

## **OTDK- dolgozat**

Családi ház energetikai felmérése, fűtési energiaigény kielégítése biomassza  
tüzeléssel

My project paper is about estimating the energy consumption needs of a house,  
supplying its heating energy by burning biomass

Kézirat lezárása: 2012.04.23

Németh Tamás II. évfolyam 2012

Családi ház energetikai felmérése, fűtési energiaigény kielégítése biomassza tüzeléssel

Dolgozatomban családi házunk épületenergetikai jellemzőit, és fűtési rendszerét vizsgálom meg.

Célom a dolgozattal az, hogy a családnak számára pontos adatokkal rendelkezzenek a fűtés kapcsán, és hogy az épület falait, tetőszerkezetét, pincefödémjét, nyílászáróit minősítsem. Ezzel jelentősen hozzájárulva, hogy családnak számára a fűtési költség minél kisebb legyen, illetve minél több energiát tudjunk megtakarítani. Mérési módszerem a napi tüzelőanyag felhasználás mérésének elvén alapul. Mérleg segítségével mértem, majd táblázatokba foglaltam az adatokat, és ezek segítségével számítottam a különböző paramétereket.

Tamás Németh II. Year 2012

My project paper is about estimating the energy consumption needs of a house, supplying its heating energy by burning biomass.

In my work I try to examine particular building-energetic data of the heating systems of different houses.

My main aim is to produce exact heating capacity data for the families and to qualify the walls, the roof structure, the windows and the cellar space of the buildings. It is likely to help families save heating costs to the most possible extent and also help save the most possible energy. My measuring method is based on daily fuel usage data. I used scales, and processed the result data in charts, and the different parameters were calculated by the help of these data.

# Tartalom

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Bevezetés.....                                                 | 1  |
| 1, A ház bemutatása.....                                       | 2  |
| 2, A ház energetikai bemutatása.....                           | 3  |
| 2.1, Az alsó szint fala .....                                  | 3  |
| 2.2, Felső szint fala.....                                     | 4  |
| 2.3, Padlásfödém .....                                         | 5  |
| 2.4, Fűtött tetőteret határoló szerkezet .....                 | 6  |
| 2.5, Pincefödém.....                                           | 7  |
| 2.6, Talajon fekvő padlók.....                                 | 8  |
| 2.6.1, Szobák talajon fekvő padlója.....                       | 8  |
| 2.6.2, Konyha, Éléskamra, Ebédlő talajon fekvő padlója .....   | 9  |
| 2.6.3, Fürdő talajon fekvő padlója.....                        | 10 |
| 2.7, Nyílászárók.....                                          | 11 |
| 2.7.1, Nyílászárók az alsó szinten .....                       | 11 |
| 2.7.2, Nyílászárók a felső szinten .....                       | 13 |
| 2.8, Falszerkezet rétegrendje .....                            | 14 |
| 2.9, A szigetelés utáni állapot.....                           | 14 |
| 2.9.1, Szigetelés után az alsó szint falszerkezete .....       | 15 |
| 2.9.2, A szigetelés utáni felső szinten a fal szerkezete ..... | 16 |
| 2.9.3, A szigetelés utáni falszerkezet rétegrendje.....        | 17 |
| 3, Házunk fűtési rendszere .....                               | 18 |
| 3.1, Kazánok típus szerint .....                               | 18 |
| 3.1.1, Gázkazán.....                                           | 18 |
| 3.1.2, Vegyes tüzelésű kazán.....                              | 18 |
| 3.2, Biomassza tüzelés előnyei.....                            | 19 |

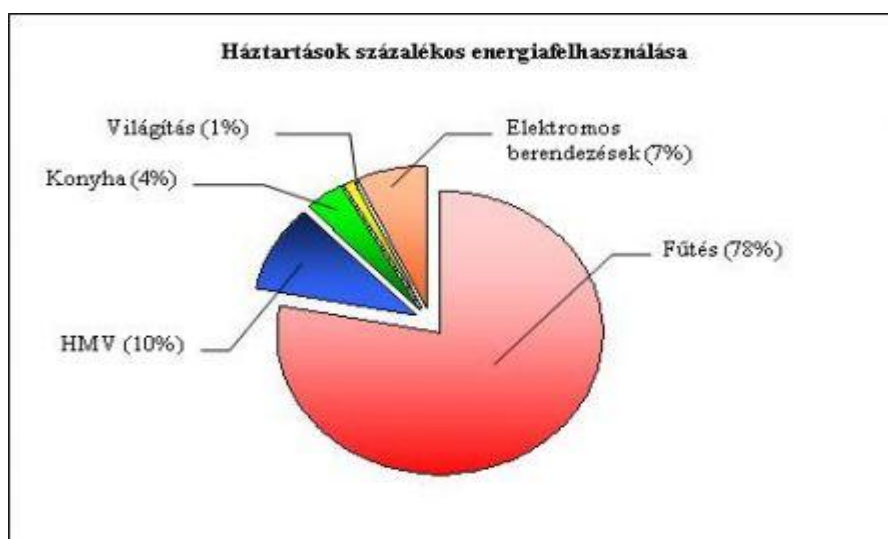
|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3, Felhasznált tüzelőanyagok tulajdonságai .....                       | 20 |
| 3.3.1, CSER:.....                                                        | 20 |
| 3.3.2, BÜKK:.....                                                        | 20 |
| 3.3.3, GYERTYÁN:.....                                                    | 20 |
| 3.3.4, AKÁC: .....                                                       | 20 |
| 3.3.5, ÉGER: .....                                                       | 20 |
| 3.4, Tüzelőanyagok fűtőértéke .....                                      | 20 |
| 4, A tüzelőanyag felhasználás mérésének és számításának bemutatása:..... | 21 |
| 5, A 2010/2011-es fűtési időszak részletes bemutatása.....               | 23 |
| 6, 2011/2012-es fűtési időszak részletes bemutatása .....                | 25 |
| 6.1, Az első módszer .....                                               | 25 |
| 6.2, A második módszer .....                                             | 25 |
| Befejezés .....                                                          | 34 |

## Bevezetés

Dolgozatomban azért ezzel a témával foglalkozom, mert mint Energetikai Mérnökasszisztens hallgató jelentős megtakarítást tudok elősegíteni családunk számára. Egy családi ház energiafelhasználásának döntő része a fűtésre fordítódik. Így ha a fűtési energiafelhasználást tudjuk csökkenteni, akkor jelentős megtakarítást érhetünk el pénzügyileg! Ahhoz, hogy energiafelhasználást csökkenteni tudjunk, tudnunk kell, hogy mennyi energiát használunk fel a családi házunkban. Ezt pontos fogyasztási adatok dokumentálásával, illetve mérésekkel tudjuk megvalósítani. A méréseket már 2011 tavaszán elkezdtem, és ezeket összefoglalva bemutatom a szakdolgozatomban.

### 1. Ábra

Háztartások százalékos energiafelhasználása



Forrás: <http://gaz-piezzo.hupont.hu/12/solar-avagy-a-napenergia-felhasznalasa>

2012.04.20 12:15

Ahogy az előzőekben említettem, a családi házak energiafelhasználásának döntő része (78%) a fűtési energiaszükséglet. Ebből következik, hogy ebből lehet a legtöbb energiát megtakarítani, így elsősorban a fűtési energiaszükségletre kell fókuszálni. De emellett nem elhanyagolható a többi energiafelhasználás sem, így törekedni kell azok csökkentésében is!

# 1, A ház bemutatása

2.Ábra

Házunk



*Forrás: Saját*

A ház egy kétszintes családi ház, az alsó szint 1968/69-ben épült, majd 1990-ben tetőtér beépítéssel érte el a jelenlegi formáját. A ház 10x10m alapterületű, amelyhez a tetőtér beépítés során egy lépcsőház lett építve 4,8x2,3m alapterületű. Hasznos alapterülete 148,5 m<sup>2</sup>. A ház falai téglából épültek.. A ház alatt pince található, ez a kazánház. A háztetőn pala található. 2db kéménnyel rendelkezik, egy a vegyes tüzelésű kazáné, a másik a gázkazáné. A házhoz tartozik egy 1,2x3m-es emeleti terasz, illetve egy 1x7m-es földszinti terasz. 4 szoba, 2fürdő-Wc, 2 ebédlő, 2 konyha, 2 éléskamra. 6 személy állandó lakhelye. A ház nyílászáróit környező épületek és a zöld növényzet sem árnyékolja. Az utca túlsó oldalán lévő házaknak köszönhetően nincs kitéve a túl erős szeleknek. Az utca felőli oldal az ÉNY-i, nálunk ez az uralkodó szélirány az év nagy részében.

## 2, A ház energetikai bemutatása\*

### 2.1, Az alsó szint fala

3.Ábra

Házunk



Forrás: saját

#### 1. Táblázat<sup>1</sup>

#### Alsó fal rétegendje

|                 | Vastagsága | Hővezetési tényező |
|-----------------|------------|--------------------|
| Kőpor           | 0,005m     | 0,93W/mK           |
| Vakolat         | 0,025m     | 0,81W/mK           |
| B30-as téglafal | 0,3m       | 0,64W/mK           |
| Vakolat         | 0,025m     | 0,81W/mK           |

1. táblázat: Saját anyag

Az alsó szinten 30cm vastag téglafal található amely B30-as téglából épült. A hőátbocsátási értéke  $U=1,45\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez összesen  $81,4\text{ m}^2$  falfelületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.).TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). Ez külső fal esetén  $U_{\text{max}}=0,45\text{W/m}^2\text{K}$ .

A házunk fala ezt a követelményt nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

<sup>1</sup> EnergOpt (v1.2.2) számoló program

Lambda táblázat hővezetési tényezőkre

## 2.2, Felső szint fala

4.Ábra

Házunk 3



Forrás: Saját

### 2.Táblázat

|                   |            | Felső fal rétegrendje |
|-------------------|------------|-----------------------|
|                   | Vastagsága | Hővezetési tényező    |
| Kőpor             | 0,005m     | 0,93W/mK              |
| Vakolat           | 0,025m     | 0,81W/mK              |
| HB 38-as téglafal | 0,38m      | 0,42W/mK              |
| Vakolat           | 0,025m     | 0,81W/mK              |

#### 2. táblázat: Saját anyag

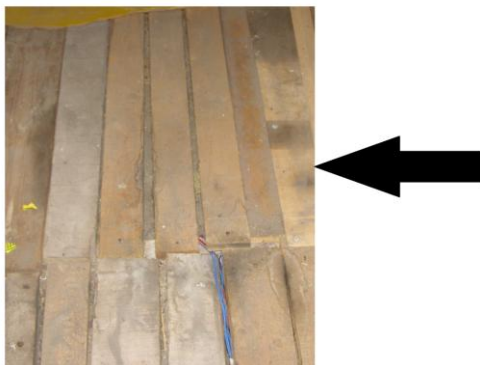
A felső szinten a fal HB 38-as téglából épült 40cm vastag. A hő átbocsátási értéke  $U=0,88\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez összesen  $56,2\text{ m}^2$  falfelületet jelent.

A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.).TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). Ez külső fal esetén  $U_{\text{max}}=0,45\text{W/m}^2\text{K}$ . A házunk fala ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

## 2.3, Padlásfödém

5.Ábra

Padlásfödém



Forrás: Saját

### 3. Táblázat

#### Padlásfödém rétegrendje

|            | Vastagsága | Hővezetési tényezője |
|------------|------------|----------------------|
| Deszka     | 0,024m     | 0,13W/mK             |
| Üveggyapot | 0,12m      | 0,058W/mk            |
| Deszka     | 0,024m     | 0,013W/mK            |
| Nád        | 0,001m     | 0,06W/mK             |
| Vakolat    | 0,004m     | 0,81W/mK             |

#### 3. táblázat: Saját anyag

Padlásfödém hőátbocsátási értéke  $U=0,34\text{W/m}^2\text{K}$ .  $48,4\text{ m}^2$  felületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ).

Ez padlásfödém esetén  $U_{\text{max}}=0,3\text{W/m}^2\text{K}$ . A padlásfödémünk ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

## 2.4, Fűtött tetőteret határoló szerkezet

6.Ábra

Fűtött tetőteret határoló szerkezet



Forrás: Saját

### 4. Táblázat

### Fűtött tereket határoló szerkezet

|            | Vastagsága | Hővezetési tényező |
|------------|------------|--------------------|
| Üveggyapot | 0,12m      | 0,058W/mK          |
| Deszka     | 0,0024m    | 0,013W/mK          |
| Nád        | 0,001m     | 0,06W/mK           |
| Vakolat    | 0,004m     | 0,81W/mK           |

4. táblázat: Saját anyag

A Fűtött tetőteret határoló szerkezet hőátbocsátási értéke  $U=0,38\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez  $37\text{ m}^2$  felületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező ( $U$ ) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\max}$ ). Fűtött tetőteret határoló szerkezet esetén  $U_{\max}=0,25\text{W/m}^2\text{K}$ . A fűtött tetőteret határoló szerkezetünk ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

## 2.5, Pincefödém

7.Ábra

Pincefödém



*Forrás: Saját*

**5. Táblázat**

**Pincefödém rétegrendje**

|          | <b>Vastagsága</b> | <b>Hővezetési tényezője</b> |
|----------|-------------------|-----------------------------|
| Vasbeton | 0,15m             | 1,2W/mK                     |
| Linóleum | 0,0004m           | 0,38W/mK                    |

**5. táblázat: Saját forrás**

<sup>2</sup> A pincefödém hőátbocsátási értéke  $U=2,3\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez  $17\text{m}^2$  felületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező ( $U$ ) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). Alsó zárófödém fűtetlen pince feletti szerkezet esetén  $U_{\text{max}}=0,5\text{W/m}^2\text{K}$ . Alsó zárófödém fűtetlen pince feletti szerkezetünk ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

---

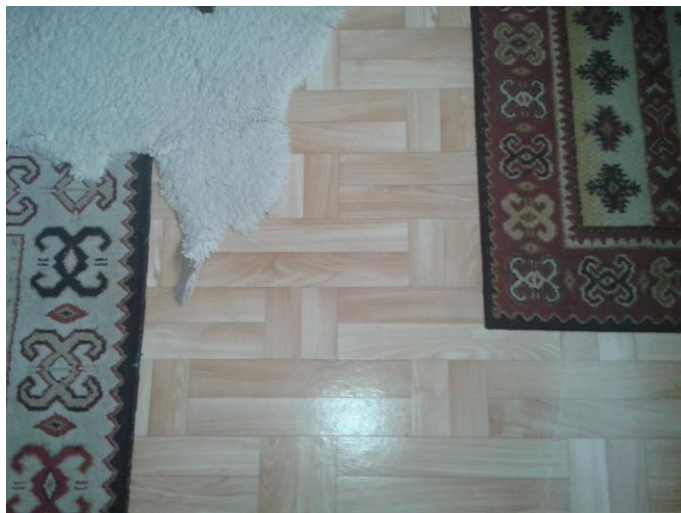
<sup>2</sup> EnergOpt(v1.2.2) számoló program  
Lambda táblázat hővezetési tényezőkre

## 2.6, Talajon fekvő padlók

### 2.6.1, Szobák talajon fekvő padlója

8.Ábra

Szobák talajon fekvő padlója



Forrás: Saját

6. Táblázat

Talajon fekvő padlók rétegrendje

|                | Vastagság | Hővezetési tényező |
|----------------|-----------|--------------------|
| Homokfeltöltés | 0,4m      | 0,58W/mK           |
| Ajzatbeton     | 0,1m      | 1,28W/mK           |
| Nikecell       | 0,05m     | 0,047W/mK          |
| Kavicsbeton    | 0,05m     | 1,28W/mK           |
| Linóleum       | 0,0003m   | 0,38W/mK           |

6. táblázat: Saját anyag

<sup>3</sup>A talajon fekvő padló hőátbocsátási értéke az alsó szobákban  $U=0,47\text{W/m}^2\text{K}$ . Felülete 36 m<sup>2</sup>. A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). A talajon fekvő padló szerkezet esetén  $U_{\text{max}}=0,5\text{W/m}^2\text{K}$ . A talajon fekvő padló szerkezetünk ezt az értéket teljesíti, így megfelel a rendelet követelményeinek!

---

<sup>3</sup> EnergOpt(v1.2.2) számoló program

## 2.6.2, Konyha, Éléskamra, Ebédlő talajon fekvő padlója

9. Ábra

Konyha, Éléskamra Ebédlő talajon fekvő padlója



Forrás: Saját

7. Táblázat

Talajon fekvő padlók rétegrendje

|                      | Vastagság | Hővezetési tényező |
|----------------------|-----------|--------------------|
| Homokfeltöltés       | 0,5m      | 0,58W/mK           |
| Kőlap                | 0,02m     | 2,5W/mK            |
| Polisztirol ragasztó | 0,0001m   | 0,09W/mK           |
| Járólap              | 0,005m    | 1,05W/mK           |

7. táblázat: Saját anyag

<sup>4</sup>A talajon fekvő padlók hőátbocsátási értéke  $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$ . Felülete  $17\text{m}^2$ . A rétegtervi hőátbocsátási tényező ( $U$ ) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). A talajon fekvő padló szerkezet esetén  $U_{\text{max}}=0,5\text{W/m}^2\text{K}$ . A talajon fekvő padló szerkezetünk ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

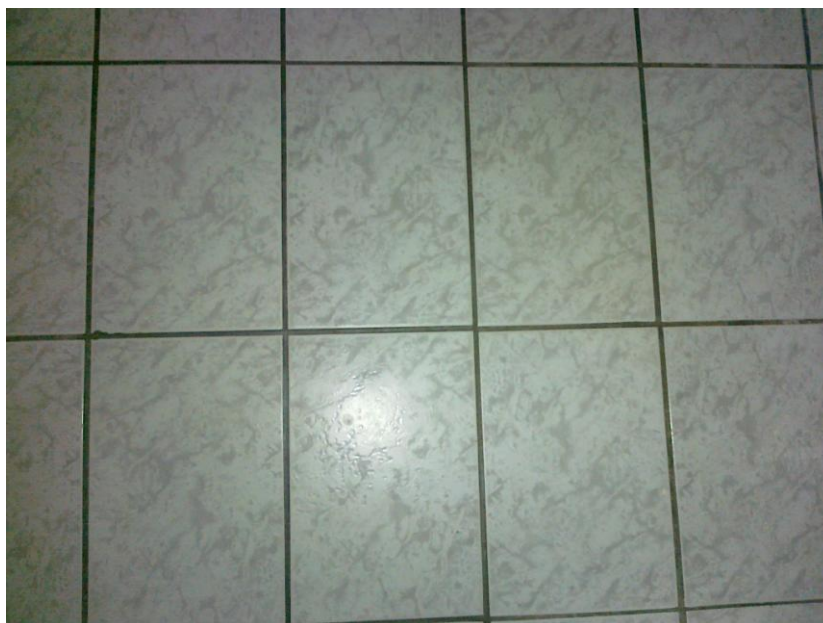
---

<sup>4</sup>EnergOpt(v1.2.2) számoló program

### 2.6.3, Fürdő talajon fekvő padlója

10.Ábra

Fürdő talajon fekvő padlója



*Forrás: Saját*

#### 8. Táblázat

#### Talajon fekvő padlók rétegrendje

|                | Vastagság | Hővezetési tényező |
|----------------|-----------|--------------------|
| Homokfeltöltés | 0,5m      | 0,58W/mK           |
| Ajzatbeton     | 0,1m      | 1,28W/mK           |
| Járólap        | 0,005m    | 1,05W/mK           |

8. táblázat: Saját anyag

<sup>5</sup>A talajon fekvő padló hőátbocsátási értéke  $U=0,9\text{W/m}^2\text{K}$ . Felülete  $6,8\text{m}^2$ . A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.) TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). A talajon fekvő padló szerkezet esetén  $U_{\text{max}}=0,5\text{W/m}^2\text{K}$ . A talajon fekvő padló szerkezetünk ezt az értéket nem teljesíti, így nem felel meg a rendelet követelményeinek!

---

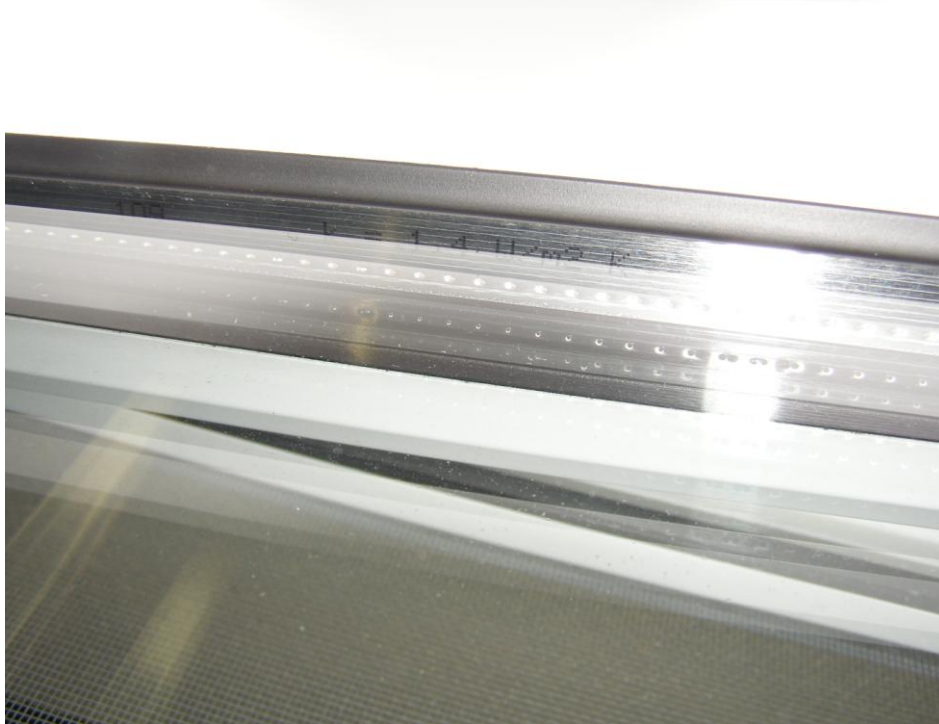
<sup>5</sup> EnergOpt(v1.2.2) számoló program

## **2.7, Nyílászárók**

### **2.7.1, Nyílászárók az alsó szinten**

11.Ábra

Nyílászárók az alsó szint



**9. Táblázat<sup>6</sup>**

|            | <b>Nyílászáró<br/>felülete</b> | <b>Tájolása</b> | <b>Típusa</b>                                    |
|------------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|
| Nagy szoba | 1,95m <sup>2</sup>             | ÉNY             | Kétszeres üvegezésű                              |
| Kis szoba  | 1,95m <sup>2</sup>             | ÉNY             | Kétszeres üvegezésű                              |
| Ebédlő     | 3,41m <sup>2</sup>             | DK              | Kétszeres üvegezésű, argon<br>gázzal töltött LEC |
| Konyha     | 1,06m <sup>2</sup>             | DK              | Kétszeres üvegezésű, argon<br>gázzal töltött LEC |
| Speiz      | 0,36m <sup>2</sup>             | ÉK              | Kétszeres üvegezésű, argon<br>gázzal töltött LEC |
| Fürdő      | 0,36m <sup>2</sup>             | ÉK              | Kétszeres üvegezésű, argon<br>gázzal töltött LEC |
| Lépcsőház  | 1,08m <sup>2</sup>             | DNY             | Kétszeres üvegezésű, argon<br>gázzal töltött LEC |

**9. táblázat: Saját anyag**

---

<sup>6</sup> Tervrajz alapján

## 2.7.2, Nyílászárók a felső szinten

10.Táblázat<sup>7</sup>

Nyílászárók a felső szinten

|            | Nyílászáró felülete | Tájolása | Típusa                                        |
|------------|---------------------|----------|-----------------------------------------------|
| Nagy szoba | 2,3 m <sup>2</sup>  | ÉNY      | Kétszeres üvegezésű, argon gázzal töltött LEC |
| Kis szoba  | 2,3 m <sup>2</sup>  | ÉNY      | Kétszeres üvegezésű, argon gázzal töltött LEC |
| Ebédlő     | 3,2 m <sup>2</sup>  | DK       | Kétszeres üvegezésű                           |
| Konyha     | 1,4 m <sup>2</sup>  | DK       | Kétszeres üvegezésű, argon gázzal töltött LEC |
| Speiz      | 0,5 m <sup>2</sup>  | ÉK       | Kétszeres üvegezésű                           |
| Fürdő      | 0,7 m <sup>2</sup>  | ÉK       | Kétszeres üvegezésű                           |
| Lépcsőház  | 1,1 m <sup>2</sup>  | DNY      | Kétszeres üvegezésű, argon gázzal töltött LEC |

10. táblázat: Saját anyag

A nyílászárók az elmúlt 10 év során 2db kivételével cserélve lettek. Az ablakok és ajtók üvegfelülete 10,88m<sup>2</sup>, ezek 64%-a 2rétegű argon gázzal töltött ablak. Hőátbocsátása U=1,4W/m<sup>2</sup>K.

---

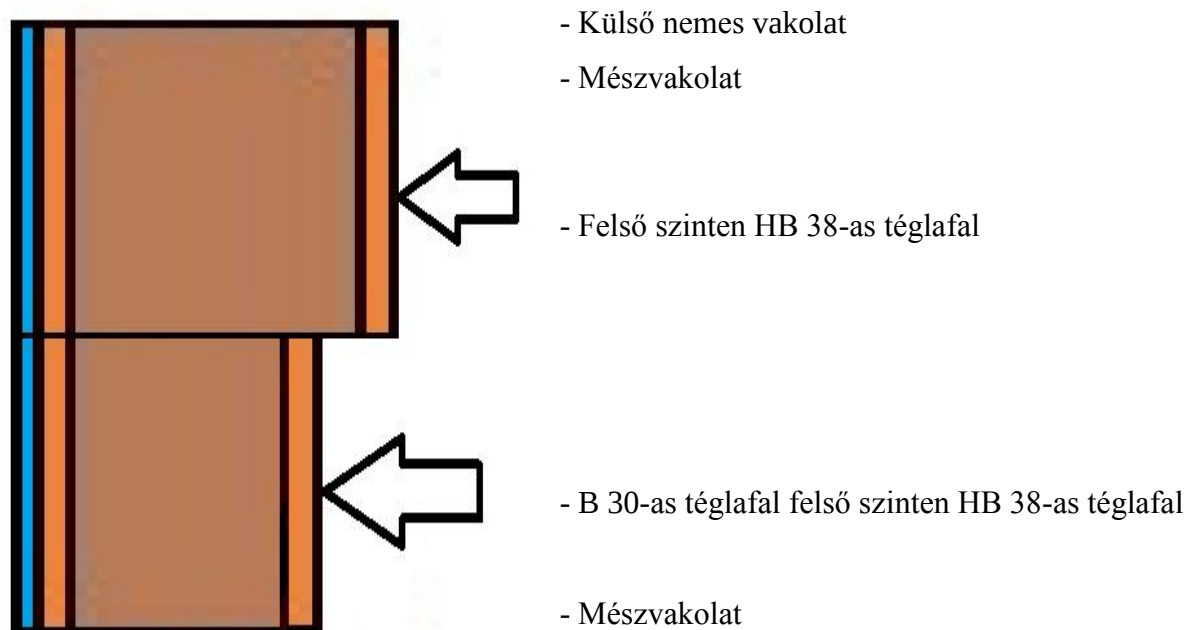
<sup>7</sup> Tervrajz alapján

## 2.8, Falszerkezet rétegrendje

Kívülről befelé haladva:

12.Ábra

Falszerkezet rétegrendje



Forrás: Saját

## 2.9, A szigetelés utáni állapot

A 2010-es év során a rendkívüli mennyiségű csapadék és az uralkodó É-ÉNY-i széljárásnak köszönhetően a régi megrepedezett ÉNY-i falon a beázás jelei lettek megfigyelhetők, belül hólyagosodott és lepetyogott a vakolat. Alsó és felső szinten egyaránt. Részben ennek, illetve a rendkívüli magas fűtési költségnek köszönhetően a család úgy döntött, hogy leszigeteli az egész házat. Ezzel a beázást megszünteti, illetve jelentős fűtési energiaköltséget takarít meg. A szigetelés 2011 tavaszán készült el Austrotherm polisztirol hőszigetelő rendszer került felhelyezésre 8cm vastag hőszigeteléssel. Valamint a lábazatra 3cm vastag lábazati hőszigetelő került.

### 2.9.1, Szigetelés után az alsó szint falszerkezete

**11.Táblázat** **Szigetelés után az alsó szint rétegrendje**

|                     | <b>Vastagsága</b> | <b>Hővezetési tényező</b> |
|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Vakolat             | 0,025m            | 0,81W/mK                  |
| B30-as téglafal     | 0,3m              | 0,64W/mK                  |
| Vakolat             | 0,025m            | 0,81W/mK                  |
| Kőpor               | 0,005m            | 0,93W/mK                  |
| Polisztirol habarcs | 0,015m            | 0,09W/mK                  |
| Nikecell            | 0,08m             | 0,04W/mK                  |
| Polisztirol habarcs | 0,015m            | 0,09W/mK                  |
| Nemes vakolat       | 0,002m            | 0,7W/mK                   |

**11. táblázat: Saját anyag**

Az alsó szinten 30cm vastag téglafal található amely B30-as téglából épült. Erre került felhelyezésre egy Austroterm hőszigetelő rendszer 8cm-es hőszigeteléssel. Így a fal hőátbocsátási értéke  $U=0,34\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez összesen  $81,4\text{ m}^2$  falfelületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.).TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). Ez külső fal esetén  $U_{\text{max}}=0,45\text{W/m}^2\text{K}$ . A házunk fala ezt a követelményt a hőszigetelésnek köszönhetően teljesíti, így megfelel a rendelet követelményeinek!

A szigetelés után az alsó szinten a fal hőátbocsátása  $U=0,34\text{W/m}^2\text{K}$  –re csökkent az eredeti  $U=1,43\text{W/m}^2\text{K}$ -ről! Elmondhatjuk, hogy a fal hőátbocsátása **76,23%-al** csökkent a hőszigetelő rendszer kivitelezésének köszönhetően!

## 2.9.2, A szigetelés utáni felső szinten a fal szerkezete

12. Táblázat

Szigetelés utána felső szint rétegrendje

|                     | Vastagsága | Hővezetési tényező |
|---------------------|------------|--------------------|
| Vakolat             | 0,025m     | 0,81W/mK           |
| HB38-as téglafal    | 0,38m      | 0,42W/mK           |
| Vakolat             | 0,025m     | 0,81W/mK           |
| Kőpor               | 0,005m     | 0,93W/mK           |
| Polisztirol habarcs | 0,015m     | 0,09W/mK           |
| Nikecell            | 0,08m      | 0,04W/mK           |
| Polisztirol habarcs | 0,015m     | 0,09W/mK           |
| Nemes vakolat       | 0,002m     | 0,7W/mK            |

12. táblázat: Saját anyag

<sup>8</sup>Az felső szinten 38cm vastag téglafal található amely HB38-as téglából épült. Erre került felhelyezésre egy Austroterm hőszigetelő rendszer 8cm-es hőszigeteléssel. Így a fal hőátbocsátási értéke  $U=0,29\text{W/m}^2\text{K}$ . Ez összesen  $56,2\text{ m}^2$  falfelületet jelent. A rétegtervi hőátbocsátási tényező (U) nem haladhatja meg a 7/2006.(V.24.).TNM rendeletben előírt maximális értéket ( $U_{\text{max}}$ ). Ez külső fal esetén  $U_{\text{max}}=0,45\text{W/m}^2\text{K}$ . A házunk fala ezt a követelményt a hőszigetelésnek köszönhetően teljesíti, így megfelel a rendelet követelményeinek!

A szigetelés után a felső szinten a fal hőátbocsátása  $U=0,29\text{W/m}^2\text{K}$ -re csökkent az eredeti  $U=0,88\text{W/m}^2\text{K}$ -ról! Itt is elmondhatjuk, hogy a fal hőátbocsátása **67,05%**-al csökkent a szigetelő rendszer beépítése során!

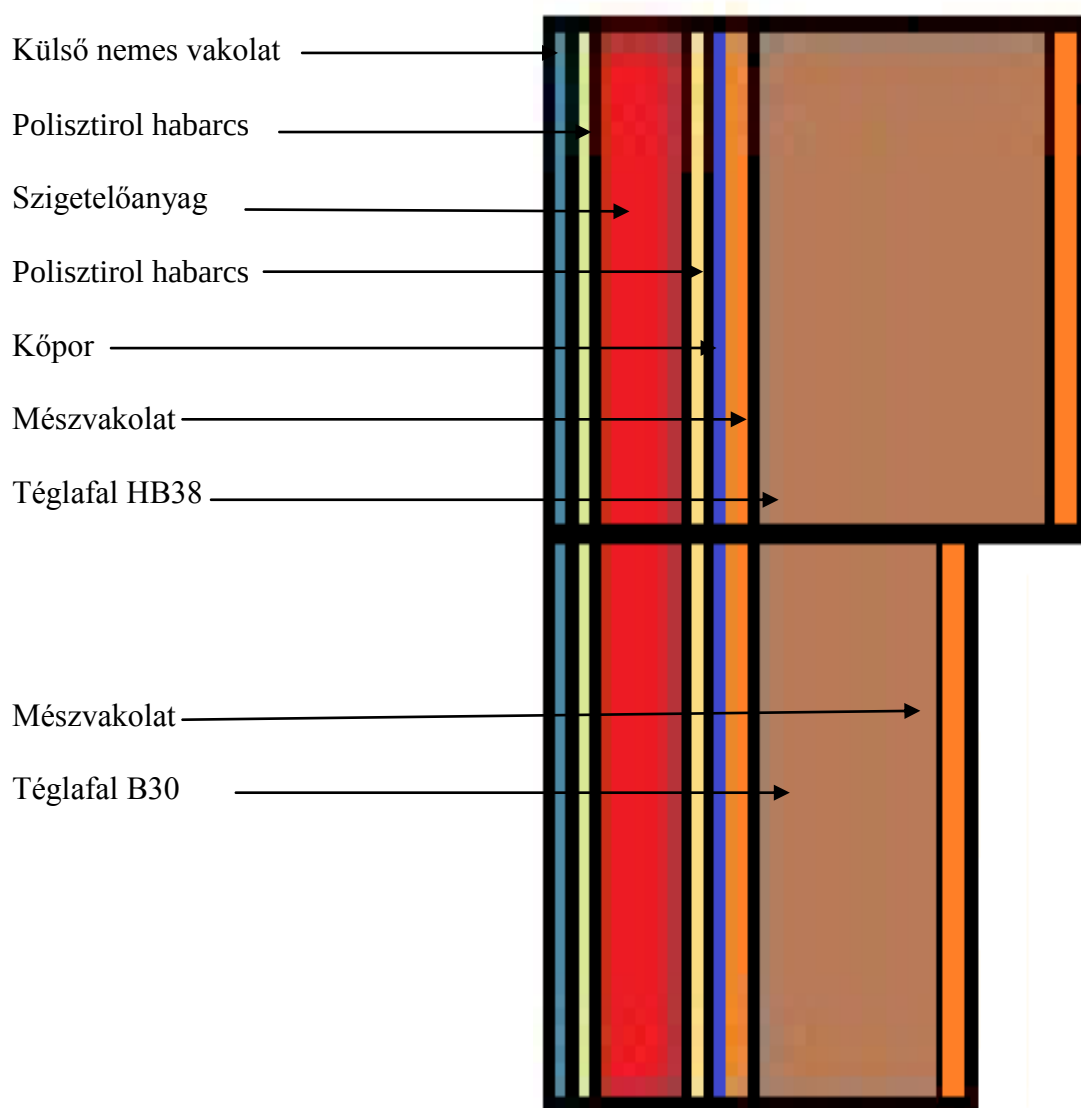
<sup>8</sup> EnergOpt(v1.2.2) számoló program

### 2.9.3, A szigetelés utáni falszerkezet rétegrendje

Kívülről befelé haladva:

13. Ábra

Szigetelés utáni falszerkezet rétegrendje



*Forrás : Saját*

### 3, Házunk fűtési rendszere

Fűtési rendszerünk kétcsöves radiátoros központi fűtés. 16db radiátor található a 2szinten. Fűtési energiaigényünket 2db kazánnal elégítjük ki, az egyik egy állandó hőmérsékletű gázkazán, a másik egy vegyes tüzelésű kazán. 1db keringtető szivattyú, amely állandó fordulatszámú, teljesítménye 33W. Gázkazánnal történő fűtés esetén mindig be kell kapcsolni, a vegyes tüzelésű kazán tud nélküle is működni.

#### 3.1, Kazánok típus szerint<sup>9</sup>

- Termo ÖV Color 25 típusú a gázkazán
- Celsius P-V 25 (Celsius-PV25) típusú vegyes tüzelésű kazán.

A gázkazán hatásfoka 88-90%, a vegyes tüzelésű kazáné pedig a tüzelőanyag függvényében 78-82%-os.

##### 3.1.1, Gázkazán:

Viszonylag idős, 21éves a berendezés. Szabályzókkal nincs ellátva, csak a fűtővíz hőmérséklete alapján szabályozza a kazánt(ki/be kapcsolja).

##### 3.1.2, Vegyes tüzelésű kazán:

Viszonylag új berendezésről van szó 3 éves. Található rajta egy szabályzó, ami a fűtővíz hőmérséklete alapján szabályozza a levegő utánpótlást. Ez egy tekerős szabályzó, amivel betudom állítani milyen fűtővíz hőmérsékletnél milyen mértékben nyissa/zárja a beáramló levegő ajtaját. Ezen kívül egy módosítást is végrehajtottunk rajta, a távozó füstgáz csövére felszereltünk egy állítható záró karimát. Kézzel lehet állítani több fokozatú, az állítás mértéke függhet az égés minőségétől, szél erősségétől vagy a kívánt belső hőmérséklet függvényében!

---

<sup>9</sup> [www.termomax.hu/php/letolt.php?df=Color\\_gk\\_HU\\_V04.pdf](http://www.termomax.hu/php/letolt.php?df=Color_gk_HU_V04.pdf) (2012.04.20, 10:20)  
<http://www.futesuzlethaz.hu/celsiuspv25.php> (2012.04.20, 10: 40)

Tűztere viszonylag nagy, 50cm hosszú és 45cm széles így a nagy hasábokkal is lehet vele fűteni! A rostélya is módosítva lett. A fűtési időszak elején feltűnt, hogy miután leégett a berakott fa, parázs szinte semmi sem maradt!

Pedig olyan fával tüzeltünk melynek égése során sok paráznak kellene maradni! Túl nagy volt a távolság a rostély lemezei között! Ebből kifolyólag házilag hegesztettünk egy másodlagos „rostélyt” melyet a gyári rostélyra helyeztünk rá, a hézagokra merőlegesen! Így a probléma megoldódott. Viszont így módosítani kellett a levegő szabályzó beállításait, mivel a levegő nem volt elég a tökéletes égéshez. Ezen módosítások után a rendszer tökéletesen működött egész fűtési időszak alatt!

### **3.2, Biomassza tüzelés előnyei<sup>10</sup>**

A tűzifa előnye a többi fosszilis energiahordozóval szemben, hogy viszonylag rövid idő alatt képes újratermelődni, természetesen, ehhez fenntartható és ésszerű gazdálkodás szükséges. Tehát elmondhatjuk, hogy megújítható energiaforrás!

- A tűzifa kén kibocsátása nélkül ég, valamint a széndioxid kibocsátás mérlege kiegyenlített.
- A tűzifa árának nagyon fontos meghatározó tényezője, hogy regionális szinten elérhető, tehát hazánk minden területén hozzá lehet jutni, nem szükséges azt messziről szállítani. Ez erősen lerövidíti a szállítási útvonalakat, ami megmutatkozik a tűzifa árában.
- Előfordul néha, hogy egyes termékek szállítása közben kisebb-nagyobb balesetek történnek. Tűzifa szállításakor egy baleset nem károsítja a környezetet, ezzel szemben a kőolaj és egyéb más energiahordozók tekintetében ez nem mondható el.
- Egy-egy területen a tűzifa felhasználása képes fellendíteni az erdőgazdaságot, ami a terület számára gazdasági fellendülést jelenthet, ez nyilvánvalóan növeli annak a területnek a gazdasági erejét.

---

<sup>10</sup> [http://www.tuzifa.biz/\(2012.04.03, 13:20\)](http://www.tuzifa.biz/(2012.04.03, 13:20))  
[www.ipolyerdo.hu](http://www.ipolyerdo.hu) (2012.04.01, 13:40)

### 3.3, Felhasznált tüzelőanyagok tulajdonságai

**3.3.1, CSER:** (Magas fűtőértékű fafaj, hasonló a tölgy tulajdonságaihoz, érdemes nyáron bekészíteni, hogy legyen elég ideje kiszáradni. Jól beindított tűznél a parazsat kiválóan tartja.)

**3.3.2, BÜKK:** (Magas fűtőértékű fafaj, érdemes nyáron bekészíteni, hogy legyen elég ideje kiszáradni. Fülledésre érzékeny, ezért fontos felhasogatni! Kicsi a kéregszázaléka, viszont kicsit több hamuja képződik.)

**3.3.3, GYERTYÁN:** (Magas fűtőértékű fafaj, érdemes nyáron bekészíteni, hogy legyen elég ideje kiszáradni. Fülledésre érzékeny, ezért fontos felhasogatni, ami ennél a fafajnál nem túl könnyű! Kicsi a kéregszázaléka. Közkedvelt tüzelő.)

**3.3.4, AKÁC:** (Magas fűtőértékű fafaj, érdemes nyáron bekészíteni, hogy legyen elég ideje kiszáradni. Fülledésre nem érzékeny. Általában könnyen hasad. Nagy a kéregszázaléka, viszont akár nyersen is jól ég.)

**3.3.5, ÉGER:** – Hőt gyorsan leadja, hamar elég, parázs nem marad utána.

### 3.4, Tüzelőanyagok fűtőértéke

13. Táblázat Tüzelőanyagok fűtőértéke

|          |             |                       |
|----------|-------------|-----------------------|
| Akác     | 14,76 MJ/kg | 770 kg/m <sup>3</sup> |
| Tölgy    | 15,12 MJ/kg | 750 kg/m <sup>3</sup> |
| Gyertyán | 15,12 MJ/kg | 830 kg/m <sup>3</sup> |
| Cser     | 15,12 MJ/kg | 850 kg/m <sup>3</sup> |
| Éger     | 14,76 MJ/kg | 550 kg/m <sup>3</sup> |
| Bükk     | 15,12 MJ/kg | 740 kg/m <sup>3</sup> |

*Forrás: Saját Vértesi erdő zrt. alapján*

Ezek a fűtőértékek, illetve súly értékek 15-20%-os légszáraz fára vonatkoznak.

#### 4, A tüzelőanyag felhasználás mérésének és számításának bemutatása:

A tüzelőanyag felhasználást napi szinten egy szoba mérleg segítségével mérve lett. Külön fafajták szerint. Ez az érték „kg” formában dokumentálva lett.

14. Táblázat

Tüzelőanyag felhasználás mérésének és számításának bemutatása

| Dátum      | Min hőm reggel | Nappal max | Hőm átlag | Fűtés | Fűtés fajta | Akác    | Gyertyán | Tölgy | Cser  | Éger | Hőmennyiség | Hőmennyiség Havi | Ár       | Ár Havi   | Össz tüz.menny. | Szoba min hőm | Szoba max hőm |
|------------|----------------|------------|-----------|-------|-------------|---------|----------|-------|-------|------|-------------|------------------|----------|-----------|-----------------|---------------|---------------|
| 2012.02.01 | -9,7 °C        | -1,7 °C    | -5,7 °C   | igen  | FA          | 14 kg   | 5,5 kg   | 0     | 28 kg | 2 kg | 743 MJ      | 743 MJ           | 1 338 Ft | 1 338 Ft  | 50 kg           | 21,4 °C       | 24,6 °C       |
| 2012.02.02 | -12,3 °C       | -4,9 °C    | -8,6 °C   | igen  | FA          | 15 kg   | 7 kg     | 0     | 27 kg | 3 kg | 780 MJ      | 1522 MJ          | 1 409 Ft | 2 748 Ft  | 102 kg          | 21,6 °C       | 23,9 °C       |
| 2012.02.03 | -12,9 °C       | -6,7 °C    | -9,8 °C   | igen  | FA          | 16 kg   | 3 kg     | 0     | 32 kg | 1 kg | 780 MJ      | 2303 MJ          | 1 395 Ft | 4 143 Ft  | 154 kg          | 21,1 °C       | 23,6 °C       |
| 2012.02.04 | -9,8 °C        | -7,1 °C    | -8,5 °C   | igen  | FA          | 19,5 kg | 0        | 0     | 36 kg | 0    | 832 MJ      | 3135 MJ          | 1 473 Ft | 5 616 Ft  | 209 kg          | 20,9 °C       | 23,8 °C       |
| 2012.02.05 | -12,8 °C       | -6,8 °C    | -9,8 °C   | igen  | FA          | 11 kg   | 0        | 0     | 42 kg | 3 kg | 842 MJ      | 3976 MJ          | 1 531 Ft | 7 147 Ft  | 265 kg          | 20,7 °C       | 23,8 °C       |
| 2012.02.06 | -15,6 °C       | -10,2 °C   | -12,9 °C  | igen  | FA          | 16 kg   | 0        | 0     | 44 kg | 0    | 901 MJ      | 4878 MJ          | 1 612 Ft | 8 759 Ft  | 325 kg          | 20,5 °C       | 23,3 °C       |
| 2012.02.07 | -10,8 °C       | -6,0 °C    | -8,4 °C   | igen  | FA          | 23 kg   | 0        | 0     | 33 kg | 2 kg | 868 MJ      | 5746 MJ          | 1 538 Ft | 10 296 Ft | 383 kg          | 20,5 °C       | 23,5 °C       |
| 2012.02.08 | -16,7 °C       | -6,4 °C    | -11,6 °C  | igen  | FA          | 27 kg   | 0        | 0     | 34 kg | 0    | 913 MJ      | 6658 MJ          | 1 598 Ft | 11 895 Ft | 444 kg          | 20,7 °C       | 23,4 °C       |
| 2012.02.09 | -13,9 °C       | -4,1 °C    | -9,0 °C   | igen  | FA          | 26 kg   | 0        | 0     | 30 kg | 0    | 837 MJ      | 7496 MJ          | 1 463 Ft | 13 357 Ft | 500 kg          | 20,8 °C       | 23,1 °C       |

14. táblázat: Saját anyag

Ilyen táblázatban vezetem a napi mérési adataimat. Bal oldalt láthatjuk az adott nap dátumát, mellette a külső minimum hőmérsékletet, tőle jobbra a külső maximum hőmérsékletet. Sárga színnel fekete alapon a Külső hőmérséklet átlagát. Tőle jobbra azt, hogy fűtöttünk-e az adott napon, tőle jobbra hogy mivel fűtöttünk. Ezek mellett található a fafajták szerinti napi tűzifa felhasználás. Jobbra az ebből számított napi hőmennyiség, tőle jobbra az összegzett havi. Ezekből jobbra a hőmennyiség alapján számított napi fűtés költsége Ft-ban. Mellette a havi összegzett költség. Tőle jobbra pedig egy földszinti szoba minimum illetve maximum hőmérséklete.

A birtokomban lévő táblázat segítségével tudtam, mennyi lűrméter fa súlya fajtánként. 1 űrméter megegyezik 1m x 1m x 1m fa térfogatának. Amely a fa magassága, szélessége és hossza. A fát űrméterben vesszük, így tudom, mennyibe kerül egy űrméter. Az űrméterternek tudom légszárazon (20% nedvességtartalom esetén) mennyi a súlya, így ki tudom számolni a napi tűzifa árát. Viszont 1 űrméter tűzifa csak a fára vonatkozik, közte nincs semmi levegő!

<sup>11</sup>De amikor a fát vásárolok akkor „levegővel” együtt veszem meg. a szakirodalom szerint a levegővel teli 1 űrméter fa 0,57 űrméter széntiszta fának felel meg! Így én hiába 10.000Ft-ért vásárolok a tűzifát, mert ha átszámítom, mennyire jön ki a széntiszta 1 űrméter fa  $(10.000/57)*100=17.544$  Ft –t kapok!

---

<sup>11</sup> Hans Peter Elbert: Heizen mit Holz in allen ofenarten (1995) Ökobuch Verlag, Stauten bei Freiburg

Ezen számítási mechanizmus szerint a pontos értékek így alakulnak:

**15. Táblázat**

**Mérési értékek**

|           |                       |                  |             |            |
|-----------|-----------------------|------------------|-------------|------------|
| Akác      | 770 kg/m <sup>3</sup> | 24,1 FT/kg       | 14,76 MJ/kg | 1,63 Ft/MJ |
| Tölgy     | 750 kg/m <sup>3</sup> | 31,6 FT/kg       | 15,12 MJ/kg | 2,09 Ft/MJ |
| Gyertyán  | 830 kg/m <sup>3</sup> | 28,5 FT/kg       | 15,12 MJ/kg | 1,89 Ft/MJ |
| Cser      | 850 kg/m <sup>3</sup> | 27,9 FT/kg       | 15,12 MJ/kg | 1,84 Ft/MJ |
| Éger      | 550 kg/m <sup>3</sup> | 31,9 FT/kg       | 14,76 MJ/kg | 2,16 Ft/MJ |
| Bükk      | 740 kg/m <sup>3</sup> | 27,2 FT/kg       | 15,12 MJ/kg | 1,80 Ft/MJ |
| 10 580 Ft | Akác                  | 1 m <sup>3</sup> | 18 561 Ft   |            |
| 13 500 Ft | Tölgy                 | 1 m <sup>3</sup> | 23 684 Ft   |            |
| 13 500 Ft | Gyertyán              | 1 m <sup>3</sup> | 23 684 Ft   |            |
| 13 500 Ft | Cser                  | 1 m <sup>3</sup> | 23 684 Ft   |            |
| 10 000 Ft | Éger                  | 1 m <sup>3</sup> | 17 544 Ft   |            |
| 11 470 Ft | Bükk                  | 1 m <sup>3</sup> | 20 123 Ft   |            |

*Forrás: Saját és a Vértesi erdő zrt. Erdésze*

Tudom lűrmétert mennyiért vásároltam, adott fajtánál, tudom mennyi a sűrűsége az adott fajtának. A beszerzési árát elosztom a sűrűségével, így megkapom hány Ft-ra jön ki 1kg fa.

Tudom mennyi a fűtőértéke 1kg fának és tudom 1kg fa mennyibe került, akkor 1kg fa árát elosztom 1kg fa fűtőértékével és megkapom hány forintba került 1MJ fűtőérték. Így össze tudom hasonlítani más tüzelőanyag típusokkal. Ezek az értékek mind légszáraz (20% nedvességtartalmú) fára vonatkoznak!

<sup>12</sup>Ha szeretnénk megnézni, hogy milyen árat kapnánk, ha földgázzal tüzelnénk, akkor azt is megtehetjük! 1m<sup>3</sup> földgáz ára 131,73Ft. 1m<sup>3</sup> földgáz fűtőértéke 34,4MJ. Az árát elosztjuk a fűtőértékkel és megkapjuk, hogy 3,83Ft/MJ. Ebből látszik, hogy a fa ára kb. fele annyi, mint a földgázé.

## 5, A 2010/2011-es fűtési időszak részletes bemutatása

A szigetelés előtt 2010/2011-es fűtési időszakban már igen korán szeptember 6-án be kellett gyújtani, a külső átlaghőmérséklet 11,8 fok alá süllyedt. Innentől kezdve minden nap be volt gyújtva egészen 2011.május 8.-áig.

A gáz ára 3,26Ft/MJ, a tűzifa ára 1,87Ft/MJ.

A fűtési időszak alatt 853m<sup>3</sup> gáz és 12.000 kg fa fogyott.

---

<sup>12</sup> Gázszámla

Fafajták szerint:

|          |                  |
|----------|------------------|
| Tölgy    | 6 m <sup>3</sup> |
| Gyertyán | 2 m <sup>3</sup> |
| Akác     | 4 m <sup>3</sup> |
| Éger     | 5 m <sup>3</sup> |

1m<sup>3</sup> gáz fűtőértéke 34,4MJ. 853m<sup>3</sup> gáz fogyott, ezt megszorozzuk a fűtőértékével, akkor megkapjuk mennyi hőmennyiség származott az elégetéséből. Így megkapjuk hogy 29343 MJ. Ahogy azt a tüzelőanyag felhasználás mérésének és számításának bemutatása pontban részletesen leírtam olyan módszerrel meghatározzuk a tűzifa fűtőértékét is. Ez 179.190 MJ.

Ezeket összeadjuk, és ez összesen 208.533 MJ. Ez 95658 Ft Gázköltséget illetve 334.982 Ft tűzifa költséget jelent. Összesen 430.640 Ft a fűtési energiaköltség erre a fűtési időszakra. Ezen időszak alatt a tüzelést nem én végeztem. A fűtés szabályozhatósága nem volt megoldott, a földszinten 21-22C volt, még a tetőtérben a 27C sem volt ritka! Földszint „hideg” volt a nagyszüleimnek, így folyamatosan tettek a kazánra, hogy melegebb legyen, de a tetőtérben meg már elviselhetetlen meleg volt! Az elviselhető hőmérsékletet gyakran csak szellőztetés útján lehetett biztosítani! Nappal a vegyes tüzelésű kazán működött, éjszakára pedig át lett kapcsolva a gázkazán. Ez a fűtési módszer az egész fűtési időszakra igaz volt. Ritkán nappal is gázkazán ment, ha éppen nem volt megfelelő mennyiségű tüzelőanyag a kazánháza lekészítve. A tűzifa gyakran „sercegett” tüzelése során, ami vizes fára utalt. Szüleim azzal nem igazán foglalkoztak, hogy mennyivel kisebb a fa fűtőértéke vizesen, vagy milyen koromlerakódások keletkeznek, illetve hogy korróziós károk keletkeznek a kazánon. Egy dolog volt, amiben biztosak voltak, hogy ha fával tüzelnek, akkor lényegesebben olcsóbb, mint a gáz és még melegebb hőmérsékletek is vannak vele. De számszerűsítve az értékek nem voltak. Ebben a fűtési időszakban kerti „hulladékot” biomasszát nem használtunk, ami keletkezett ez évben az mind a kertben lett eltűzelve! Energetikailag nem hasznosulva, ezzel jelentős energia megtakarítástól esve el!

## 6, 2011/2012-es fűtési időszak részletes bemutatása

Az első nap, amikor be kellett gyújtani az Október 7-e volt. Ezen a napon az átlaghőmérséklet 10,5 fok volt. A tavasz/nyár során összegyűjtött biomassa (szőlővenyige, fanyesedék, fűrészpor, faháncs, szőlőtőkék) egészen november 17-éig kitartott, tehát tűzifából jóval kevesebb kellett ezen időszak alatt. Több napon keresztül csak ezek fedezték a ház hőigényét. A biomasszák tüzelése több féle módon történik.

### 6.1, Az első módszer

Az összegyűjtött gyümölcsfa nyesedéket és a szőlővesszőket kb. 10cm-es darabokra aprítjuk, majd ezeket zsákba gyűjtjük. A zsákokat napos, de esőtől védett helyre tesszük, így a fűtési időszakra kiszárad. Ideális tüzelőanyag keletkezik a begyűjtáshoz.

### 6.2, A második módszer

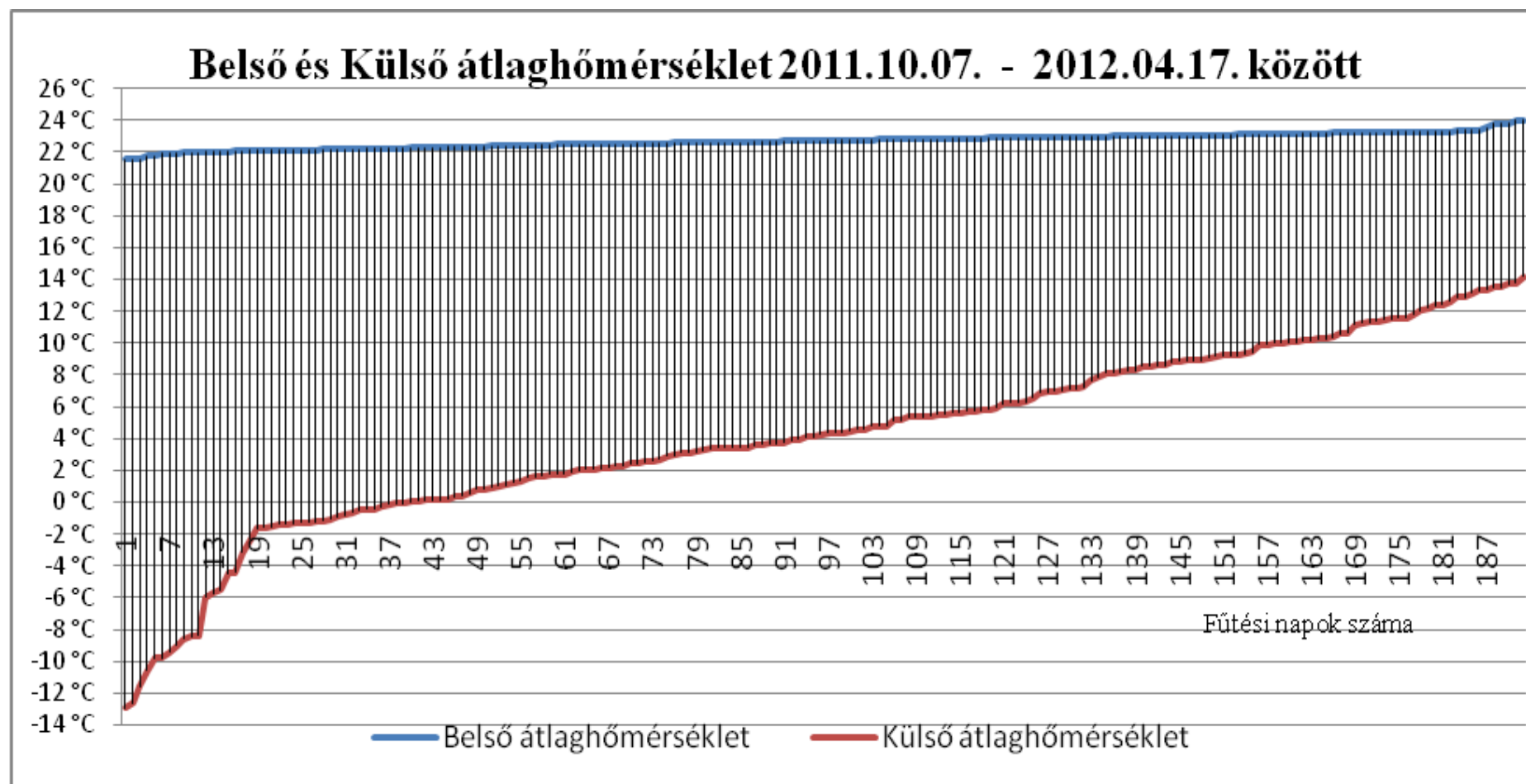
Az összegyűjtött gyümölcsfa nyesedéket és a szőlővesszőket kb. 30-40cm hosszúra vágjuk és összerakjuk őket egymásra, 20-25cm-es magasságra, majd összekötjük őket. Ezeket is napos helyre tesszük, így van idejük kiszáradni. Égő tűz esetén ideális tüzelő tűzifa helyett.

14.Ábra

Biomassza



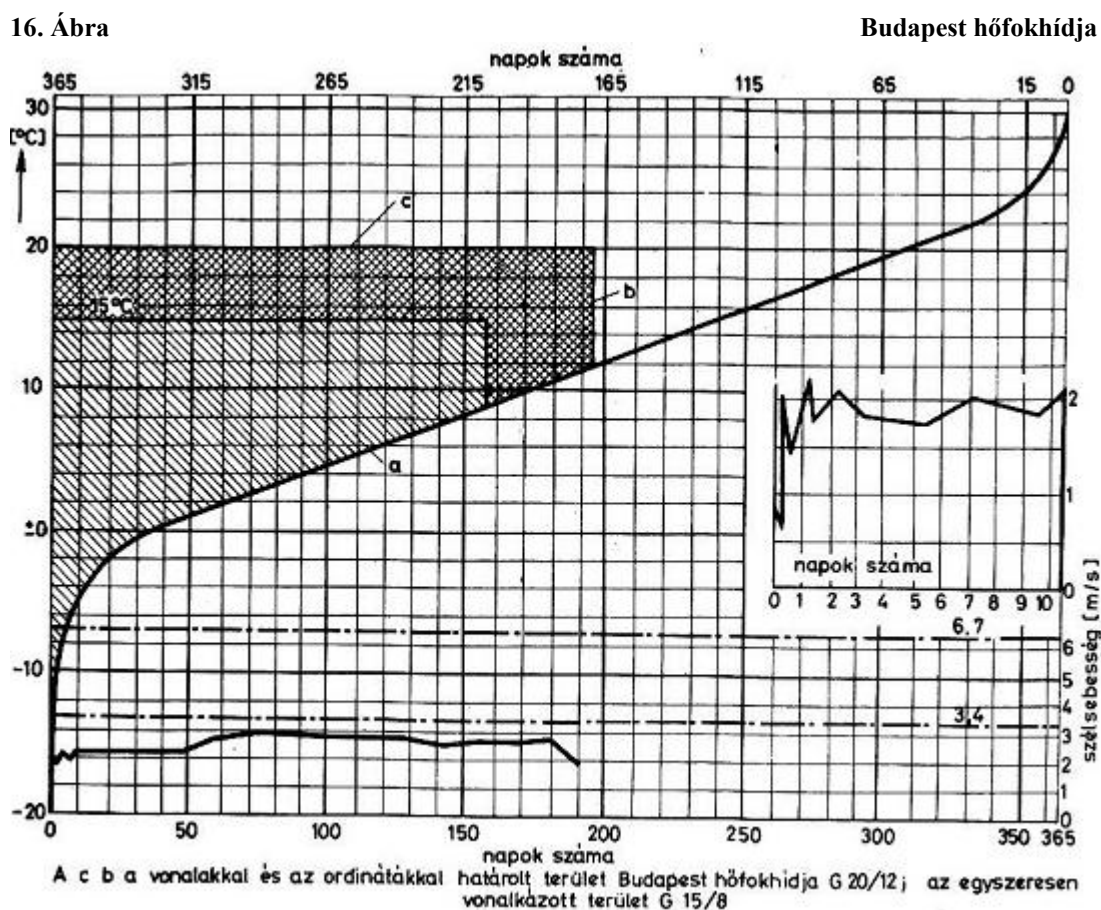
*Forrás: Saját*



Forrás: Saját

A mérési időszak 2011.10.07.-étől 2012.04.17.-éig tart. Az átlaghőmérsékleteket egy digitális hőmérő segítségével mértem, ami méri és megjegyzi az adott helységben lévő maximum és minimum hőmérsékleti értékeket. Ezen időszak alatt a szoba belső átlaghőmérséklete  $21,6^{\circ}\text{C}$  és  $24^{\circ}\text{C}$  között alakult. A külső átlaghőmérséklet ezen időszak alatt  $-12,9^{\circ}\text{C}$  és  $14,2^{\circ}\text{C}$  között alakult. Jól látszik, hogy a külső átlaghőmérséklet  $27,1^{\circ}\text{C}$ -ot változott a szoba, belső átlaghőmérséklete viszonylag kiegyenlített mindösszesen  $2,4^{\circ}\text{C}$ -ot változott. Ennek ellenére a fűtési rendszer nem jól szabályozott! A szoba belső hőmérsékletének közel állandónak kellene lenni, független a külső átlaghőmérséklet változásától. Ekkor lehetne elmondható, hogy a fűtési rendszer jól szabályozott. Ez a diagram egy hőfokgyakorisági görbe, más néven hőfokhíd. Ez a ábra megmutatja a fűtési napok számát a külső és belső átlaghőmérséklet függvényében.

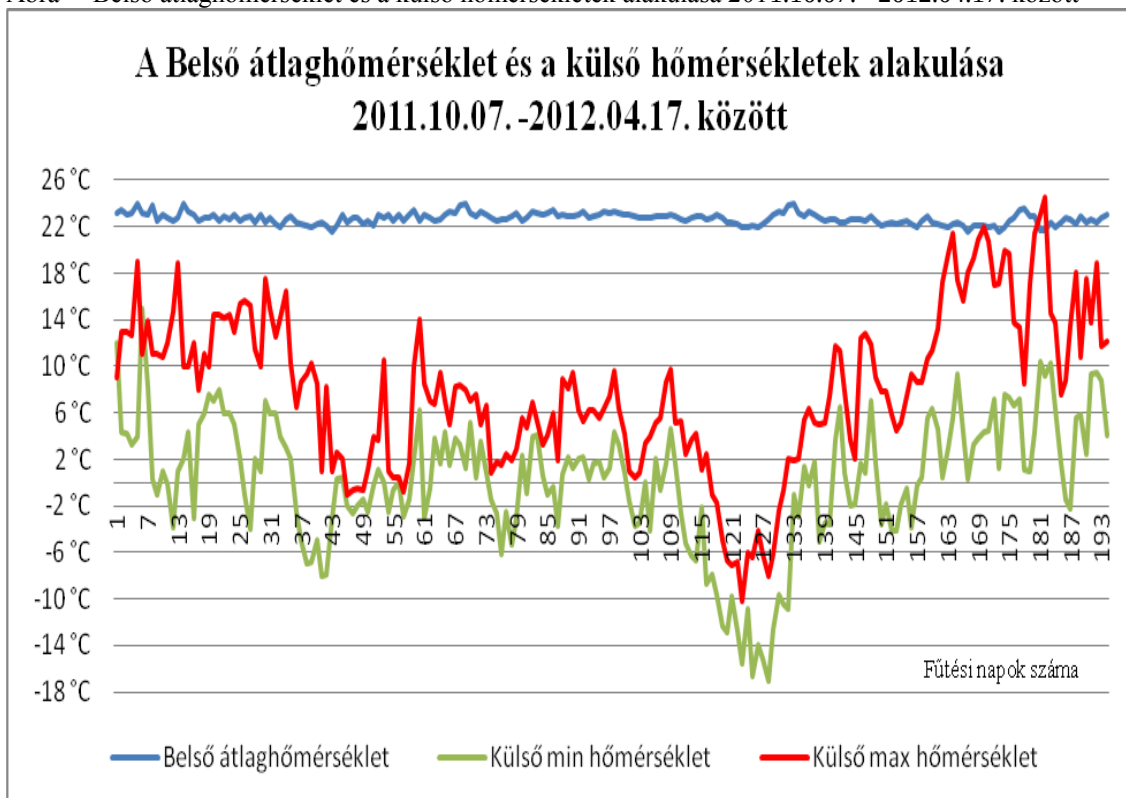
16. Ábra



Forrás: Épületenergetika jegyzet

Az ábra a Budapesti hőfokhidat mutatja, 20°C belső és 12°C külső átlaghőmérséklethez. Az ábra vízszintes tengelyén láthatjuk a fűtési napok számát. Ehhez a 8foknyi egyensúlyi hőmérsékletkülönbséghez 188 fűtési nap tartozik. Az ábrán jól látszik, hogy a belső átlaghőmérséklet egyenletes, nem változik. Ez a jól szabályozott fűtési rendszernek köszönhető. A mi házunk esetén nem 20°C belső és 12°C külső átlaghőmérsékletet kell figyelembe venni, hanem a 22-24°C belső és 14°C külső átlaghőmérsékletet. Így a görbénk az ábrán nem csak magasabb, hanem hosszabb is lesz. Így nő a fűtési költség, és a fűtési napok száma.

17. Ábra Belső átlaghőmérséklet és a külső hőmérsékletek alakulása 2011.10.07. - 2012.04.17. között



*Forrás: Saját*

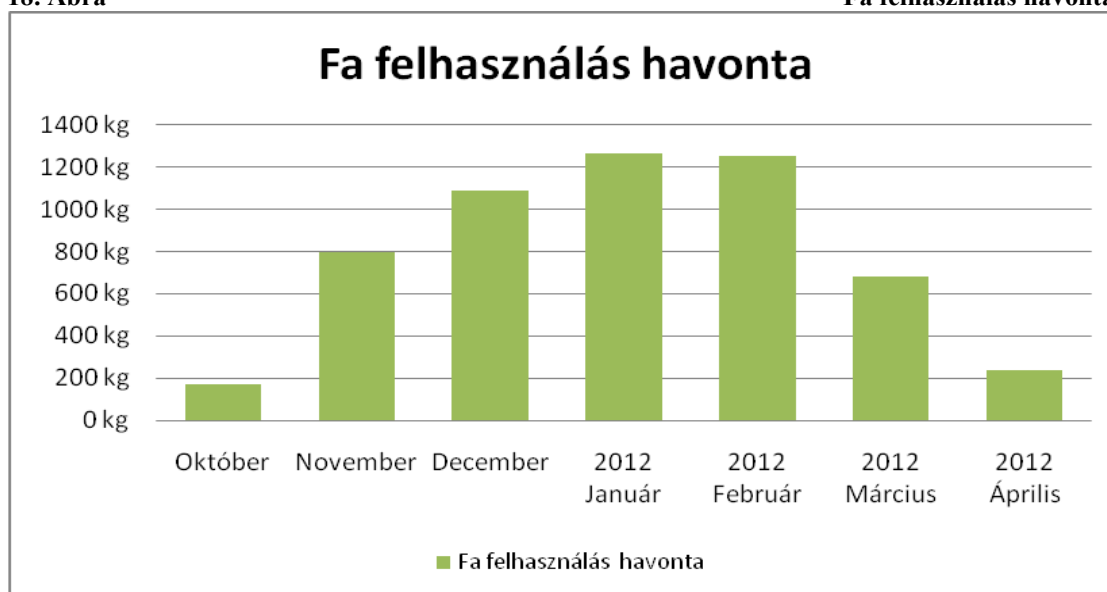
A diagramon szintén a mérési adataimat jelenítettem meg. A szoba max/min hőmérsékletét és a külső max/min hőmérsékletet, a mérési időszak alatt. A mérési időszak 2011.10.07-től egészen 2012.04.17-éig tart.

A szoba átlaghőmérséklete 21,6°C és 24°C között alakult. Az átlaghőmérséklet 2,4°C-t változott. Ez a fűtési rendszer rossz szabályozhatóságából adódik.

A külső hőmérséklet minimuma -17,1°C és 15°C között alakult. A külső hőmérséklet maximuma -10,2°C és 24,5°C között mozgott. A külső minimum hőmérséklet változása 32,1°C. A külső maximum hőmérséklet változása 34,7°C.

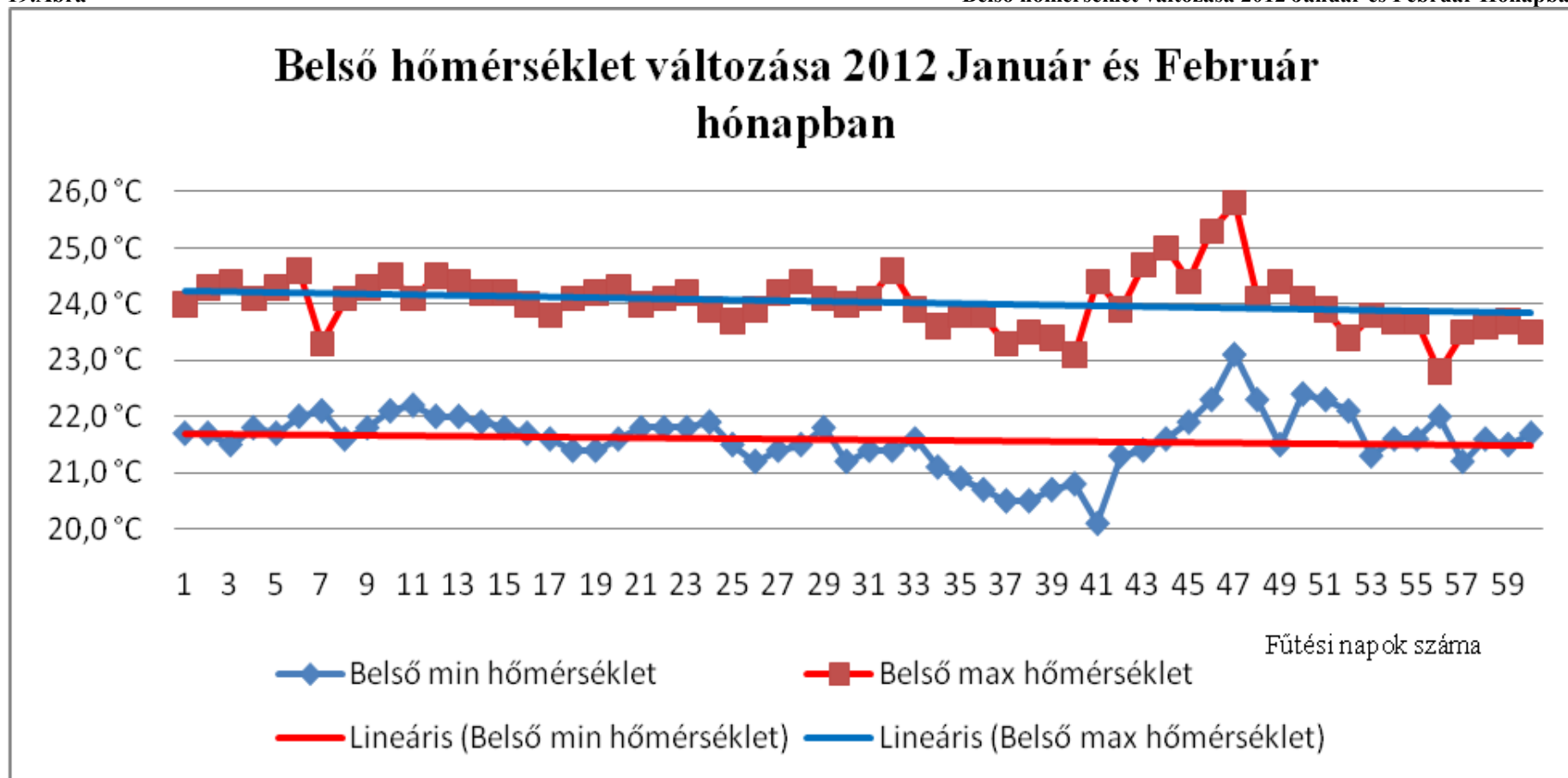
18. Ábra

Fa felhasználás havonta



Forrás: Saját

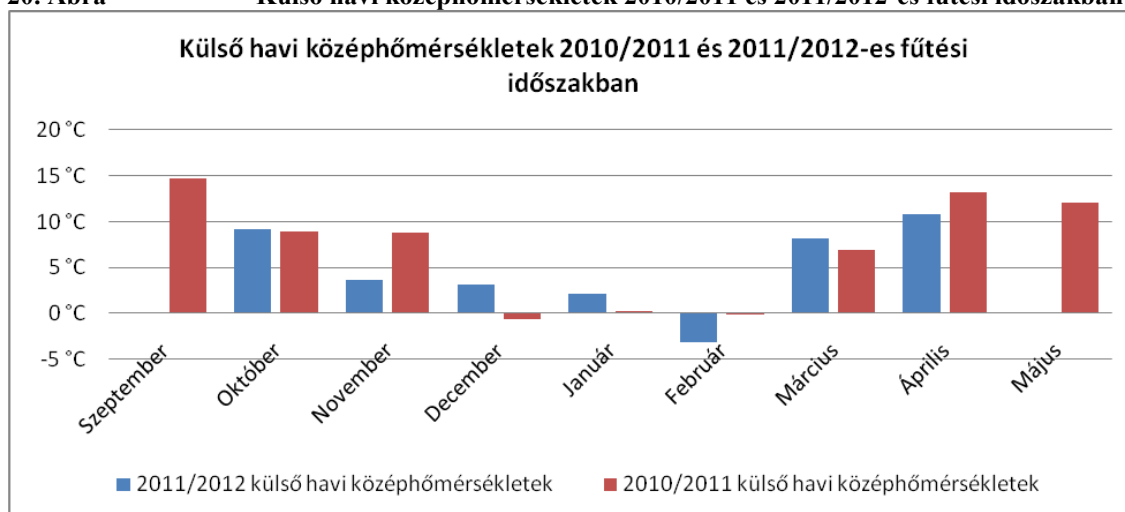
Tűzifa felhasználása a 2011/2012-es fűtési időszakban. A diagramon jól látható, hogy Október hónap során tűzifa szinte alig fogyott. Ez annak köszönhető, hogy sok összegyűjtött biomassza ekkor lett eltűzelve. Több napon keresztül ezek fedezték a ház hőigényét. Amikor a tűzifa lett használva akkor is csak biomasszával vegyesen. Januárban több fa fogyott, mint Februárban. Annak ellenére, hogy a Február jóval hidegebb volt a Januárnál. A belső hőmérsékleteket figyelembe véve látható, hogy Februárban nem voltak olyan magas értékek, mint Januárban. Február csak 29 napos volt, ami szintén számít Január ugyanis 31 napos! A következő ábrán látható is ez eltérés a hőmérsékletben.



Forrás: Saját

A diagramon a napi belső hőmérsékletek láthatót 2012.01.01-től 2012.02.29-ig. Látható, hogy Januárban a maximum és a minimum hőmérsékletek is magasabban alakultak, mint február hónapban. A trendvonalak is ezt bizonyítják. Annak ellenére, hogy a januári középhőmérséklet  $2,1^{\circ}\text{C}$  volt, míg a februári  $-3,1^{\circ}\text{C}$  volt.. De szembeutnő a diagramon, hogy februárban kimagaslóan nagyobb értékek láthatók a 40. és 49. nap között. Ennek a magyarázata, hogy amelyik helysgében a hőmérsékletet mérem ott 2db radiátor található, egy nagyobb és egy kisebb. Alap esetben csak a nagy üzemel. De mivel februaryban rendkívüli hideg volt, így a nagy radiátor teljesítménye kevésnek bizonyult és ki lett nyitva a kicsi is. A kinyitás előtti napon a helység minimum hőmérséklete mindössze  $20,1^{\circ}\text{C}$  volt, a kinyitást követő napon ugyanez a hőmérséklet már  $21,3^{\circ}\text{C}$  volt. Majd a rendkívüli hideg megszűnésével a 49. napon el lett zárva. Tehát a hőmérséklet kiugrás nem a tűzifa mennyiség növelésének köszönhető, hanem a radiátor teljesítményváltoztatásának.

**20. Ábra Külső havi középhőmérsékletek 2010/2011 és 2011/2012-es fűtési időszakban**



*Forrás: Saját*

A következő diagramon a külső középhőmérsékletek láthatók havi bontásban. A piros szín a 2010/2011-es fűtési időszak külső középhőmérsékletét mutatja, mely 2010.szeptember 6-án kezdődött és egészen 2011. május 8-áig tartott. Kék színnel látható a 2011/2012-es fűtési időszak külső átlaghőmérséklete látható havi bontásban, mely 2011.október 7-én kezdődött és 2012. április 17.-éig tartott. A 2010/2011-es fűtési időszak külső középhőmérséklete  $6,43^{\circ}\text{C}$ , a fűtési napok száma 243. A 2011/2012-es fűtési időszak külső középhőmérséklete  $4,52^{\circ}\text{C}$ , a fűtési napok száma 199.

A 2010/2011-es fűtési időszak külső középhőmérséklete 1,91°C -al magasabb volt a 2011/2012-es fűtési időszaknál! 2010/2011-es fűtési időszak hossza 44 nappal több volt.

Ez köszönhető a szeszélyes időjárásnak, a 2010/2011-ben igen hamar, már szeptember elején beköszöntő hideg idő miatt a fűtést el kellett indítani. 2011/2012-es fűtési időszakban az ősztől szép napos meleg idővel telt, így nem kellett begyűjtani. Emellett meg kell említeni, hogy a ház hőszigetelése elkészült 2011 tavasz végén, mely pozitív irányban befolyásolja a ház hőveszteségét. Hiába köszönt be a hideg, a ház belső hőmérséklete több napig tárolja az előtte beakumulált hőt, illetve a hőveszteség lecsökken, de a szoláris nyereség mértéke nem változik. Ezek miatt a ház fűtési időszaka lerövidül!

16. Táblázat

Fűtési időszakok összehasonlítása

|                                    | Fűtési energiaigény |            |                  | Felhasznált mennyiség |                   | Fűtési költség |            |                  |
|------------------------------------|---------------------|------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------|------------|------------------|
|                                    | <u>Tűzifa</u>       | <u>Gáz</u> | <u>Összesen:</u> | <u>Tűzifa</u>         | <u>Gáz</u>        | <u>Tűzifa</u>  | <u>Gáz</u> | <u>Összesen:</u> |
| <b>2010/2011-es fűtési időszak</b> | 179190 MJ           | 29343 MJ   | 208533 MJ        | 12000 kg              | 853m <sup>3</sup> | 334 982 Ft     | 95 685 Ft  | 430 667 Ft       |
| <b>2011/2012-es fűtési időszak</b> | 82847 MJ            | -          | 82847 MJ         | 5600 kg               | -                 | 150 791 Ft     | -          | 150 791 Ft       |

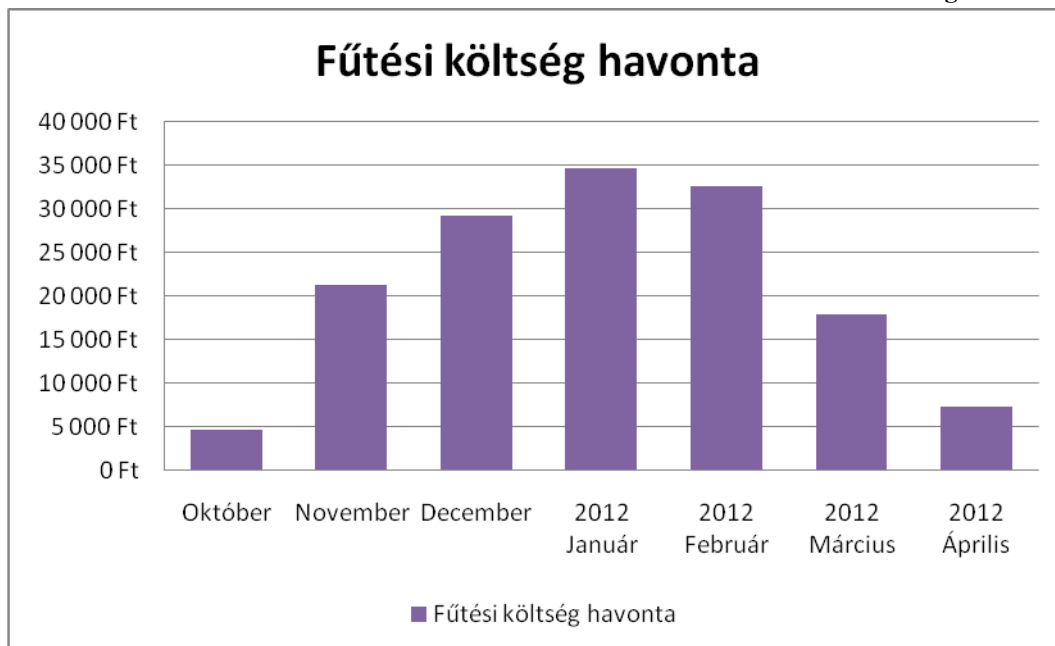
16. táblázat: Saját anyag

Ez a táblázat a két fűtési időszakot hasonlítja össze. Fűtési energiaigény, felhasznált tüzelőanyag mennyiségét és a fűtési költséget.

Jól látható, hogy a ház hőigénye jóval kevesebb volt a 2011/2012-es fűtési időszakban. Ez köszönhető a hőszigetelésnek és a fűtési időszak rövideségének (de mint előzőekben említettem, ez főként a szigetelésnek köszönhető)! A 2010/2011-es fűtési időszak fűtési energiaigényének mindössze **39,7%-a** fogyott el a 2011/2012-es fűtési időszakban! Az is jól látható, hogy földgázt nem is használtunk a 2011/2012-es időszakban. Ez abból adódott, hogy a ház éjjel nem hűlt ki, így éjjelre nem kellett a gázt bekapcsolni! Illetve nappal egyszer sem lett bekapcsolva, mert drága vele tüzelni. Ebből adódóan a fűtési költségben is jelentős csökkenés realizálható. A 2010/2011-es fűtési időszak fűtési költségének a **35%-a** volt a 2011/2012-es fűtési időszak fűtési költsége.

21. Ábra

Fűtési költség havonta

*Forrás: Saját*

A diagramon a 2011/2012-es időszak fűtési költséget láthatjuk havi bontásban. A diagramon kb megegyezik az előzőekben bemutatott fa felhasználási diagramal. Ez abból következik, hogy ha több fát használunk az több pénzbe is kerül. Kis eltérések lehetnek benne, annak függvényében, hogy milyen fát használtunk az adott hónapban. De ez nem nagyon befolyásolja, mert vegyesen lett a fa felhasználva, nem csak egy fajtával lett tüzelve naponta vagy havonta. Októberben a fűtési költség nagyon alacsony volt, ez annak szönhető, hogy az összegyűjtött biomassza miatt kevés tűzifát kellett használni. Márciusban is kevesebb tűzifa fogyott, mert sok volt a napsütéses órák száma és így a soláris nyereség miatt később kellett begyűjtani, illetve jóval kevesebb tűzifára volt szükség!

## Befejezés

Szakdolgozatomban egy családi ház energetikai felmérését és fűtési rendszerét ismertettem és elemeztem. Részletesen bemutattam a ház tömör külső szerkezeteit, rétegre rend szerint, a hőátbocsátási tényezőjüket vizsgálva. Ezek után a fűtési rendszert. A kazán típusától a fűtési rendszer fajtájától a használt tüzelőanyag típusokkal bezárólag. Ezek után a hosszas mérési eredményeimet mutattam be, amiket a fűtési időszakok alatt gyűjtöttem össze. Ezeket összehasonlítva diagram formájában ábrázoltam és következtetéseket vontam le. A szakdolgozatomból kiderült, hogy a házunk fűtési rendszere nem jól szabályozott, ezt megoldva a fűtési rendszerünk korszerű és energiahatékony lenne. A probléma megoldására én egy puffer tartály elhelyezését javaslom, mely tartály segítségével a tűzifa tüzelés során keletkező többlet hő betárolható, és a tűz leégése után a ház hővesztesége a puffer tartályból pótolható. Ezzel megoldva a fűtés szabályozhatóságát! A tömör külső szerkezetek esetén a pincefödém rendelkezik nagyon rossz ( $U=2,3\text{W/m}^2\text{K}$ ) hőátbocsátási tényezővel. A rendelet szerint ez maximum  $U_{\text{max}}=0,5\text{ W/m}^2\text{K}$  lehetne. A hőveszteség csökkentésére 5 és 10 cm vastag NIKECELL hőszigetelés felhelyezését javasolnám. Azért ilyen vastagságút, mert az alacsony belmagasság miatt maximum 5 cm fér el, a magasabb részen a 10cm-es is elfér! Az 5cm-es hőszigeteléssel  $U=0,59\text{ W/m}^2\text{K}$  hőátbocsátási tényező érhető el, míg a 10cm-es hőszigetelés felhelyezésével  $U=0,34\text{ W/m}^2\text{K}$  hőátbocsátási tényező érhető el. Az 5cm-es 25%-ára csökkenti a hőátbocsátási értéket, a 10cm-es 14,7%-ra csökkenti. Az 5cm-es megközelíti a rendelet előírását, a 10cm-es bőven meghaladja a rendelet előírását!

## Irodalomjegyzék

Hans Peter Elbert: Heizen mit Holz in allen ofenarten (1995) Ökobuch Verlag, Stauten bei Freiburg

7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

Szabó Béla Gábor (2012) : Főiskolai előadás

EnergOpt(v.1.2.2) tervező program

<http://www.tuzifa.biz/> (2012.04.03, 13:20)

[www.ipolyerdo.hu](http://www.ipolyerdo.hu) (2012.04.01, 13:40)

Vértesi erdő zrt. erdésze

[www.termomax.hu/php/letolt.php?df=Color\\_gk\\_HU\\_V04.pdf](http://www.termomax.hu/php/letolt.php?df=Color_gk_HU_V04.pdf) (2012.04.20, 10:20)

<http://www.futesuzlethaz.hu/celsiuspv25.php> (2012.04.20, 10: 40)

Házunk tervrajza

Gázszámlák