,614
hőszigetelés	0,160	0,046	-	3,502	28,531	
						13,917
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	4,924	
						18,841
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,140	
						18,982
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,018	
						20,000

R 4,296 m²K/W
 U 0,233 W/m²K
 q 8,147 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,213	
						-1,787
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,029	
						-1,757
hőszigetelés	0,160	0,046	-	3,502	17,934	
						16,176
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,095	
						19,272
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,088	
						19,360
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,640	
						20,000

R 4,296 m²K/W
 U 0,233 W/m²K
 q 5,121 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	47,752 m²
Belmagasság:	2,570 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 122,722
------------------	--

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	65,070
fűtött-fűtetlen tér k. fal	19,275
bejárati ajtó	2,016
üvegezett nyílászárók	5,939
külső tömör fal	57,115
padlófelület	47,752
padlásfödém	47,752
összesen:	179,848

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,465
E _{pköv}	230,000

A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
 q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	fűtött-nem f. fal	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,232	0,233	1,600	1,800	0,176	0,477	0,950
U _{köv} (W/m²K)	0,500	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,180	0,046	-	3,879
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
belső levegő	-	-	10,000	0,100
			R	5,678 m²K/W
			U	0,176 W/m²K

V _{fa}	9000,000	cm³
V _{kgy}	171000,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgy}	0,042	W/mK
λ _n	0,046	W/mK

fűtött-fűtetlen fal:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
vakolat	0,005	0,870	-	0,006
hőszigetelés	0,160	0,046	-	3,502
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604
vakolat	0,015	0,870	-	0,017
belső levegő	-	-	10,000	0,100
			R	4,313 m²K/W
			U	0,232 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
linóleum	0,005	0,400	-	0,013
aljzatbeton	0,100	1,280	-	0,078
			R	0,191 m²K/W
			U	5,246 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857
*baumit CSFE 325			R	2,096 m²K/W
			U	0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292
			R	0,685 m²K/W
			U	1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)	A hőhiak fajlagos hossza	U _{Rkfal}	U _{Rfial}	U _{Rpadl.f.}	U _{Rpadl.f.}
Falszerk. Poz. Sarokél	10,280	1,727 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas				
külső-belső fal "T" csatl.	12,850					
külső fal födém csatl.	32,820	- külső fal	0,300	0,303		W/m²K
homlokzati nyz. Kerülete*	23,580	- fűtött-f.	0,050	0,243		W/m²K
külső fal-padló csatl.	32,820	- padlásf.	0,100	0,194		W/m²K
Összes	112,350			0,174		W/m²K

*küszöbélék hosszának levonásával

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	57,115	0,303	17,284
fűtött tér-fűtetlen tér k. fal.	19,275	0,243	4,693
bejárati ajtó	2,016	1,800	3,629
üvegezett nyz.	5,939	1,600	9,502
padlásfödém	47,752	0,174	8,326
SZUM			43,433
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	32,820	0,950	31,179
ΣA*UR + l*Ψ			74,612

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2062,869 kg
padló	7353,746 kg
határoló fal	10323,623 kg
Σ	19740,239 kg

m (kg/m²) 413,394 nehéz

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \Sigma A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ Q_{sd}= 277,232 kWh/a

égtáj	db	A _{nyz} (m ²)	I _{nyz} (m)	Σa _ü (m ²)
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	2,000	3,760	9,240	2,820
K	1,000	0,322	2,280	0,242
NY	1,000	3,500	6,900	2,625
Σ		7,582	18,420	5,687

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,580 W/m ³ K
q	0,577 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

I _{nyár}	Északra	többi égtáj
	85,000	150,000

N	0,200
gnyár	0,650

Égtáj	árnyékolókkal			árnyékolók nélkül		
	A _ü	I _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}
E	0,000	85,000				
D	2,820	150,000	0,130	54,990		
K	0,242	150,000			0,650	23,576
NY	2,625	150,000	0,130	51,188		
Σ						130,403

$Q_{sdnyár} = 130,403 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

Δt _{bnyár}	0,800 megfelel
---------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$ Q_F 4926,488 kWh/a

V	122,722 m ³
q	0,577 W/m ³ K
n	0,500 1/h
σ	0,900
A _N	47,752 m ²
q _b	5,000 W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N$ 103,169 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$ E_F 154,864 kWh/m²a

q _f	103,169 kWh/m ² a
q _{f,h}	3,300 kWh/m ² a
q _{f,v}	2,900 kWh/m ² a
q _{f,t}	0,100 kWh/m ² a
C _k	1,340
α _k	1,000
e _f	1,000
E _{FSZ}	1,850 kWh/m ² a
E _{FT}	0,630 kWh/m ² a
q _{k,v}	0,790 kWh/m ² a
e _v	2,500

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$ E_{HMV} 53,198 kWh/m²a

q _{HMV}	30,000 kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200 kWh/m ² a
q _{HMV,t}	0,000 kWh/m ² a
C _k	1,340
α _k	1,000
e _{HMV}	1,000 kWh/m ² a
E _c	1,140 kWh/m ² a
E _k	0,200 kWh/m ² a
e _v	2,500

Összesített energetikai jellemző: E_p

E _p	208,062 megfelel
----------------	------------------

Az épület energetikai minősítése

90,462 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Vitéz u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
1.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:				
név	vastagság	hővez.t.		
külső vakolat	0,500	0,870		
vályogfal	46,000	0,910		
belső vakolat	1,500	0,870		
hőmérsékletek:				
	kint	bent	Δt	
	°C	-15,000	20,000	35,000
	°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]				
		24,000	8,000	

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán
Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δ t (q*R)	t(°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	2,098	-15,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,289	-12,902
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	25,451	-12,613
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,868	12,838
belső levegő	-	-	8,000	0,125	6,294	13,706
						20,000

R 0,695 m²K/W
U 1,439 W/m²K
q 50,349 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δ t (q*R)	t(°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,319	-2,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,182	-0,681
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	15,998	-0,499
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,546	15,498
belső levegő	-	-	8,000	0,125	3,956	16,044
						20,000

R 0,695 m²K/W
U 1,439 W/m²K
q 31,648 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	71,985 m²
Belmagasság:	2,720 m

Fűtött térfogat:
V=A_n*b_m 195,799 m³

Belmétréteggel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	100,205
bejárati ajtó	2,310
üvegezett nyílászárók	9,476
külső tömör fal	88,419
padlófelület	71,985
padlásfödém	71,985
összesen:	244,175

Felület/térfogat arány:
A/V= 1,247
E_{pköv} 223,648

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:
q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,560 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	1,439	1,600	1,800	1,009	3,143	1,300
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 0,991 m²K/W
U 1,009 W/m²K

Eredeti Padló	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
téglaburkolat	0,070	0,500	-	0,140
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,318 m²K/W
U 3,143 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:	hossz(m)
megnevezés	10,880
Falszerk. Poz. Sarokél	21,760
külső-belső fal "T" csatl.	40,530
homlokzati nyz. Kerülete*	45,980
külső fal-padló csatl.	40,530
Összes	159,680

A hőhiak fajlagos hossza			
1,594 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rk,fal}	1,870 W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	1,110 W/m²K
		U _{Rpadl.f.}	0,999 W/m²K

*küszöbtelek hosszának levonásával

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

A (m²)	UR (W/m²K)	A*UR
külső fal	88,419	1,870
bejárati ajtó	2,310	1,800
üvegezett nyz	9,476	1,600
padlásfödém	71,985	0,999
SZUM		256,582
l(m)	Ψ (W/mK)	1*Ψ
padló éle	40,530	1,300
ΣA*U _R + 1*Ψ		309,271

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	3714,426 kg
padló	27714,225 kg
határoló fal	15981,698 kg
Σ	47410,349 kg

m (kg/m³) 658,614 nehéz

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

Q_{sd}=c*ΣA_ü*g*Q_{TOT} Q_{sd}= 346,463 kWh/a

égtáj	db	A _ü (m²)	I _ü (m)	Σaü (m²)
É	2,000	1,652	7,420	1,239
D	4,000	5,385	18,780	4,039
K	2,000	2,439	9,000	1,829
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		9,476	35,200	7,107

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$$

q _{m,köv}	0,560
q	1,555 nem felel meg

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q _{sdnyár} =ΣA _ü *I _ü *g _{nyár}	
Eszakra	többi égtáj
I _ü	85,000 150,000

N	0,130
gnyár	0,650

Égtáj	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
	A _ü	I _ü	g _{nyár}	ΣA _ü *I _ü *g _{nyár}
É	1,239	85,000	0,085	8,898
D	4,039	150,000	0,085	51,194
K	1,829	150,000	0,085	23,184
NY	0,000	150,000	0,085	0,000
Σ				83,276

Q_{sdnyár}= 83,276 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{nyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$$

Δt_{nyár}= 0,479 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a)) és a fajlagos érték

Q_F=72*V(q+0,35*n)*σ-4,4*A_N*q_b Q_F 20365,649 kWh/a

V	195,799 m³
q	1,555 W/m³K
n	0,500 1/h
σ	0,900
A _N	71,985 m²
q _b	5,000 W/m²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

q_F=Q_F/A_N 282,915 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$$E_F = (q_f + q_{ra} + q_{fv} + q_{ft}) \cdot \Sigma(C_k \cdot \alpha_k \cdot e_k) + (E_{fSZ} + E_{fFT} + q_{kv}) \cdot e_v$$

q _f	282,915 kWh/m²a
q _{ra}	15,000 kWh/m²a
q _{fv}	0,000 kWh/m²a
q _{ft}	0,000 kWh/m²a
C _k	1,600
α _k	1,000
e _k	1,000
E _{fSZ}	0,000 kWh/m²a
E _{fFT}	0,000 kWh/m²a
q _{kv}	0,000 kWh/m²a
e _v	0,600

E_F 476,664 kWh/m²a

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,i}) \cdot \Sigma(C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$$

q _{HMV}	30,000 kWh/m²a
q _{HMV,v}	7,200 kWh/m²a
q _{HMV,i}	6,000 kWh/m²a
C _k	1,300
α _k	1,000
e _{HMV}	1,000 kWh/m²a
E _c	1,140 kWh/m²a
E _k	0,000 kWh/m²a
e _v	2,500

E_{HMV} 59,010 kWh/m²a

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p 535,674 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése

239,517 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "G", minősítése: átlagost megközelítő.

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.1. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hőszigetelés	10,000	0,042	
vályogfal	46,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	hőv. T.	db/m²
9,817	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,471	
						-14,529
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,065	
						-14,464
hőszigetelés	0,100	0,042	-	2,399	27,136	
						12,672
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	5,719	
						18,391
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,195	
						18,586
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,414	
						20,000

R 3,094 m²K/W
U 0,323 W/m²K
q 11,313 W/m²

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,296	
						-1,704
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,041	
						-1,663
hőszigetelés	0,100	0,042	-	2,399	17,057	
						15,394
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	3,595	
						18,989
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,123	
						19,111
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,889	
						20,000

R 3,094 m²K/W
U 0,323 W/m²K
q 7,111 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	71,985 m²
Belmagasság:	2,720 m

Fűtött térfogat:
V=A_n*b_m 195,799 m³

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	100,205
bejárati ajtó	2,400
üvegezett nyílászárók	9,476
külső tömör fal	88,329
padlófelület	71,985
padlásfödém	71,985
összesen:	244,175

Felület/térfogat arány:
A/V= 1,247
E_{pköv} 223,648

A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,560 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,323	1,600	1,800	0,214	0,477	0,950
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,080	0,100	-	0,800
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,678 m²K/W
U 0,214 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
téglaburkolat	0,070	0,500	-	0,140
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,318 m²K/W
U 3,143 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korre U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,880
külső-belső fal "T" csatl.	21,760
külső fal födém csatl.	40,530
homlokzati nyz. Kerülete*	45,980
külső fal-padló csatl.	40,530
Összes	159,680

*küszöbtelek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,594 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,420
- padláf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,235
		U _{Rpadl.f.}	0,212

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztéségi

	A (m²)	UR (W/m²K)	A*UR
külső fal	88,329	0,420	37,116
bejárati ajtó	2,400	1,800	4,320
üvegezett nyz.	9,476	1,600	15,162
padlásfödém	71,985	0,212	15,235
SZUM			71,833
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,530	0,950	38,504
ΣA*UR + l*Ψ			110,336

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2348,871 kg
padló	11085,690 kg
határoló fal	15965,431 kg
Σ	29399,991 kg
m (kg/m²)	408,418 nehéz

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyire

Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \sum A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT}$

$Q_{sd} = 344,375 \text{ kWh/a}$

égtáj	db	A _{nyv} (m ²)	I _{nyv} (m)	Σa _ü (m ²)
É	2,000	1,560	7,420	1,170
D	4,000	5,420	18,780	4,065
K	2,000	2,439	9,000	1,829
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		9,419	35,200	7,064

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\sum A \cdot U_R + I \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,560 W/m ³ K
q	0,539 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

	Északra	többi égtáj
I _{nyár}	85,000	150,000

N	0,130
g _{nyár}	0,650

Égtáj	A _ü	I _{nyár}	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
			g _{nyár}	ΣA _ü · I _{nyár} · g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü · I _{nyár} · g _{nyár}
É	1,170	85,000	0,085	8,404		
D	4,065	150,000	0,085	51,524		
K	1,829	150,000	0,085	23,184		
NY	0,000	150,000	0,085	0,000		
Σ						83,111

$Q_{sdnyár} = 83,111 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\sum A \cdot U_R + \sum I \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$

Δt _{bnyár}	0,609 megfelel
---------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$

$Q_F = 7476,534 \text{ kWh/a}$

V	195,799 m ³
q	0,539 W/m ³ K
n	0,500 1/h
σ	0,900
A _N	71,985 m ²
q _b	5,000 W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 103,862 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

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

q _f	103,862 kWh/m ² a	E _F	155,793 kWh/m ² a
q _{f,h}	3,300 kWh/m ² a		
q _{f,v}	2,900 kWh/m ² a		
q _{f,t}	0,100 kWh/m ² a		
C _k	1,340		
α _k	1,000		
e _f	1,000		
E _{FSZ}	1,850 kWh/m ² a		
E _{FT}	0,630 kWh/m ² a		
q _{k,v}	0,790 kWh/m ² a		
e _v	2,500		

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$

q _{HMV}	30,000 kWh/m ² a	E _{HMV}	53,198 kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200 kWh/m ² a		
q _{HMV,t}	0,000 kWh/m ² a		
C _k	1,340		
α _k	1,000		
e _{HMV}	1,000 kWh/m ² a		
E _c	1,140 kWh/m ² a		
E _k	0,200 kWh/m ² a		
e _v	2,500		

Összesített energetikai jellemző: E_p

$E_p = 208,991 \text{ megfelel}$

Az épület energetikai minősítése

93,446 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczlér Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hőszigetelés	15,000	0,042	
vályogfal	46,000	0,910	
thermolot dp180	8,000	0,051	
belső vakolat	0,500	0,730	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]			
	24,000	8,000	

Kőzetgyapot helyettesítő hőv.tény.:	acél csavarok
	V hőv. T. db/m2
	14,726 58,000 5,000
Thermolot DP 180 helyettesítő hőv.tény.:	acél csavarok
	V hővez.t. db/m²
	7,854 58,000 5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán
Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,249	
						-14,751
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,034	
						-14,717
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	21,486	
						6,769
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	3,019	
						9,788
Thermolot DP180	0,080	0,051	-	1,578	9,425	
						19,213
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,041	
						19,254
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,746	
						20,000

R 5,861 m²K/W
U 0,171 W/m²K
q 5,972 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,156	
						-1,844
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,022	
						-1,822
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	13,505	
						11,683
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	1,897	
						13,581
Thermolot DP180	0,080	0,051	-	1,578	5,924	
						19,505
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,026	
						19,531
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,469	
						20,000

R 5,861 m²K/W
U 0,171 W/m²K
q 3,754 W/m²

	d (m)	p _s (Pa)	δ (g/msPa)	R _{vi}	Δp	pi (Pa)
		516,000				
külső levegő	-	-	-	-	-	
		520,000				464,000
külső vakolat	0,005		0,022	0,227	14,072	
		522,000				478,072
hőszigetelés	0,150		0,140	1,071	66,338	
		1374,000				544,410
vályogfal	0,001		0,034	13,529	837,686	
		1569,000				1382,096
Thermolot DP180	0,080		0,040	2,000	123,832	
		2267,000				1505,928
vakolat	0,000		0,022	0,227	14,072	
		2269,000				1520,000
belső levegő	-	-	-	-	-	
		2338,000				

R_{vi} 17,055 m²sPa/kg
g 61,916 kg/m²s

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	71,985 m²
Belmagasság:	2,720 m
Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	100,205
bejárati ajtó	2,400
üvegezett nyílászárók	9,476
külső tömör fal	88,329
padlófelület	71,985
padlásfödém	71,985
összesen:	244,175

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m	195,799 m³
Felület/térfogat arány:	A/V=	1,247
E _{nköv}		223,648

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:

q _{m,köv} (W/m³K)	
q _{m,köv}	0,560 W/m³K

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,171	1,600	1,800	0,214	0,477	0,950
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,080	0,100	-	0,800
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

V _{fa}	7500,000	cm³
V _{kgv}	142500,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgv}	0,042	W/mK
λ _h	0,046	W/mK

R 4,678 m²K/W
U 0,214 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
téglaburkolat	0,070	0,500	-	0,140
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,318 m²K/W
U 3,143 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
x korrekciós tényező

A hőiak fajlagos hossza

1,594 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,222 W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,235 W/m²K
		U' _{Rpadl.f.}	0,212 W/m²K

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,880
külső-belső fal "T" csatl.	21,760
külső fal földem csatl.	40,530
homlokzati nyz. Kerülete*	45,980
külső fal-padló csatl.	40,530
Összes	159,680

*küszöbélék hosszának levonásával

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m ²)	UR (W/m ² K)	A*UR
külső fal	88,329	0,222	19,592
bejárati ajtó	2,400	1,800	4,320
üvegezett nyz.	9,476	1,600	15,162
padlásfödém	71,985	0,212	15,235
SZUM			54,309
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,530	0,950	38,504
ΣA*U _R + l*Ψ			92,812

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2348,871	kg	
padló	11085,690	kg	m (kg/m ²) 247,246 könnyű
határoló fal	4363,443	kg	
Σ	17798,003	kg	

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \Sigma A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 229,583 \text{ kWh/a}$

égtáj	db	A _{nyz} (m ²)	I _{nyz} (m)	Σa _ü (m ²)
É	2,000	1,560	7,420	1,170
D	4,000	5,420	18,780	4,065
K	2,000	2,439	9,000	1,829
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		9,419	35,200	7,064

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,560 W/m ³ K
q	0,458 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár} \text{ (W)}$

I _{nyár}	Északra	többi égtáj
	85,000	150,000

N	0,130
g _{nyár}	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül	
	A _ü	I _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}
É	1,170	85,000	0,085	8,404		
D	4,065	150,000	0,085	51,524		
K	1,829	150,000	0,085	23,184		
NY	0,000	150,000	0,085	0,000		
Σ						83,111

$Q_{sdnyár} = 83,111 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnjár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$

Δt _{bnjár}	0,624 megfelel
---------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$

$Q_F = 6444,315 \text{ kWh/a}$

V	195,799	m ³
q	0,458	W/m ³ K
n	0,500	l/h
σ	0,900	
A _N	71,985	m ²
q _b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 89,523 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

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

$E_F = 136,578 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _f	89,523	kWh/m ² a
q _{f,h}	3,300	kWh/m ² a
q _{f,v}	2,900	kWh/m ² a
q _{f,t}	0,100	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _p	1,000	
E _{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E _{FT}	0,630	kWh/m ² a
q _{k,v}	0,790	kWh/m ² a
e _v	2,500	

A melegvizellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$

$E_{HMV} = 53,198 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _{HMV}	30,000	kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200	kWh/m ² a
q _{HMV,t}	0,000	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E _c	1,140	kWh/m ² a
E _k	0,200	kWh/m ² a
e _v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

$E_p = 189,776 \text{ megfelel}$

Az épület energetikai minősítése

84,855 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hőszigetelés	10,000	0,046	
vályogfal	46,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: (W/m²K)			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	höv. T.	db/m2
9,817	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,506	
						-14,494
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,070	
						-14,425
hőszigetelés	0,100	0,046	-	2,189	26,563	
						12,139
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	6,135	
						18,274
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,209	
						18,483
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,517	
						20,000

R 2,884 m²K/W
U 0,347 W/m²K
q 12,137 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t(°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,318	
						-1,682
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,044	
						-1,638
hőszigetelés	0,100	0,046	-	2,189	16,697	
						15,059
vályogfal	0,460	0,910	-	0,505	3,856	
						18,915
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,132	
						19,046
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,954	
						20,000

R 2,884 m²K/W
U 0,347 W/m²K
q 7,629 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	71,985 m²
Belmagasság:	2,720 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 195,799 m³
------------------	---

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	100,205
bejárati ajtó	2,400
üvegezett nyílászárók	9,476
külső tömör fal	88,329
padlófelület	71,985
padlásfödém	71,985
összesen:	244,175

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,247
E _{nköv}	223,648

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,560 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,347	1,600	1,800	0,214	0,477	0,950
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,080	0,100	-	0,800
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,678 m²K/W
U 0,214 W/m²K

Eredeti Padló

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
téglaburkolat	0,070	0,500	-	0,140
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,318 m²K/W
U 3,143 W/m²K

Padló #1

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325

R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	10,880
külső-belső fal "T" csatl.	21,760
külső fal födém csatl.	40,530
homlokzati nyz. Kerülete*	45,980
külső fal-padló csatl.	40,530
Összes	159,680

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,594 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

Korrekciós tényezők:

- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,451	W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{rpdl.f.}	0,235	W/m²K
		U' _{Rpadl.f.}	0,212	W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	88,329	0,451	39,818
bejárati ajtó	2,400	1,800	4,320
üvegezett nyz.	9,476	1,600	15,162
padlásfödém	71,985	0,212	15,235
SZUM			74,535
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,530	0,950	38,504
ΣA*U _R + l*Ψ			113,038

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2348,871	kg
padló	11085,690	kg
határoló fal	15965,431	kg
Σ	29399,991	kg
m (kg/m²)	408,418	nehéz

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyire Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \sum A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 344,375$ kWh/a

égtáj	db	A_{nyv} (m ²)	I_{nyv} (m)	$\sum a_{ü}$ (m ²)
É	2,000	1,560	7,420	1,170
D	4,000	5,420	18,780	4,065
K	2,000	2,439	9,000	1,829
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		9,419	35,200	7,064

A fajlagos hővesztésgétező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\sum A \cdot UR + l \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

$q_{m,köv}$	0,560
q	0,553 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

	Északra	többi égtáj
$I_{nyár}$	85,000	150,000

N	0,130
$g_{nyár}$	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül	
	$A_{ü}$	$I_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
É	1,170	85,000	0,085	8,404		
D	4,065	150,000	0,085	51,524		
K	1,829	150,000	0,085	23,184		
NY	0,000	150,000	0,085	0,000		
Σ						83,111

$Q_{sdnyár} = 83,111$ W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\sum A \cdot U_R + \sum l \cdot \psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

$\Delta t_{bnyár}$	0,607 megfelel
--------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a)) és a fajlagos érték

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 7651,649$ kWh/a

V	195,799	m ³
q	0,553	W/m ³ K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A_N	71,985	m ²
q_b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 106,295$ kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_d) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$

q_f	106,295	kWh/m ² a	$E_F = 159,052$ kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300	kWh/m ² a	
$q_{f,v}$	2,900	kWh/m ² a	
$q_{f,t}$	0,100	kWh/m ² a	
C_k	1,340		
α_k	1,000		
e_f	1,000		
E_{FSZ}	1,850	kWh/m ² a	
E_{FT}	0,630	kWh/m ² a	
$q_{k,v}$	0,790	kWh/m ² a	
e_v	2,500		

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$

q_{HMV}	30,000	kWh/m ² a	$E_{HMV} = 53,198$ kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200	kWh/m ² a	
$q_{HMV,t}$	0,000	kWh/m ² a	
C_k	1,340		
α_k	1,000		
e_{HMV}	1,000	kWh/m ² a	
E_c	1,140	kWh/m ² a	
E_k	0,200	kWh/m ² a	
e_v	2,500		

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p	212,250 megfelel
-------	------------------

Az épület energetikai minősítése

94,904 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Nyékkládháza, Munkácsy út 16.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
2.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétregrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
vályogfal	55,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérséklet:			
	kint	bent	Δt
	-15,000 °C	20,000	35,000
	-2,000 °C	20,000	22,000
hőátadási tényezők: (W/m²K)			
	24,000	8,000	

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,837	-15,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,253	-13,163
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	26,640	-12,910
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,760	13,730
belső levegő	-	-	8,000	0,125	5,510	20,000

R 0,794 m²K/W
U 1,259 W/m²K
q 44,078 W/m²

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,154	-2,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,159	-0,846
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	16,745	-0,686
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,478	16,059
belső levegő	-	-	8,000	0,125	3,463	20,000

R 0,794 m²K/W
U 1,259 W/m²K
q 27,706 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	59,825 m²
Belmagasság:	2,430 m

Fűtött térfogat:
V=A_n*b_m 145,374 m³

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	91,660
bejárati ajtó	1,710
üvegezett nyílászárók	8,047
külső tömör fal	81,903
padlófelület	59,825
padlásfödém	59,825
összesen:	211,309

Felület/térfogat arány:
A/V= 1,454

A fajlagos hővesztégtényező követelménvértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	1,259	1,600	1,800	1,094	2,844	1,300
U _{kon} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 0,914 m²K/W
U 1,094 W/m²K

Eredeti Padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
hajópadló	0,030	0,150	-	0,200
aljatbeton	0,080	1,550	-	0,052

R 0,352 m²K/W
U 2,844 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,720
külső-belső fal "T" csatl.	14,580
külső fal födém csatl.	39,160
homlokzati nyz. Kerülete*	25,020
külső fal-padló csatl.	39,160
Összes	127,640

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhíak fajlagos hossza

1,393 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	1,637
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	1,203
		U _{Rpadl.f.}	1,083

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	81,903	1,637	134,089
bejárati ajtó	1,710	1,800	3,078
üvegezett nyz.	8,047	1,600	12,875
padlásfödém	59,825	1,083	64,792
SZUM			214,834
	l(m)	Ψ (W/mK)	1*Ψ
padló éle	39,160	1,300	50,908
ΣA*U _R + 1*Ψ			265,742

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

Födém alsó 10cm-es rétege:	1154,619
padló	12563,208
határoló fal	14803,895
Σ	28521,722

m= 476,754 nehéz

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

Q_{sd}=ε*ΣA_n*g*Q_{TOT} Q_{sd}= 294,218 kWh/a

égtáj	db	A _{sz} (m²)	L _{sz} (m)	Σa _{il} (m²)
E	1,000	0,160	1,600	0,120
D	2,000	4,512	12,220	3,384
K	0,000	0,000	0,000	0,000
NY	1,000	3,375	7,500	2,531
Σ		8,047	21,320	6,035

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$$q = \frac{1}{V} (\Sigma A_n \cdot U_R + \Psi + \frac{Q_{sd}}{72})$$

q_{m,köv} 0,580 W/m³K
q 1,800 nem felel meg

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q _{sdnyár} =ΣA _n *I _{nyár} *g _{nyár}	Eszakra	többi égtáj
I _{nyár}	85,000	150,000

N 0,200
ignyár 0,650

Égtáj	A _n	L _{nyár}	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
			g _{nyár}	ΣA _n *I _{nyár} *g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _n *I _{nyár} *g _{nyár}
E	0,120	85,000			0,650	6,630
D	3,384	150,000	0,130	65,988		
K	0,000	150,000	0,130	0,000		
NY	2,531	150,000	0,130	49,359		
Σ						122,627

Q_{sdnyár}= 122,627 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt_{nyár}=(Q_{sdnyár}+A_n*q_b)/(ΣA*U_R+ΣI*Ψ+0,35*n*V)

Δt_{nyár}= 0,583 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a) és a fajlagos érték

Q_F=72*V(q+0,35*n)*σ-4,4*A_N*q_b Q_F 17287,690 kWh/a

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

q_F=Q_F/A_N 288,972 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

E_F=(q+q_{fb}+q_{fv}+q_{ft})*Σ(C_k*α_k*e_k)+(E_{Fsz}+E_{Ft}+q_{k,v})*e_v

E_F 413,241 kWh/m²a

q _F	288,972	kWh/m²a
q _{fb}	5,500	kWh/m²a
q _{fv}	0,700	kWh/m²a
q _{ft}	0,000	kWh/m²a
C _k	1,400	
α _k	1,000	
e _k	1,000	
E _{Fsz}	0,000	kWh/m²a
E _{Ft}	0,000	kWh/m²a
q _{k,v}	0,000	kWh/m²a
e _v	0,600	

A melegvzellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

E_{HMV}=(q_{HMV}+q_{HMV,v}+q_{HMV,i})*Σ(C_k*α_k*e_{HMV})+(E_c+E_k)*e_v E_{HMV} 59,010 kWh/m²a

q _{HMV}	30,000	kWh/m²a
q _{HMV,v}	7,200	kWh/m²a
q _{HMV,i}	6,000	kWh/m²a
C _k	1,300	
α _k	1,000	
e _{HMV}	1,000	kWh/m²a
E _c	1,140	kWh/m²a
E _k	0,000	kWh/m²a
e _v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p 472,251 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése

205,326 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "G", minősítése:átlagost megközelítő.

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.1. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hőszig.	15,000	0,042	
vályogfal	55,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők [W/m²K]:			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	hőv. T.	db/m2
14,726	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,332	
						-14,668
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,046	
						-14,622
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	28,672	
						14,050
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	4,816	
						18,866
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,137	
						19,004
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,996	
						20,000

R 4,392 m²K/W
 U 0,228 W/m²K
 q 7,969 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,209	
						-1,791
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,029	
						-1,762
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	18,022	
						16,260
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,027	
						19,287
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,086	
						19,374
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,626	
						20,000

R 4,392 m²K/W
 U 0,228 W/m²K
 q 5,009 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	59,825 m²
Belmagasság:	2,430 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m	145,374 m³
------------------	----------------------------------	------------

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	91,660
bejárati ajtó	1,710
üvegezett nyílászárók	8,047
külső tömör fal	81,903
padlófelület	59,825
padlásfödém	59,825
összesen:	211,309

Felület/térfogat arány:	A/V=	1,454
-------------------------	------	-------

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke:

q _{m,köv} (W/m³K)	q _{m,köv} =	0,580 (W/m³K)
----------------------------	----------------------	---------------

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,228	1,600	1,800	0,202	0,477	0,950
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,955 m²K/W
 U 0,202 W/m²K

V _{fa}	7500,000	cm³
V _{kgv}	142500,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgv}	0,042	W/mK
λ _h	0,046	W/mK

Eredeti Padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
hajópadló	0,030	0,150	-	0,200
aljatbeton	0,080	1,550	-	0,052

R 0,352 m²K/W
 U 2,844 W/m²K

Padló #1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
 U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
 U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
 x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,720
külső-belső fal "T" csatl.	14,580
külső fal födém csatl.	38,410
homlokzati nyz. Kertülete*	25,020
külső fal-padló csatl.	38,410
Összes	126,140

*küszöbélék hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,376 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas
Korrekciós tényezők:
- külső fal 0,300 U _{Rkfal} 0,296 W/m²K
- padlásf. 0,100 U _{Rpadl.f.} 0,222 W/m²K
U _{Rpadl.f.} 0,200 W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	81,903	0,296	24,243
bejárati ajtó	1,710	1,800	3,078
üvegezett nyz.	8,047	1,600	12,875
padlásfödém	59,825	0,200	11,954
SZUM			52,150
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	38,410	0,950	36,490
ΣA*U _R + l*Ψ			88,639

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1952,083	kg
padló	9213,019	kg
határoló fal	14803,895	kg
Σ	25968,997	kg
m (kg/m²)	434,084	nehéz

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyire Q_{sd} (kWh/a)

$$Q_{sd} = \epsilon \cdot \sum A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT} \quad Q_{sd} = 354,254 \text{ kWh/a}$$

égtáj	db	$A_{ny}(m^2)$	$I_{ny}(m)$	$\sum a_{ü}(m^2)$
É	1,000	0,240	1,600	0,180
D	2,000	4,889	12,220	3,667
K	1,000	0,810	3,600	0,608
NY	1,000	3,750	7,500	2,813
Σ		9,689	24,920	7,267

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$$q = \frac{1}{V} (\sum A \cdot UR + I \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$$

$q_{m,köv}$	0,580 W/m ³ K
q	0,576 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	Eszakra	többi égtáj
$I_{nyár}$	85,000	150,000

N	0,200
$g_{nyár}$	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül	
	$A_{ü}$	$I_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
É	0,180	85,000	0,130	1,989		
D	3,667	150,000	0,130	71,502		
K	0,608	150,000	0,130	11,846		
NY	2,813	150,000	0,130	54,844		
Σ						140,181

$$Q_{sdnyár} = 140,181 \text{ W}$$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\sum A \cdot U_R + \sum I \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$$

$\Delta t_{bnyár}$	0,804 megfelel
--------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4 \cdot A_N \cdot q_b \quad Q_F = 5757,398 \text{ kWh/a}$$

V	145,374	m ³
q	0,576	W/m ³ K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A_N	59,825	m ²
q_b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

$$q_F = Q_F / A_N = 96,238 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v \quad E_F = 145,441 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

q_f	96,238	kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300	kWh/m ² a
$q_{f,v}$	2,900	kWh/m ² a
$q_{f,t}$	0,000	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_p	1,000	
E_{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E_{FT}	0,630	kWh/m ² a
$q_{k,v}$	0,790	kWh/m ² a
e_v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v \quad E_{HMV} = 53,198 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

q_{HMV}	30,000	kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200	kWh/m ² a
$q_{HMV,t}$	0,000	kWh/m ² a
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E_c	1,140	kWh/m ² a
E_k	0,200	kWh/m ² a
e_v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

$$E_p = 198,639 \text{ megfelel}$$

Az épület energetikai minősítése

86,365 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hőszig.	15,000	0,042	
vályogfal	55,000	0,910	
thermolut DP180	8,000	0,051	
belső vakolat	0,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]	24,000	8,000	

Közetgyapot helyettesítő hőv.tény.:

acél csavarok		
V	hőv. T.	db/m²
14,726	58,000	5,000

Thermolut DP 180 helyettesítő hőv.tény.:

acél csavarok		
V	hővez.t.	db/m²
7,854	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,245	-15,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,034	-14,755
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	21,133	-14,722
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,550	6,412
Thermolut Dp180	0,080	0,051	-	1,578	9,270	9,962
vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,034	19,232
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,734	19,266
						20,000

R 5,959 m²K/W
U 0,168 W/m²K
q 5,874 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,154	-2,000
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,021	-1,846
hőszigetelés	0,150	0,042	-	3,598	13,284	-1,825
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	2,231	11,459
Thermolut DP180	0,080	0,051	-	1,578	5,827	13,690
vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,021	19,517
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,462	19,538
						20,000

R 5,959 m²K/W
U 0,168 W/m²K
q 3,692 W/m²

Telítési és parciális páranomás értékei a réteghatárokon

	d (m)	p _s (Pa)	δ (g/msPa)	R _{vi}	delta p	pi (Pa)
külső levegő	-	516,000	-	-	-	-
külső vakolat	0,006	522,000	0,022	0,227	12,181	464,000
hőszigetelés	0,150	523,000	0,140	1,071	57,426	476,181
vályogfal	0,001	1352,000	0,034	16,176	867,017	533,607
Thermolut DP180	0,080	1570,000	0,040	2,000	107,195	1400,624
vakolat	0,000	2267,000	0,022	0,227	12,181	1507,819
belső levegő	-	2268,000	-	-	-	1520,000
		2338,000				

R_{vi} 19,702 m²sPa/kg
g 53,597 kg/m²s

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	59,825	m²
Belmagasság:	2,430	m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m	145,374
------------------	----------------------------------	---------

Felület/térfogat arány:	A/V=	1,454
-------------------------	------	-------

A fajlagos hővesztésgétező követelményértéke:

q _{m,köv} (W/m³K)	0,580 (W/m³K)
----------------------------	---------------

Belméréssel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	91,660
bejárati ajtó	1,710
üvegezett nyílászárók	8,047
külső tömör fal	81,903
padlófelület	59,825
padlásfödém	59,825
összesen:	211,309

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,168	1,600	1,800	0,202	0,477	0,950
U _{kv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,955 m²K/W
U 0,202 W/m²K

Eredeti Padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
hajópadló	0,030	0,150	-	0,200
aljazt beton	0,080	1,550	-	0,052

R 0,352 m²K/W
U 2,844 W/m²K

Padló#1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325

R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,720
külső-belső fal "T" csatl.	14,580
külső fal födém csatl.	38,410
homlokzati nyz. Kerülete*	25,020
külső fal-padló csatl.	38,410
Összes	126,140

*küszöbélék hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,376 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

Korrekciós tényezők:

- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,218	W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,222	W/m²K
		U' _{Rpadl.f.}	0,200	W/m²K

Épületenergetikai számítás

Ónod, Mező u. 10.

TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata

3.3. Számítási melléklet

készítette: Vinczler Gergő

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztés

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	81,903	0,218	17,869
bejárati ajtó	1,710	1,800	3,078
üvegezett nyz.	8,047	1,600	12,875
padlásfödém	59,825	0,200	11,954
SZUM			45,776
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	38,410	0,950	36,490
ΣA*UR + l*Ψ			82,265

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1952,083	kg	
padló	9213,019	kg	m (kg/m ²) 254,261 könnyű
határoló fal	4045,988	kg	
Σ	15211,091	kg	

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon * \Sigma A_{ü} * g * Q_{sd} = 236,169$

égtáj	db	A _{nyz} (m ²)	I _{nyz} (m)	Σa _ü (m ²)
É	1,000	0,240	1,600	0,180
D	2,000	4,889	12,220	3,667
K	1,000	0,810	3,600	0,608
NY	1,000	3,750	7,500	2,813
Σ		9,689	24,920	7,267

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A * UR + l * \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,580	W/m ³ K
q	0,543	megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{ü} * I_{nyár} * g_{nyár}$

I _{nyár}	Északra	többi égtáj
	85,000	150,000

N	0,200
g _{nyár}	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül			
	A _ü	I _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü *I _{nyár} *g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü *I _{nyár} *g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü *I _{nyár} *g _{nyár}
É	0,180	85,000	0,130	1,989				
D	3,667	150,000	0,130	71,502				
K	0,608	150,000	0,130	11,846				
NY	2,813	150,000	0,130	54,844				
Σ								140,181

$Q_{sdnyár} = 140,181 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n * q_b) / (\Sigma A * U_R + \Sigma l * \Psi + 0,35 * n * V)$ (K)

Δt _{bnyár}	0,813	megfelel
---------------------	-------	----------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a))

$Q_F = 72 * V * (q + 0,35 * n) * \sigma - 4 * A_N * q_b$ Q_F 5450,629 kWh/a

V	145,374	m ³
q	0,543	W/m ³ K
n	0,500	l/h
σ	0,900	
A _N	59,825	m ²
q _b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_{Ff} = Q_F / A_N$ 91,110 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_{Ff} + q_{Ff,h} + q_{Ff,v} + q_{Ff,t}) * \Sigma (C_k * \alpha_k * e_e) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) * e_v$ E_F 138,570 kWh/m²a

q _F	91,110	kWh/m ² a
q _{F,h}	3,300	kWh/m ² a
q _{F,v}	2,900	kWh/m ² a
q _{F,t}	0,000	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _e	1,000	
E _{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E _{FT}	0,630	kWh/m ² a
q _{k,v}	0,790	kWh/m ² a
e _v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) * \Sigma (C_k * \alpha_k * e_{HMV}) + (E_c + E_k) * e_v$ E_{HMV} 53,198 kWh/m²a

q _{HMV}	30,000	kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200	kWh/m ² a
q _{HMV,t}	0,000	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E _c	1,140	kWh/m ² a
E _k	0,200	kWh/m ² a
e _v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

E_p 191,768 megfelel

Az épület energetikai minősítése

83,377 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,870	
hősziget.	16,000	0,046	
vályogfal	55,000	0,910	
belső vakolat	1,500	0,870	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: (W/m²K)			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	höv. t.	db/m2
15,708	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,339	
						-14,661
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,047	
						-14,614
hőszigetelés	0,160	0,046	-	3,502	28,531	
						13,917
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	4,924	
						18,841
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,140	
						18,982
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,018	
						20,000

R 4,296 m²K/W
 U 0,233 W/m²K
 q 8,147 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,213	
						-1,787
külső vakolat	0,005	0,870	-	0,006	0,029	
						-1,757
hőszigetelés	0,160	0,046	-	3,502	17,934	
						16,176
vályogfal	0,550	0,910	-	0,604	3,095	
						19,272
vakolat	0,015	0,870	-	0,017	0,088	
						19,360
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,640	
						20,000

R 4,296 m²K/W
 U 0,233 W/m²K
 q 5,121 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	59,825 m²
Belmagasság:	2,430 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 145,374 m³
------------------	---

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	91,660
bejárati ajtó	1,710
üvegezett nyílászárók	8,047
külső tömör fal	81,903
padlófelület	59,825
padlásfödém	59,825
összesen:	211,309

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,454
-------------------------	------------

A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
 q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,233	1,600	1,800	0,202	0,477	0,950
U _{szív} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,100	0,100	-	1,000
lécezés	0,040	0,130	-	0,308
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,955 m²K/W
 U 0,202 W/m²K

Eredeti Padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10	0,1
hajópadló	0,030	0,150	-	0,200
aljzatbeton	0,080	1,550	-	0,052

R 0,352 m²K/W
 U 2,844 W/m²K

Padló #1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
 U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
 U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
 x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,720
külső-belső fal "T" csatl.	14,580
külső fal födém csatl.	38,410
homlokzati nyz. Kerülete*	25,020
külső fal-padló csatl.	38,410
Összes	126,140

*küszöbélék hosszának levonásával

A hőiak fajlagos hossza

1,376 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,303 W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,222 W/m²K
		U _{Rpadl.f.}	0,200 W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	81,903	0,303	24,785
bejárati ajtó	1,710	1,800	3,078
üvegezett nyz.	8,047	1,600	12,875
padlásfödém	59,825	0,200	11,954
SZUM			52,692
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	38,410	0,950	36,490
ΣA*U _R + l*Ψ			89,182

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1952,083
padló	9213,019
határoló fal	14803,895
Σ	25968,997
m (kg/m²)	434,084 nehéz

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \sum A_{ü} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 354,254$ kWh/a

égtáj	db	A_{nyz} (m ²)	I_{nyz} (m)	$\Sigma a_{ü}$ (m ²)
É	1,000	0,240	1,600	0,180
D	2,000	4,889	12,220	3,667
K	1,000	0,810	3,600	0,608
NY	1,000	3,750	7,500	2,813
Σ		9,689	24,920	7,267

A fajlagos hővesztéégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + I \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

$q_{m,köv}$	0,580
q	0,580 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

Eszakra	többi égtáj
$I_{nyár}$	85,000 150,000

N	0,200
$g_{nyár}$	0,650

Égtáj	$A_{ü}$	$I_{nyár}$	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
			$g_{nyár}$	$\Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
É	0,180	85,000	0,130	1,989		
D	3,667	150,000	0,130	71,502		
K	0,608	150,000	0,130	11,846		
NY	2,813	150,000	0,130	54,844		
Σ						140,181

$Q_{sdnyár} = 140,181$ W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma I \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

$\Delta t_{bnyár}$	0,803 megfelel
--------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 5792,536$ kWh/a

V	145,374 m ³
q	0,580 W/m ³ K
n	0,500 1/h
σ	0,900
A_N	59,825 m ²
q_b	5,000 W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_{Ff} = Q_F / A_N = 96,825$ kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

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

q_f	96,825 kWh/m ² a	$E_F = 146,228$ kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300 kWh/m ² a	
$q_{f,v}$	2,900 kWh/m ² a	
$q_{f,t}$	0,000 kWh/m ² a	
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_f	1,000	
E_{FSZ}	1,850 kWh/m ² a	
E_{FT}	0,630 kWh/m ² a	
$q_{k,v}$	0,790 kWh/m ² a	
e_v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$

q_{HMV}	30,000 kWh/m ² a	$E_{HMV} = 53,198$ kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200 kWh/m ² a	
$q_{HMV,t}$	0,000 kWh/m ² a	
C_k	1,340	
α_k	1,000	
e_{HMV}	1,000 kWh/m ² a	
E_c	1,140 kWh/m ² a	
E_k	0,200 kWh/m ² a	
e_v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

$E_p = 199,426$ megfelel

Az épület energetikai minősítése

86,707 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Ónod, Mező u. 10.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
3.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Régegrind:			
név	vastagság	λ (W/mK)	
külső vakolat	0,500	0,930	
vályogfal	54,000	0,910	
belső vakolat	1,000	0,930	
Hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
Hőátadási tényezők: [W/m²K]			
	24,000	8,000	

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C						
	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,879	-15,000
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,242	-13,121
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	26,757	-12,879
vakolat	0,010	0,930	-	0,011	0,485	13,879
belső levegő	-	-	8,000	0,125	5,636	14,364
						20,000

R 0,776 m²K/W
U 1,288 W/m²K
q 45,091 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	1,181	-2,000
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,152	-0,819
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	16,819	-0,667
vakolat	0,010	0,930	-	0,011	0,305	16,152
belső levegő	-	-	8,000	0,125	3,543	16,457
						20,000

R 0,776 m²K/W
U 1,288 W/m²K
q 28,343 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	72,340 m²
Belmagasság:	2,400 m

Fűtött térfogat:	m³
V=A _n *D _m	173,598

Belmériettel számolt felületek:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	96,000
bejárati ajtó	2,629
üvegezett nyílászárók	5,304
külső tömör fal	88,068
padlófelület	72,332
padlásfödém	72,332
összesen:	240,665

Felület/térfogat arány:	
A/V=	1,386

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:

q _{m,köv} (W/m³K)	
q _{m,köv} =	0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U (W/m²K)	1,288	1,600	1,800	1,094	3,951	1,450
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 0,914 m²K/W
U 1,094 W/m²K

Eredeti padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	12,000	0,083
fa burkolat	0,020	0,190	-	0,105
aljazatbeton	0,100	1,550	-	0,065

R 0,253 m²K/W
U 3,951 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója:

U_R (W/m²K)

U _R = U*(1+x)	
x korrekciós tényező	

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,600
külső-belső fal "T" csatl.	14,400
külső fal földem csatl.	40,000
homlokzati nyz. Kerülete*	95,670
külső fal-padló csatl.	40,000
Összes	199,670

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhíak fajlagos hossza:

2,080 >1 az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

Korrekciós tényezők:

- külső fal	0,300	U _{Rkita}	1,675 W/m²K
- padláf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	1,203 W/m²K
		U _{Rpadl.f.}	1,083 W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	88,068	1,675	147,497
bejárati ajtó	2,629	1,800	4,732
üvegezett nyz.	5,304	1,600	8,486
padlásfödém	72,332	1,083	78,338
Σ			239,053
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,000	1,450	58,000
ΣA*U _R + l*Ψ			297,053

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	2387,220 kg
padló	18229,680 kg
határoló fal	15896,202 kg
Σ	36513,102 kg

m= 504,743 kg/m² nehéz

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre Q_{sd} (kWh/a)

Q_{sd}=ε*ΣA_ü*g*Q_{TOT} Q_{sd} 220,238 kWh/a

ε = 0,75
g = 0,65
Q_{TOT} = 100

égtáj	db	A _ü (m²)	I _{nyár} (m)	ΣA _ü (m²)
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	3,000	3,144	11,860	2,358
K	2,000	2,880	8,400	2,160
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		6,024	20,260	4,518

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

q = 1/V * (ΣA*UR + l*Ψ - Q_{sd}/72)

q _{m,köv}	0,580 W/m³K
q	1,694 W/m³K

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása Q_{sdnyár}=ΣA_ü*I_{nyár}*g_{nyár}

	Eszakra	többi égtáj
I _{nyár}	85,000	150,000

N	0,200
g _{nyár}	0,650

Q_{sdnyár}= 442,426 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt_{nyár}=(Q_{sdnyár}+A_n*q_b)/(ΣA*U_R+Σl*Ψ+0,35*n*V) (K)

Δt_{nyár} [K] : 0,953 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a)) és a fajlagos érték

Q_F=72*V*(q*0,35*n)*σ-4,4*A_n*q_b Q_F 19427,952 kWh/a

V	173,598
q	1,694
n	0,500
σ	0,900
A _N	72,340
q _b	5,000

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

q_F=Q_F/A_N 268,564 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

E_F=(q_r+q_{r,h}+q_{r,v}+q_{r,t})*Σ(C_k*α_k*e_k)+(E_{Fsz}+E_{FT}+q_{k,v}) = 453,703 kWh/m²a

q _r	268,564 kWh/m²a
q _{r,h}	15,000 kWh/m²a
q _{r,v}	0,000 kWh/m²a
q _{r,t}	0,000 kWh/m²a
C _k	1,600
α _k	1,000
e _r	1,000
E _{Fsz}	0,000 kWh/m²a
E _{FT}	0,000 kWh/m²a
q _{k,v}	0,000 kWh/m²a
e _v	0,600

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

E_{HMV}=(q_{HMV}+q_{HMV,v}+q_{HMV,t})*Σ(C_k*α_k*e_{HMV})+(E_c+E_k)*e_v E_{HMV} 59,010 kWh/m²a

q _{HMV}	30,000 kWh/m²a
q _{HMV,v}	7,200 kWh/m²a
q _{HMV,t}	6,000 kWh/m²a
C _k	1,300
α _k	1,000
e _{HMV}	1,000 kWh/m²a
E _c	1,140 kWh/m²a
E _k	0,000 kWh/m²a
e _v	2,500

Az érték az adott követelménynek nem felel meg.

Az érték az adott követelménynek megfelel.

Osszesített energetikai jellemző: E_p = 512,713 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése: 222,919 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "G", minősítése:átlagost megközelítő.

Épületenergetikai számítás	Sárospatak, Végardói u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
4.1. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok			
Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,930	
kőzetgyapot hőszig.	12,000	0,042	
vályogfal	54,000	0,910	
belső vakolat	0,500	0,730	
hőmérsékletek:	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők [W/m²K]:	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	hővez.t.	db/m²
11,781	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,399	
						-14,601
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,051	
						-14,550
kőzetgyapot hőszigetelés	0,120	0,042	-	2,885	27,610	
						13,060
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	5,679	
						18,738
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,066	
						18,804
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,196	
						20,000

R 3,657 m²K/W
U 0,273 W/m²K
q 9,569 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,251	
						-1,749
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,032	
						-1,717
kőzetgyapot hőszigetelés	0,120	0,042	-	2,885	17,355	
						15,638
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	3,569	
						19,207
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,041	
						19,248
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,752	
						20,000

R 3,657 m²K/W
U 0,273 W/m²K
q 6,015 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	72,340 m²
Belmagasság:	2,400 m

Fűtött térfogat:	m³
V=A _n *b _m	173,598

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	96,000
bejárati ajtó	2,629
üvegezett nyílászárók	5,084
külső tömör fal	88,288
padlófelület	72,332
padlásfödém	72,332
összesen:	240,665

Felület/térfogat arány:	
A/V=	1,386

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:

q _{m,köv} (W/m³K)	
q _{m,köv} =	0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,273	1,600	1,800	0,228	0,477	1,000
U _{kv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

R 4,378 m²K/W
U 0,228 W/m²K

Eredeti padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
fa burkolat	0,020	0,190	-	0,105
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,283 m²K/W
U 3,529 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója: U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,600
külső-belső fal "T" csatl.	14,400
külső fal födém csatl.	40,000
homlokzati nyz. Kerülete*	53,670
külső fal-padló csatl.	40,000
Összes	157,670

*küszöbök hosszának levonásával

A hőhíak fajlagos hossza

1,642 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas	
Korrekciós tényezők:	
- külső fal	0,300 U _{Rkfal} 0,355
- padlásf.	0,100 U _{Rpadl.f.} 0,251
	U _{Rpadl.f.} 0,226

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m²)	UR (W/m²K)	A*UR
külső fal	88,288	0,355	31,381
bejárati ajtó	2,629	1,800	4,732
üvegezett nyz.	5,084	1,600	8,134
padlásfödém	72,332	0,226	16,358
SZUM			60,604
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,000	1,000	40,000
ΣA*U _R + l*Ψ			100,604

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre: Q_{sd} (kWh/a)

Q_{sd} = ε*ΣA_ü*g*Q_{TOT} Q_{sd} = 185,869 kWh/a

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$$q = \frac{1}{V} (\Sigma A * U_R + l * \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$$

q _{m,köv}	0,580 W/m³K
q	0,565 megfelel

V _{fa}	7500,000	cm³
V _{kgv}	142500,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgv}	0,042	W/mK
λ _η	0,046	W/mK

Padló #1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1859,138	kg
padló	11140,360	kg
határoló fal	16081,586	kg
Σ	29081,084	kg

m=	402,006
(kg/m²)	nehéz

égtáj	db	A _{nyz} (m²)	I _{nyz} (m)	Σaü (m²)
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	3,000	2,924	11,860	2,193
K	2,000	2,160	8,400	1,620
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		5,084	20,260	3,813

Épületenergetikai számítás	Sárospatak, Végardói u. 5.
----------------------------	----------------------------

TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata

4.2. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő
--------------------------	----------------------------

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$$Q_{sdnyár} = \sum A_n \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$$

	Északra	többi égtáj
$I_{nyár}$	85,000	150,000

N	0,200
$g_{nyár}$	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül	
	A_n	$I_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_n \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$	$g_{nyár}$	$\sum A_n \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$
É	0,000	85,000			0,000	0,000
D	2,193	150,000	0,130	42,758		
K	1,620	150,000	0,130	31,590		
NY	0,000	150,000	0,130	0,000		
Σ						74,348

$$Q_{sdnyár} = 74,348 \text{ W}$$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\sum A \cdot U_R + \sum l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$$

$$\Delta t_{bnyár} [K] : 0,673 \text{ megfelel}$$

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q_F (kWh/a)) és a fajlagos érték

$$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q \cdot 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b \quad Q_F = 6728,986 \text{ kWh/a}$$

V	173,598	m ³
q	0,565	W/m ³ K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A_N	72,340	m ²
q_b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$$q_F = Q_F / A_N = 93,019 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_k) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$$

q_f	93,019	kWh/m ² a	E_F	141,262	kWh/m ² a
$q_{f,h}$	3,300	kWh/m ² a			
$q_{f,v}$	2,900	kWh/m ² a			
$q_{f,t}$	0,100	kWh/m ² a			
C_k	1,340				
α_k	1,000				
e_f	1,000				
E_{FSZ}	1,850	kWh/m ² a			
E_{FT}	0,630	kWh/m ² a			
$q_{k,v}$	0,790	kWh/m ² a			
e_v	2,500				

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$$

q_{HMV}	30,000	kWh/m ² a	E_{HMV}	53,198	kWh/m ² a
$q_{HMV,v}$	7,200	kWh/m ² a			
$q_{HMV,t}$	0,000	kWh/m ² a			
C_k	1,340				
α_k	1,000				
e_{HMV}	1,000	kWh/m ² a			
E_c	1,140	kWh/m ² a			
E_k	0,200	kWh/m ² a			
e_v	2,500				

Összesített energetikai jellemző: E_n (kWh/m²a)

$$E_p = 194,460 \text{ megfelel}$$

Az épület energetikai minősítése:

84,548 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás

Sárospatak, Végardói u. 5.

TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata

4.2. Számítási melléklet

készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Régeprend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,930	
közetgyapot hősziget.	12,000	0,042	
vályogfal	54,000	0,910	
Thermolut DP 180	6,000	0,051	
belső vakolat	0,500	0,730	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: [W/m²K]			
	24,000	8,000	

Közetgyapot helyettesítő hőv.tény.:
Thermolut DP 180 helyettesítő hőv.tény.:

acél csavarok		
V	hővez.t.	db/m²
11,781	58,000	5,000
acél csavarok		
V	hővez.t.	db/m²
5,890	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C						
	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,302	-15,000
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,039	-14,698
közetgyapot hőszigetelés	0,120	0,042	-	2,878	20,839	-14,659
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	4,296	6,180
Thermolut DP 180	0,060	0,051	-	1,184	8,570	10,476
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,050	19,045
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,905	19,095
						20,000

R 4,834 m²K/W
U 0,207 W/m²K
q 7,240 W/m²

Δt=22°C						
	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,190	-2,000
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,024	-1,810
közetgyapot hőszigetelés	0,120	0,042	-	2,878	13,099	-1,786
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	2,700	11,313
Thermolut DP 180	0,060	0,051	-	1,184	5,387	14,013
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,031	19,400
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,569	19,431
						20,000

R 4,834 m²K/W
U 0,207 W/m²K
q 4,551 W/m²

Telítési és parciális páranomás értékek a réteghatárokon

	d (m)	p _s (Pa)	δ (g/msPa)	R _{vi} (m²sPa/kg)	Δp _i	p _i (Pa)
külső levegő	-	516,000	-	-	-	-
külső vakolat	0,005	523,000	0,022	0,227	12,838	464,000
közetgyapot hőszigetelés	0,000	525,000	0,140	0,857	48,419	476,838
vályogfal	0,001	1340,000	0,034	15,882	897,172	525,257
Thermolut DP 180	0,000	1589,000				1422,429
vakolat	0,000	2252,000	0,040	1,500	84,733	1507,162
belső levegő	-	2255,000	-	-	-	1520,000
		2338,000				

R_{vi} 18,694 m²sPa/kg
g 56,489 kg/m³s

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	72,340 m²
Belmagasság:	2,400 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 173,598
------------------	--

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	96,000
bejárati ajtó	2,629
üvegezett nyílászárók	5,084
külső tömör fal	88,288
padlófelület	72,332
padlásfödém	72,332
összesen:	240,665

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,386
-------------------------	------------

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:
q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,207	1,600	1,800	0,228	0,477	1,000
U _{köv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

V _{fa}	7500,000	cm³
V _{kgv}	142500,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgv}	0,042	W/mK
λ _h	0,046	W/mK

R 4,378 m²K/W
U 0,228 W/m²K

Eredeti padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
fa burkolat	0,020	0,190	-	0,105
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078

R 0,283 m²K/W
U 3,529 W/m²K

Padló #1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325
R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)
x korrekciós tényező

A hőhiak fajlagos hossza

1,642 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,269 W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,251 W/m²K
		U' _{Rpadl.f.}	0,226 W/m²K

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,600
külső-belső fal "T" csatl.	14,400
külső fal födém csatl.	40,000
homlokzati nyz. Kerülete*	53,670
külső fal-padló csatl.	40,000
Összes	157,670

*küszöbélék hosszának levonásával

Épületenergetikai számítás	Sárospatak, Végardói u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
4.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	88,288	0,269	23,741
bejárati ajtó	2,629	1,800	4,732
üvegezett nyz.	5,084	1,600	8,134
padlásfödém	72,332	0,226	16,358
SZUM			52,965
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,000	1,000	40,000
ΣA*UR + l*Ψ			92,965

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1859,138 kg	m= 285,330 könnyű kg/m ²
padló	11140,360 kg	
határoló fal	7641,292 kg	
Σ	20640,790 kg	

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre: Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \epsilon \cdot \Sigma A_{\tilde{u}} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 123,913 \text{ kWh/a}$

égtáj	db	A _{nyz} (m ²)	I _{nyz} (m)	Σa _ü (m ²)
E	0,000	0,000	0,000	0,000
D	3,000	2,924	11,860	2,193
K	2,000	2,160	8,400	1,620
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		5,084	20,260	3,813

A fajlagos hővesztégtényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\Sigma A \cdot UR + l \cdot \Psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,580 W/m ³ K
q	0,526 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \Sigma A_{\tilde{u}} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

	Északra	többi égtáj
I _{nyár}	85,000	150,000

N	0,200
g _{nyár}	0,650

Égtáj	árnyékolókkal				árnyékolók nélkül	
	A _ü	I _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}
E	0,000	85,000			0,000	0,000
D	2,193	150,000	0,130	42,758		
K	1,620	150,000	0,130	31,590		
NY	0,000	150,000	0,130	0,000		
Σ						74,348

$Q_{sdnyár} = 74,348 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnvár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\Sigma A \cdot U_R + \Sigma l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$

$\Delta t_{bnvár} = 0,682 \text{ megfelel}$

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye: (Q_F (kWh/a))

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q \cdot 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 6289,732 \text{ kWh/a}$

V	173,598	m ³
q	0,526	W/m ³ K
n	0,500	1/h
σ	0,900	
A _N	72,340	m ²
q _b	5,000	W/m ²

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 86,947 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$ $E_F = 133,126 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _F	86,947	kWh/m ² a
q _{f,h}	3,300	kWh/m ² a
q _{f,v}	2,900	kWh/m ² a
q _{f,t}	0,100	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _p	1,000	
E _{FSZ}	1,850	kWh/m ² a
E _{FT}	0,630	kWh/m ² a
q _{k,v}	0,790	kWh/m ² a
e _v	2,500	

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$ $E_{HMV} = 53,198 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _{HMV}	30,000	kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200	kWh/m ² a
q _{HMV,t}	0,000	kWh/m ² a
C _k	1,340	
α _k	1,000	
e _{HMV}	1,000	kWh/m ² a
E _c	1,140	kWh/m ² a
E _k	0,200	kWh/m ² a
e _v	2,500	

Összesített energetikai jellemző: E_p

$E_p = 186,324 \text{ megfelel}$

Az épület energetikai minősítése

81,010 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Sárospatak, Végardói u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
4.3. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

Kiindulási adatok

Rétegrend:			
név	vastagság	hővez.t.	
külső vakolat	0,500	0,930	
baumit open	12,000	0,046	
vályogfal	54,000	0,910	
belső vakolat	0,500	0,730	
hőmérsékletek:			
	kint	bent	Δt
°C	-15,000	20,000	35,000
°C	-2,000	20,000	22,000
hőátadási tényezők: (W/m²K)			
	24,000	8,000	

acél csavarok		
V	hővez.t.	db/m²
11,781	58,000	5,000

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

Δt=35°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-15,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,428	
						-14,572
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,055	
						-14,516
közetgyapot hőszigetelés	0,120	0,046	-	2,632	27,060	
						12,544
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	6,101	
						18,644
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,070	
						18,715
belső levegő	-	-	8,000	0,125	1,285	
						20,000

R 3,404 m²K/W
U 0,294 W/m²K
q 10,281 W/m²

Δt=22°C

	d (m)	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)	Δt (q*R)	t (°C)
						-2,000
külső levegő	-	-	24,000	0,042	0,269	
						-1,731
külső vakolat	0,005	0,930	-	0,005	0,035	
						-1,696
közetgyapot hőszigetelés	0,120	0,046	-	2,632	17,009	
						15,313
vályogfal	0,540	0,910	-	0,593	3,835	
						19,148
vakolat	0,005	0,730	-	0,007	0,044	
						19,192
belső levegő	-	-	8,000	0,125	0,808	
						20,000

R 3,404 m²K/W
U 0,294 W/m²K
q 6,462 W/m²

Épületenergetikai számítások

Nettó fűtött alapterület:	72,340 m²
Belmagasság:	2,400 m

Fűtött térfogat:	V=A _n *b _m 173,598 m³
------------------	---

Belmérettel számolt burk.f.:	felület: A(m²)
homlokzat felülete	96,000
bejárati ajtó	2,629
üvegezett nyílászárók	5,084
külső tömör fal	88,288
padlófelület	72,332
padlásfödém	72,332
összesen:	240,665

Felület/térfogat arány:	A/V= 1,386
-------------------------	------------

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke: q_{m,köv} (W/m³K)
q_{m,köv} = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

	külső fal	ablakok	bejárati a.	padlásfödém	padló	Ψ (W/mK)
U	0,294	1,600	1,800	0,228	0,477	1,000
U _{kv} (W/m²K)	0,450	1,600	1,800	0,300	0,500	

padlásfödém:

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
külső levegő	-	-	12,000	0,083
tapasztás	0,050	0,100	-	0,500
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
hőszigetelés	0,150	0,046	-	3,233
lécezés	0,030	0,130	-	0,231
belső levegő	-	-	10,000	0,100

V _{fa}	7500,000	cm³
V _{kgv}	142500,000	cm³
λ _{fa}	0,130	W/mK
λ _{kgv}	0,042	W/mK
λ _h	0,046	W/mK

R 4,378 m²K/W
U 0,228 W/m²K

Eredeti padló

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
fa burkolat	0,020	0,190	-	0,105
agyagréteg	0,100	1,280	-	0,078
kavicsréteg	0,200	0,350	-	0,571

R 0,855 m²K/W
U 1,170 W/m²K

Padló #1

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
kerámialap burkolat	0,015	1,280	-	0,012
esztrich*	0,060	1,800	-	0,033
hőszigetelés	0,060	0,042	-	0,045
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
hőszigetelés	0,040	0,042	-	0,952
kavicsréteg	0,300	0,350	-	0,857

*baumit CSFE 325 R 2,096 m²K/W
U 0,477 W/m²K

Padló #2

	d	λ (W/mK)	h	R(1/h, d/λ)
belső levegő	-	-	10,000	0,100
tégla burkolat	0,070	0,500	-	0,140
esztrich	0,100	1,800	-	0,056
vasbeton	0,150	1,550	-	0,097
kavicsréteg	0,300	0,200	-	0,292

R 0,685 m²K/W
U 1,461 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U_R (W/m²K)

U_R = U*(1+x)

x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

megnevezés	hossz(m)
Falszerk. Poz. Sarokél	9,600
külső-belső fal "T" csatl.	14,400
külső fal födém csatl.	40,000
homlokzati nyz. Kerülete*	53,670
külső fal-padló csatl.	40,000
Összes	157,670

*küszöbélék hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

1,642 > 1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas			
Korrekciós tényezők:			
- külső fal	0,300	U _{Rkfal}	0,382 W/m²K
- padlásf.	0,100	U _{Rpadl.f.}	0,251 W/m²K
		U _{Rpadl.f.}	0,226 W/m²K

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztése

	A (m2)	UR (W/m2K)	A*UR
külső fal	88,288	0,382	33,714
bejárati ajtó	2,629	1,800	4,732
üvegezett nyz.	5,084	1,600	8,134
padlásfödém	72,332	0,226	16,358
SZUM			62,937
	l(m)	Ψ (W/mK)	l*Ψ
padló éle	40,000	1,000	40,000
ΣA*U _R + l*Ψ			102,937

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

födém alsó 10cm-es rétege:	1859,138	kg
padló	11140,360	kg
határoló fal	16081,586	kg
Σ	29081,084	kg
m (kg/m²)	402,006 nehéz	

Épületenergetikai számítás	Sárospaták, Végárdói u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
4.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczlér Gergő

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q_{sd} (kWh/a)

$Q_{sd} = \varepsilon \cdot \sum A_{ij} \cdot g \cdot Q_{TOT}$ $Q_{sd} = 185,869 \text{ kWh/a}$

égtáj	db	A _{sz} (m ²)	I _{nvz} (m)	Σa _ü (m ²)
É	0,000	0,000	0,000	0,000
D	3,000	2,924	11,860	2,193
K	2,000	2,160	8,400	1,620
NY	0,000	0,000	0,000	0,000
Σ		5,084	20,260	3,813

A fajlagos hővesztésgényező kiszámítása

$q = \frac{1}{V} (\sum A \cdot UR + l \cdot \psi - \frac{Q_{sd}}{72})$

q _{m,köv}	0,580 W/m ³ K
q	0,578 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

$Q_{sdnyár} = \sum A_{ij} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$

	Északra	többi égtáj
I _{nyár}	85,000	150,000

N	0,200
g _{nyár}	0,650

Égtáj	árnyékolókkal		árnyékolók nélkül	
	A _ü	I _{nyár}	g _{nyár}	ΣA _ü * I _{nyár} * g _{nyár}
É	0,000	85,000		0,000
D	2,193	150,000	0,130	42,758
K	1,620	150,000	0,130	31,590
NY	0,000	150,000	0,130	0,000
Σ				74,348

$Q_{sdnyár} = 74,348 \text{ W}$

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

$\Delta t_{bnyár} = (Q_{sdnyár} + A_n \cdot q_b) / (\sum A \cdot U_R + \sum l \cdot \Psi + 0,35 \cdot n \cdot V)$ (K)

Δt _{bnyár}	0,671 megfelel
---------------------	----------------

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q_F (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q \cdot 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$ $Q_F = 6880,170 \text{ kWh/a}$

V	173,598 m ³
q	0,578 W/m ³ K
n	0,500 1/h
σ	0,900
A _N	72,340 m ²
q _b	5,000 W/m ²

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

$q_F = Q_F / A_N = 95,109 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E_F

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_t) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$ $E_F = 144,063 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _f	95,109 kWh/m ² a
q _{f,h}	3,300 kWh/m ² a
q _{f,v}	2,900 kWh/m ² a
q _{f,t}	0,100 kWh/m ² a
C _k	1,340
α _k	1,000
e _f	1,000
E _{FSZ}	1,850 kWh/m ² a
E _{FT}	0,630 kWh/m ² a
q _{k,v}	0,790 kWh/m ² a
e _v	2,500

A melegvízellátás fajlagos éves primer-energia igénye: E_{HMV}

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$ $E_{HMV} = 53,198 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

q _{HMV}	30,000 kWh/m ² a
q _{HMV,v}	7,200 kWh/m ² a
q _{HMV,t}	0,000 kWh/m ² a
C _k	1,340
α _k	1,000
E _{HMV}	1,000 kWh/m ² a
E _c	1,140 kWh/m ² a
E _k	0,200 kWh/m ² a
e _v	2,500

Összesített energetikai jellemző: E_n (kWh/m²a)

$E_p = 197,261 \text{ megfelel}$

Az épület energetikai minősítése

85,766 %

Az épület rendelet szerinti besorolása: "B", minősítése: követelménynél jobb.

Épületenergetikai számítás	Sárospatak, Végardói u. 5.
TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata	
4.4. Számítási melléklet	készítette: Vinczler Gergő

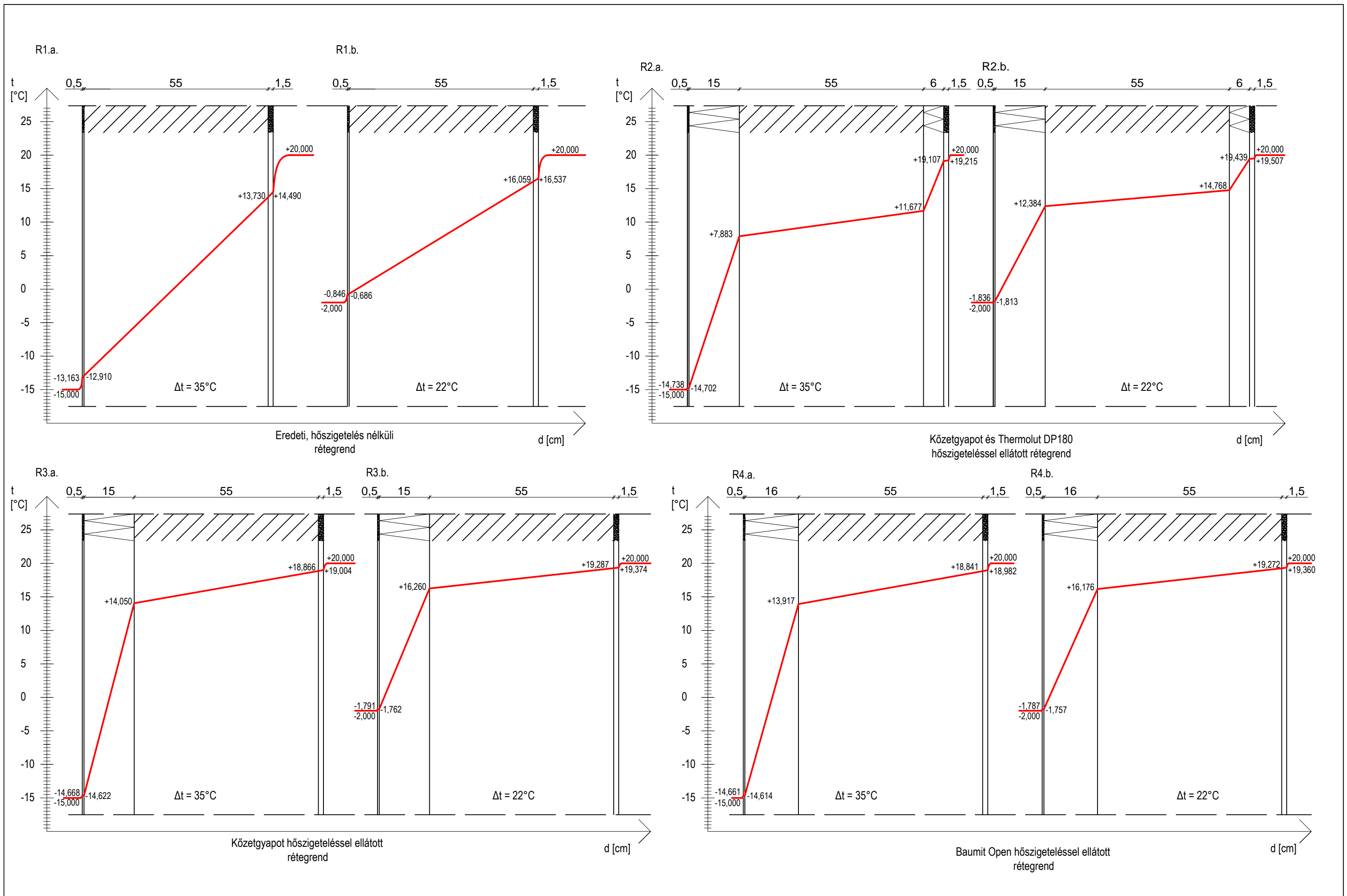
11.3. Hőfokelési görbék

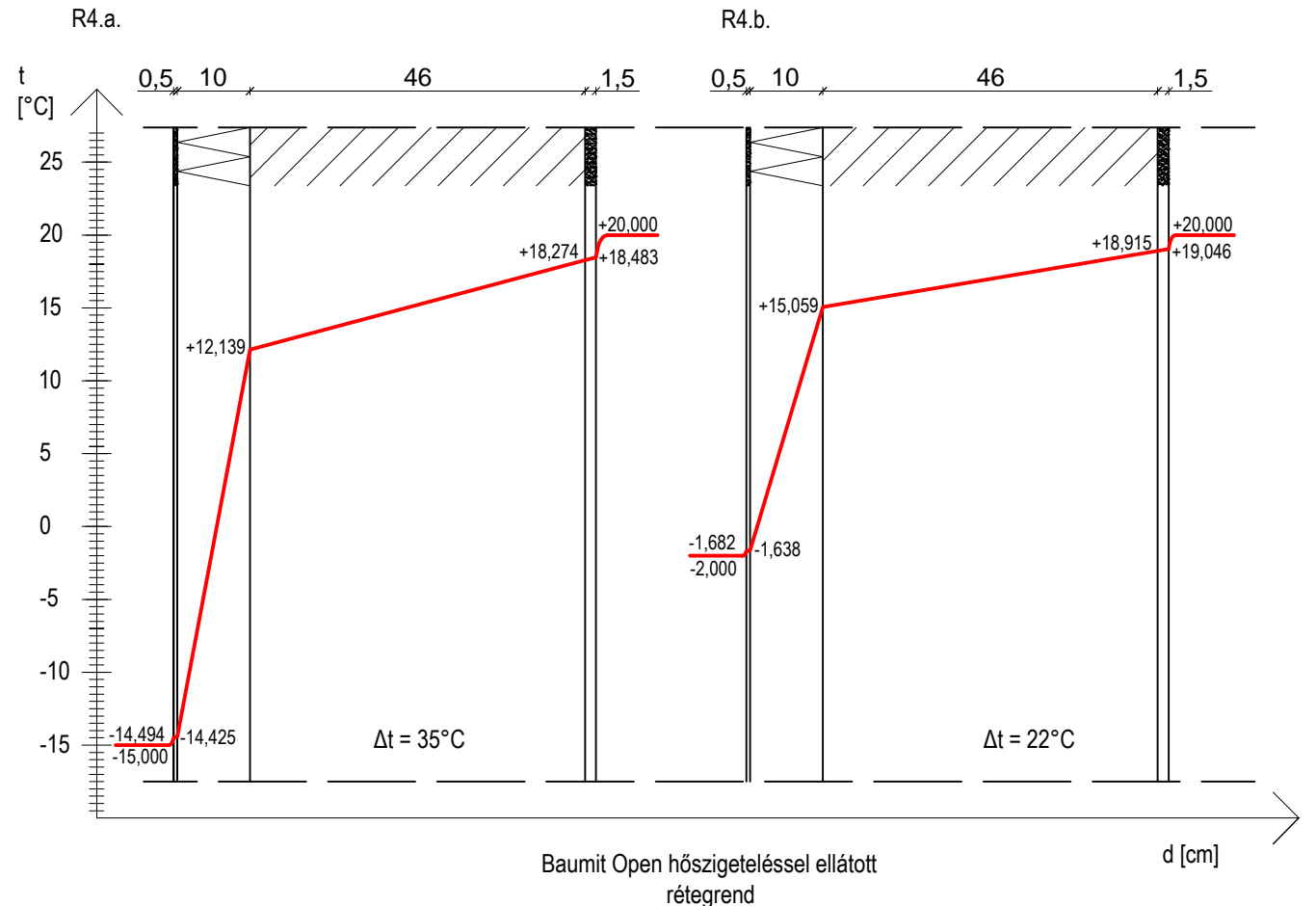
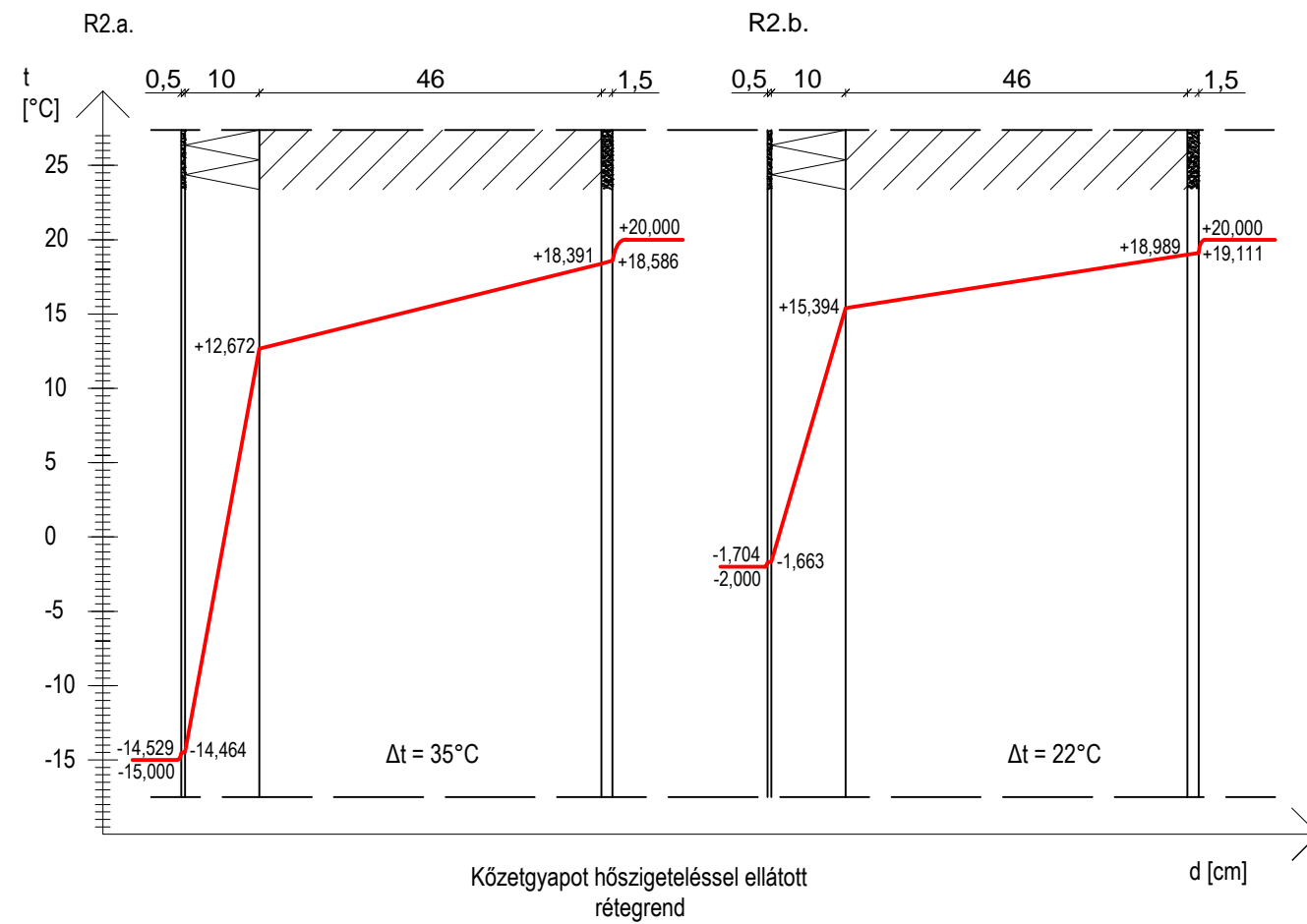
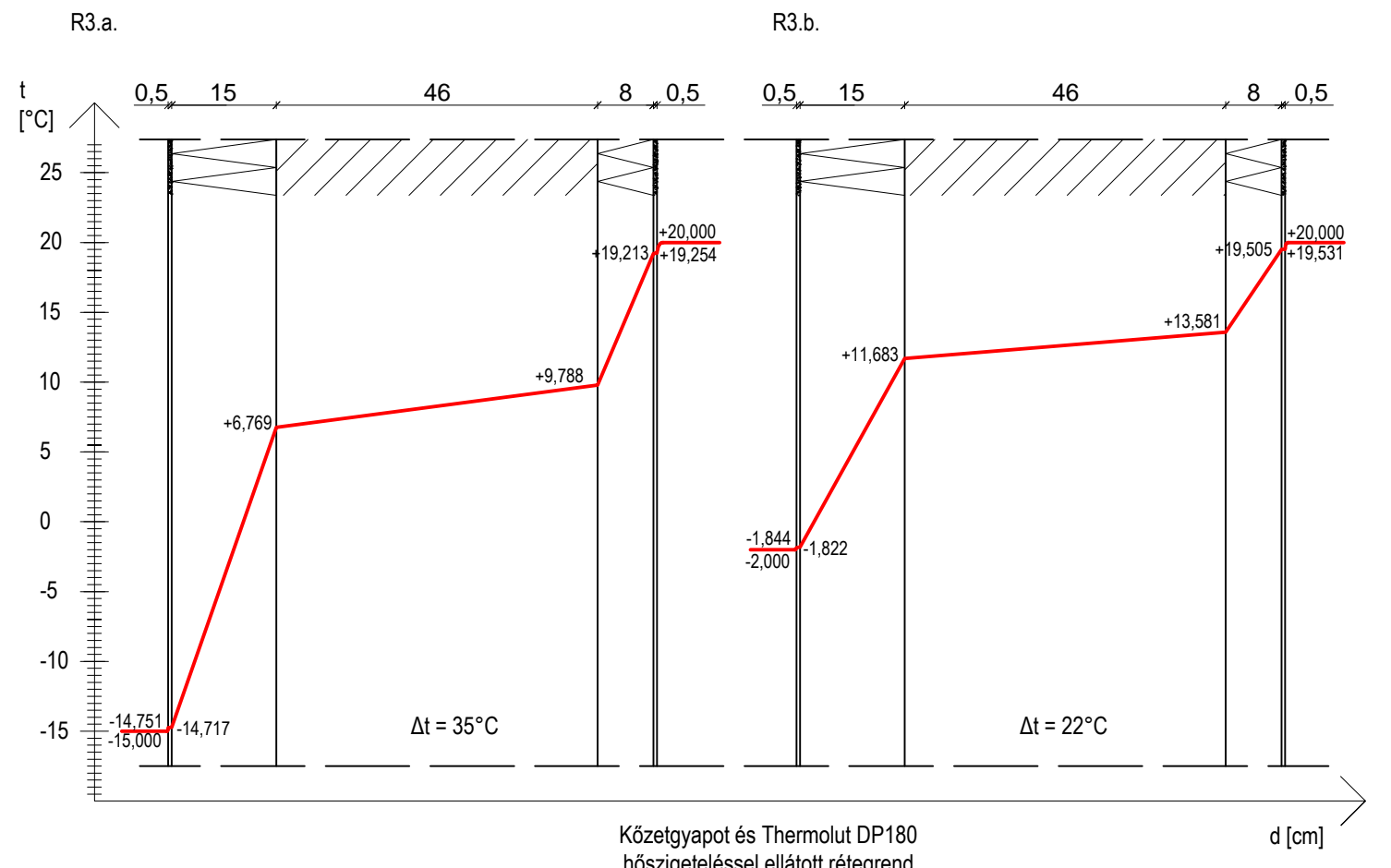
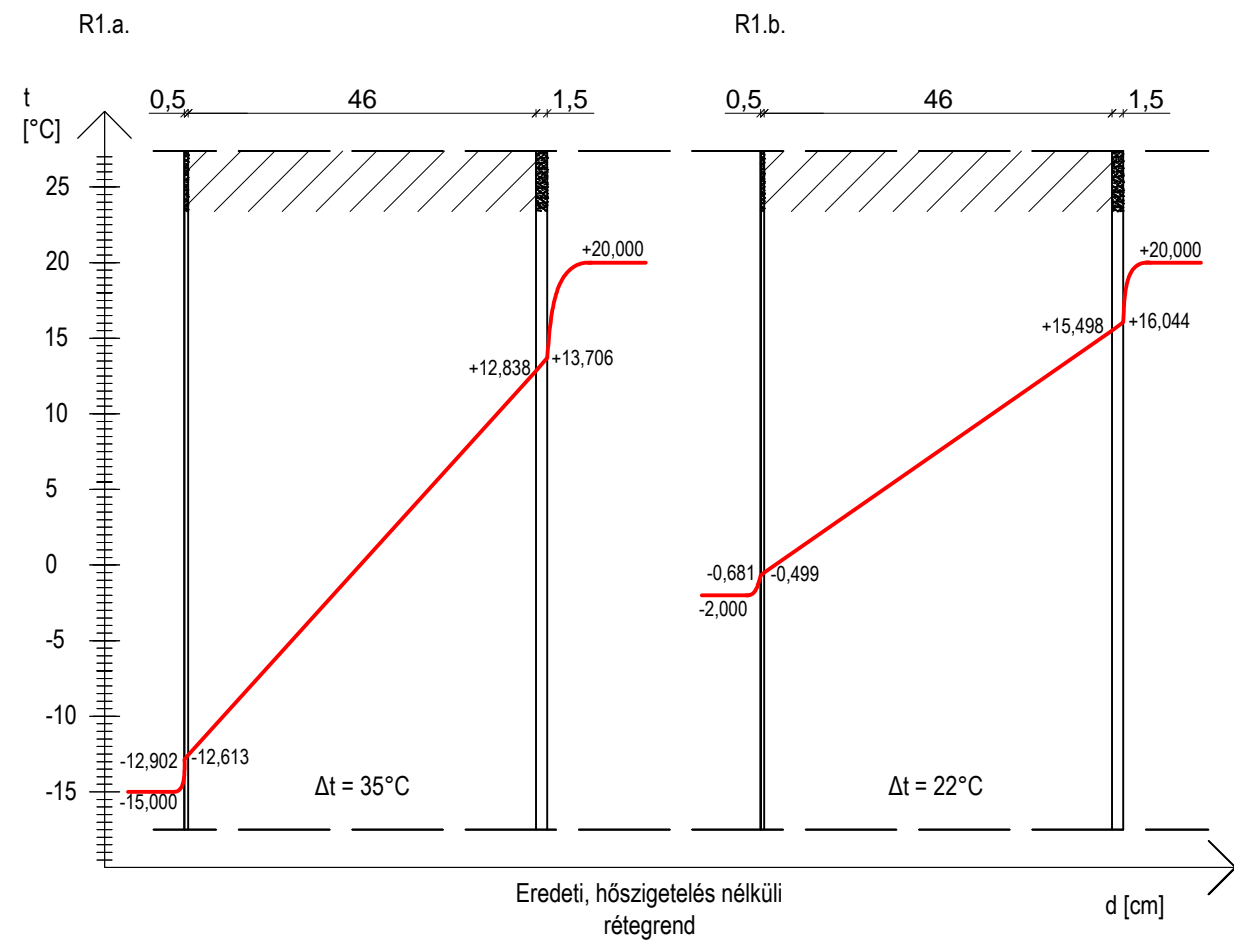
A hőfokelési görbék:

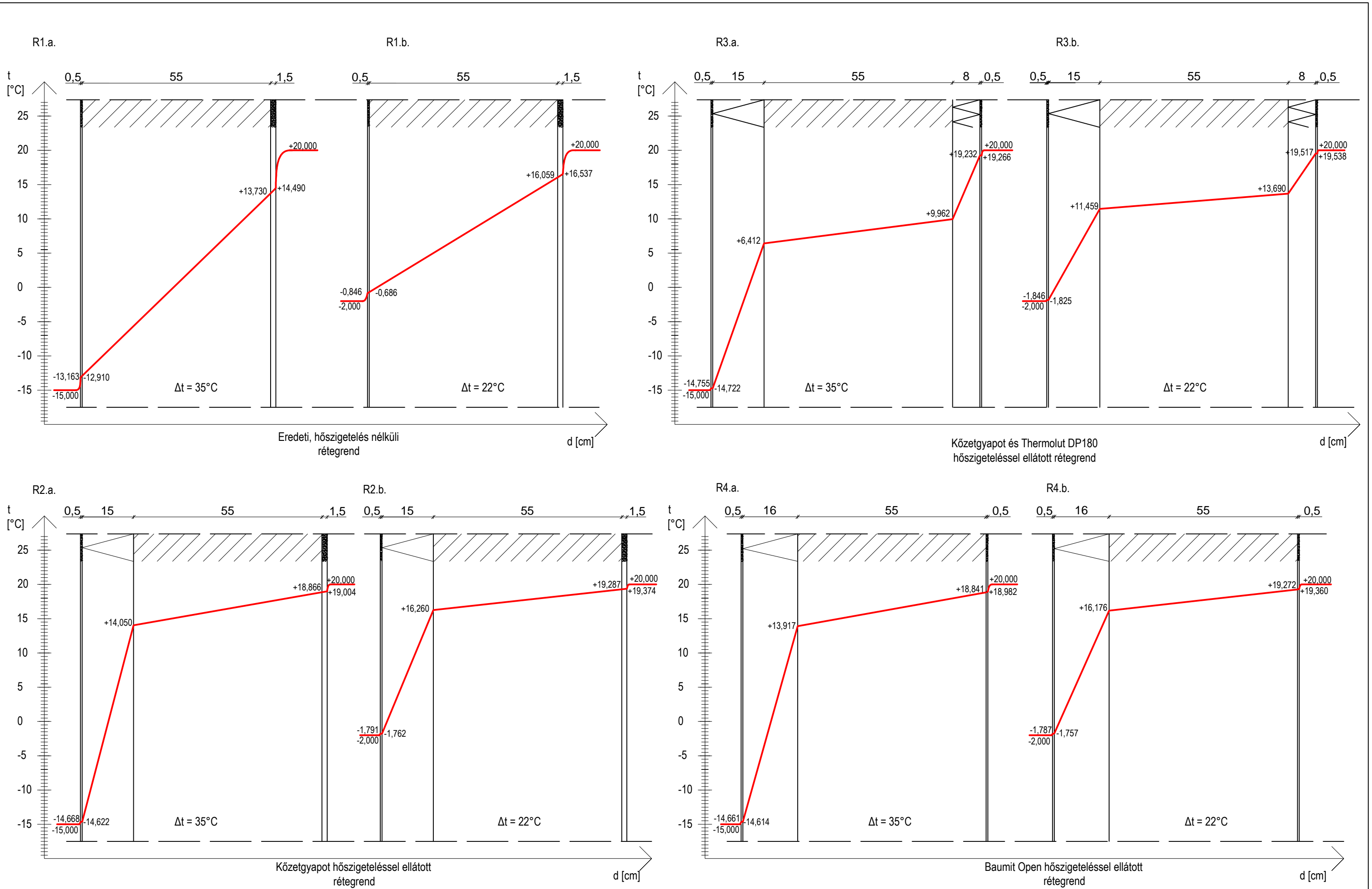
- H.1. Hőfokelési görbék: Nyékládháza, Vitéz utcai épület
- H.2. Hőfokelési görbék: Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épület
- H.3. Hőfokelési görbék: Ónod, Mező utcai épület
- H.4. Hőfokelési görbék: Sárospatak, Végardói úti épület

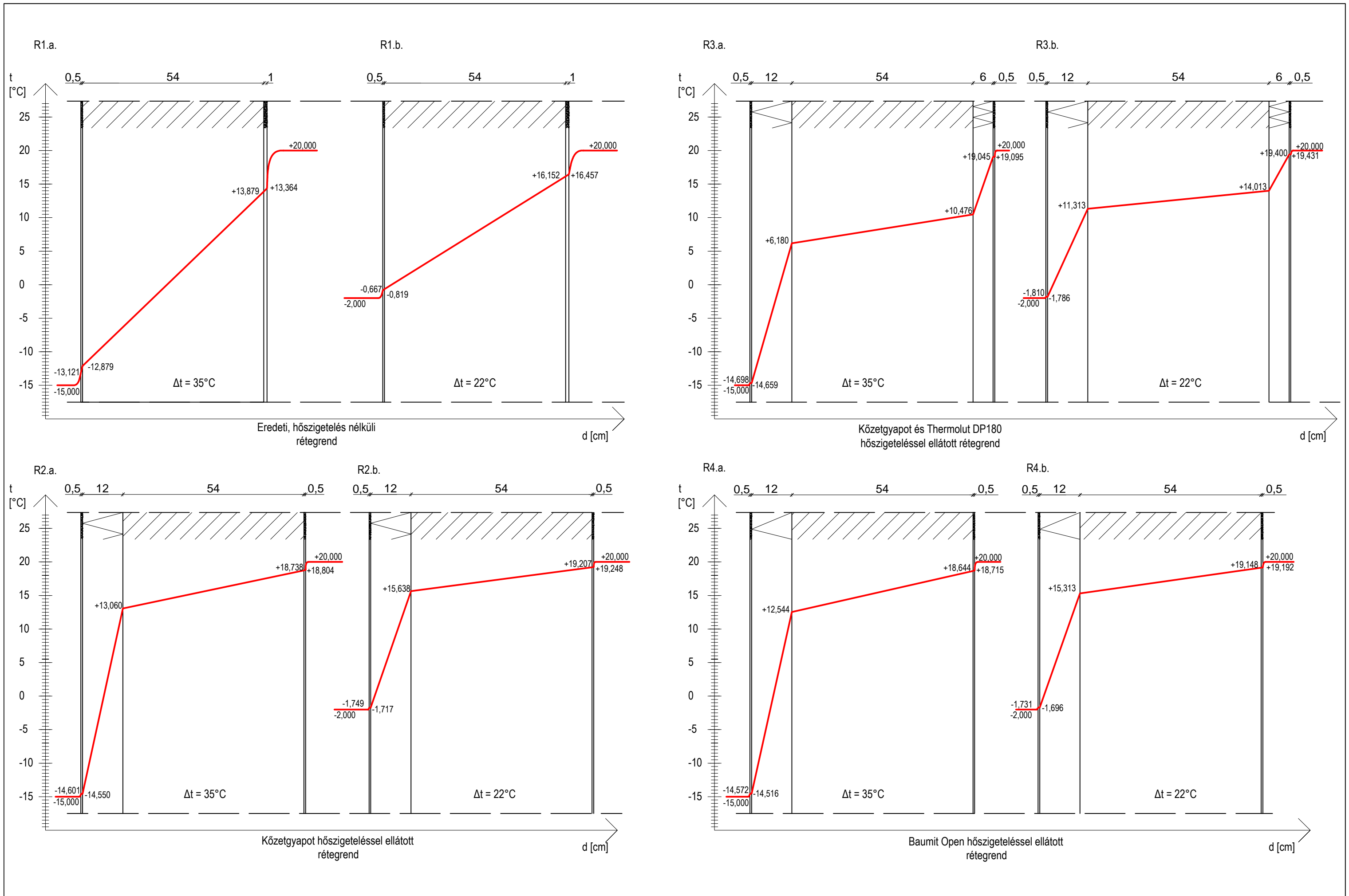
A jelölések:

- R1.a.: Eredeti rétegrend, $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R1.b.: Eredeti rétegrend, $\Delta t=22^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R2.a.: Kőzetgyapot hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R2.b.: Kőzetgyapot hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=22^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R3.a.: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R3.b.: Kőzetgyapot és Thermolut DP180 hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=22^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R4.a.: BAUMIT OPEN hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén
- R4.b.: BAUMIT OPEN hőszigeteléssel ellátott rétegrend, $\Delta t=22^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletkülönbség esetén





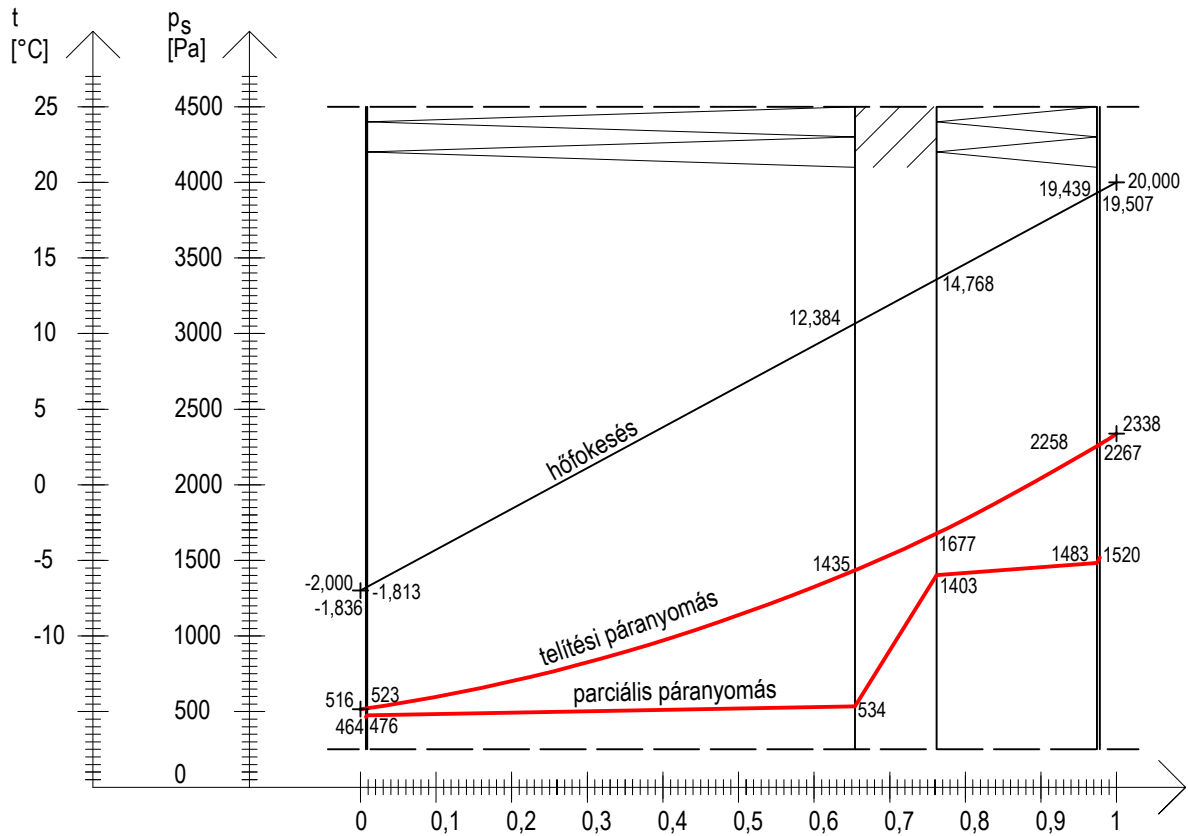




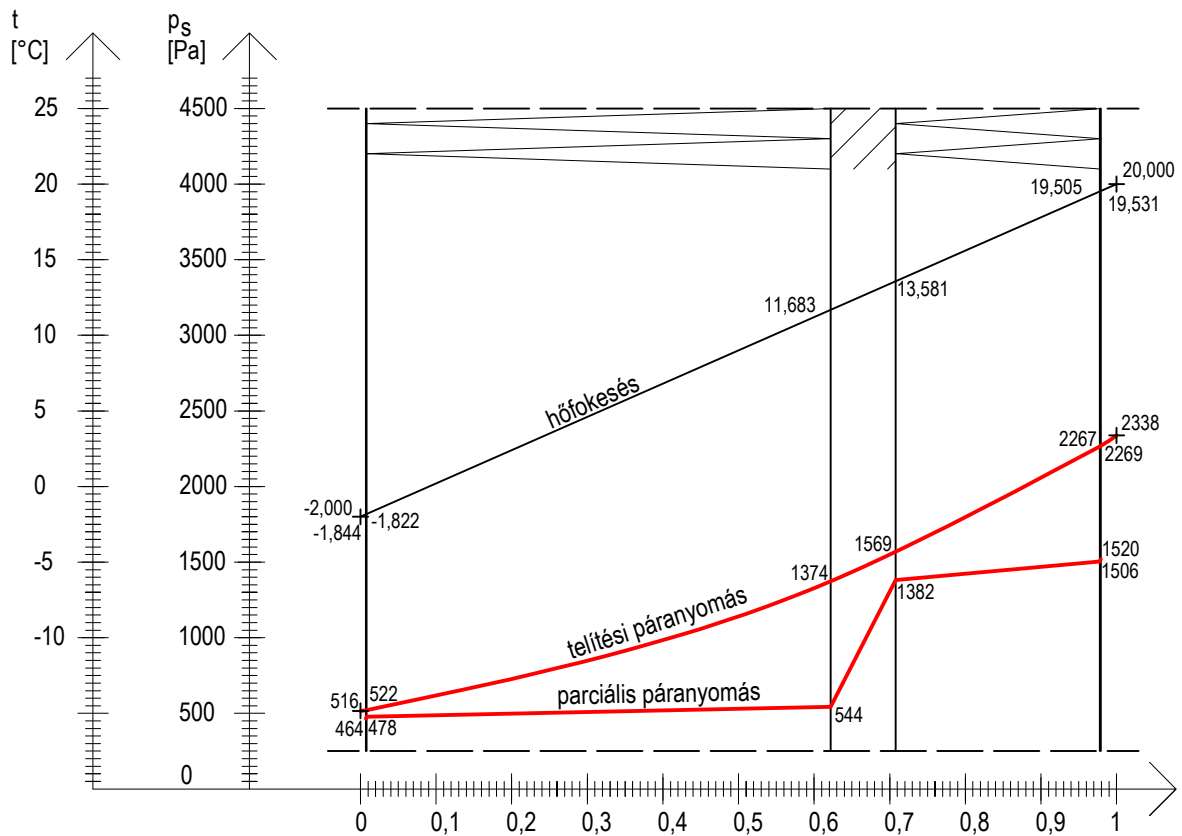
11.4. Nedvességtranszport vizsgálata

A nedvességtranszport vizsgálata:

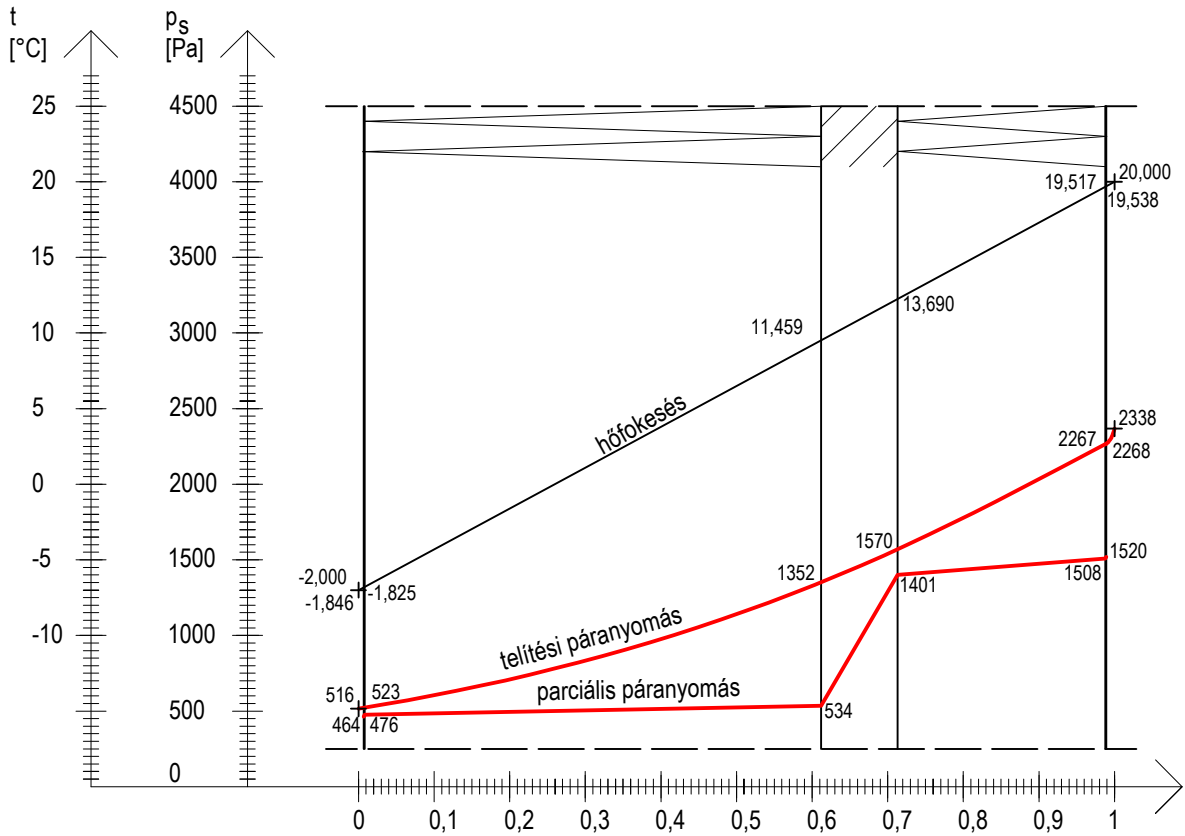
- P.1. Párányomás-értékek saját léptékben mért hőmérséklet függvényében
 - P.1.1. Nyékládháza, Vitéz utcai épület
 - P.1.2. Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épület
- P.2. Párányomás-értékek saját léptékben mért hőmérséklet függvényében
 - P.2.1. Ónod, Mező utcai épület
 - P.2.2. Sárospatak, Végardói úti épület



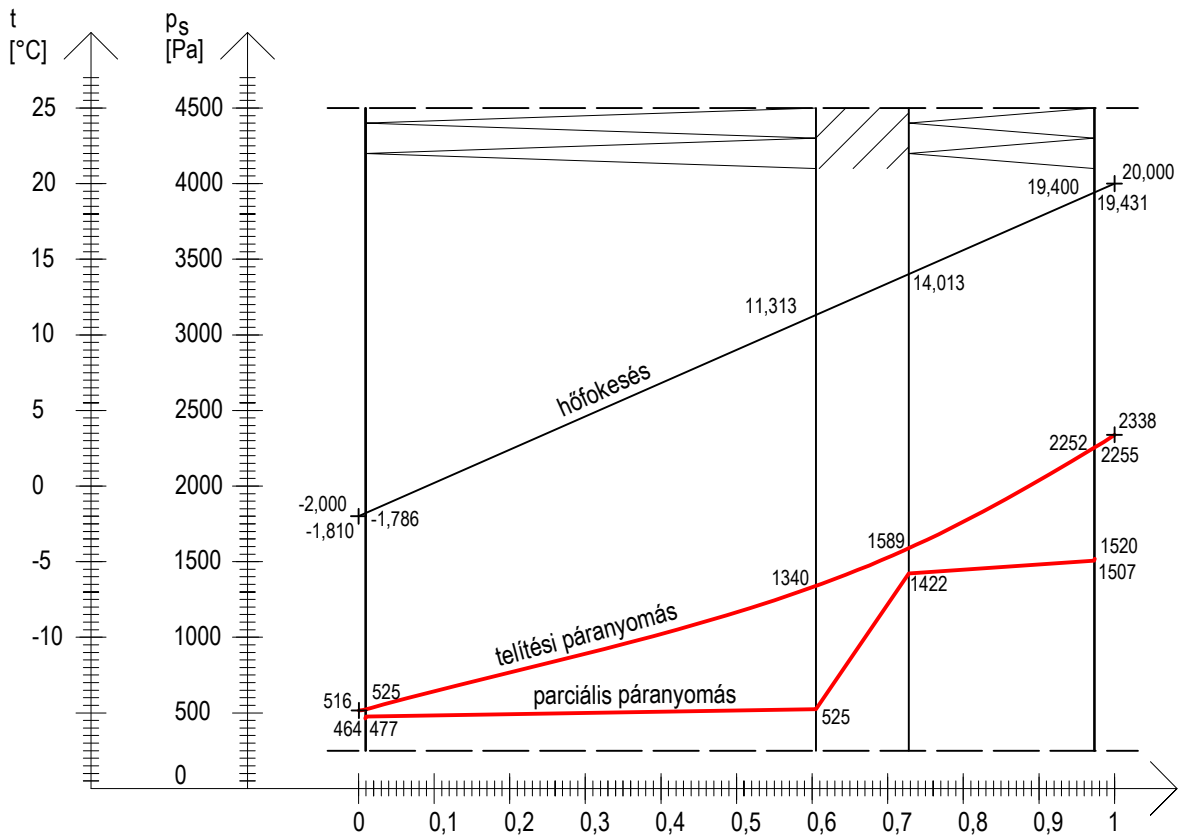
P.1.1.: Nyékládháza, Vitéz u. 5.



P.1.2.: Nyékládháza, Munkácsy Mihály u. 16.



P.2.1.: Ónod, Mező u. 10.



P.2.2.: Sárospatak, Végardói u. 5.