



---

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
Építőmérnöki kar

# **Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata**

Tudományos diákköri dolgozat

Vinczlér 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 födémek 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. Ebben az időszakban 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 megközelítőleg 800 000 lakás épült 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 jellemzőire 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 jellemezők szabványosítása előtt épült. Az ilyen technológiával készült épületek elértéktelenedésében és az ingatlanpiac évek óta tapasztalható kis forgalmában kereshető a vályogházak 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 se rendelkezzen 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 folyamata, 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 szereznem, hanem a telek adottságairól is, hiszen például az árnyékolás szempontjából nagy szerepe van egy szomszédos épületnek, vagy a ház közvetlen közelébe ültetett fának, 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) 50m<sup>2</sup> 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 tornácon is. Az épület érdekessége, a többi épülettel összehasonlítva, hogy a külső teherhordó falaknak csak itt volt 50cm alatti vastagsága. A felújítás során az ajtónyílásokat kiszélesítették 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 (3. ábra), 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] | $\lambda$ [W/mK] | h  | R [1/h;d/ $\lambda$ ] | $\Delta t$ | 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] | $\lambda$ [W/mK] | h  | R [1/h; d/ $\lambda$ ] | $\Delta t$ | 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                 |

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

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

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

### 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 <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|------------------------------|
| homlokzat felülete    | A <sub>homl</sub> =96,000    |
| bejárati ajtó         | A <sub>ajtó</sub> =2,629     |
| üvegezett nyílászárók | A <sub>ablak</sub> =5,304    |
| külső tömör fal       | A <sub>kfal</sub> =88,068    |
| padlófelület          | A <sub>padló</sub> =72,332   |
| padlásfödém           | A <sub>padlásf</sub> =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<sub>m</sub>[W/m<sup>3</sup>K]

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

V. Az egyes határoló szerkezetekre vonatkozó számítások

V.1. Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire:

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

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:

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

$\chi$  - 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 - földem csatlakozás              | 40,000     |
| homlokzati nyílászárók kerülete*:           | 95,670     |
| külső fal - padló csatlakozása: $l_{padló}$ | 40,000     |
| Összes hőhíd hosszúság $\Sigma l$           | 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:  $\chi = 0,3$
- padlásföldemre:  $\chi = 0,1$

A külső fal hőhidak hatását is kifejező hőátbocsátási tényezője:

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

A padlásföldem hőhidak hatását is kifejező hőátbocsátási tényezője:

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

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

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

## VI. A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

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

|                                   | A [m <sup>2</sup> ] | U <sub>R</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | A · U <sub>R</sub> [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                   |
| <b>ΣA · U<sub>R</sub></b>         |                     |                                     | 239,053                  |
|                                   | I [m]               | ψ [W/mK]                            | I · ψ                    |
| padló éle                         | 40,000              | 1,450                               | 58,000                   |
| <b>ΣA · U<sub>R</sub> + I · ψ</b> |                     |                                     | 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/m<sup>2</sup>]
- könnyű, ha m < 400 [kg/m<sup>2</sup>]

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 rétegeire: (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:

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

$A_{\ddot{u}}$   $[\text{m}^2]$  a nyílászárók üvegfelülete;

$g$  az üveg sugárzásátbocsátási tényezője;

$Q_{TOT}$   $[\text{kWh/m}^2\text{a}]$  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 hőveszteségtényező számítása:

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

$V$   $[\text{m}^3]$  a fűtött térfogat;

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

$l * \psi$   $[\text{W/K}]$  vonalmenti hőveszteség a lábazati él mentén;

$Q_{sd}$   $[\text{kWh/a}]$  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

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

$I_{nyár}$   $[\text{W/m}^2]$  átlagintenzitás a nyári túlmelegedéshez

északra:  $85 \text{ W/m}^2$

többi égtáj felé:  $150 \text{ W/m}^2$

$g_{nyár}$ 

az árnyékolók hatását figyelembe vevő sugárzás

Naptényező:  $N=0,2$  redőnyre

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

|          |                                    |                                   | árnyékolók nélkül |                                                   |
|----------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|
| Égtáj    | $A_{\bar{u}}$<br>[m <sup>2</sup> ] | $I_{nyár}$<br>[W/m <sup>2</sup> ] | $g_{nyár}$        | $\Sigma A_{\bar{u}} * g_{nyár} * I_{nyár}$<br>[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 ítéltető meg:

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

$A_N$  [m<sup>2</sup>]                      nettó alapterület,

$q_b$  [W/m<sup>2</sup>]                      belső hőnyereség ( $q_b=5$  [W/m<sup>2</sup>])

$n_{nyár}$  [1/h]                      légcsereszám a szellőzési lehetőségek függvényében ( $n_{nyár}=9$ )

$V$  [m<sup>3</sup>]                      fűtött légtér

A követelmény a  $q_b < 10$  [W/m<sup>2</sup>] 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/m<sup>2</sup>]                      belső hőnyereség  $q_b=5$  W/m<sup>2</sup>

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

Nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke:  $q_F$  [kWh/m<sup>2</sup>a]

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

## X. Az épület primer-energia igényének meghatározása

### X.1. A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye : $E_F$ [kWh/m<sup>2</sup>a]

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

|            |                        |                                                                                      |
|------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $q_f$      | [kWh/m <sup>2</sup> a] | fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye,                                               |
| $q_{f,h}$  | [kWh/m <sup>2</sup> a] | a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek, |
| $q_{f,v}$  | [kWh/m <sup>2</sup> a] | az elosztóvezeték fajlagos vesztesége,                                               |
| $q_{f,t}$  | [kWh/m <sup>2</sup> a] | a hőtárolás fajlagos vesztesége,                                                     |
| $C_k$      |                        | a hőtermelő teljesítménytényezője,                                                   |
| $\alpha_k$ |                        | a hőtermelő által lefedett energiaarány,                                             |
| $e_f$      |                        | a fűtési energiahordozó primer-energia átalakítási tényezője,                        |
| $E_{FSZ}$  | [kWh/m <sup>2</sup> a] | a keringtetés fajlagos energiaigénye,                                                |
| $E_{FT}$   | [kWh/m <sup>2</sup> a] | a tárolás segédenergia-igénye,                                                       |
| $q_{k,v}$  | [kWh/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> a,                                         |
| $q_{f,h}=15,0$ | kWh/m <sup>2</sup> a egyedi kályhafűtés,                      |
| $q_{f,v}=0,0$  | kWh/m <sup>2</sup> a az elosztók vesztesége,                  |
| $q_{f,t}=0,0$  | kWh/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> a a keringtetés fajlagos energiaigénye,    |
| $E_{FT}=0,0$   | kWh/m <sup>2</sup> a a tárolás segédenergia-igénye,           |
| $q_{k,v}=0,0$  | kWh/m <sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>a ]

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

|                                    |                                                                                     |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| $q_{HMV}$ [kWh/m <sup>2</sup> a]   | a melegvíz készítés nettó energiaigénye,                                            |
| $q_{HMV,v}$ [kWh/m <sup>2</sup> a] | melegvíz elosztás fajlagos vesztesége,                                              |
| $q_{HMV,t}$ [kWh/m <sup>2</sup> a] | melegvíz tárolás fajlagos vesztesége,                                               |
| $C_k$                              | a hőtermelő teljesítménytényezője,                                                  |
| $\alpha_k$                         | a hőtermelő által lefedett energiaarány,                                            |
| $e_{HMV}$                          | a melegvíz készítésre használt energiahordozó primer-energia átalakítási tényezője, |
| $E_c$ [kWh/m <sup>2</sup> a]       | a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye,                                     |
| $E_K$ [kWh/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> a    | lakóépület esetén,                                      |
| $q_{HMV,v}=7,2$ kWh/m <sup>2</sup> a | $q_{HMV}$ 24%-a,                                        |
| $q_{HMV,t}=6$ kWh/m <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> a     | a cirkulációs szivattyú fajlagos energiaigénye,         |
| $E_K=0,0$ kWh/m <sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>a]

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

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

Az összesített energetikai jellemző megengedett legnagyobb értéke:

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

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

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 födémek 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 altalaj elégtelen minőségéből egyaránt adódhatnak. *„Ha a vizsgált épület már több évtizede áll, ám mégis valamilyen károsodás indul meg az alapjában, az a legkritikább esetben vezethető vissza az altalaj minőségére. Mégis kell szólni e tényezőkről is, mert új épületek építésénél, a ház bővítésénél ezek igen fontos körülmények”*<sup>1</sup>

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 födémek stabilitásától, összedolgozásától függően egyes épületrészek más-más mértékben süllyedhetnek, de a mozgás az egész épületre jellemző.”*<sup>1</sup> 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.

---

<sup>1</sup> Mednyánszky Miklós - Vályogházak



5. ábra: Az üvegezett tornác utcahomlokzati tartóoszlopán keletkezett vízszintes repedés az általaj 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 (6. ábra).

#### 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 többletterhelés miatt.

A nedvesedés olyan komplex probléma, amelynek megoldása a legmeghatározóbb a agyag 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: Csapadékfelverődés okozta vakolatleválás (saját fotó)

A tető héjazata, valamint rétegrendi és geometriai kialakítása fontos a megfelelő vízelvezetés szempontjából, mert a felülről érkező csapadék hasonló problémákhoz vezethet 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, kipereghet, 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

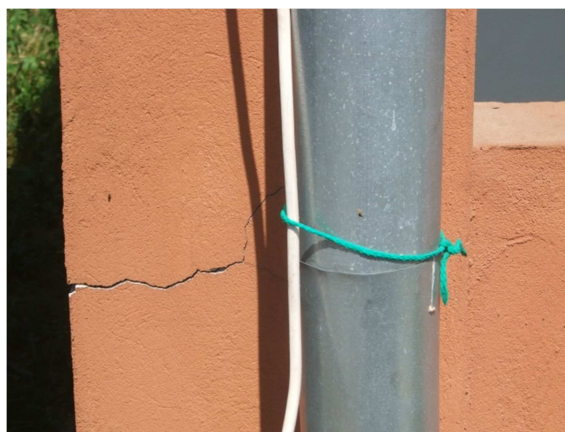
nagyobb lesz a szilárdsága, viszont a zsugorodása is, aminek következtében megrepedezhet és tönkremehet.

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.”<sup>2</sup> 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 megfigyelhetők 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 melléépítések, 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)

<sup>2</sup> 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.”<sup>3</sup>A 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 földéket. 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 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).

<sup>3</sup> 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 rendeltetésszerű 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 kis teherbírású altalaj is.

### 4.2.2. A padló hibái

A padló rétegrendje régebben hőszigetelés nélkül készült, alapjaként aljzatbetont, vagy döngölt földet használtak. A burkolatok anyaga természetes eredetű 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 olajfestékekkel lemázolták. Ez megakadályozta a felszívódó pára eltávozását és a faanyag rothadását, gombásodását okozta.”<sup>4</sup>*

### **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, illetve az, hogy 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 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

---

<sup>4</sup> Dr. Szűcs Miklós - Föld- és vályogfalú háza építése és felújítása

résarányt 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) Baunit Open

A Baunit 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 párányomás értékek ábrázolása pedig a *Nedvességtranszport ellenőrzése (11.4.)* című mellékletben találhatóak meg. A hőfokelési és párányomás-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\*17-23 cm]
- Fa lécezés (vastagság)..... [3-5 cm]
- Kőzetgyapot hőszigetelés fapallók között (vastagság) ..... [15-20 cm]
- Fa lécezés (vastagság)..... [3-5 cm]
- Könnyűvályog tapasztás (vastagság) ..... [5-10 cm]

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 .....[15 cm]
- kavicsréteg .....[30 cm]
- termett talaj ..... [-]

Az első változat a kerámia burkolattal, hőszigetelő rétegekkel ellátott padló rétegrend. A talajnedvesség elleni szigetelésként 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.”*<sup>5</sup>

### **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

---

<sup>5</sup> 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.”*<sup>6</sup>

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 padlósínt 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 rétegrendekeknél 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.

---

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

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ALÁPINCÉZETLEN ÉPÜLET |              | ALÁPINCÉZETT ÉPÜLET |                                                                        |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--|
| LÉGPÓRUSOS VAKOLAT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | V.f.1.<br>            | V.f.2.<br>   | V.p.1.<br>          | V.p.2.<br>                                                             |  |
| BEVONATSZIGETELÉS + VAKOLAT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | VB.f.1.<br>           | VB.f.2.<br>  | VB.p.1.<br>         | VB.p.2.<br>                                                            |  |
| INJEKTÁLT SZIGETELÉS + VAKOLAT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | VI.f.1.<br>           | VI.f.2.<br>  | VI.p.<br>           | <br>* Célszerű megoldást a bevonatszigeteléssel kombinált változat ad. |  |
| INJEKTÁLÁS + BEVONATSZIG. + VAKOLAT<br>LEGHATÉKONYABB MEGOLDÁSOK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | VIB.f.1.<br>          | VIB.f.2.<br> | VIB.p.1.<br>        | VIB.p.2.<br>                                                           |  |
| <div> <div>sőkezelés</div> <div>nedves szerkezet</div> <div>Talajvíz esetén csak talajvíznyomás ellen megfelelő belső oldali vízszigeteléssel alakítható ki.</div> <div>Megjegyzés: A szerkezetek nedvessége, a falazatban felszívódó nedvesség magassági szintje helyszíni és szerkezeti jellemzők függvénye, így a nem korlátozott nedvességelosztás a fenti ábráktól eltérő lehet.</div> </div> |                       |              |                     |                                                                        |  |

FELÚJÍTÁS HATÉKONYSÁGA A MEGOLDÁSOK KOMBINÁCIÓJÁVAL NÖVEKSZIK

19. ábra: Utólagos nedvességvédelmi megoldások kombinációi<sup>7</sup>

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

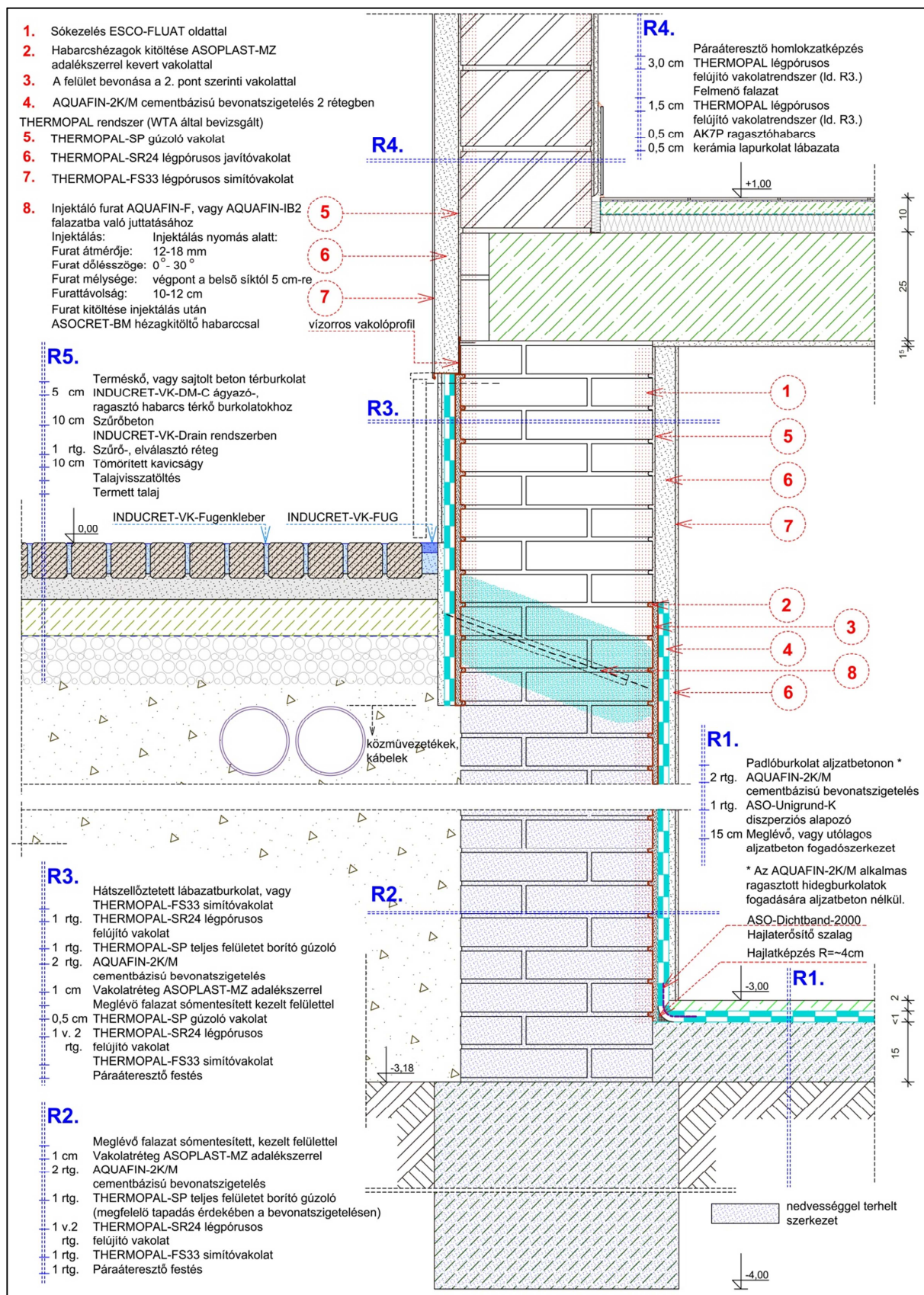
2) **Alapozással és lábazati fallal rendelkező vályogházak** esetében az előző pontban említett vízszigetelési megoldások alkalmazása, esetenként kombinációja is lehetséges (19. ábra). A külső és belső oldali függőleges szigetelés mellett az injektált vízzáró rész kialakítása szükséges az épületek falain 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 végezhetők külső vagy belső tér felől, de előfordul például kettős falazatoknál, hogy külső és belső oldalról is szükséges injektálást végezni.”*<sup>8</sup> 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.”*<sup>9</sup>

---

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

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



20. ábra: Folytonos vonalvezetésű, teljes értékű utólagos vízszigetelés<sup>10</sup>

<sup>10</sup> 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.”<sup>11</sup>A 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 térhatároló 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 ereszcsonatorna 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

---

<sup>11</sup> 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 alaptestek 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  $1800 \text{ kg/m}^3$ , hővezetési tényezője  $0,91 \text{ W/mK}^{12}$
- A könnyűvályog tapasztás testsűrűsége  $300 \text{ kg/m}^3$ , hővezetési tényezője  $0,1 \text{ W/mK}^{13}$

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

<sup>13</sup> 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 kétcsöves 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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u.<br>10. | Sárospatak,<br>Végardói út<br>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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u. 10. | Sárospatak,<br>Végardói út 5. |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Az eredeti<br>rétegrendek      | 0,458                       | 1,009                                 | 1,094                | 1,094                         |
| A felújítás utáni<br>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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u. 10. | Sárospatak,<br>Végardói út 5. |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Eredeti<br>rétegrendek | 1,267                       | 1,267                                 | 2,844                | 1,170                         |
| Padló #1<br>rétegrend  | 0,477                       | 0,477                                 | 0,477                | 0,477                         |
| Padló #2<br>rétegrend  | 1,461                       | 1,461                                 | 1,461                | 1,461                         |

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

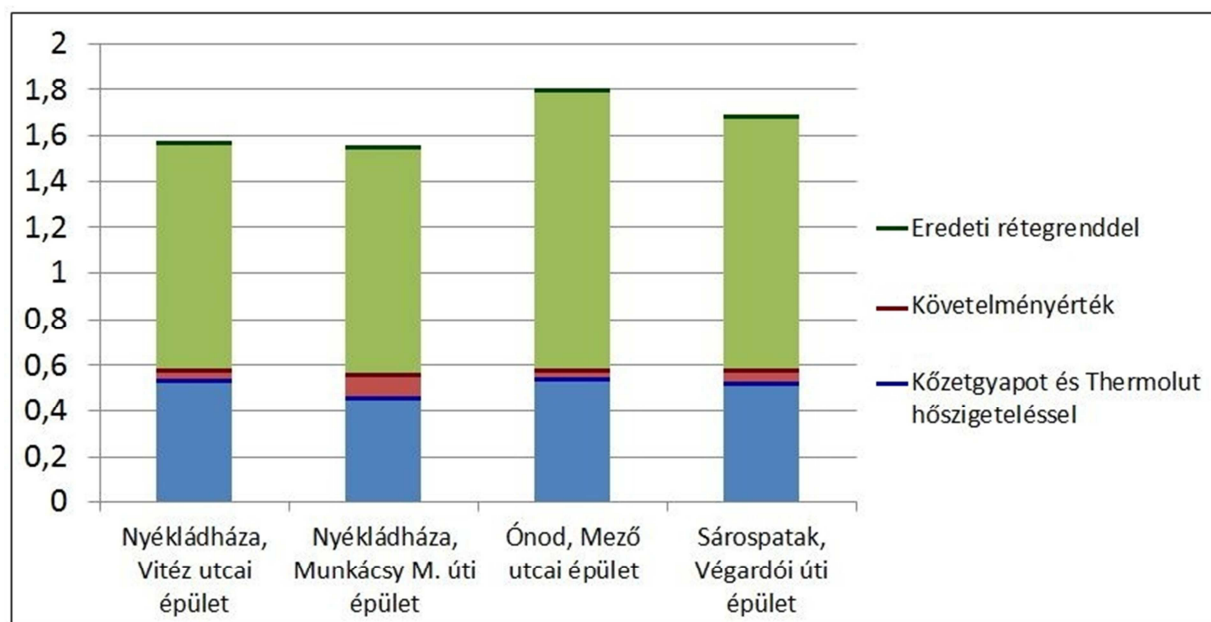
## 6.4. Fajlagos hőveszteségtényező számítása

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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M.<br>u. 16. | Ónod,<br>Mező u.<br>10. | Sárospatak,<br>Végardói út<br>5. |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| A fajlagos hőveszteségtényező követelménye                            | 0,580                       | 0,560                                 | 0,580                   | 0,580                            |
| Hőszigetelés nélküli, eredeti rétegrend                               | 1,572                       | 1,555                                 | 1,800                   | 1,694                            |
| Külső oldali közetgyapot hőszigetelés                                 | 0,573                       | 0,539                                 | 0,576                   | 0,565                            |
| Külső oldali közetgyapot 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 hőveszteségtényező az egyes rétegek alkalmazásával:  $q$  [ $W/m^2K$ ]

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 hőveszteségtényező értékeinek változása diagramban ábrázolva:



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

6. táblázat: A nettó fűtési energiaigény fajlagos értéke:  $q_F$  [kwh/m<sup>2</sup>a]

## 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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u. 10. | Sárospatak,<br>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:  $E_{H MV}$  [kwh/m<sup>2</sup>a]

## 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 hiányosságai javítási lehetőségei. A számítások alapján összegzésre került, hogy az épületek külső térhatároló falak hővédelmére vonatkozó előírásokat a különböző hőszigetelő anyagok felhasználásával milyen vastagság mellett lehet teljesíteni (8. táblázat).

|                                     |                    | Nyékládháza,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u.<br>10. | Sárospatak,<br>Végardói út<br>5. |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Kőzetgyapot                         |                    | 15                          | 10                                    | 15                      | 12                               |
| Kőzetgyapot +<br>Thermolut<br>DP180 | Kőzetgyapot        | 15                          | 15                                    | 15                      | 12                               |
|                                     | Thermolut<br>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 [%]<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> A táblázat forrása:

[www.epito.bme.hu/met/oktatas/feltoltesek/BMEEOMEAS14/as14\\_2012131\\_segedlet\\_energetika.pdf](http://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,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M.<br>u. 16. | Ónod,<br>Mező u. 10.     | Sárospatak,<br>Végardói út<br>5. |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Hőszigetelés<br>nélküli, eredeti<br>rétegrend                                        | besorolás | „F”                         | „G”                                   | „G”                      | „G”                              |
|                                                                                      | minősítés | átlagos                     | átlagost<br>megközelítő               | átlagost<br>megközelítő  | átlagost<br>megközelítő          |
| Külső oldali<br>kőzetgyapot<br>hőszigetelés                                          | besorolás | „B”                         | „B”                                   | „B”                      | „B”                              |
|                                                                                      | minősítés | követelmény-<br>nél jobb    | követelmény-<br>nél jobb              | követelmény-<br>nél jobb | követelmény-<br>nél jobb         |
| Külső oldali<br>kőzetgyapot és<br>belső oldali<br>Thermolut<br>DP180<br>hőszigetelés | besorolás | „B”                         | „B”                                   | „B”                      | „B”                              |
|                                                                                      | minősítés | követelmény-<br>nél jobb    | követelmény-<br>nél jobb              | követelmény-<br>nél jobb | követelmény-<br>nél jobb         |
| Külső oldali<br>Baumit Open<br>hőszigetelés                                          | besorolás | „B”                         | „B”                                   | „B”                      | „B”                              |
|                                                                                      | minősítés | követelmény-<br>nél jobb    | követelmény-<br>nél jobb              | követelmény-<br>nél jobb | követelmény-<br>nél jobb         |

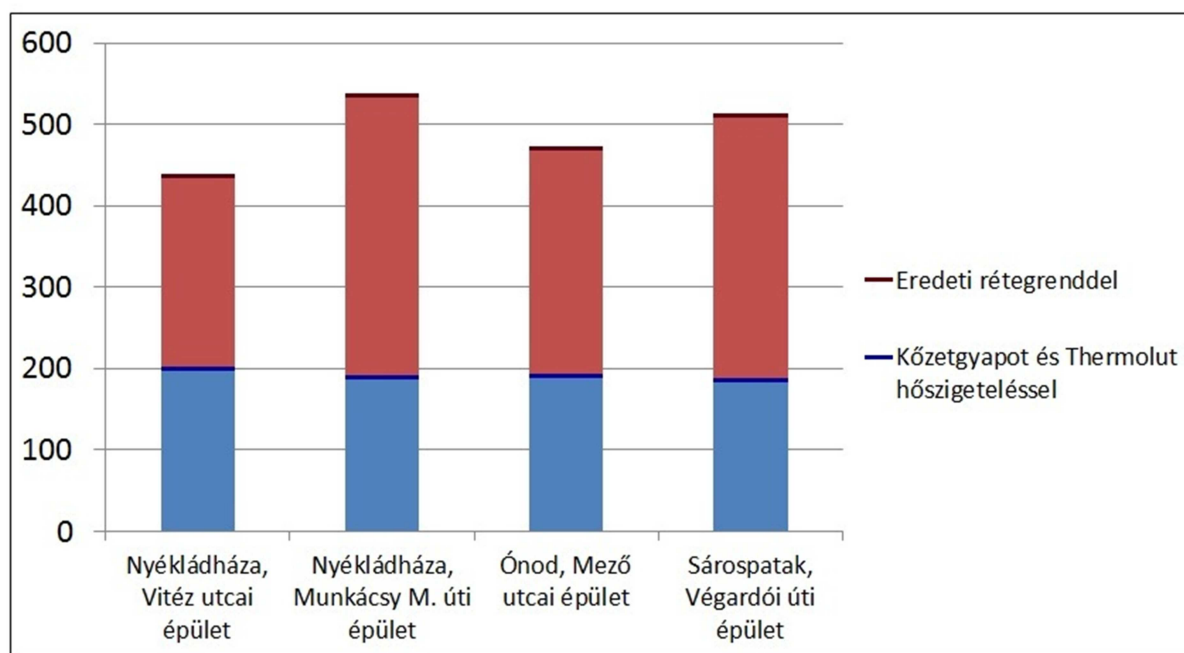
10. táblázat: A felmért épületek épületenergetikai besorolása a hőszigetelési rendszerek függvényében

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

11. táblázat: Az épületek összesített energetikai jellemezője:  $E_p$  [kWh/m<sup>2</sup>a]



2. diagram: Az épületek összesített energetikai jellemzője:  $E_p$  [kWh/m<sup>2</sup>a]

Az épületek energetikai minősítése során kapott értékeknél 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/m<sup>2</sup>a közé tehető.

|                                                                       | Nyékládháza,<br>Vitéz u. 5. | Nyékládháza,<br>Munkácsy M. u.<br>16. | Ónod,<br>Mező u.<br>10. | Sárospatak,<br>Végardói út<br>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 térhatároló 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 kiserelésének következtében egységes, sík felületet 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 légkörnek 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.

.....

Vinczler 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 Tájékoztatási 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](http://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](http://www.epito.bme.hu/met/htdocs/oktatas/tantargy.php?tantargy_azon=BMEEOMEMA06)  
BME, Magasépítési Tanszék, Környezetbarát építés
- [10] <http://www.szigetelesinfo.hu/fogalmak/hoszigeteles/> (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](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: Bejárat ajtó

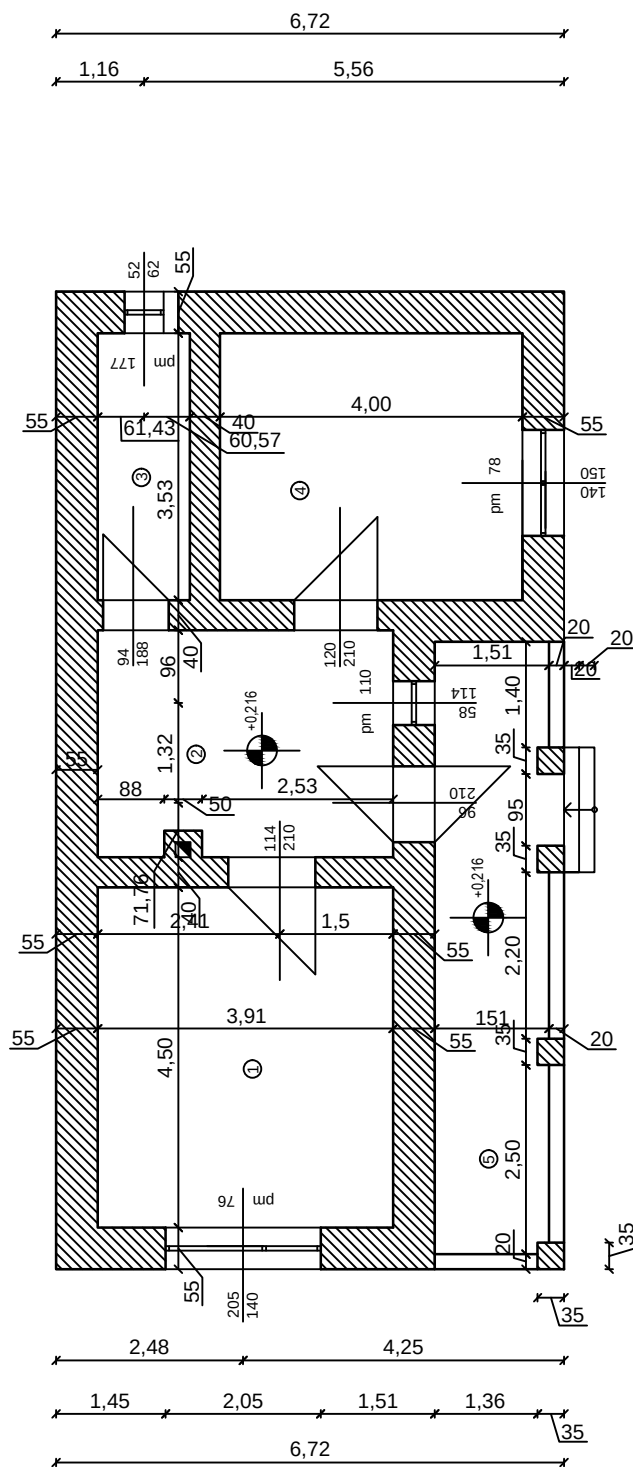


24. ábra: Üvegezett tornác



12,93

Telekhatár



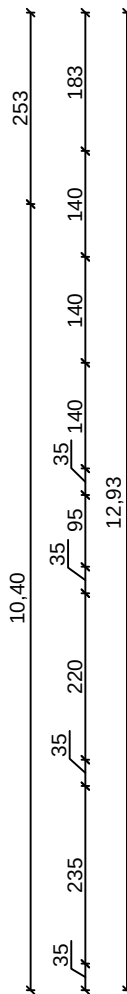
① szoba 17,595 m<sup>2</sup>

② konyha, étkező 11,73 m<sup>2</sup>

③ fürdőszoba 4,307 m<sup>2</sup>

④ szoba 14,12 m<sup>2</sup>

⑤ üvegezett tornác 12,241 m<sup>2</sup>



2. épület: Nyékládháza, Munkácsy Mihály út 16.



25. ábra: Utcahomlokzat



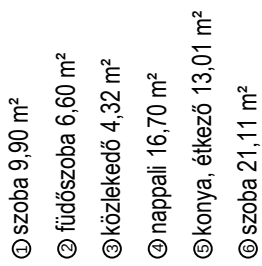
26. ábra: A szomszéd telek felőli homlokzat



27. ábra: A fa oszlopokkal támasztott nyitott  
tornác



28. ábra: Bejárati ajtó



3. épület: Ónod, Mező utca 10.



29. ábra: Utcahomlokzat



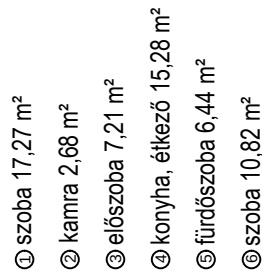
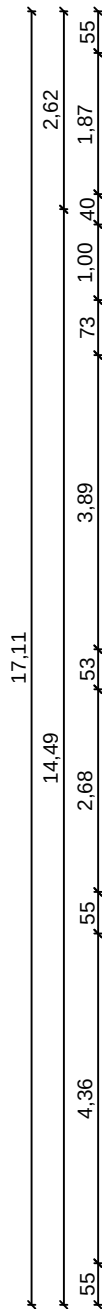
30. ábra: Látszó fa gerendafödém



31. ábra: Falvastagság az épületen belül



32. ábra: Nyitott tornác



4. épület: Sárospatak, Végardói út 5.



33. ábra: Utcahomlokzat



34. ábra: Bejárati ajtó



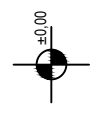
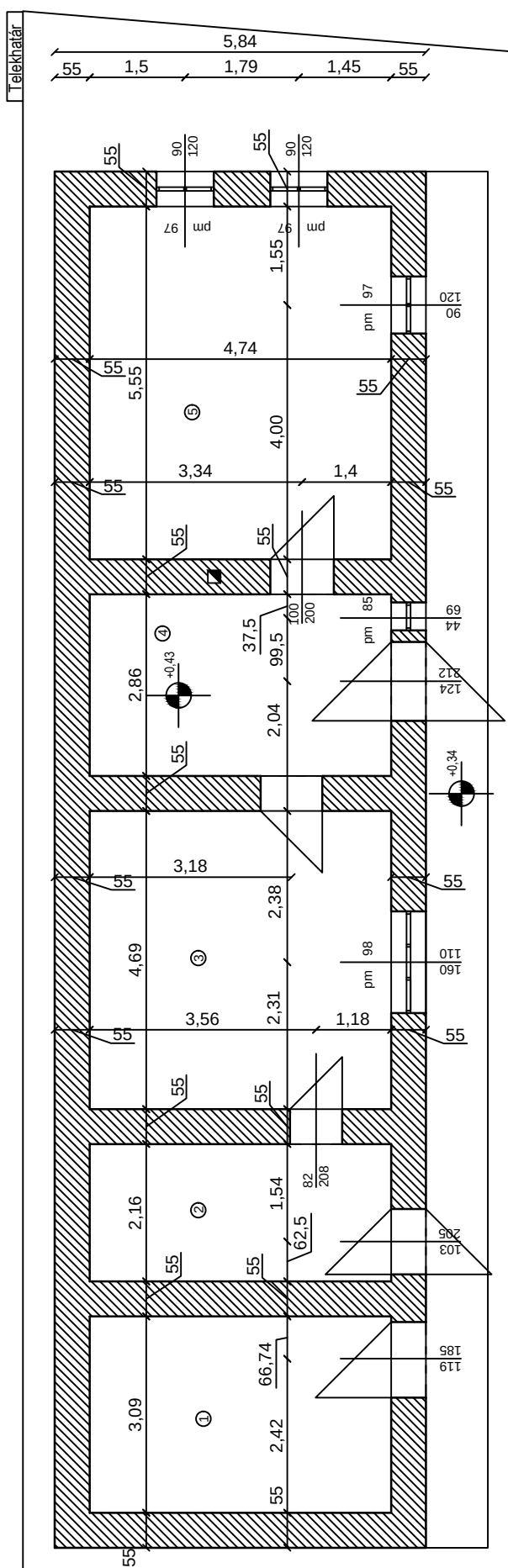
35. ábra: Látszó fa gerendafödém  
mestergerendával megerősítve



36. ábra: Torokgerendás fedélszék



21,65



- ① kamra  
14,65 m<sup>2</sup>
- ② konyha  
10,24 m<sup>2</sup>
- ③ nappali  
22,23 m<sup>2</sup>
- ④ előszoba  
13,56 m<sup>2</sup>
- ⑤ szoba  
26,31 m<sup>2</sup>

## 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           |           |          |               |
|-----------------------------|-----------|----------|---------------|
| Rétégrend:                  |           |          |               |
| név                         | vastagság | hővez.t. |               |
| külső vakolat               | 0,500     | 0,870    |               |
| 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         |

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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 122,722 m³ |

| 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 <sub>külv</sub>       | 230,000 |

A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke: q<sub>m,külv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,külv</sub> = 0,580 W/m³K

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

|                           | 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 <sub>külv</sub> (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       |
| aljzatbeton  | 0,100 | 1,280    | -  | 0,078       |

R 0,191 m²K/W  
U 5,246 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója U<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélék hosszának levonásával

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztésege

|                                 | 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 <sub>R</sub> + l*Ψ         |        |            | 195,921 |

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

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

A hőhiak fajlagos hossza 1,727 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas

| Korrekciós tényezők: |       |                        |             |
|----------------------|-------|------------------------|-------------|
| - külső fal          | 0,300 | U <sub>R,kfal</sub>    | 1,637 W/m²K |
| - fűtött-f.          | 0,050 | U <sub>R,fal</sub>     | 1,295 W/m²K |
| - padlásf.           | 0,100 | U <sub>R,padl.f.</sub> | 0,504 W/m²K |
|                      |       | U <sub>R,padl.f.</sub> | 0,453 W/m²K |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=c\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>

Q<sub>sd</sub>=

217,679 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>szár</sub> (m²) | I <sub>mvz</sub> (m) | Σaü (m²) |
|-------|-------|------------------------|----------------------|----------|
| É     | 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 hővesztéstényező kiszámítása

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

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| q <sub>m,külv</sub> | 0,580 W/m³K         |
| q                   | 1,572 nem felel meg |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

|                                                                            |                                       |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Q <sub>sdnyár</sub> =ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |                                       |
| I <sub>nyár</sub>                                                          | Északra többi égtáj<br>85,000 150,000 |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,200 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> = | 0,872 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

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

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| Q <sub>F</sub> | 12840,880 kWh/a |
|----------------|-----------------|

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$$q_F = Q_F / A_N \quad 268,910 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

$$E_F = (q_F + q_{L,h} + q_{L,v} + q_{L,d}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_k) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$$

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| E <sub>F</sub> | 389,914 kWh/m²a |
|----------------|-----------------|

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| q <sub>F</sub>   | 268,910 kWh/m²a |
| q <sub>L,h</sub> | 5,500 kWh/m²a   |
| q <sub>L,v</sub> | 4,000 kWh/m²a   |
| q <sub>L,d</sub> | 0,100 kWh/m²a   |
| C <sub>k</sub>   | 1,400           |
| α <sub>k</sub>   | 1,000           |
| e <sub>F</sub>   | 1,000           |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850 kWh/m²a   |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630 kWh/m²a   |
| q <sub>k,v</sub> | 0,000 kWh/m²a   |
| e <sub>v</sub>   | 0,000           |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>o</sub>

|                |                       |
|----------------|-----------------------|
| E <sub>o</sub> | 436,714 nem felel meg |
|----------------|-----------------------|

Az épület energetikai minősítése

189,876 %

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

|       | árnyékolókkal  |                   |                   | árnyékolók nélkül                                     |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| É     | 0,000          | 85,000            |                   |                                                       | 0,650 0,000                                           |
| D     | 2,071          | 150,000           |                   |                                                       | 0,650 201,913                                         |
| K     | 0,242          | 150,000           |                   |                                                       | 0,650 23,576                                          |
| NY    | 2,153          | 150,000           | 0,130             | 41,974                                                |                                                       |
| Σ     |                |                   |                   |                                                       | 269,412                                               |

$$Q_{sdnyár} = 269,412 \text{ W}$$

|                |             |
|----------------|-------------|
| V              | 122,722 m³  |
| q              | 1,572 W/m³K |
| n              | 0,500 1/h   |
| σ              | 0,900       |
| A <sub>N</sub> | 47,752 m²   |
| q <sub>b</sub> | 5,000 W/m²  |

A melegvizellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

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

|                  |                |
|------------------|----------------|
| E <sub>HMV</sub> | 46,800 kWh/m²a |
|------------------|----------------|

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200 kWh/m²a  |
| q <sub>HMV,d</sub> | 6,000 kWh/m²a  |
| C <sub>k</sub>     | 1,000          |
| α <sub>k</sub>     | 1,000          |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000 kWh/m²a  |
| E <sub>c</sub>     | 1,140 kWh/m²a  |
| E <sub>k</sub>     | 0,300 kWh/m²a  |
| e <sub>v</sub>     | 2,500          |

|                                                                             |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                  | Nyékládháza, Vitéz u. 5.  |
| TDK dolgozat:Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                           |
| 1.1. Számítási melléklet                                                    | készítette:Vinczlér Gergő |

Kiindulási adatok

| Rétegrend:                |                |          |
|---------------------------|----------------|----------|
| név                       | vastagság (cm) | hővez.t. |
| külső vakolat             | 0,500          | 0,870    |
| kőzetgyapot hőszigetelés  | 15,000         | 0,042    |
| vályogfal                 | 55,000         | 0,910    |
| belső vakolat             | 1,500          | 0,870    |
| hőmérsékletek:            |                |          |
|                           | kint           | bent     |
| °C                        | -15,000        | 20,000   |
| °C                        | -2,000         | 20,000   |
| hőátadási tényezők: [W/m² |                |          |
|                           | 24,000         | 8,000    |

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

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

|               | 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=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       | 0,209    |        |
|               |       |          |        |             |          | -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 m² |
| Belmagasság:              | 2,570 m   |

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Fűtött térfogat:                            |
| V=A <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> 122,722 m³ |

| 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 <sub>pköv</sub> 230,000 |

|                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|
| A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke: q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |
| q <sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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 |

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       |
| aljatbeton   | 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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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 földém csatl.    | 32,820   |
| homlokzati nyz. Kerülete*  | 23,580   |
| külső fal-padló csatl.     | 32,820   |
| Összes                     | 112,350  |

\*különbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

| 1,727 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |             |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |             |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,296 W/m²K |
| - fűtött-f.                                               | 0,050 | U <sub>Rffal</sub>     | 0,238 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpadd.f.</sub>  | 0,194 W/m²K |
|                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,174 W/m²K |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztésege

|                                 | A (m²) | UR (W/m²K) | A*UR   |
|---------------------------------|--------|------------|--------|
| külső fal                       | 57,115 | 0,296      | 16,906 |
| fűtött tér-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 |
| ΣA*U <sub>R</sub> + l*Ψ         |        |            | 74,132 |

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

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

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

|                        |               |
|------------------------|---------------|
| m (kg/m <sup>2</sup> ) | 413,394 nehéz |
|------------------------|---------------|

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyreQsd (kWh/a)

Qsd=ε\*ΣAi\*g\*QTOTQsd=277,232 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>nyz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nyz</sub> (m) | Σaü (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 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 hővesztésgténeyező kiszámítása

q = 1/V (ΣA\*UR+l\*ψ- Qsd/72)

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| qm,köv | 0,580 W/m <sup>3</sup> K |
| q      | 0,573 megfelel           |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

|                                                  |                     |
|--------------------------------------------------|---------------------|
| Qsdnyár=ΣAi*I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |                     |
|                                                  | Északra többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub>                                | 85,000 150,000      |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       | árnyékolókkal  |                   |                   | árnyékolók nélkül                                     |                   |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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                                               |

Qsdnyár=130,403 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnyár</sub>=(Qsdnyár+An\*qb)/(ΣA\*UR+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)(K)

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> = | 0,801 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye QF (kWh/a)

QF=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4\*AN\*qbQF=4895,356 kWh/a

Nettó fűtési igény fajagos értéke

qF=QF/AN102,517 kWh/m²a

|    |                          |
|----|--------------------------|
| V  | 122,722 m <sup>3</sup>   |
| q  | 0,573 W/m <sup>3</sup> K |
| n  | 0,500 1/h                |
| σ  | 0,900                    |
| AN | 47,752 m <sup>2</sup>    |
| qb | 5,000 W/m <sup>2</sup>   |

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: EF

EF=(qf+qf,h+qf,v+qf,t)\*Σ(Ck\*αk\*ef)+(EFSZ+EFT+qk,v)\*evEF=153,990 kWh/m²a

|      |                 |
|------|-----------------|
| qf   | 102,517 kWh/m²a |
| qf,h | 3,300 kWh/m²a   |
| qf,v | 2,900 kWh/m²a   |
| qf,t | 0,100 kWh/m²a   |
| Ck   | 1,340           |
| αk   | 1,000           |
| ef   | 1,000           |
| EFSZ | 1,850 kWh/m²a   |
| EFT  | 0,630 kWh/m²a   |
| qk,v | 0,790 kWh/m²a   |
| ev   | 2,500           |

A melegvzellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: EHMV

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>E<sub>HMV</sub>=53,198 kWh/m²a

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200 kWh/m²a  |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000 kWh/m²a  |
| C <sub>k</sub>     | 1,340          |
| α <sub>k</sub>     | 1,000          |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000 kWh/m²a  |
| E <sub>c</sub>     | 1,140 kWh/m²a  |
| E <sub>k</sub>     | 0,200 kWh/m²a  |
| e <sub>v</sub>     | 2,500          |

Összesített energetikai jellemző: Ep

Ep207,188 megfelel

Az épület energetikai minősítése

90,082 %

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

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

Kiindulási adatok

|                             |                |          |                                          |               |          |                   |
|-----------------------------|----------------|----------|------------------------------------------|---------------|----------|-------------------|
| Rétegrend:                  |                |          | Kőzetgyapot helyettesítő hőv.tény.:      | acél csavarok |          |                   |
| név                         | vastagság (cm) | hővez.t. |                                          | V             | hőv. T.  | db/m2             |
| külső vakolat               | 0,500          | 0,870    |                                          | 14,726        | 58,000   | 5,000             |
| kőzetgyapot hőszigetelés    | 15,000         | 0,042    |                                          | acél csavarok |          |                   |
| vályogfal                   | 55,000         | 0,910    | Thermolut DP 180 helyettesítő hőv.tény.: | V             | hővez.t. | db/m <sup>2</sup> |
| thermolut dp180             | 6,000          | 0,051    |                                          | 5,890         | 58,000   | 5,000             |
| 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) | Δt (q*R) | t (°C)  |
|                 |       |          |        |             |          | -15,000 |
| külső levegő    | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,262    |         |
|                 |       |          |        |             |          | -14,738 |
| külső vakolat   | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,036    |         |
|                 |       |          |        |             |          | -14,702 |
| hőszigetelés    | 0,150 | 0,042    | -      | 3,598       | 22,585   |         |
|                 |       |          |        |             |          | 7,883   |
| vályogfal       | 0,550 | 0,910    | -      | 0,604       | 3,794    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 11,677  |
| thermolut DP180 | 0,060 | 0,051    | -      | 1,184       | 7,430    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 19,107  |
| vakolat         | 0,015 | 0,870    | -      | 0,017       | 0,108    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 19,215  |
| belső levegő    | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,785    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 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) |
|                 |       |          |        |             |          | -2,000 |
| külső levegő    | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,164    |        |
|                 |       |          |        |             |          | -1,836 |
| külső vakolat   | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,023    |        |
|                 |       |          |        |             |          | -1,813 |
| hőszigetelés    | 0,150 | 0,042    | -      | 3,598       | 14,196   |        |
|                 |       |          |        |             |          | 12,384 |
| vályogfal       | 0,550 | 0,910    | -      | 0,604       | 2,385    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 14,768 |
| thermolut DP180 | 0,060 | 0,051    | -      | 1,184       | 4,670    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 19,439 |
| vakolat         | 0,015 | 0,870    | -      | 0,017       | 0,068    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 19,507 |
| belső levegő    | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,493    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 20,000 |

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

Telítési és parciális párányomás értékei a réteghatárokon

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

Rvi 19,657 m²sPa/kg  
g 53,721 kg/m²s

Épületenergetikai számítások

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Nettó fűtött alapterület:    | 47,752 m <sup>2</sup>       |
| Belmagasság:                 | 2,570 m                     |
| Belmérettel számolt burk.f.: | felület: A(m <sup>2</sup> ) |
| 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<sub>n</sub>\*b<sub>m</sub> 122,722 m<sup>3</sup>

Felület/térfogat arány:  
A/V= 1,465  
E<sub>nköv</sub> 230,000

A fajlagos hővesztégtényező követelményértéke:

q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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

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                                                   | Nyékládháza, Vitéz u. 5.  |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                           |
| 1.3. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér Gergő |

Hőátbocsátási tényezők korrekciójaU<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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 földém csatl.    | 32,820   |
| homlokzati nyz. Kerülete*  | 23,580   |
| külső fal-padló csatl.     | 32,820   |
| Összes                     | 112,350  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                                 | A (m2) | UR (W/m2K) | 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  |
| padlásföldém                    | 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*U <sub>R</sub> + l*Ψ         |        |            | 69,571 |

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

|                             |           |    |
|-----------------------------|-----------|----|
| földém alsó 10cm-es rétege: | 2062,869  | kg |
| padló                       | 7353,746  | kg |
| határoló fal                | 6248,741  | kg |
| Σ                           | 15665,357 | kg |

m (kg/m²)328,059 könnyű

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>Q<sub>sd</sub>=277,232 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>nyz</sub> (m²) | I <sub>nyz</sub> (m) | Σaü (m²) |
|-------|-------|-----------------------|----------------------|----------|
| 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

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

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 W/m³K    |
| q                  | 0,536 megfelel |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q<sub>sdneyár</sub>=ΣA<sub>ü</sub>\*I<sub>nyár</sub>\*g<sub>nyár</sub>

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| Északra           | többi égtáj   |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000150,000 |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,200 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | árnyékolókkal     |                                                       | árnyékolók nélkül |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
|       |                |                   | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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<sub>sdneyár</sub>=130,403 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnyár</sub>=(Q<sub>sdneyár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)(K)

Δt<sub>bnyár</sub>=0,809 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

Q<sub>F</sub>=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub>Q<sub>F</sub>4599,826 kWh/a

|                |         |       |
|----------------|---------|-------|
| V              | 122,722 | m³    |
| q              | 0,536   | W/m³K |
| n              | 0,500   | 1/h   |
| σ              | 0,900   |       |
| A <sub>N</sub> | 47,752  | m²    |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m²  |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>96,328 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q<sub>r</sub>+q<sub>f,h</sub>+q<sub>f,v</sub>+q<sub>f,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>t</sub>)+(E<sub>FSZ</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>E<sub>F</sub>145,697 kwh/m²a

|                  |        |         |
|------------------|--------|---------|
| q <sub>r</sub>   | 96,328 | kWh/m²a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m²a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m²a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100  | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |         |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |         |
| e <sub>f</sub>   | 1,000  |         |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m²a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m²a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |         |

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>E<sub>HMV</sub>53,198 kwh/m²a

|                    |        |         |
|--------------------|--------|---------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |         |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |         |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m²a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m²a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |         |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub>198,895 megfelel

Az épület energetikai minősítése

86,476 %

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

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Nyékládháza, Vitéz u. 5.   |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 1.3. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlér 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

|               | 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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 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 <sub>pköv</sub>       | 230,000 |

A fajlagos hővesztésgtényező  
követelményértéke: q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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 |

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       |
| aljatbeton   | 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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = U\*(1+x)  
x korrekciós tényező

Hőhidak összegzése:

| megnevezés                 | hossz(m) | A hőhiak fajlagos hossza                                  |       |                        |             |
|----------------------------|----------|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| Falszerk. Poz. Sarokél     | 10,280   | 1,727 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |             |
| külső-belső fal "T" csatl. | 12,850   | Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |             |
| külső fal födém csatl.     | 32,820   | - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,303 W/m²K |
| homlokzati nyz. Kerülete*  | 23,580   | - fűtött-f.                                               | 0,050 | U <sub>Rffal</sub>     | 0,243 W/m²K |
| külső fal-padló csatl.     | 32,820   | - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpdl.f.</sub>   | 0,194 W/m²K |
| Összes                     | 112,350  |                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,174 W/m²K |

\*különbélek hosszának levonásával

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Nyékládháza, Vitéz u. 5.   |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 1.4. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlér Gergő |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztésege

|                                 |        |            |        |
|---------------------------------|--------|------------|--------|
|                                 | 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*U <sub>R</sub> + 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 | m (kg/m <sup>2</sup> ) 413,394 nehéz |
| határoló fal               | 10323,623 | kg |                                      |
| Σ                          | 19740,239 | kg |                                      |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>Qsd=277,232kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>nvz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nvz</sub> (m) | Σaü (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 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 hővesztésgtényező kiszámítása

q = \frac{1}{V} (\Sigma A \* UR + l \* \psi - \frac{Q\_{sd}}{72})

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 W/m <sup>3</sup> K |
| q                  | 0,577 megfelel           |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

|                                                                            |                     |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Q <sub>sdnvár</sub> =ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> |                     |
|                                                                            | Északra többi égtáj |
| I <sub>nvár</sub>                                                          | 85,000 150,000      |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       | árnyékolókkal  |                   |                   | árnyékolók nélkül                                     |                   |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> |
| 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<sub>sdnvár</sub>=130,403 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnvár</sub>=(Q<sub>sdnvár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)(K)

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnvár</sub> = | 0,800 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

Q<sub>F</sub>=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub>Q<sub>F</sub>4926,488kWh/a

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 122,722 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,577   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | 1/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 47,752  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>103,169kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q<sub>f</sub>+q<sub>f,h</sub>+q<sub>f,v</sub>+q<sub>f,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>i</sub>)+(E<sub>FSz</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>E<sub>F</sub>154,864kWh/m<sup>2</sup>a

|                  |         |                      |
|------------------|---------|----------------------|
| q <sub>f</sub>   | 103,169 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340   |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000   |                      |
| e <sub>f</sub>   | 1,000   |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500   |                      |

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>E<sub>HMV</sub>53,198kWh/m<sup>2</sup>a

|                    |        |                      |
|--------------------|--------|----------------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |                      |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |                      |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub>208,062 megfelel

Az épület energetikai minősítése

90,462 %

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

|                                                                              |                           |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Nyékládháza, Vitéz u. 5.  |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                           |
| 1.4. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér Gergő |

|                             |           |          |                    |
|-----------------------------|-----------|----------|--------------------|
| Kiindulási adatok           |           |          |                    |
| Rétégrend:                  |           |          |                    |
| 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)   |
|               |       |          |        |             |           | -15,000 |
| külső levegő  | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 2,098     |         |
|               |       |          |        |             |           | -12,902 |
| külső vakolat | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,289     |         |
|               |       |          |        |             |           | -12,613 |
| vályogfal     | 0,460 | 0,910    | -      | 0,505       | 25,451    |         |
|               |       |          |        |             |           | 12,838  |
| vakolat       | 0,015 | 0,870    | -      | 0,017       | 0,868     |         |
|               |       |          |        |             |           | 13,706  |
| belső levegő  | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 6,294     |         |
|               |       |          |        |             |           | 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)  |
|               |       |          |        |             |           | -2,000 |
| külső levegő  | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 1,319     |        |
|               |       |          |        |             |           | -0,681 |
| külső vakolat | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,182     |        |
|               |       |          |        |             |           | -0,499 |
| vályogfal     | 0,460 | 0,910    | -      | 0,505       | 15,998    |        |
|               |       |          |        |             |           | 15,498 |
| vakolat       | 0,015 | 0,870    | -      | 0,017       | 0,546     |        |
|               |       |          |        |             |           | 16,044 |
| belső levegő  | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 3,956     |        |
|               |       |          |        |             |           | 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:<br>V=A <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 195,799 m³ |
|------------------------------------------------------|------------|

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Belmérettel 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:<br>A/V= | 1,247   |
| E <sub>nköv</sub>               | 223,648 |

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke:

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv</sub> =       | 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 <sub>köv</sub> (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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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 földém csatl.    | 40,530   |
| homlokzati nyz. Kerülete*  | 45,980   |
| külső fal-padló csatl.     | 40,530   |
| Összes                     | 159,680  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |               |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|---------------|-------|
| 1,594 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |               |       |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |               |       |
| - külső fal                                               | 0,300 | $U_{Rkfal}$   | 1,870 |
| - padlásf.                                                | 0,100 | $U_{padlf.}$  | 1,110 |
|                                                           |       | $U_{Rpadlf.}$ | 0,999 |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         |                 |       |         |
|-------------------------|-----------------|-------|---------|
| A (m2)                  | UR (W/m2K) A*UR |       |         |
| külső fal               | 88,419          | 1,870 | 165,352 |
| bejárati ajtó           | 2,310           | 1,800 | 4,158   |
| üvegezett nyz           | 9,476           | 1,600 | 15,162  |
| padlásfödém             | 71,985          | 0,999 | 71,911  |
| SZUM                    |                 |       | 256,582 |
| l(m)                    | Ψ (W/mK)        | l*Ψ   |         |
| padló éle               | 40,530          | 1,300 | 52,689  |
| ΣA*U <sub>R</sub> + l*Ψ |                 |       | 309,271 |

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hótároló tömeg számítása:

|                            |              |                         |
|----------------------------|--------------|-------------------------|
| födém alsó 10cm-es rétege: | 3714,426 kg  |                         |
| padló                      | 27714,225 kg | m (kg/m²) 658,614 nehéz |
| határoló fal               | 15981,698 kg |                         |
| Σ                          | 47410,349 kg |                         |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=c\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>      Qsd=      346,463 kWh/a

|       |       |                       |                      |          |
|-------|-------|-----------------------|----------------------|----------|
| égtáj | db    | A <sub>nyr</sub> (m²) | I <sub>nyr</sub> (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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,560               |
| q                  | 1,555 nem felel meg |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

|                                                                            |                     |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Q <sub>sdnyár</sub> =ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |                     |
| Eszakra      többi égtáj                                                   |                     |
| I <sub>nyár</sub>                                                          | 85,000      150,000 |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,130 |
| gnyár | 0,650 |

|       |                |                   |                   |                                                       |                   |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
|       | árnyékolókkal  |                   |                   |                                                       | árnyékolók nélkül |                                                       |
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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<sub>sdnyár</sub>=      83,276 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnvár</sub>=(Q<sub>sdnyár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnvár</sub> = | 0,479 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q<sub>F</sub> (kWh/a) ) és a fajlagos érték

Q<sub>F</sub>=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub>      Q<sub>F</sub> 20365,649 kWh/a

|                |             |
|----------------|-------------|
| V              | 195,799 m³  |
| q              | 1,555 W/m³K |
| n              | 0,500 l/h   |
| σ              | 0,900       |
| A <sub>N</sub> | 71,985 m²   |
| q <sub>b</sub> | 5,000 W/m²  |

Nettó fűtési igény fajlagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>      282,915 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>P</sub>

E<sub>F</sub>=(q+q<sub>fh</sub>+q<sub>fv</sub>+q<sub>fd</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>k</sub>)+(E<sub>FSZ</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>

|                  |                 |                                |
|------------------|-----------------|--------------------------------|
| q <sub>f</sub>   | 282,915 kWh/m²a |                                |
| q <sub>fh</sub>  | 15,000 kWh/m²a  |                                |
| q <sub>fv</sub>  | 0,000 kWh/m²a   | E <sub>F</sub> 476,664 kWh/m²a |
| q <sub>fd</sub>  | 0,000 kWh/m²a   |                                |
| C <sub>k</sub>   | 1,600           |                                |
| α <sub>k</sub>   | 1,000           |                                |
| e <sub>t</sub>   | 1,000           |                                |
| E <sub>FSZ</sub> | 0,000 kWh/m²a   |                                |
| E <sub>FT</sub>  | 0,000 kWh/m²a   |                                |
| q <sub>k,v</sub> | 0,000 kWh/m²a   |                                |
| e <sub>v</sub>   | 0,600           |                                |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub>      535,674 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése

239,517 %

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

A melegvzellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,d</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>

|                    |                |                                 |
|--------------------|----------------|---------------------------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 kWh/m²a |                                 |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200 kWh/m²a  |                                 |
| q <sub>HMV,d</sub> | 6,000 kWh/m²a  | E <sub>HMV</sub> 59,010 kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>     | 1,300          |                                 |
| α <sub>k</sub>     | 1,000          |                                 |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000 kWh/m²a  |                                 |
| E <sub>c</sub>     | 1,140 kWh/m²a  |                                 |
| E <sub>k</sub>     | 0,000 kWh/m²a  |                                 |
| e <sub>v</sub>     | 2,500          |                                 |

|                                                                              |                               |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Nyékkládháza, Munkácsy út 16. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                               |
| 2.1. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér 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     |
| °C                          | -15,000   | 20,000   |
| °C                          | -2,000    | 20,000   |
| 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) | Δ t (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) | Δ t (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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> 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 <sub>pköv</sub> 223,648 |

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke: q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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

|                  |            |      |
|------------------|------------|------|
| V <sub>fa</sub>  | 7500,000   | cm³  |
| V <sub>kgy</sub> | 142500,000 | cm³  |
| λ <sub>fa</sub>  | 0,130      | W/mK |
| λ <sub>kgy</sub> | 0,042      | W/mK |
| λ <sub>h</sub>   | 0,046      | W/mK |

|               |       |          |    |             |
|---------------|-------|----------|----|-------------|
| 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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélék hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |                        |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------|
| 1,594 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |       |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |       |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,420 |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpdl.f.</sub>   | 0,235 |
|                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,212 |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         |        |            |         |
|-------------------------|--------|------------|---------|
|                         | 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*U <sub>R</sub> + 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                                                   | Nyékládháza, Munkácsy út 16. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                              |
| 2.2. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlér Gergő   |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Qsd (kWh/a)

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

| égtáj | db    | A <sub>nvz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nvz</sub> (m) | Σa <sub>ü</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 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 <sub>m,köv</sub> | 0,560    W/m³K    |
| q                  | 0,539    megfelel |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

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

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Északra | többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,130 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

| árnyékolókkal |                |                   |                   | árnyékolók nélkül                                       |                                                         |
|---------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Égtáj         | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> * I <sub>nyár</sub> * g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> * I <sub>nyár</sub> * g <sub>nyár</sub> |
| 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

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

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> = | 0,609    megfelel |
|-----------------------|-------------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4 \cdot A_N \cdot q_b$                       Q<sub>F</sub>                      7476,534    kWh/a

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| V              | 195,799    m <sup>3</sup> |
| q              | 0,539    W/m³K            |
| n              | 0,500    1/h              |
| σ              | 0,900                     |
| A <sub>N</sub> | 71,985    m <sup>2</sup>  |
| q <sub>b</sub> | 5,000    W/m <sup>2</sup> |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N$                       103,862    kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

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

|                  |         |         |                                   |
|------------------|---------|---------|-----------------------------------|
| q <sub>f</sub>   | 103,862 | kWh/m²a | E <sub>F</sub> 155,793    kWh/m²a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300   | kWh/m²a |                                   |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900   | kWh/m²a |                                   |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100   | kWh/m²a |                                   |
| C <sub>k</sub>   | 1,340   |         |                                   |
| α <sub>k</sub>   | 1,000   |         |                                   |
| e <sub>f</sub>   | 1,000   |         |                                   |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850   | kWh/m²a |                                   |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630   | kWh/m²a |                                   |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790   | kWh/m²a |                                   |
| e <sub>v</sub>   | 2,500   |         |                                   |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| E <sub>p</sub> | 208,991    megfelel |
|----------------|---------------------|

Az épület energetikai minősítése

93,446    %

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

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

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

|                     |        |         |                                     |
|---------------------|--------|---------|-------------------------------------|
| q <sub>H MV</sub>   | 30,000 | kWh/m²a | E <sub>H MV</sub> 53,198    kWh/m²a |
| q <sub>H MV,v</sub> | 7,200  | kWh/m²a |                                     |
| q <sub>H MV,t</sub> | 0,000  | kWh/m²a |                                     |
| C <sub>k</sub>      | 1,340  |         |                                     |
| α <sub>k</sub>      | 1,000  |         |                                     |
| e <sub>H MV</sub>   | 1,000  | kWh/m²a |                                     |
| E <sub>c</sub>      | 1,140  | kWh/m²a |                                     |
| E <sub>k</sub>      | 0,200  | kWh/m²a |                                     |
| e <sub>v</sub>      | 2,500  |         |                                     |

|                                                                              |                              |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 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    |
| thermolut dp180             | 8,000     | 0,051    |
| belső vakolat               | 0,500     | 0,730    |
| hőmérsékletek:              |           |          |
|                             | kint      | bent     |
| °C                          | -15,000   | 20,000   |
| °C                          | -2,000    | 20,000   |
| hőátadási tényezők: [W/m²K] |           |          |
|                             | 24,000    | 8,000    |

Közetgyapot  
helyettesítő hőv.tény.:  
  
Thermolut DP 180  
helyettesítő hőv.tény.:

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

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

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

|                 |       |          |        |             |          |         |
|-----------------|-------|----------|--------|-------------|----------|---------|
|                 | 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   |
| Thermolut 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 |
| Thermolut 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 <sub>s</sub> (Pa) | δ (g/msPa) | R <sub>vi</sub> | 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 |
| Thermolut 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<sub>vi</sub> 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<sub>n</sub>\*b<sub>m</sub> 195,799 m³

Felület/térfogat arány:  
A/V= 1,247  
E<sub>pköv</sub> 223,648

A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke:

q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = U\*(1+x)

x korrekciós tényező

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |                        |             |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| 1,594 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |             |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |             |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,222 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>Rpadl.f.</sub>  | 0,235 W/m²K |
|                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 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                                                   | Nyékládháza, Munkácsy út 16. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                              |
| 2.3. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczler Gergő   |



Kiindulási adatok

| Rétegrend:                  |           |          | acél csavarok |         |       |
|-----------------------------|-----------|----------|---------------|---------|-------|
| név                         | vastagság | hővez.t. | V             | hőv. T. | db/m2 |
| külső vakolat               | 0,500     | 0,870    | 9,817         | 58,000  | 5,000 |
| 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         |         |       |

Hőmérséklet értékek a szerkezeti rétegek határán

|               | 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

|               | 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      | Fűtött térfogat:                              |            |
| Belmagasság:                 | 2,720 m        | V=A <sub>n</sub> *b <sub>m</sub>              | 195,799 m³ |
|                              |                |                                               |            |
| Belmérettel számolt burk.f.: | felület: A(m²) | Felület/térfogat arány:                       |            |
| homlokzat felülete           | 100,205        | A/V=                                          | 1,247      |
| bejárati ajtó                | 2,400          | E <sub>nköv</sub>                             | 223,648    |
| üvegezett nyílászárók        | 9,476          | A fajlagos hővesztéstényező                   |            |
| külső tömör fal              | 88,329         | követelményértéke: q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |            |
| padlófelület                 | 71,985         | q <sub>m,köv</sub> = 0,560 (W/m³K)            |            |
| padlásfödém                  | 71,985         |                                               |            |
| összesen:                    | 244,175        |                                               |            |

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 <sub>köv</sub> (W/m²K) | 0,450     | 1,600   | 1,800       | 0,300       | 0,500 |          |

padlásfödém:

|              | d (m) | λ (W/mK) | h      | R(1/h, d/λ) | R 4,678 m²K/W<br>U 0,214 W/m²K |
|--------------|-------|----------|--------|-------------|--------------------------------|
| 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 <sub>fa</sub>  | 7500,000   | cm³  |
| V <sub>kgv</sub> | 142500,000 | cm³  |
| λ <sub>fa</sub>  | 0,130      | W/mK |
| λ <sub>kgv</sub> | 0,042      | W/mK |
| λ <sub>n</sub>   | 0,046      | W/mK |

|               | 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

|                     | 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

|                | 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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélék hosszának levonásával

A hőiak fajlagos hossza

| 1,594 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |             |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |             |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,451 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpdl.f.</sub>   | 0,235 W/m²K |
|                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,212 W/m²K |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztésege

|                         | 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 <sub>R</sub> + 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:Vinczlér Gergő     |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Qsd (kWh/a)

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

Qsd= 344,375 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>nvz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nvz</sub> (m) | Σa <sub>ü</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,560          |
| q                  | 0,553 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 <sub>nyár</sub> | 85,000 150,000 |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,130 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

| árnyékolókkal |                |                   |                   | árnyékolók nélkül                                     |                   |                                                       |
|---------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj         | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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                                                |

Qsdnyár= 83,111 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<sub>bnyár</sub>= 0,607 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q<sub>F</sub> (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<sub>F</sub>= 7651,649 kWh/a

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 195,799 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,553   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | 1/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 71,985  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub> 106,295 kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

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

|                  |         |                      |
|------------------|---------|----------------------|
| q <sub>f</sub>   | 106,295 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340   |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000   |                      |
| e <sub>f</sub>   | 1,000   |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790   | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500   |                      |

E<sub>F</sub> 159,052 kWh/m<sup>2</sup>a

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

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

|                     |        |                      |
|---------------------|--------|----------------------|
| q <sub>H MV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>H MV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>H MV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>      | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>      | 1,000  |                      |
| e <sub>H MV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>      | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>      | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>      | 2,500  |                      |

E<sub>H MV</sub> 53,198 kWh/m<sup>2</sup>a

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub> 212,250 megfelel

Az épület energetikai minősítése

94,904 %

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

|                                                                              |                              |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Nyékládháza, Munkácsy út 16. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                              |
| 2.4. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlr Gergő    |

|                             |           |          |        |
|-----------------------------|-----------|----------|--------|
| Kiindulási adatok           |           |          |        |
| Rétegrend:                  |           |          |        |
| név                         | vastagság | hővez.t. |        |
| külső vakolat               | 0,500     | 0,870    |        |
| vályogfal                   | 55,000    | 0,910    |        |
| belső vakolat               | 1,500     | 0,870    |        |
| hőmérsékletek:              | kint      | bent     | Δt     |
|                             | °C        | -15,000  | 20,000 |
|                             | °C        | -2,000   | 20,000 |
| 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)  |
|               |       |          |        |             |          | -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=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       | 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: | 59,825 m² |
| Belmagasság:              | 2,430 m   |

Fűtött térfogat:  
V=A<sub>q</sub>\*b<sub>m</sub> 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  
követelménvértéke: q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 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 <sub>köv</sub> (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       |
| aljzatbeton   | 0,080 | 1,550    | -  | 0,052       |

R 0,352 m²K/W  
U 2,844 W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = U\*(1+x)  
x korrekciós tényező

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

\*küszöbélek hosszának levonásával

|                                                           |       |                       |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
| A hőhiak fajlagos hossza                                  |       |                       |       |
| 1,393 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                       |       |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                       |       |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>    | 1,637 |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpadl.f.</sub> | 1,203 |
|                                                           |       | U <sub>Rpadl.f.</sub> | 1,083 |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         |        |            |         |
|-------------------------|--------|------------|---------|
|                         | 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)   | l*Ψ     |
| padló éle               | 39,160 | 1,300      | 50,908  |
| ΣA*U <sub>R</sub> + l*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 idényre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub> Qsd= 294,218 kWh/a

|       |       |                      |                     |          |
|-------|-------|----------------------|---------------------|----------|
| égtáj | db    | A <sub>üw</sub> (m²) | l <sub>üw</sub> (m) | Σaü (m²) |
| É     | 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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 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 <sub>sdnyár</sub> =ΣA <sub>ü</sub> *l <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |                |
| Északra                                                                    | többi égtáj    |
| l <sub>nyár</sub>                                                          | 85,000 150,000 |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       |                |                   |                   |                                                       |                   |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|
|       |                | árnyékolókkal     |                   | árnyékolók nélkül                                     |                   |
| Égtáj | A <sub>a</sub> | l <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>a</sub> *l <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> |
| É     | 0,120          | 85,000            |                   |                                                       | 0,650             |
| 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<sub>sdnyár</sub>= 122,627 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>nyár</sub>=(Q<sub>sdnyár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)

Δt<sub>nyár</sub>= 0,583 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q<sub>F</sub> (kWh/a) ) és a fajlagos érték

Q<sub>F</sub>=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub> Q<sub>F</sub> 17287,690 kWh/a

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub> 288,972 kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q+q<sub>fh</sub>+q<sub>fv</sub>+q<sub>fi,i</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>i</sub>)+(E<sub>FSz</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>F</sub> 413,241 kWh/m²a

|                  |         |         |
|------------------|---------|---------|
| q <sub>f</sub>   | 288,972 | kWh/m²a |
| q <sub>fh</sub>  | 5,500   | kWh/m²a |
| q <sub>fv</sub>  | 0,700   | kWh/m²a |
| q <sub>fi</sub>  | 0,000   | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>   | 1,400   |         |
| α <sub>k</sub>   | 1,000   |         |
| e <sub>i</sub>   | 1,000   |         |
| E <sub>FSz</sub> | 0,000   | kWh/m²a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,000   | kWh/m²a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,000   | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>   | 0,600   |         |

A melegvzellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,i</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>HMV</sub> 59,010 kWh/m²a

|                    |        |         |
|--------------------|--------|---------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,i</sub> | 6,000  | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>     | 1,300  |         |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |         |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m²a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m²a |
| E <sub>k</sub>     | 0,000  | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |         |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub> 472,251 nem felel meg

Az épület energetikai minősítése

205,326 %

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

|                |             |
|----------------|-------------|
| V              | 145,374 m³  |
| q              | 1,800 W/m³K |
| n              | 0,500 l/h   |
| σ              | 0,900       |
| A <sub>N</sub> | 59,825 m²   |
| q <sub>b</sub> | 5,000 W/m²  |

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

Kiindulási adatok

| Régrend:                    |           |          |
|-----------------------------|-----------|----------|
| 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:              |           | Δt       |
| °C                          | -15,000   | 20,000   |
| °C                          | -2,000    | 20,000   |
| 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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 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 <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv</sub> =       | 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 <sub>köv</sub> (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       |
| 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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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 <sub>Rkfal</sub>    | 0,296 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,222 W/m²K |
|                                                           |       | U <sub>Rpadl.f.</sub> | 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 <sub>R</sub> + 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: Vinczlér Gergő |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Qsd (kWh/a)

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

| égtáj | db    | A <sub>mz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nvz</sub> (m) | Σa <sub>ü</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 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 hővesztésgtényező kiszámítása

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

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 W/m <sup>3</sup> K |
| q                  | 0,576 megfelel           |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

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

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Északra | többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       | árnyékolókkal  |                   |                   |                                                         | árnyékolók nélkül |                                                         |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> * I <sub>nyár</sub> * g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> * I <sub>nyár</sub> * g <sub>nyár</sub> |
| 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                                                 |

Qsdnyár=      140,181 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> = | 0,804 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

$Q_F = 72 \cdot V (q + 0,35 \cdot n) \cdot \sigma - 4,4 \cdot A_N \cdot q_b$       Q<sub>F</sub>=      5757,398 kWh/a

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 145,374 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,576   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | 1/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 59,825  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>      96,238 kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_p) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v$       E<sub>F</sub>=      145,441 kWh/m<sup>2</sup>a

|                  |        |                      |
|------------------|--------|----------------------|
| q <sub>f</sub>   | 96,238 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |                      |
| e <sub>f</sub>   | 1,000  |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |                      |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

|                |                  |
|----------------|------------------|
| E <sub>p</sub> | 198,639 megfelel |
|----------------|------------------|

Az épület energetikai minősítése

86,365 %

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

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_c + E_k) \cdot e_v$       E<sub>HMV</sub>=      53,198 kWh/m<sup>2</sup>a

|                    |        |                      |
|--------------------|--------|----------------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |                      |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |                      |

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Ónod, Mező u. 10.          |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 3.2. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlér 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     |
| °C                          | -15,000   | 20,000   |
| °C                          | -2,000    | 20,000   |
| 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 |

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)  |
|-----------------|-------|----------|--------|-------------|----------|---------|
|                 |       |          |        |             |          | -15,000 |
| külső levegő    | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,245    |         |
|                 |       |          |        |             |          | -14,755 |
| külső vakolat   | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,034    |         |
|                 |       |          |        |             |          | -14,722 |
| hőszigetelés    | 0,150 | 0,042    | -      | 3,598       | 21,133   |         |
|                 |       |          |        |             |          | 6,412   |
| vályogfal       | 0,550 | 0,910    | -      | 0,604       | 3,550    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 9,962   |
| Thermolut Dp180 | 0,080 | 0,051    | -      | 1,578       | 9,270    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 19,232  |
| vakolat         | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,034    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 19,266  |
| belső levegő    | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,734    |         |
|                 |       |          |        |             |          | 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) |
|-----------------|-------|----------|--------|-------------|----------|--------|
|                 |       |          |        |             |          | -2,000 |
| külső levegő    | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,154    |        |
|                 |       |          |        |             |          | -1,846 |
| külső vakolat   | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,021    |        |
|                 |       |          |        |             |          | -1,825 |
| hőszigetelés    | 0,150 | 0,042    | -      | 3,598       | 13,284   |        |
|                 |       |          |        |             |          | 11,459 |
| vályogfal       | 0,550 | 0,910    | -      | 0,604       | 2,231    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 13,690 |
| Thermolut DP180 | 0,080 | 0,051    | -      | 1,578       | 5,827    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 19,517 |
| vakolat         | 0,005 | 0,870    | -      | 0,006       | 0,021    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 19,538 |
| belső levegő    | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,462    |        |
|                 |       |          |        |             |          | 20,000 |

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

Telítési és parciális párányomás értékei a réteghatárokon

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

R<sub>vi</sub> 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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 145,374 |

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

A fajlagos hővesztéstényező követelményértéke:

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv</sub> =       | 0,580 (W/m³K) |

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 <sub>köv</sub> (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       |
|              |       |          | U      | 0,202       |

|                  |            |      |
|------------------|------------|------|
| V <sub>fa</sub>  | 7500,000   | cm³  |
| V <sub>kgv</sub> | 142500,000 | cm³  |
| λ <sub>fa</sub>  | 0,130      | W/mK |
| λ <sub>kgv</sub> | 0,042      | W/mK |
| λ <sub>h</sub>   | 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       |
| aljzatbeton   | 0,080 | 1,550    |    | 0,052       |
|               |       |          | R  | 0,352       |
|               |       |          | U  | 2,844       |

| 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       |
|                     |       |          | U      | 0,477       |

m²K/W  
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       |
|                |       |          | U      | 1,461       |

m²K/W  
W/m²K

Hőátbocsátási tényezők korrekciója

U<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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 <sub>Rkfal</sub>                               | 0,218 |
| - padlásf.               | 0,100 | U <sub>Rpadl.f.</sub>                            | 0,222 |
|                          |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub>                           | 0,200 |

W/m²K  
W/m²K  
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 hőveszteség

|                         | 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*U <sub>R</sub> + 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 |
| határoló fal               | 4045,988  | kg |
| Σ                          | 15211,091 | kg |

|                        |         |        |
|------------------------|---------|--------|
| m (kg/m <sup>2</sup> ) | 254,261 | könnyű |
|------------------------|---------|--------|

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q Qsd= 236,169

| égtáj | db    | A <sub>nyz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nyz</sub> (m) | Σa <sub>ü</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

|                    |       |                    |
|--------------------|-------|--------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 | W/m <sup>3</sup> K |
| q                  | 0,543 | megfelel           |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q<sub>sdneyár</sub>=ΣA<sub>ü</sub>\*I<sub>nyár</sub>\*g<sub>nyár</sub>

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Északra | többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       | árnyékolókkal  |                   |                   |                                                       | árnyékolók nélkül |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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<sub>sdneyár</sub>= 140,181 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnvár</sub>=(Q<sub>sdneyár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V) (K)

|                       |       |          |
|-----------------------|-------|----------|
| Δt <sub>bnvár</sub> = | 0,813 | megfelel |
|-----------------------|-------|----------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q<sub>F</sub> (kWh/a)

Q<sub>F</sub>=72\*V(q+0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub> Q<sub>F</sub> 5450,629 kWh/a

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 145,374 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,543   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | l/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 59,825  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub> 91,110 kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q<sub>r</sub>+q<sub>f,h</sub>+q<sub>f,v</sub>+q<sub>f,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>p</sub>)+(E<sub>FSz</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub> E<sub>F</sub> 138,570 kWh/m<sup>2</sup>a

|                  |        |                      |
|------------------|--------|----------------------|
| q <sub>r</sub>   | 91,110 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |                      |
| e <sub>p</sub>   | 1,000  |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |                      |

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub> E<sub>HMV</sub> 53,198 kWh/m<sup>2</sup>a

|                    |        |                      |
|--------------------|--------|----------------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |                      |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |                      |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

|                |         |          |
|----------------|---------|----------|
| E <sub>p</sub> | 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

|                             |           |          |
|-----------------------------|-----------|----------|
| Rétégrend:                  |           |          |
| név                         | vastagság | hővez.t. |
| külső vakolat               | 0,500     | 0,870    |
| hőszig.                     | 16,000    | 0,046    |
| vályogfal                   | 55,000    | 0,910    |
| belső vakolat               | 1,500     | 0,870    |
| hőmérsékletek:              |           |          |
|                             | kint      | bent     |
| °C                          | -15,000   | 20,000   |
| °C                          | -2,000    | 20,000   |
| 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: | 59,825 m² |
| Belmagasság:              | 2,430 m   |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Fűtött térfogat:                 |            |
| V=A <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 145,374 m³ |

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Belmérettel számolt burk.f.: | felület: A(m²) |
| homlokzat felülete           | 91,660         |
| bejáratí 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<sub>m,káv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

|                          |           |         |             |             |       |          |
|--------------------------|-----------|---------|-------------|-------------|-------|----------|
|                          | külső fal | ablakok | bejáratí a. | padlásfödém | padló | Ψ (W/mK) |
| U                        | 0,233     | 1,600   | 1,800       | 0,202       | 0,477 | 0,950    |
| U <sub>káv</sub> (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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |                                   |             |
|-----------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------------|
| 1,376 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                                   |             |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                                   |             |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>                | 0,303 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpdl.f.</sub>              | 0,222 W/m²K |
|                                                           |       | U <sub>'<sub>Rpadl.f.</sub></sub> | 0,200 W/m²K |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         |        |            |        |
|-------------------------|--------|------------|--------|
|                         | A (m2) | UR (W/m2K) | A*UR   |
| külső fal               | 81,903 | 0,303      | 24,785 |
| bejáratí 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 <sub>R</sub> + l*Ψ |        |            | 89,182 |

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hótároló 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:Vinczlér Gergő |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Qsd (kWh/a)

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

| égtáj | db    | A <sub>nyz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nyz</sub> (m) | Σa <sub>ü</sub> (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| 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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580          |
| q                  | 0,580 megfelel |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

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

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Északra | többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,200 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

|       | árnyékolókkal  |                   | árnyékolók nélkül |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nyár</sub> | g <sub>nyár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nyár</sub> *g <sub>nyár</sub> |
| 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)

|                       |                |
|-----------------------|----------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> = | 0,803 megfelel |
|-----------------------|----------------|

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

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

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 145,374 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,580   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | 1/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 59,825  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N$       96,825 kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

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

|                  |        |                      |
|------------------|--------|----------------------|
| q <sub>f</sub>   | 96,825 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |                      |
| e <sub>f</sub>   | 1,000  |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |                      |

$E_F$       146,228 kWh/m<sup>2</sup>a

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

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

|                     |        |                      |
|---------------------|--------|----------------------|
| q <sub>H MV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>H MV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>H MV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>      | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>      | 1,000  |                      |
| e <sub>H MV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>      | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>      | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>      | 2,500  |                      |

$E_{H MV}$       53,198 kWh/m<sup>2</sup>a

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

|                |                  |
|----------------|------------------|
| E <sub>p</sub> | 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: Vinczlér Gergő |

|                             |           |          |        |
|-----------------------------|-----------|----------|--------|
| Kiindulási adatok           |           |          |        |
| Rétegrend:                  |           |          |        |
| 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   |
|                             | °C        | -15,000  | 20,000 |
|                             | °C        | -2,000   | 20,000 |
| hőátadási tényezők: [W/m²K] |           | 24,000   | 8,000  |
| Δt                          |           |          |        |

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)  |
|               | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 1,879    | -15,000 |
| külső levegő  | -     | -        | -      | -           | -        | -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  |
| vakolat       | 0,010 | 0,930    | -      | 0,011       | 0,485    | 14,364  |
| belső levegő  | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 5,636    | 20,000  |

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

|               |       |          |        |             |          |        |
|---------------|-------|----------|--------|-------------|----------|--------|
|               | d (m) | λ (W/mK) | h      | R(1/h, d/λ) | Δt (q*R) | t (°C) |
|               | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 1,181    | -2,000 |
| külső levegő  | -     | -        | -      | -           | -        | -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 |
| vakolat       | 0,010 | 0,930    | -      | 0,011       | 0,305    | 16,457 |
| belső levegő  | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 3,543    | 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 <sub>n</sub> *B <sub>m</sub> | 173,598 |

|                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| Belmérettel 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 hővesztésgtényező követelményértéke:

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| q <sub>m,köv.</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv.</sub> =       | 0,580 (W/m³K) |

#### Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

|                           |           |         |             |             |       |          |
|---------------------------|-----------|---------|-------------|-------------|-------|----------|
|                           | 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 <sub>köv.</sub> (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       |
| aljzatbeton  | 0,100 | 1,550    | -      | 0,065       |

R 0,253 m²K/W  
U 3,951 W/m²K

#### Hőátbocsátási tényezők korrekciója:

U<sub>R</sub> (W/m²K)

|                          |
|--------------------------|
| U <sub>R</sub> = 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 hőhiak fajlagos hossza:

|                                                     |
|-----------------------------------------------------|
| 2,080 >1 az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |
|-----------------------------------------------------|

Korrekciós tényezők:

|             |       |                       |             |
|-------------|-------|-----------------------|-------------|
| - külső fal | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>    | 1,675 W/m²K |
| - padláf.   | 0,100 | U <sub>rpadi.f.</sub> | 1,203 W/m²K |
|             |       | U <sub>Rpadl.f.</sub> | 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)   | I*Ψ     |
| padló éle               | 40,000 | 1,450      | 58,000  |
| ΣA*U <sub>R</sub> + I*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<sub>sd</sub> (kWh/a)

|                                                        |                 |               |
|--------------------------------------------------------|-----------------|---------------|
| Q <sub>sd</sub> =ε*ΣA <sub>ü</sub> *g*Q <sub>TOT</sub> | Q <sub>sd</sub> | 220,238 kWh/a |
|--------------------------------------------------------|-----------------|---------------|

ε = 0,75  
g = 0,65  
Q<sub>TOT</sub> = 100

|       |    |                        |                       |          |
|-------|----|------------------------|-----------------------|----------|
| égtáj | db | A <sub>nyvz</sub> (m²) | I <sub>nyvz</sub> (m) | ΣAü (m²) |
| E     |    | 0,000                  | 0,000                 | 0,000    |
| D     |    | 3,000                  | 3,144                 | 11,860   |
| K     |    | 2,000                  | 2,880                 | 8,400    |
| NY    |    | 0,000                  | 0,000                 | 0,000    |
| Σ     |    | 6,024                  | 20,260                | 4,518    |

#### A fajlagos hővesztésgtényező kiszámítása

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

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| q <sub>m,köv.</sub> | 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<sub>sdnyár</sub>=ΣA<sub>ü</sub>\*I<sub>nyár</sub>\*g<sub>nyár</sub>

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Eszakra | többi égtáj |
| I <sub>nyár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|                   |       |
|-------------------|-------|
| N                 | 0,200 |
| g <sub>nyár</sub> | 0,650 |

Q<sub>sdnyár</sub>= 442,426 W

#### A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| Δt <sub>bnyár</sub> [K] : | 0,953 megfelel |
|---------------------------|----------------|

#### Fűtés éves nettó hőenergiaigénye (Q<sub>F</sub> (kWh/a) ) és a fajlagos érték

$$Q_F = 72 \cdot V \cdot (q \cdot 0,35 \cdot n) \cdot \sigma \cdot 4 \cdot A_n \cdot q_b \quad Q_F \quad 19427,952 \text{ kWh/a}$$

|                |         |
|----------------|---------|
| V              | 173,598 |
| q              | 1,694   |
| n              | 0,500   |
| σ              | 0,900   |
| A <sub>N</sub> | 72,340  |
| q <sub>b</sub> | 5,000   |

#### Nettó fűtési igény fajagos értéke

|                                                |                 |
|------------------------------------------------|-----------------|
| q <sub>F</sub> =Q <sub>F</sub> /A <sub>N</sub> | 268,564 kWh/m²a |
|------------------------------------------------|-----------------|

#### A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_i) + (E_{FSZ} + E_{FT} + q_{k,v} + e_v) \quad = \quad 453,703 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| q <sub>f</sub>   | 268,564 kWh/m²a |
| q <sub>f,h</sub> | 15,000 kWh/m²a  |
| q <sub>f,v</sub> | 0,000 kWh/m²a   |
| q <sub>f,t</sub> | 0,000 kWh/m²a   |
| C <sub>k</sub>   | 1,600           |
| α <sub>k</sub>   | 1,000           |
| e <sub>i</sub>   | 1,000           |
| E <sub>FSZ</sub> | 0,000 kWh/m²a   |
| E <sub>FT</sub>  | 0,000 kWh/m²a   |
| q <sub>k,v</sub> | 0,000 kWh/m²a   |
| e <sub>v</sub>   | 0,600           |

#### A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

$$E_{HMV} = (q_{HMV} + q_{HMV,v} + q_{HMV,t}) \cdot \Sigma (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{HMV}) + (E_e + E_p) \cdot e_v \quad E_{HMV} \quad 59,010 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200 kWh/m²a  |
| q <sub>HMV,t</sub> | 6,000 kWh/m²a  |
| C <sub>k</sub>     | 1,300          |
| α <sub>k</sub>     | 1,000          |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000 kWh/m²a  |
| E <sub>e</sub>     | 1,140 kWh/m²a  |
| E <sub>p</sub>     | 0,000 kWh/m²a  |
| e <sub>v</sub>     | 2,500          |

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| Az érték az adott követelménynek nem felel meg. |
| Az érték az adott követelménynek megfelel.      |

$$\text{Összesített energetikai jellemző: } E_p = 512,713 \text{ nem felel meg}$$

Az épület energetikai minősítése: 222,919 %

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

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Sárospatak, Végárdói u. 5. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 4.1. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér 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  |        |

| 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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 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 hővesztésgtényező követelményértéke:

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv</sub> =       | 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 <sub>köv</sub> (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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |                      |       |
|-----------------------------------------------------------|-------|----------------------|-------|
| 1,642 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                      |       |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                      |       |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>   | 0,355 |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>rpdl.f</sub>  | 0,251 |
|                                                           |       | U <sub>Rpadl.f</sub> | 0,226 |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztésege

|                         |        |                        |                  |
|-------------------------|--------|------------------------|------------------|
|                         | A (m²) | U <sub>R</sub> (W/m²K) | A*U <sub>R</sub> |
| 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 <sub>R</sub> + l*Ψ |        |                        | 100,604          |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre: Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>      Qsd= 185,869 kWh/a

A fajlagos hővesztésgtényező kiszámítása

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

|                    |                |
|--------------------|----------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 W/m³K    |
| q                  | 0,565 megfelel |

|                  |            |      |
|------------------|------------|------|
| V <sub>fa</sub>  | 7500,000   | cm³  |
| V <sub>kgy</sub> | 142500,000 | cm³  |
| λ <sub>fa</sub>  | 0,130      | W/mK |
| λ <sub>kgy</sub> | 0,042      | W/mK |
| λ <sub>η</sub>   | 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 <sub>nvz</sub> (m²) | I <sub>nvz</sub> (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

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

|            |         |             |
|------------|---------|-------------|
|            | Eszakra | többi égtáj |
| $I_{nyár}$ | 85,000  | 150,000     |
| N          | 0,200   |             |
| $g_{nyár}$ | 0,650   |             |

|          | árnyékolókkal |            |            |                                              | árnyékolók nélkül |                                              |
|----------|---------------|------------|------------|----------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|
| Égtáj    | $A_{ü}$       | $I_{nyár}$ | $g_{nyár}$ | $\Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$ | $g_{nyár}$        | $\Sigma A_{ü} \cdot I_{nyár} \cdot g_{nyár}$ |
| 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                                        |                   |                                              |
| $\Sigma$ |               |            |            |                                              |                   | 74,348                                       |

$Q_{sdnyár} =$ 74,348 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

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

|                          |       |          |
|--------------------------|-------|----------|
| $\Delta t_{bnyár} [K] :$ | 0,673 | megfelel |
|--------------------------|-------|----------|

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

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

$Q_F$ 6728,986 kWh/a

|       |         |                    |
|-------|---------|--------------------|
| V     | 173,598 | m <sup>3</sup>     |
| q     | 0,565   | W/m <sup>3</sup> K |
| n     | 0,500   | 1/h                |
| σ     | 0,900   |                    |
| $A_N$ | 72,340  | m <sup>2</sup>     |
| $q_b$ | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

$q_F = Q_F / A_N$ 

$q_F$ 93,019 kWh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye:  $E_F$

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

|            |        |                      |       |         |                      |
|------------|--------|----------------------|-------|---------|----------------------|
| $q_f$      | 93,019 | kWh/m <sup>2</sup> a | $E_F$ | 141,262 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| $q_{f,h}$  | 3,300  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $q_{f,v}$  | 2,900  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $q_{f,t}$  | 0,100  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $C_k$      | 1,340  |                      |       |         |                      |
| $\alpha_k$ | 1,000  |                      |       |         |                      |
| $e_f$      | 1,000  |                      |       |         |                      |
| $E_{FSZ}$  | 1,850  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $E_{FT}$   | 0,630  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $q_{k,v}$  | 0,790  | kWh/m <sup>2</sup> a |       |         |                      |
| $e_v$      | 2,500  |                      |       |         |                      |

A melegvízellátás fajlagos éves pirmer-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 <sup>2</sup> a | $E_{HMV}$ | 53,198 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| $q_{HMV,v}$ | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |           |        |                      |
| $q_{HMV,t}$ | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |           |        |                      |
| $C_k$       | 1,340  |                      |           |        |                      |
| $\alpha_k$  | 1,000  |                      |           |        |                      |
| $e_{HMV}$   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |           |        |                      |
| $E_c$       | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |           |        |                      |
| $E_k$       | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |           |        |                      |
| $e_v$       | 2,500  |                      |           |        |                      |

Összesített energetikai jellemző:  $E_n$  (kWh/m<sup>2</sup>a)

$E_p$ 

194,460 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

|                             |           |          |        |
|-----------------------------|-----------|----------|--------|
| Rétegrend:                  |           |          |        |
| név                         | vastagság | hővez.t. |        |
| külső vakolat               | 0,500     | 0,930    |        |
| közetgyapot hőszig.         | 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.:

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

Thermolut DP 180  
helyettesítő hőv.tény.:

|               |          |       |
|---------------|----------|-------|
| 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)  |
|                          |       |          |        |             |          | -15,000 |
| külső levegő             | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,302    |         |
|                          |       |          |        |             |          | -14,698 |
| külső vakolat            | 0,005 | 0,930    | -      | 0,005       | 0,039    |         |
|                          |       |          |        |             |          | -14,659 |
| közetgyapot hőszigetelés | 0,120 | 0,042    | -      | 2,878       | 20,839   |         |
|                          |       |          |        |             |          | 6,180   |
| vályogfal                | 0,540 | 0,910    | -      | 0,593       | 4,296    |         |
|                          |       |          |        |             |          | 10,476  |
| Thermolut DP 180         | 0,060 | 0,051    | -      | 1,184       | 8,570    |         |
|                          |       |          |        |             |          | 19,045  |
| vakolat                  | 0,005 | 0,730    | -      | 0,007       | 0,050    |         |
|                          |       |          |        |             |          | 19,095  |
| belső levegő             | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,905    |         |
|                          |       |          |        |             |          | 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) |
|                          |       |          |        |             |          | -2,000 |
| külső levegő             | -     | -        | 24,000 | 0,042       | 0,190    |        |
|                          |       |          |        |             |          | -1,810 |
| külső vakolat            | 0,005 | 0,930    | -      | 0,005       | 0,024    |        |
|                          |       |          |        |             |          | -1,786 |
| közetgyapot hőszigetelés | 0,120 | 0,042    | -      | 2,878       | 13,099   |        |
|                          |       |          |        |             |          | 11,313 |
| vályogfal                | 0,540 | 0,910    | -      | 0,593       | 2,700    |        |
|                          |       |          |        |             |          | 14,013 |
| Thermolut DP 180         | 0,060 | 0,051    | -      | 1,184       | 5,387    |        |
|                          |       |          |        |             |          | 19,400 |
| vakolat                  | 0,005 | 0,730    | -      | 0,007       | 0,031    |        |
|                          |       |          |        |             |          | 19,431 |
| belső levegő             | -     | -        | 8,000  | 0,125       | 0,569    |        |
|                          |       |          |        |             |          | 20,000 |

R 4,834 m²K/W  
U 0,207 W/m²K  
q 4,551 W/m²

Telítési és parciális párányomás értékei a réteghatárokon

|                          |       |                     |            |                            |                 |          |
|--------------------------|-------|---------------------|------------|----------------------------|-----------------|----------|
|                          | d (m) | p <sub>s</sub> (Pa) | δ (g/msPa) | R <sub>vi</sub> (m²sPa/kg) | Δp <sub>i</sub> | pi (Pa)  |
|                          |       | 516,000             |            |                            |                 |          |
| külső levegő             | -     |                     | -          | -                          | -               |          |
|                          |       | 523,000             |            |                            |                 | 464,000  |
| külső vakolat            | 0,005 |                     | 0,022      | 0,227                      | 12,838          |          |
|                          |       | 525,000             |            |                            |                 | 476,838  |
| közetgyapot hőszigetelés | 0,000 |                     | 0,140      | 0,857                      | 48,419          |          |
|                          |       | 1340,000            |            |                            |                 | 525,257  |
| vályogfal                | 0,001 |                     | 0,034      | 15,882                     | 897,172         |          |
|                          |       | 1589,000            |            |                            |                 | 1422,429 |
| Thermolut DP 180         | 0,000 |                     | 0,040      | 1,500                      | 84,733          |          |
|                          |       | 2252,000            |            |                            |                 | 1507,162 |
| vakolat                  | 0,000 |                     | 0,022      | 0,227                      | 12,838          |          |
|                          |       | 2255,000            |            |                            |                 | 1520,000 |
| belső levegő             | -     |                     | -          | -                          | -               |          |
|                          |       | 2338,000            |            |                            |                 |          |

R<sub>vi</sub> 18,694 m²sPa/kg  
g 56,489 kg/m²s

Épületenergetikai számítások

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

|                                                      |         |
|------------------------------------------------------|---------|
| Fűtött térfogat:<br>V=A <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> | 173,598 |
|------------------------------------------------------|---------|

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| Felület/térfogat arány:<br>A/V= | 1,386 |
|---------------------------------|-------|

A fajlagos hővesztésgtényező követelményértéke:

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| q <sub>m,köv</sub> (W/m³K) |               |
| q <sub>m,köv</sub> =       | 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 <sub>köv</sub> (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 #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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |                                         |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1,642 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |                                         |
| Korrekciós tényezők:                                      |                                         |
| - külső fal                                               | 0,300 U <sub>Rkfal</sub> 0,269 W/m²K    |
| - padlásf.                                                | 0,100 U <sub>rpadl.f.</sub> 0,251 W/m²K |
|                                                           | U' <sub>Rpadl.f.</sub> 0,226 W/m²K      |

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Sárospatak, Végardói u. 5. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 4.3. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér Gergő  |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         | 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)   | I*Ψ    |
| padló éle               | 40,000 | 1,000      | 40,000 |
| ΣA*U <sub>R</sub> + I*Ψ |        |            | 92,965 |

Az épület határolásának egészére vonatkozó számítások

A hőtároló tömeg számítása:

|                            |           |    |
|----------------------------|-----------|----|
| födém alsó 10cm-es rétege: | 1859,138  | kg |
| padló                      | 11140,360 | kg |
| határoló fal               | 7641,292  | kg |
| Σ                          | 20640,790 | kg |

m=285,330 könnyű

kg/m²

Direkt sugárzási nyereség a fűtési idényre: Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>

Qsd=123,913 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>nyz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>nyz</sub> (m) | Σaü (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 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 hőveszteségtényező kiszámítása

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

q<sub>m,köv</sub>0,580 W/m³K

q0,526 megfelel

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q<sub>sdnvár</sub>=ΣA<sub>ü</sub>\*I<sub>nvár</sub>\*g<sub>nvár</sub>

Északratöbbi égtáj

I<sub>nvár</sub>85,000150,000

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

| árnyékolókkal |                |                   |                   |                                                       | árnyékolók nélkül |                                                       |
|---------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj         | A <sub>ü</sub> | I <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> |
| 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<sub>sdnvár</sub>=74,348 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnvár</sub>=(Q<sub>sdnvár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+ΣI\*Ψ+0,35\*n\*V)

Δt<sub>bnvár</sub>=0,682 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye: (Q<sub>F</sub> (kWh/a)

Q<sub>F</sub>=72\*V(q\*0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub>

Q<sub>F</sub>6289,732 kWh/a

|                |         |       |
|----------------|---------|-------|
| V              | 173,598 | m³    |
| q              | 0,526   | W/m³K |
| n              | 0,500   | 1/h   |
| σ              | 0,900   |       |
| A <sub>N</sub> | 72,340  | m²    |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m²  |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>86,947

kWh/m²a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q<sub>f</sub>+q<sub>f,h</sub>+q<sub>f,v</sub>+q<sub>f,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>p</sub>)+(E<sub>FSZ</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>F</sub>133,126 kWh/m²a

|                  |        |         |
|------------------|--------|---------|
| q <sub>f</sub>   | 86,947 | kWh/m²a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m²a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m²a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100  | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |         |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |         |
| e <sub>f</sub>   | 1,000  |         |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m²a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m²a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |         |

A melegvízellátás fajlagos éves pimer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>HMV</sub>53,198 kWh/m²a

|                    |        |         |
|--------------------|--------|---------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m²a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m²a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |         |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |         |
| e <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m²a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m²a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m²a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |         |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>p</sub>

E<sub>p</sub>186,324 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 <sub>n</sub> *b <sub>m</sub> 173,598 m³ |

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| Belmérettel számolt burk.f.: | felület: A(m²) |
| homlokzat felülete           | 96,000         |
| bejáratí 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 hővesztéstényező  
követelményértéke: q<sub>m,köv</sub> (W/m³K)  
q<sub>m,köv</sub> = 0,580 (W/m³K)

Hőátbocsátási tényezők a vizsgált épület szerkezeteire

|                          |           |         |                         |       |          |
|--------------------------|-----------|---------|-------------------------|-------|----------|
|                          | külső fal | ablakok | bejáratí a. padlásfödém | padló | Ψ (W/mK) |
| U                        | 0,294     | 1,600   | 1,800                   | 0,228 | 0,477    |
| U <sub>köv</sub> (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

|                  |            |      |
|------------------|------------|------|
| V <sub>fa</sub>  | 7500,000   | cm³  |
| V <sub>kgy</sub> | 142500,000 | cm³  |
| λ <sub>fa</sub>  | 0,130      | W/mK |
| λ <sub>kgy</sub> | 0,042      | W/mK |
| λ <sub>h</sub>   | 0,046      | W/mK |

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<sub>R</sub> (W/m²K)

U<sub>R</sub> = 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  |

\*küszöbélek hosszának levonásával

A hőhiak fajlagos hossza

|                                                           |       |                        |             |
|-----------------------------------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| 1,642 >1 tehát az épülethatároló szerkezet erősen hőhidas |       |                        |             |
| Korrekciós tényezők:                                      |       |                        |             |
| - külső fal                                               | 0,300 | U <sub>Rkfal</sub>     | 0,382 W/m²K |
| - padlásf.                                                | 0,100 | U <sub>Rpadl.f.</sub>  | 0,251 W/m²K |
|                                                           |       | U' <sub>Rpadl.f.</sub> | 0,226 W/m²K |

A szerkezeti részek transzmissziós hővesztesége

|                         |        |            |         |
|-------------------------|--------|------------|---------|
|                         | A (m2) | UR (W/m2K) | A*UR    |
| külső fal               | 88,288 | 0,382      | 33,714  |
| bejáratí 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 <sub>R</sub> + 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                                                   | Sárospatak, Végardói u. 5. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 4.4. Számítási melléklet                                                     | készítette:Vinczlér Gergő  |

Direkt sugárzási nyereség a fűtési időnyre

Q<sub>sd</sub> (kWh/a)

Q<sub>sd</sub>=ε\*ΣA<sub>ü</sub>\*g\*Q<sub>TOT</sub>

Qsd=185,869 kWh/a

| égtáj | db    | A <sub>sz</sub> (m <sup>2</sup> ) | I <sub>sz</sub> (m) | Σaü (m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| 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 hővesztégtényező kiszámítása

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

|                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| q <sub>m,köv</sub> | 0,580 W/m <sup>3</sup> K |
| q                  | 0,578 megfelel           |

Nyári sugárzásos hőterhelés meghatározása és a nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

A nyári sugárzásos hőterhelés számítása

Q<sub>sdnvár</sub>=ΣA<sub>ü</sub>\*I<sub>nvár</sub>\*g<sub>nyár</sub>

|                   |         |             |
|-------------------|---------|-------------|
|                   | Északra | többi égtáj |
| I <sub>nvár</sub> | 85,000  | 150,000     |

|       |       |
|-------|-------|
| N     | 0,200 |
| gnyár | 0,650 |

|       |                |                   | árnyékolókkal     |                                                       | árnyékolók nélkül |                                                       |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------|
| Égtáj | A <sub>ü</sub> | I <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> | g <sub>nvár</sub> | ΣA <sub>ü</sub> *I <sub>nvár</sub> *g <sub>nvár</sub> |
| 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<sub>sdnvár</sub>=74,348 W

A túlmelegedés kockázatának ellenőrzése

Δt<sub>bnyár</sub>=(Q<sub>sdnvár</sub>+A<sub>n</sub>\*q<sub>b</sub>)/(ΣA\*U<sub>R</sub>+Σl\*Ψ+0,35\*n\*V)

(K)

Δt<sub>bnyár</sub>=

0,671 megfelel

Fűtés éves nettó hőenergiaigénye Q<sub>F</sub> (kWh/a)

Q<sub>F</sub>=72\*V(q\*0,35\*n)\*σ-4,4\*A<sub>N</sub>\*q<sub>b</sub>

Q<sub>F</sub>

6880,170 kWh/a

|                |         |                    |
|----------------|---------|--------------------|
| V              | 173,598 | m <sup>3</sup>     |
| q              | 0,578   | W/m <sup>3</sup> K |
| n              | 0,500   | 1/h                |
| σ              | 0,900   |                    |
| A <sub>N</sub> | 72,340  | m <sup>2</sup>     |
| q <sub>b</sub> | 5,000   | W/m <sup>2</sup>   |

Nettó fűtési igény fajagos értéke

q<sub>F</sub>=Q<sub>F</sub>/A<sub>N</sub>

95,109 kwh/m<sup>2</sup>a

A fűtés fajlagos éves primer-energia igénye: E<sub>F</sub>

E<sub>F</sub>=(q<sub>f</sub>+q<sub>f,h</sub>+q<sub>f,v</sub>+q<sub>f,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>t</sub>)+(E<sub>FSz</sub>+E<sub>FT</sub>+q<sub>k,v</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>F</sub>

144,063 kWh/m<sup>2</sup>a

|                  |        |                      |
|------------------|--------|----------------------|
| q <sub>f</sub>   | 95,109 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,h</sub> | 3,300  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,v</sub> | 2,900  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>f,t</sub> | 0,100  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>   | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>   | 1,000  |                      |
| e <sub>f</sub>   | 1,000  |                      |
| E <sub>FSZ</sub> | 1,850  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>FT</sub>  | 0,630  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>k,v</sub> | 0,790  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>   | 2,500  |                      |

A melegvzellátás fajlagos éves pirmer-energia igénye: E<sub>HMV</sub>

E<sub>HMV</sub>=(q<sub>HMV</sub>+q<sub>HMV,v</sub>+q<sub>HMV,t</sub>)\*Σ(C<sub>k</sub>\*α<sub>k</sub>\*e<sub>HMV</sub>)+(E<sub>c</sub>+E<sub>k</sub>)\*e<sub>v</sub>

E<sub>HMV</sub>

53,198 kWh/m<sup>2</sup>a

|                    |        |                      |
|--------------------|--------|----------------------|
| q <sub>HMV</sub>   | 30,000 | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,v</sub> | 7,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| q <sub>HMV,t</sub> | 0,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| C <sub>k</sub>     | 1,340  |                      |
| α <sub>k</sub>     | 1,000  |                      |
| E <sub>HMV</sub>   | 1,000  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>c</sub>     | 1,140  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| E <sub>k</sub>     | 0,200  | kWh/m <sup>2</sup> a |
| e <sub>v</sub>     | 2,500  |                      |

Összesített energetikai jellemző: E<sub>n</sub> (kWh/m<sup>2</sup>a)

E<sub>p</sub>

197,261 megfelel

Az épület energetikai minősítése

85,766 %

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

2. oldal

|                                                                              |                            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Épületenergetikai számítás                                                   | Sárospatak, Végardói u. 5. |
| TDK dolgozat: Vályogházak komplex felújításának épületenergetikai vizsgálata |                            |
| 4.4. Számítási melléklet                                                     | készítette: Vinczlér Gergő |

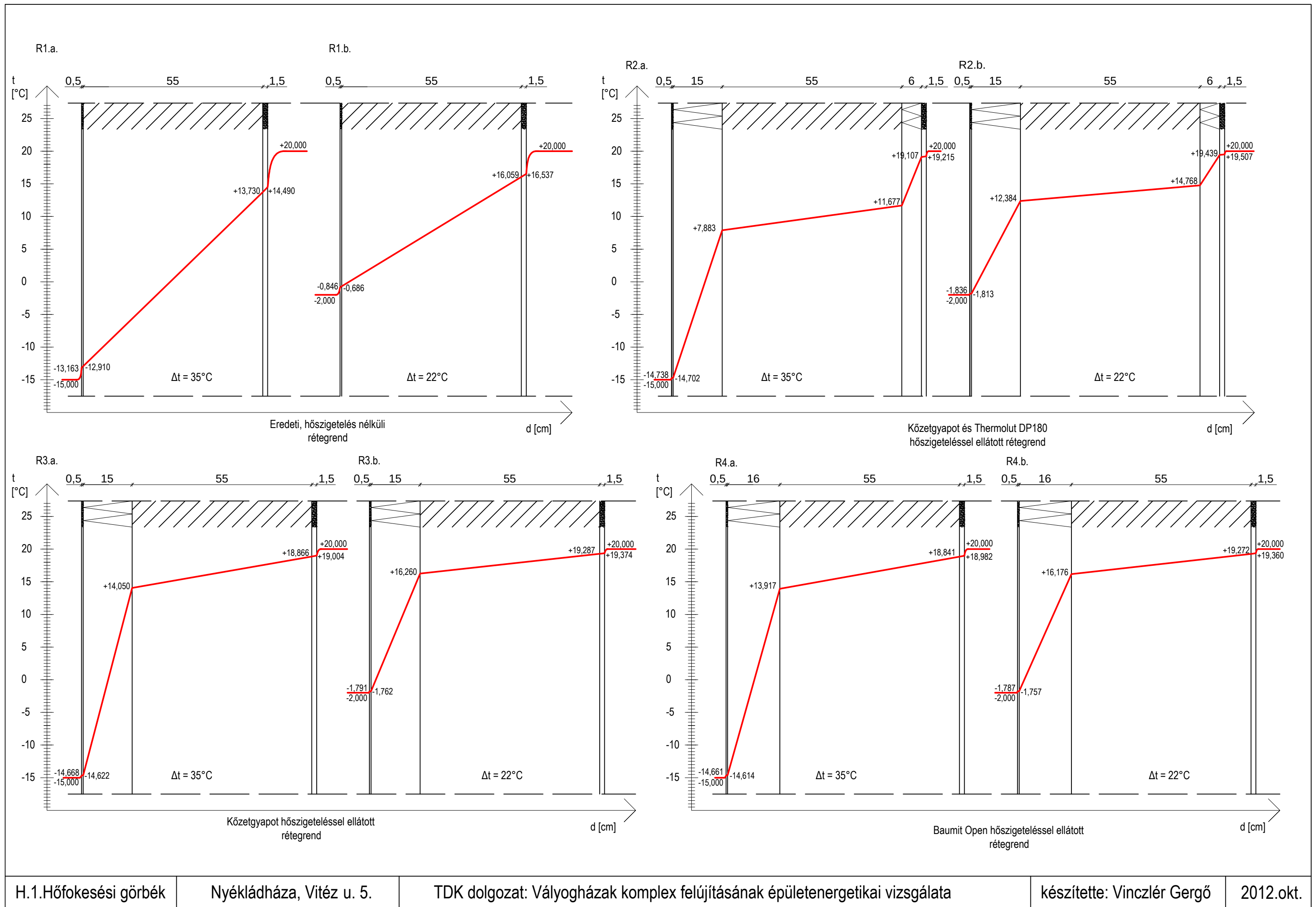
## 11.3. Hőfokelési görbék

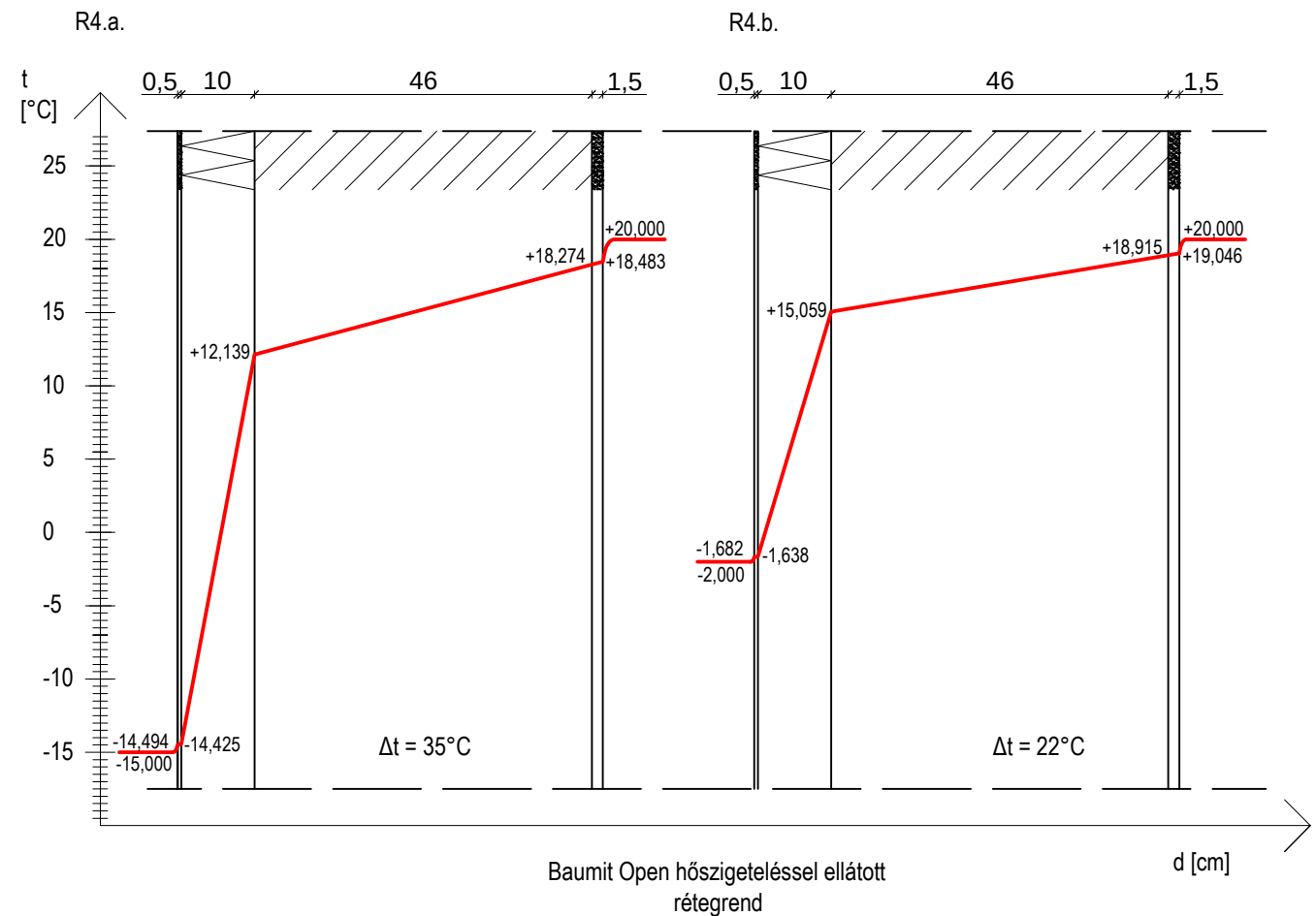
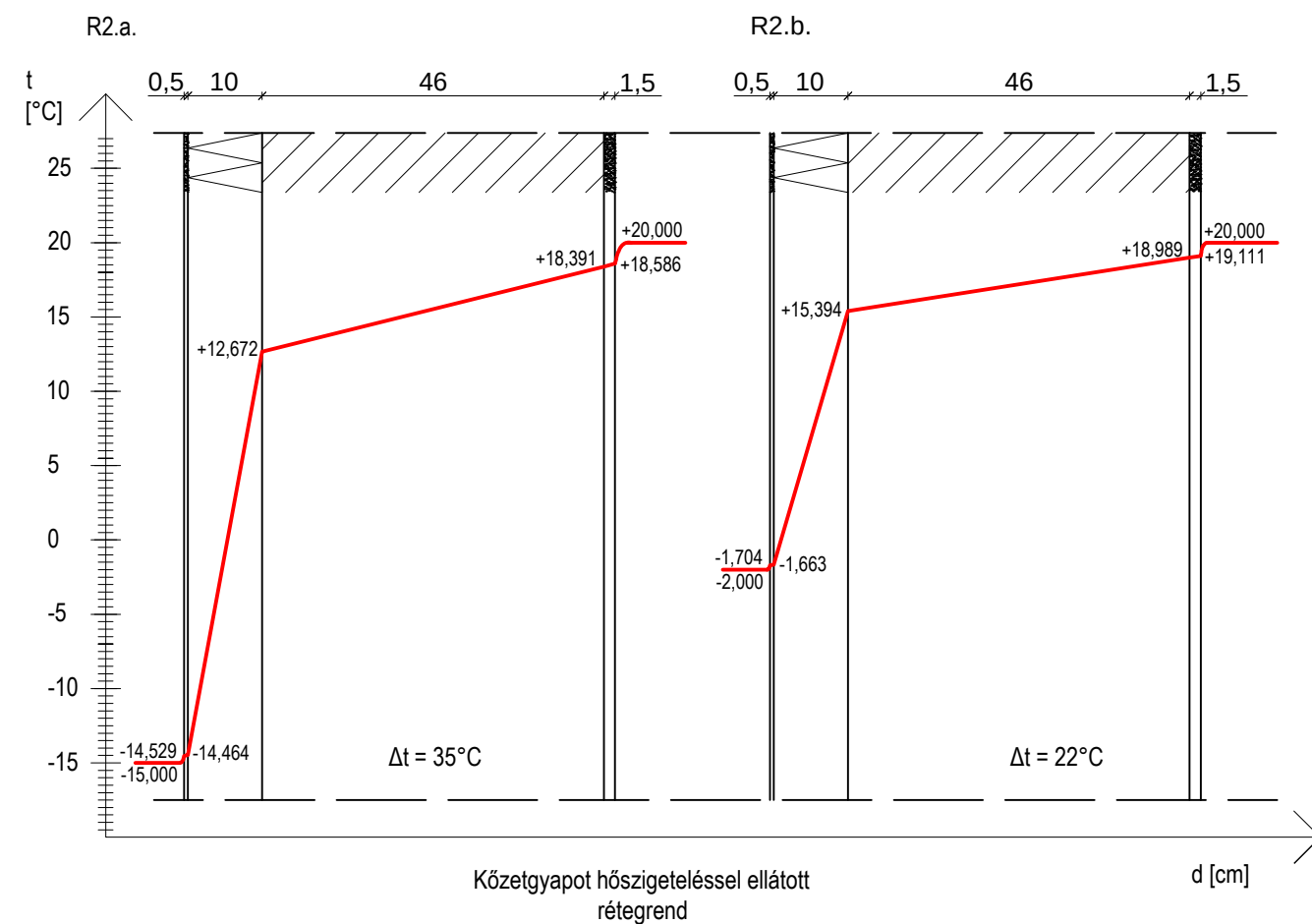
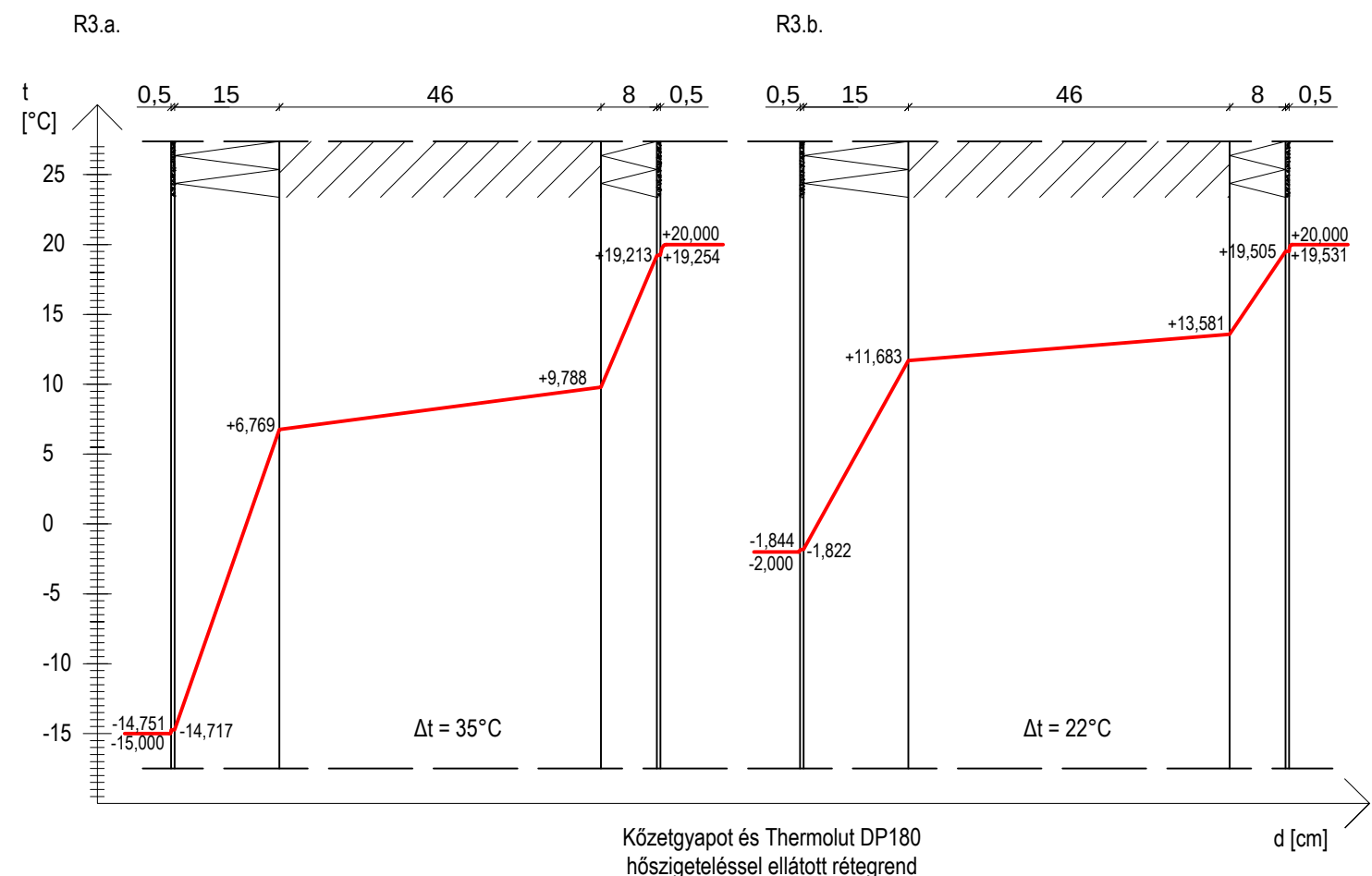
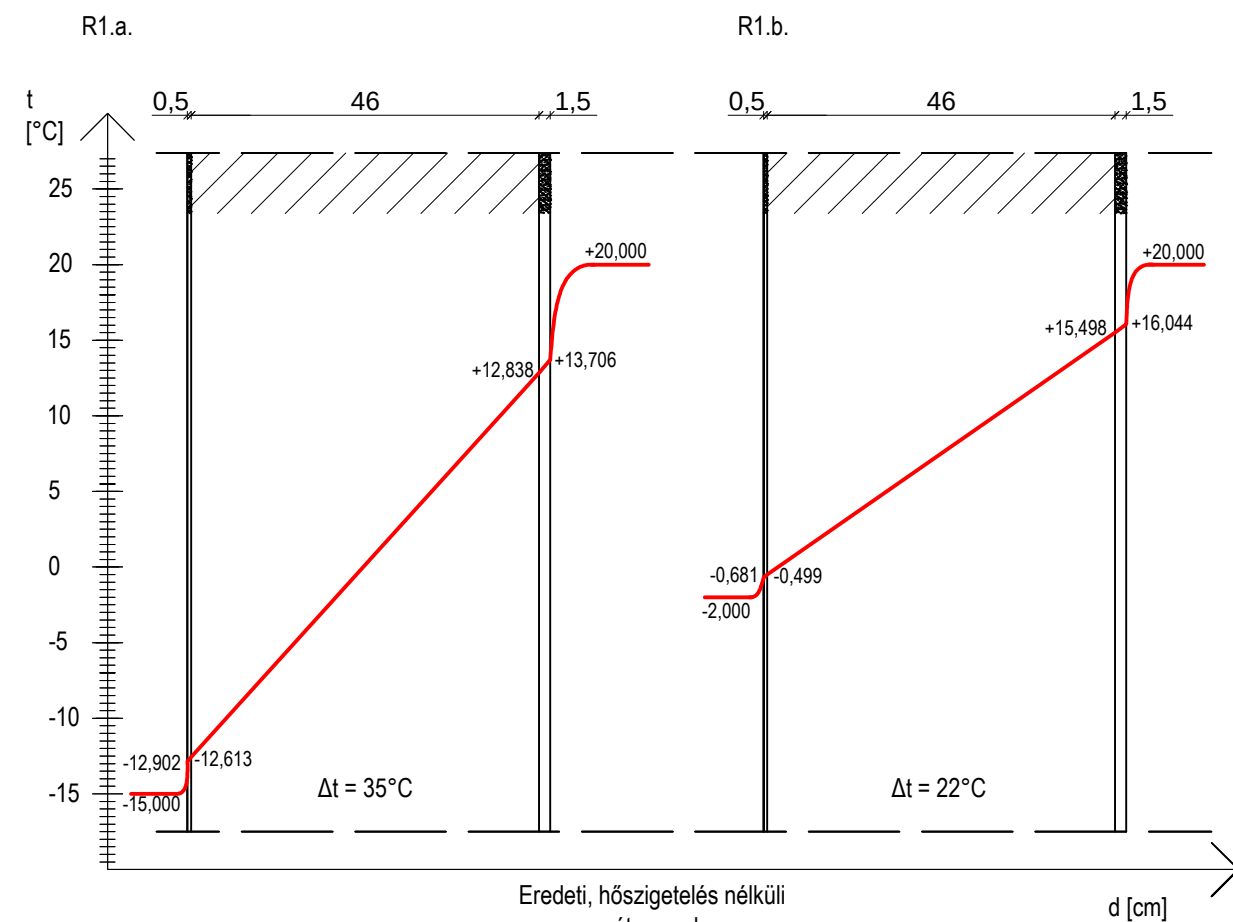
A hőfokelési görbék:

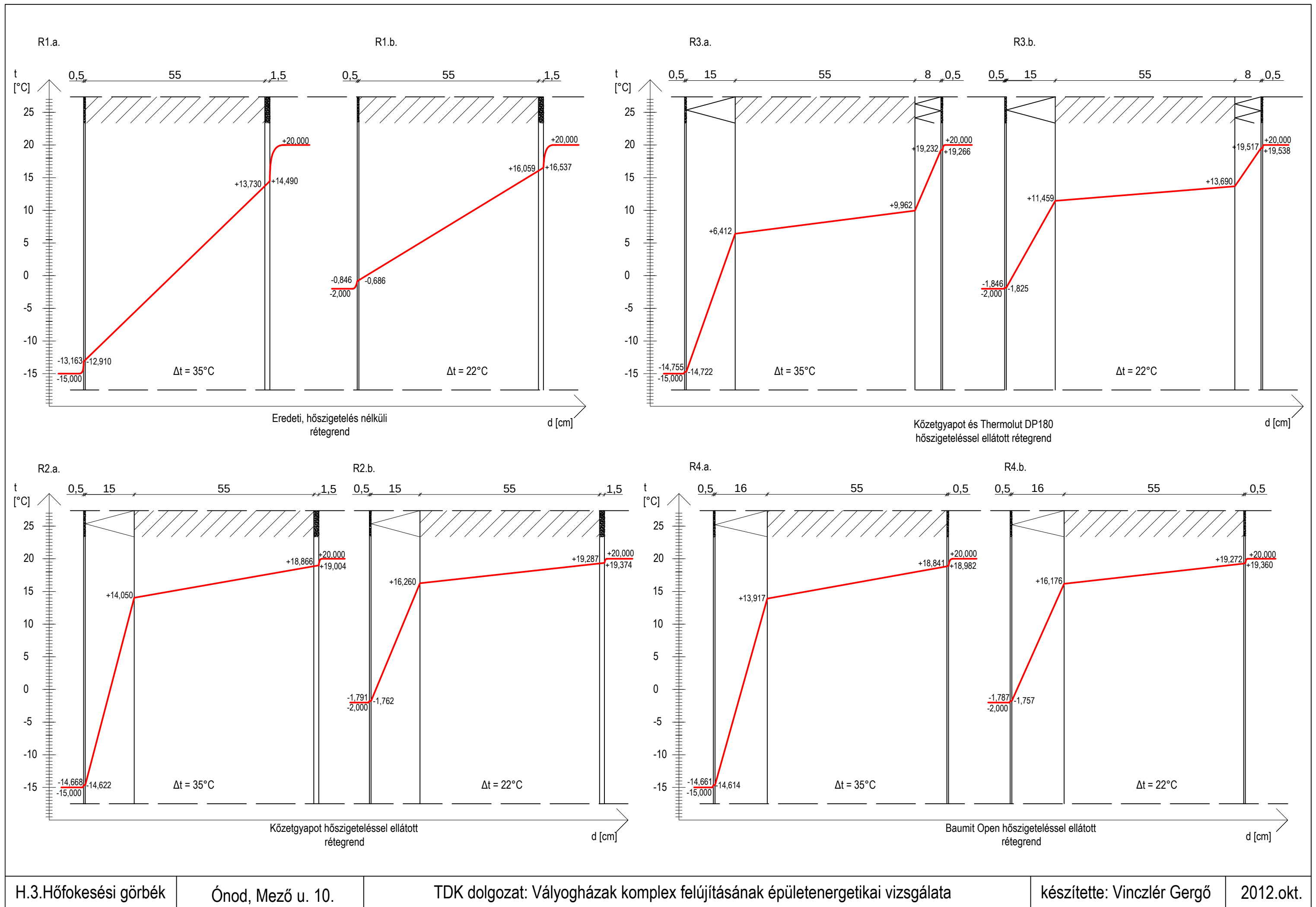
- H.1. Hőfokelési görbék: Nyékládháza, Vitéz utcai épület
- H.2. Hőfokelési görbék: Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épület
- H.3. Hőfokelési görbék: Ónod, Mező utcai épület
- H.4. Hőfokelési görbék: Sárospatak, Végardói úti épület

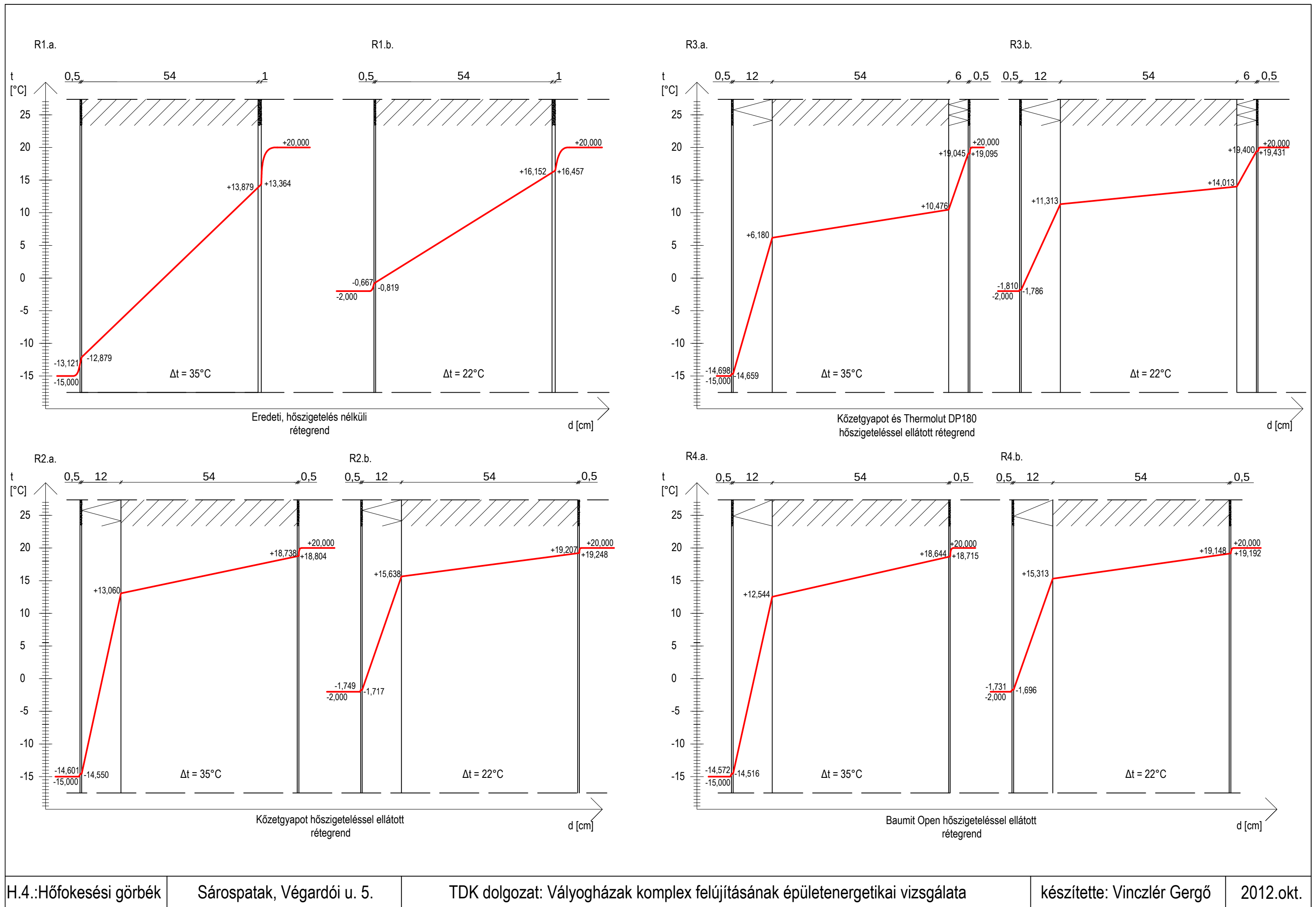
A jelölések:

- 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





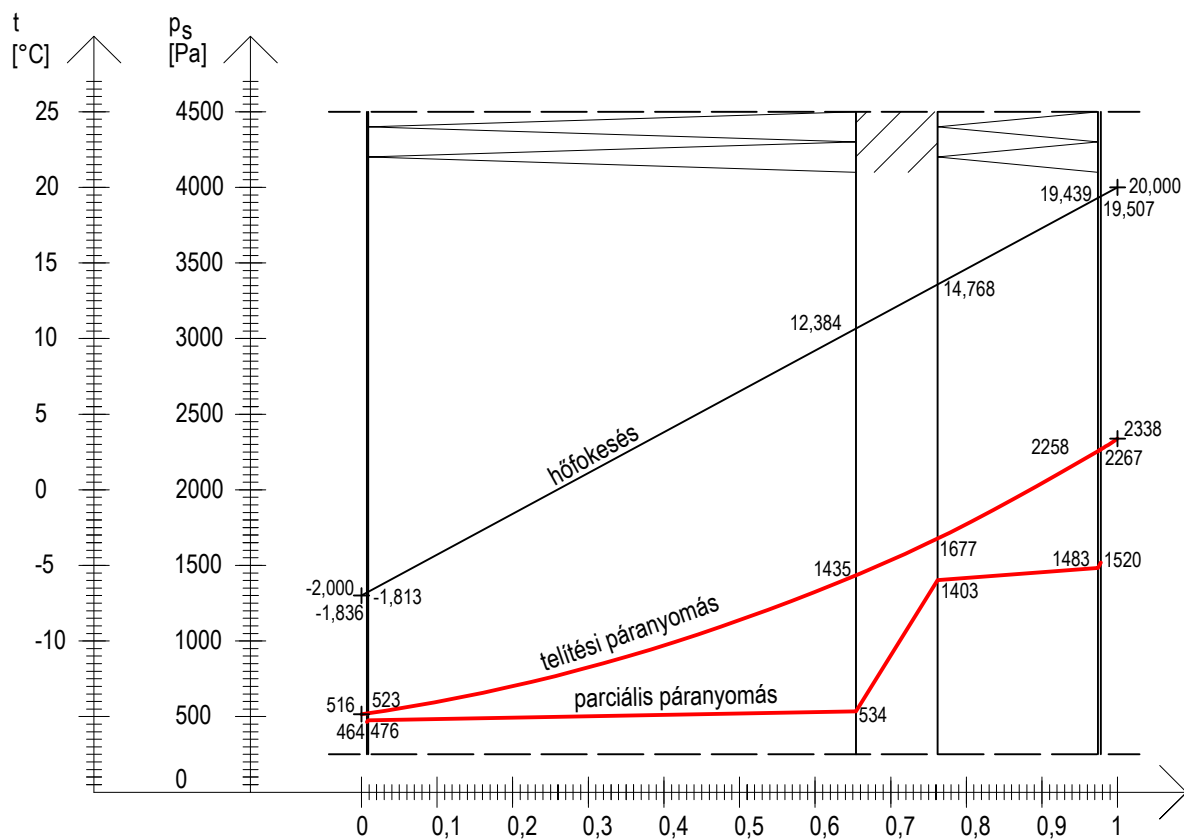




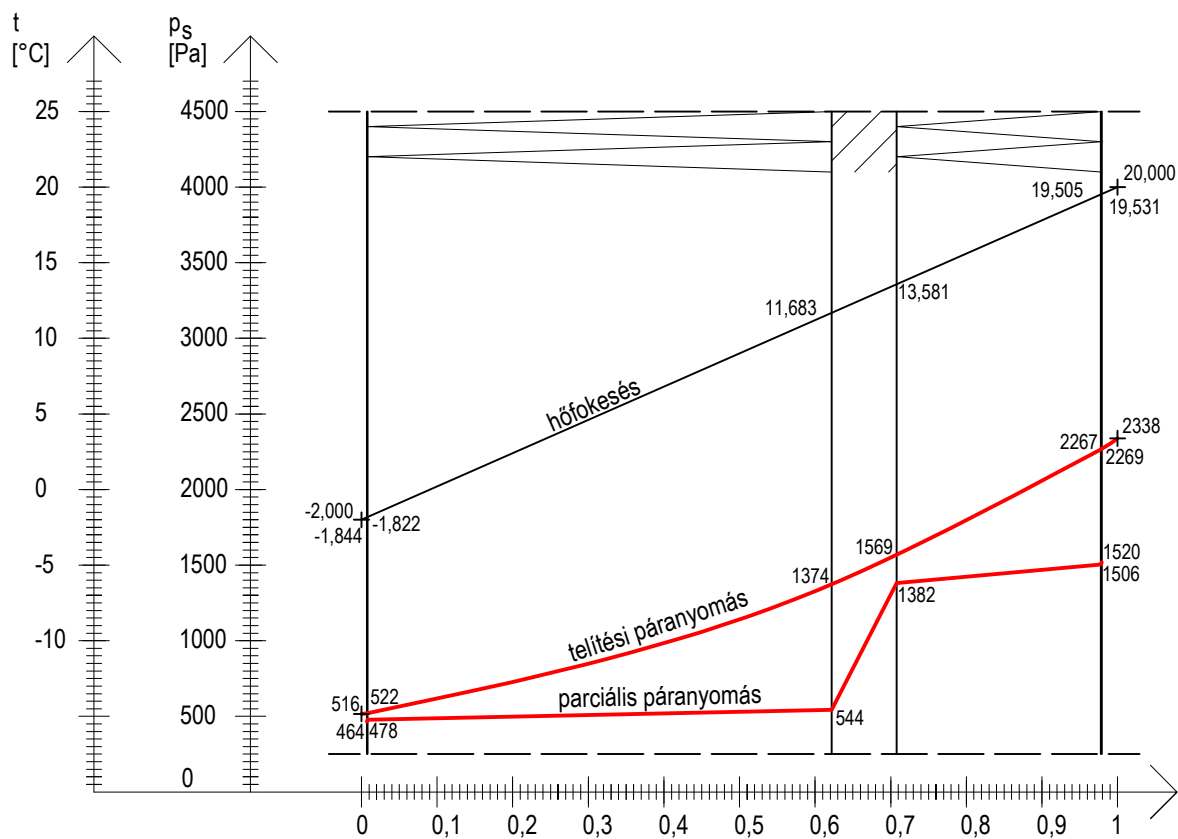
## 11.4. Nedvességtranszport vizsgálata

A nedvességtranszport vizsgálata:

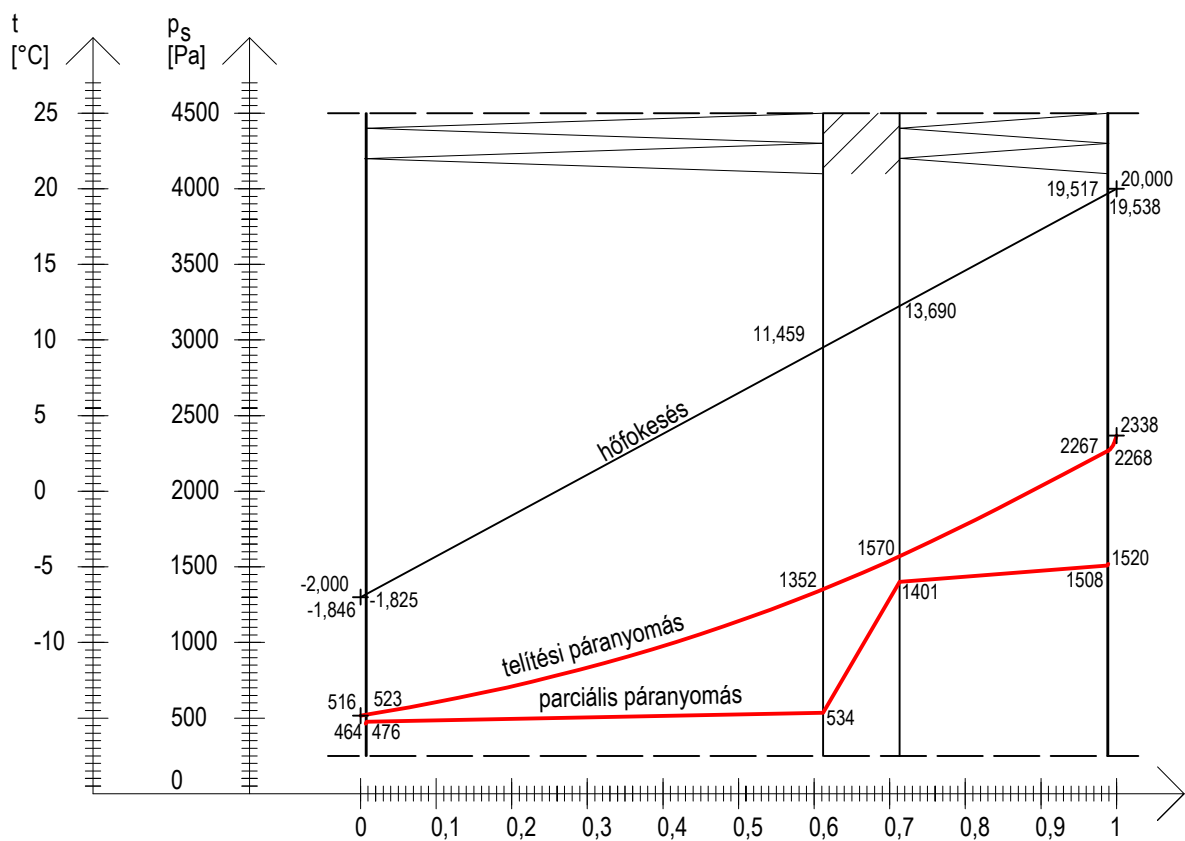
- P.1. Párányomás-értékek saját léptékben mért hőmérséklet függvényében
  - o P.1.1. Nyékládháza, Vitéz utcai épület
  - o P.1.2. Nyékládháza, Munkácsy Mihály úti épület
- P.2. Párányomás-értékek saját léptékben mért hőmérséklet függvényében
  - o P.2.1. Ónod, Mező utcai épület
  - o P.2.2. Sárospatak, Végardói úti épület



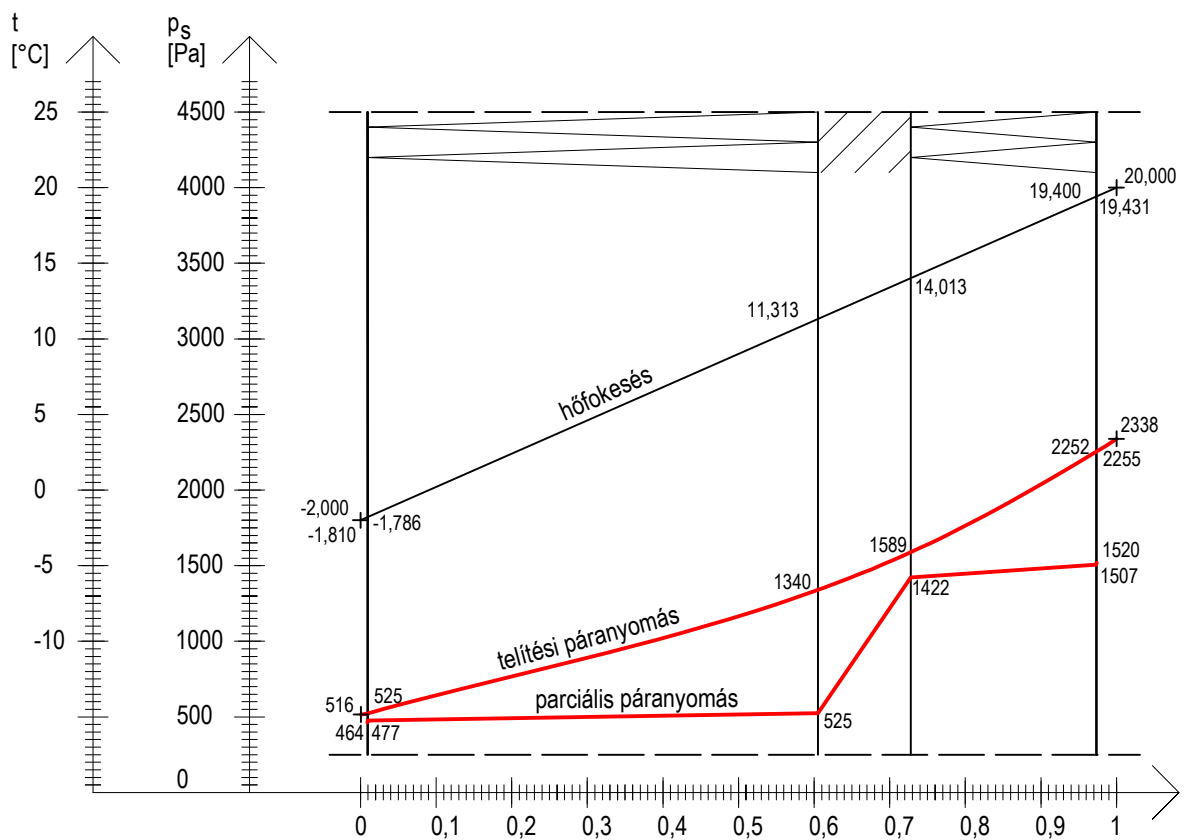
P.1.1.: Nyékládháza, Vitéz u. 5.



P.1.2.: Nyékládháza, Munkácsy Mihály u. 16.



P.2.1.: Ónod, Mező u. 10.



P.2.2.: Sárospatak, Végardói u. 5.