

Debreceni Egyetem
Műszaki Kar
Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék



16 lakásos társasház diagnosztikai és energetikai vizsgálata

Készítette: **Hatházi István** gépészmérnök hallgató

Belső konzulens: **Dr. Kalmár Ferenc, Csáky Imre**

Tanszékvezető: **Dr. Kalmár Ferenc**

Debrecen
2012.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	2
2. Az épület bemutatása	3
3. Kiemelt lakás bemutatása	4
4. Mért hőmérsékletek vizsgálata	5
5. Termográf felvételek	11
5.1. Hőkamerás felvételek elméleti háttere	11
5.2. Elkészített hőkamerás képek elemzése	12
6. Légtömörség	15
6.1. Légtömörség mérés eredményeinek bemutatása	15
8.1.1. Nyílászárók a régiiek	15
8.1.2. Nyílászárók cserélve	18
6.2. A felújítás előtti és utáni állapot összehasonlítása	21
7. Lakás felújítási javaslatok.....	23
7.1. Lakástulajdonostól függő felújítások	23
7.2. Lakóközösségtől függő felújítások	33
7.3. A lakó közösségtől függő- és nem függő felújítások	37
7.4. Megvizsgált esetek összesített következtetései	41
8. Felújítási javaslatok a társasházra	43
9. A dolgozat tartalmának összegzése	49
Felhasznált irodalom.....	50

1.Bevezetés és célkitűzés

A dolgozat témájának kiválasztásánál törekedtünk olyan témát keresni, amely a célközönség számára érdekes, hasznos információkkal szolgálhat amellet, hogy aktuális, tanulmányaimhoz szorosan kapcsolódik, és a saját érdeklődésű körömnek is megfelelő. A kiválasztás szempontja továbbá a dolgozat megírására fordítható véges idő, és a rendelkezésre álló lehetőségek voltak. Nem akartunk úgy témát választani, hogy azt esetleg nem tudom valamilyen okból befejezni vagy e veszélyektől való tartás miatt a téma rövid, érdektelen legyen. Így esett a választásunk valamely épület energetikai vizsgálatára, melyben lehetőleg a szükséges méréseket saját kezűleg végezzük el, nem pedig a kapcsolódó irodalomból származó információk alapján dolgozzunk. Emiatt esett a választás egy az 1960-as években, tömör téglából épített, 4 szintes társasház vizsgálatára. A társasházban 16 lakás található és típusépületnek mondható Magyarország lakásállományában. A dolgozat célja e társasház, és a társasházban található, a legfelső szinten elhelyezkedő lakás energetikai és felújítási vizsgálata, figyelembe véve a földrajzi helyzetének és a lakás tulajdonosainak lehetőségeit. Ezt azonban más fejezetek előzik meg, melyekben elméleti áttekintés, a diagnosztikai mérések eredményei és azok kiértékelése kap helyet. Az elméleti fejezetek száma kettő, az első a primer energia felhasználásával, a második a fűtési energiaigény számításával foglalkozik. A méréssel foglalkozó fejezetek a légtömörség mérést, a hőfokmérést és a termokamerás felvételeket mutatja be. Ezek után az egy lakás energetikai vizsgálata következik számos felújítási lehetőséget megvizsgálva, melyeket gazdasági szempontok alapján is vizsgálni fogok. Ezt a társasház követi, melynél a gazdasági vizsgálat elmarad, de megvizsgálom a felújításokhoz tartozó CO₂ kibocsátás csökkenésének a mértékét. Végül összegzem a dolgozat eredményeit.

A bevezetés zárómondataként szeretném megköszönni témavezető tanáromnak, Csáky Imrének a rám fordított időt és a rengetek segítséget, amit kaptam a dolgozat megírásához.

2. Az épület bemutatása

A társasház mely a dolgozat témája az 1960-as években épült, és a belvárosában található. K-Ny fekvésű, középső lépcsőház, amely 4 szintes, 16 lakásos. Külső határoló szerkezete kis tömör égetett agyag téglából épül fel, sátozott, nyílászáró szerkezetei kapcsolt gerébtokos fa ablakok, melyek rossz légzárásúak. A társasház alatt pince található, így a társasház földszintjének padló magassága a talajszintől 1 m-rel megemelkedik. Az épületben nem építettek ki központi kűrtőt. Minden szinten négy lakás található, melyek kis mértékben eltérőek lehetnek. Összesen 8 db 50 m^2 -es lakás van a keleti oldalon, szintenként kettő, melyekben egy előtér ($4,05\text{ m}^2$), egy fürdőszoba ($3,57\text{ m}^2$), egy mosókonyha ($1,61\text{ m}^2$), egy konyha ($7,59\text{ m}^2$), egy nappali ($20,54\text{ m}^2$) és egy szoba ($12,59\text{ m}^2$) található. A Nyugati oldalon, a földszinten kettő, az emeleteken pedig egy $51,56\text{ m}^2$ -es és egy $65,05\text{ m}^2$ -es lakás található. Az $51,56\text{ m}^2$ -es lakások helységeinek a száma megegyezik az 50 m^2 -esekével, annyi különbséggel, hogy az előtér $5,61\text{ m}^2$. A $65,05\text{ m}^2$ -es lakásokban pedig két szoba található, és a második szoba mérete $13,48\text{ m}^2$. A lépcsőház fűtetlen, melybe az utcafrontról (K-i oldal) és zárt udvarról (Ny-i oldal) lehet bejutni. Konvektoros fűtési rendszerrel rendelkezik, a melegvíztermelés átfolyós gáz üzemű kazánnal és villanybojlerrel történik. Nem áll rendelkezésünkre pontos adat, hogy mely lakásokban mely használati melegvíz termelő berendezés található, így ezzel kapcsolatban csak feltevésekkel élhetünk. A társasházon semmilyen felújítási munkálatokat nem végeztek el idáig.



1. ábra, Vizsgált társasházzal szembe fordított kép

3. Kiemelt lakás bemutatása

Egy társasház felújítása során a felújítási munkákat a lakó és a lakóközösség szemszögéből két csoportra bonthatjuk:

1. felújítási munkálatokhoz az egész lakóközösség beleegyezése, és anyagi hozzájárulása szükséges
2. egyes felújítási munkálatok elvégzése a lakóközösségtől független, csak a lakás tulajdonosától, bérletjéről függ.

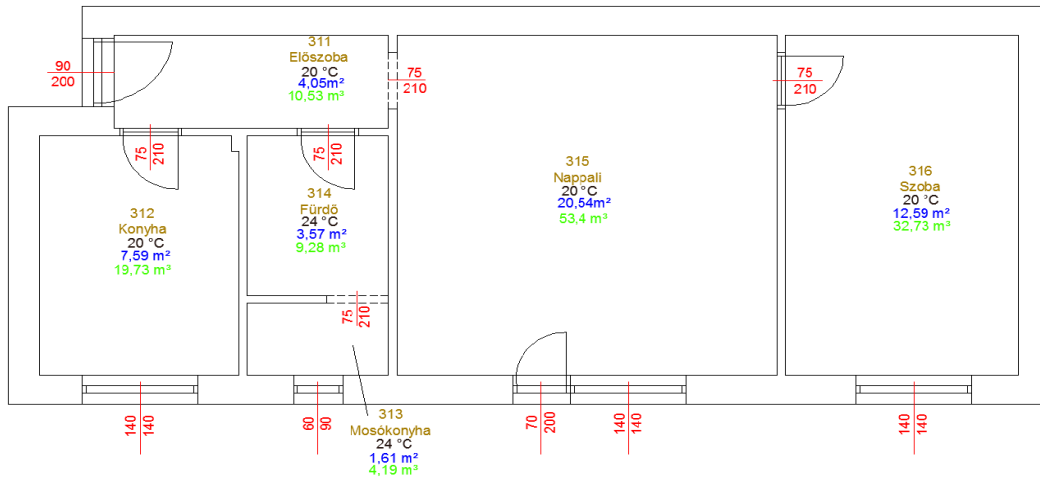
Az egy lakás vizsgálatára azért van szükség, hogy megvizsgáljuk azokat a lehetőségeket is, mikor a lakóközösség a felújítási munkálatok ellen hoz döntést, de egy lakás tulajdonosa mégis szeretne valamilyen energiafelhasználási és üzemeltetési költséget csökkentő, komfortot növelő felújításokat elvégezni. A lakás, melyet a dolgozat során kiemelten vizsgálni fogok, az előzőekben bemutatott társasházban található a 4. szinten, K-i oldalon, 50 m²-es. A lakás konvektoros fűtési rendszerrel rendelkezik, villanybojler gondoskodik a HMV- ről. A lakásban a dolgozat megírása során nyílászáró csere történt, és egyes helyiségek rendeltetése is megváltozott. Nappali helyére került az étkező - konyha, még a konyha helyére egy szoba. A nyílászáró csere előtt és után elvégeztünk egy légtömörség mérést, melynek segítségével elemezni tudjuk az új jó légzárású nyílászárók pozitív és negatív hatását a lakásszelőzésben. A csere előtt elvégeztünk még hőmérsékletméréseket és hőkamerás felvételeket is.



2. ábra, Vizsgált lépcsőházzal készült kép

4. Mért hőmérsékletek vizsgálata

Ezen hőmérsékletméréseket felújítás előtt végeztük el.



3. ábra, Vizsgált lakás alaprajza

Az egy lakásnál három helyiség belső hőmérsékletét és a külső hőmérsékletet mértük 2011.12.06-tól 2012.03.30-ig. A három helyiség melyben a méréseket elvégeztük:

- Nappali → fűtési szezon alatt fűtve
- Konyha → fűtési szezon alatt fűtetlen
- Szoba → fűtési szezon alatt fűtetlen

A hőmérsékletméréseknél a belső és a külső hőmérsékletek mintavételezése óránként történt. A következőkben vizsgáljuk meg a külső, illetve a belső fűtetlen és fűtött helyiségek egymáshoz való viszonyát. A következő diagramban (lásd.: 15. oldal) a hőmérséklet értékeket napi átlag értékekkel vettem figyelembe. A diagramból kiemeltem három szakaszt, melyeket a későbbiekben külön-külön is elemezni fogok. De előbb vizsgáljuk meg azt együttesen. Jól látható, hogy a fűtetlen helyiségek napi átlaghőmérsékleteinek a segítségével felvett görbék mennyire követik egymást és kis eltolódással a külső hőmérsékletet. A diagramon két ilyen esetet kék vonal segítségével meg is jelöltem. A két eset egyike arra ad példát, mikor a külső hőmérséklet erősen csökken, de a belső kismértékben nő. A másik pedig arra, hogy a külső erősen nő, a belső pedig kismértékben csökken. Ezt az eltolódást a hőtároló tömeggel lehet magyarázni. A fűtött helyiség hőmérsékleténél ez a követés nem teljes, mivel a fűtési rendszer- jelen esetben a hősugárzó- azt a célt szolgálja, hogy a belső tér hőmérséklete a külső tér hőmérsékletétől függetlenül tetszés szerinti értéken tartható legyen. A fűtetlen terek közül minden esetben a konyhában mértünk alacsonyabb értéket. Ennek az az oka,

hogy egyik belső fala a fűtetlen lépcsőházzal határos, másik kettő pedig fűtetlen belső helyiségekkel, és azonos méretű nyílászáróval rendelkezik kisebb méretű falazat mellé. Ezzel szemben a másik helyiség (szoba) egyik belső fala fűtött helyiséggel, másik két fala pedig feltételezhetően (szomszéd) fűtött helyiségekkel határos. Most vizsgáljuk meg a korábban említett három szakaszt:

1. szakasz:

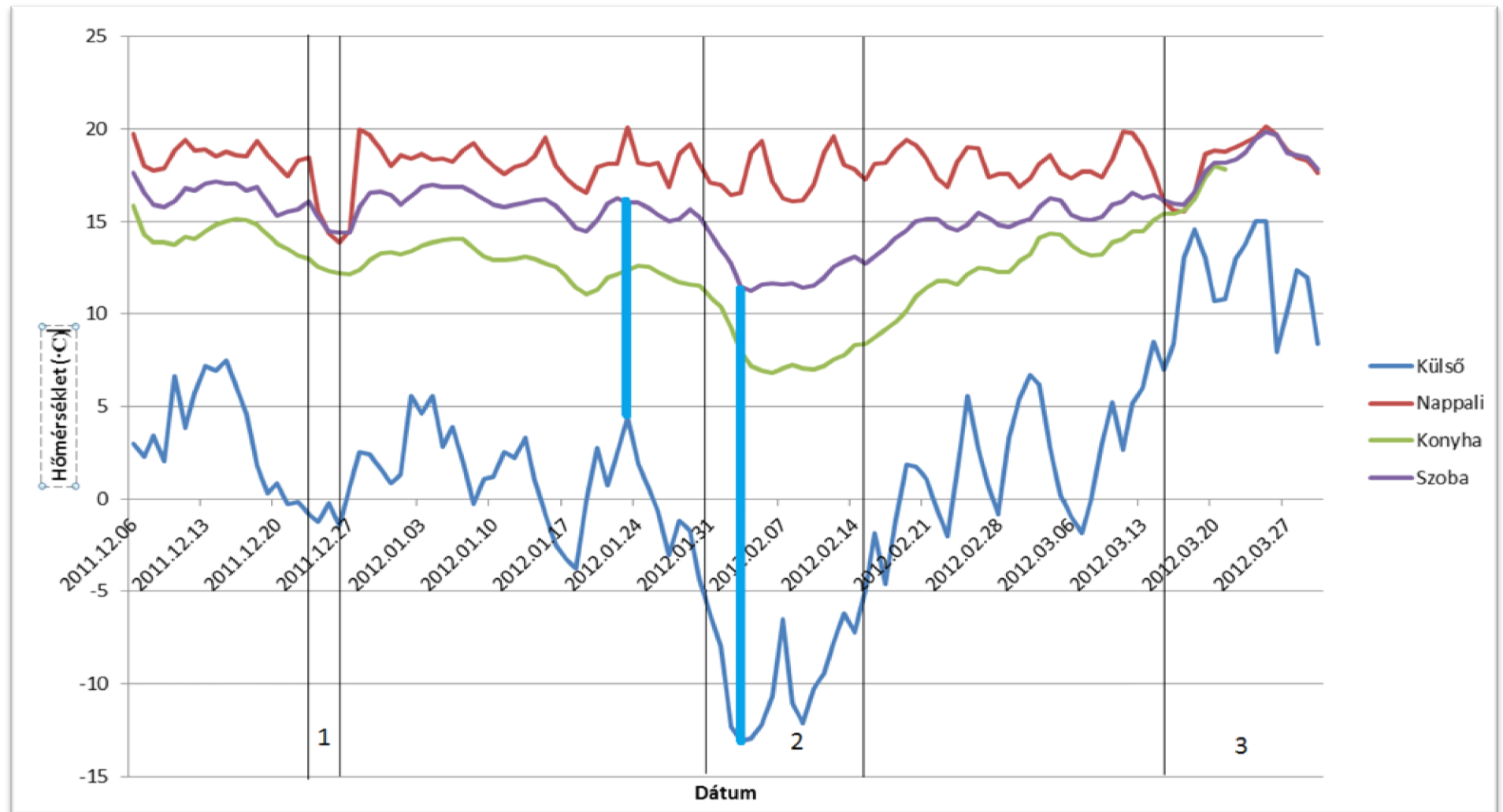
Ennél az esetről a lakók elutaztak és ezen időtartam alatt az egész lakás, ahogy ez a diagramban jól látható, fűtetlen volt. A fűtött helyiség hőmérséklete a hőforrás nélkül erősen csökkenni kezd és a szomszédos szoba hőmérséklete alá süllyed. Ebből az következtethető, hogy a nappali rosszabb hőtechnikai paraméterekkel rendelkezik, mint a mellette lévő szoba. A szoba hőmérséklete is csökkenni kezdett, ahogy a fűtött térből fűtetlen lett, viszont a csökkenés mértéke egy idő után nem követte a nappaliét, hanem elkezdett stagnálni.

2. szakasz:

Ebben a szakaszban érte el a fűtési szezon a külső átlaghőmérsékletnek a minimumát. Ide azokat a napokat vettem figyelembe, ahol az átlaghőmérséklet értéke ezen időtartam alatt egymást követően -5°C alatt volt. Így ez 2012.01.30-tól 2012.02.15-ig tartott. Ennek az intervallumnak az átlaghőmérséklete $-9,12^{\circ}\text{C}$, leghidegebb napja, mely az egész fűtési szezon leghidegebb napja egyben 2012.02.03 volt, és átlaghőmérséklete $-13,05^{\circ}\text{C}$, egyben ezen a napon volt a fűtési szezon leghidegebb pontja, melynek értéke $-15,9^{\circ}\text{C}$ volt. Ez 2:25-től 3:45-ig állt fent, és eközben 8 mintavételezés történt. Bár a mért értékek december 6-tól állnak rendelkezésünkre, feltételezhetjük, hogy előtte ezeknél az értékeknél nem voltak alacsonyabbak. A külső minimumot követik a belső fűtetlen helyiségek minimumai. A legkisebb mért napi átlag érték $6,82^{\circ}\text{C}$ volt a konyhában 2012.02.06-án, és a legkisebb mért érték $6,67^{\circ}\text{C}$, amely 2012.02.10-én volt.

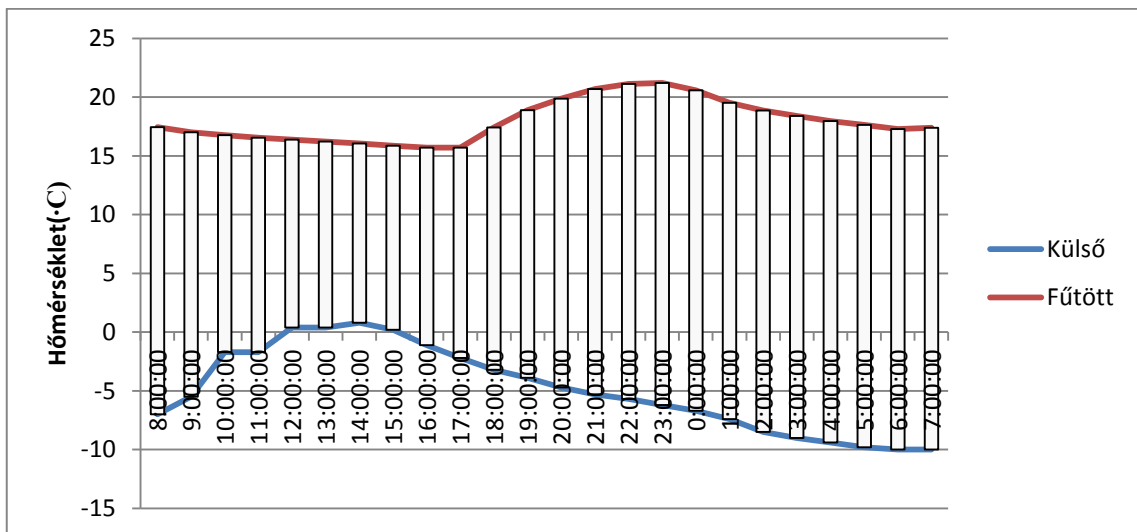
3. szakasz:

Ez a szakasz azért érdekes, mert a külső hőmérséklet értékek olyan magasak kezdenek lenni, hogy a belső fűtetlen terek hőmérsékletei elérik a fűtött helyiségekéét. Vagyis a külső hőmérséklet elérte a lakásra érvényes határhőmérsékletet. A tanúsítások számítása során számoltam határhőmérsékletet, melynek értéke $15,7^{\circ}\text{C}$. Ez az érték megközelítőleg megegyezik azzal, amelyet a diagramról lehet leolvasni. Ezek a minimumok nem estek egybe a külső minimumokkal.

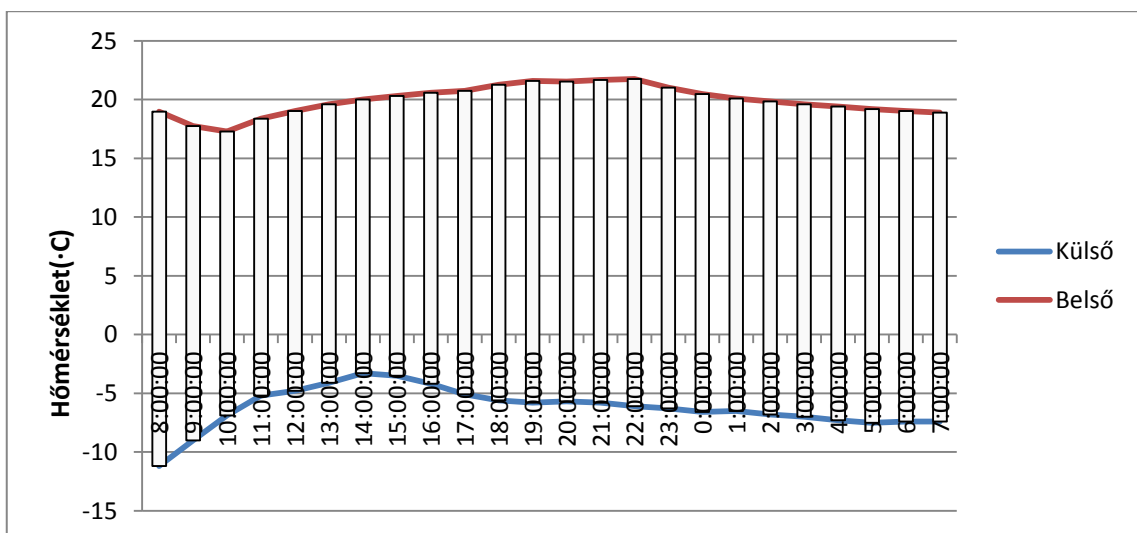


4. ábra, Külső és fűtött - és fűtetlen terek napi átlagos hőmérséklet értékei a fűtési szezonban

Most a fűtött helyiség és a külső hőmérséklet alakulását vizsgáljuk még két nap, melyből az egyik, amikor a lakók 17:00-tól 8:00-ig tartózkodtak otthon. A másik mikor egész nap otthon voltak.



5. ábra, 2012.01.30 8:00-tól 2012.01.31 7:00-ig, órás hőmérséklet értékek



6. ábra 2012.02.12 8:00-tól 2012.02.23 7:00-ig, órás hőmérséklet értékek

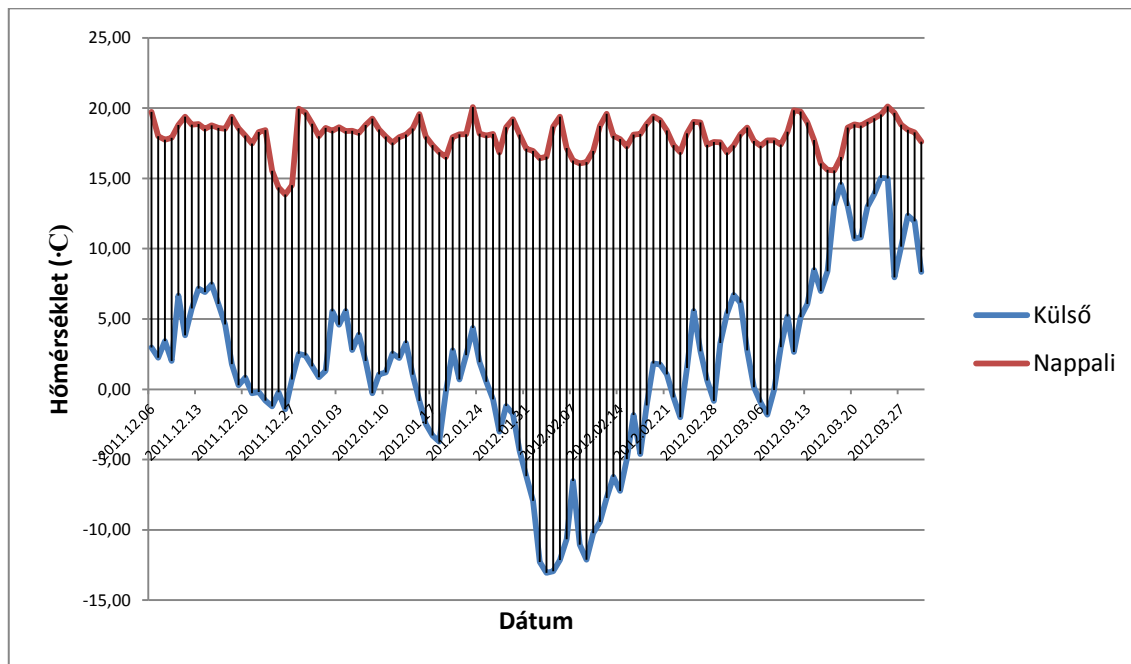
A 5. ábránál a külső átlag hőmérséklet értéke: $-4,9^{\circ}\text{C}$, a belsőé: $17,9^{\circ}\text{C}$

A 6. ábránál a külső átlag hőmérséklet értéke: $-6,2^{\circ}\text{C}$, a belső $19,9^{\circ}\text{C}$

A fenti két diagram és adatok egybevetésével megfigyelhető, hogy aznap mikor szakaszosan fűtöttek nagyobb külső átlaghőmérséklet mellett 2°C -kal alacsonyabb belső átlaghőmérsékletet tartottak, mint aznap amikor folyamatos fűtés volt. Ezzel sikerült energiát megtakarítani, de hazaérkezésük pillanatában majdnem 15°C volt, így ez az energia megtakarítás csak komfort érzet csökkenés árán volt elérhető.

A következőkben a lakás villamosenergia fogyasztásának adatait hasonlítom össze a fűtött helyiség, és a külső tér hőmérséklet különbségével. A lakás egyetlen fűtött helyisége egy elektromos hősugárzó segítségével volt fűtve. A fogyasztói szokások a következők:

- hétköznap 17:00-tól 8:00-ig volt fűtés, éjszakai órákban lentebb szabályozva
- hétvégén és mely napokon végig otthon voltak: egész nap
- elutazás alkalmával teljesen kikapcsolva



7. ábra, Δt értékei a vizsgált időszakban

A következő oldalon található táblázat a fogyasztási adatokkal kapcsolatos információkat tartalmazza. Az értékek a villamosenergia fogyasztást jelentik. Mivel a hősugárzó külön mérővel nem volt ellátva, így a tényleges fogyasztást a meglévő adatok segítségével számoltuk. A számítás módja a következő: volt adatrögzítés a fűtési szezon alatt, tehát ahol a hősugárzó, és minden egyéb más berendezés üzemelt, és volt adatrögzítés olyan időszakokban melynél a hősugárzó nem és minden egyéb más elektromos berendezés üzemelt. Az így kapott értékek csak közelítőek, de a mintaszám sokasága miatt pontosnak tekinthetők. Az előzőek szerint pirossal van kiemelve az a terület, mely a fűtési szezonhoz tartozik, sárgával, amely nem. Itt már a kiszámolt napi átlagok láthatóak, melyet úgy kapunk, meg hogy a nem fűtési szezon olvasási időszakainak napi átlagából képezve egy átlagértéket, azt kivonjuk a fűtési szezon napi átlagértékéből. Így kapjuk meg az utolsó táblázat értékeit. Ezeknek az értékeknek az átlagát véve megkapunk egy napi átlagot, mely az egész mérési idő fűtési energia

felhasználásának az egy napra vetített átlaga. Ennek értéke: $E_f = 12,19 \left[\frac{kWh}{nap} \right]$. A

számított vagy a 8. ábra segítségével meghatározott fűtési határhőmérsékletet, és a 3. fejezetben található hőfokgyakorisági görbét felhasználva megállapítható, hogy a vizsgált lakás fűtési szezonjának hossza valamivel több, mint 200 nap. Az előző átlag értéket felszorozva megkapjuk az egy helyiség fűtési szezonban felhasznált energiáját:

$$E_f = 2438 \left[\frac{kWh}{a} \right] \cdot 9,29$$

Értékek rögzítésének dátuma	Rögzített mérő óra állások (kWh)	Olvasási időszakok átlaga (kWh)	Napi átlagok az időszakokra (kWh)	Fűtési szezon napi átlag-napi átlag (kWh)
2011.12.01	10009	115	12,78	4,08
2011.12.10	10124	139	13,90	5,20
2011.12.20	10263	65	9,29	0,59
2011.12.27	10328	101	33,67	24,97
2011.12.30	10429	148	13,45	4,75
2012.01.10	10577	154	15,40	6,70
2012.01.20	10731	217	21,70	13,00
2012.01.30	10948	393	35,73	27,03
2012.02.10	11341	390	39,00	30,30
2012.02.20	11731	242	24,20	15,50
2012.03.01	11973	191	21,22	12,52
2012.03.10	12164	104	10,40	1,70
2012.03.20	12268	83	8,30	
2012.03.30	12351	144	13,09	
2012.04.10	12495	94	9,40	
2012.04.20	12589	93	7,75	
2012.05.03	12682	52	7,43	
2012.05.10	12734	104	8,67	
2012.05.22	12838	78	8,67	
2012.05.31	12916	63	6,30	
2012.06.10	12979			

1. táblázat, Villamosenergia felhasználás mérésének eredményei

A zölddel jelzet mérési időszak átlagértéke azért olyan alacsony, mert ennél nem tartózkodtak otthon a lakók. Még a szürke értéke azért magas, mert szabadság miatt folyamatos volt az otthonlét, így nem volt megvalósítható a szakaszos üzemeltetés. Kaptunk ehhez hasonlóan máskor is ilyen magas átlag értéket, de azok időpontja egybeeset az alacsony külső hőmérsékletekkel.

A mért időtartam alatt a külső hőmérséklet átlaga: 3,73 °C. Ez az érték közelítőleg megegyezik az eddig tanultakkal. Az is érdekes megfigyelés lehet, hogy a külső napi átlag egyszer sem érte el az elmúlt évben a méretezési külső hőmérsékletet, igaz ezeket az értékeket Debrecen belvárosában mértük, ahol már a város hőszigetelő hatása érvényesül.

5. Termográf felvételek [1],[2]

Ezen fejezet témája hőkamerás felvételek kiértékelése, az azokból levonható következtetések, de előbb egy rövid elméleti áttekintés:

5.1 Hőkamerás felvételek elméleti háttere

A hőkamerás hőmérsékletmérés kontakt nélküli mérések közé tartozik. Így belátható, hogy a mérőműszer csak közvetve és nem közvetlen méri a mérendő tárgy hőmérsékletét, és ez a hőmérséklet minden esetben felületi hőmérséklet. Azaz a kamera csak az objektívhez legközelebb álló, külső réteg hőmérsékletét képes mérni, nem képes a belső szerkezetekét is. A mérés azon alapszik, hogy a testek elektromágneses sugárzást bocsátanak ki abszolút nulla fok felett. Ezeket a sugárzásokat besorolhatjuk a frekvenciájuk szerint, így kapjuk meg az elektromágneses spektrumot. Ebben a spektrumban a $750\mu m$ és az $1mm$ közötti sávban található az infravörös sugárzás. A kamera e tartomány $7-20\mu m$ közötti, úgynevezett hosszú hullámú sugárzást érzékeli. Ezen alapján számítja, és méri a felületi hőmérsékletet. A mérést a tárgy emissziós tényezőjének és a reflektált hőmérsékletnek (RTC) a függvényében végzi el. Sugárzás a felület emissziójának (ε), transzmissziójának (τ) és reflexiójának (ρ) a függvénye. E három érték összege mindig 1 értékre adódik. Így megkülönböztetünk:

- fekete test (ideális sugárzó): $\varepsilon = 1, \tau = 0, \rho = 0$
- ideális ablak: $\varepsilon = 0, \tau = 1, \rho = 0$
- ideális tükör: $\varepsilon = 0, \tau = 0, \rho = 1$

Kevés transzmisszív tulajdonságú anyag létezik, ilyen pl.: germánium.

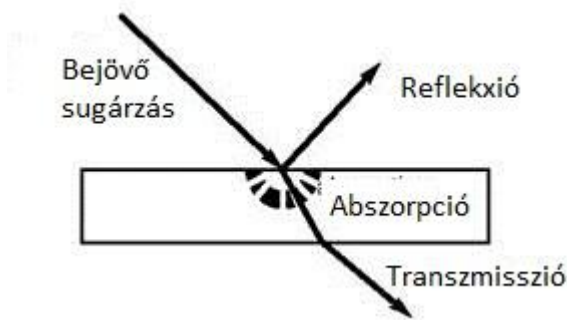
Így a következőkre egyszerűsödik a mérés:

$$\varepsilon + \tau + \rho = 1, ahol$$

$$\tau = 0, így$$

$$\varepsilon + \rho = 1$$

A magas és a közepes emissziós tulajdonságokkal rendelkező anyagok hőmérséklete jól mérhető, nem minden esetben szükséges az RTC beállítás. Ez sok esetben megegyezik a környezeti hőmérséklettel. Alacsony emisszió esetében elengedhetetlen az RTC kompenzáció, ilyenek a fémek, különösen a fényes felületre polírozottak.



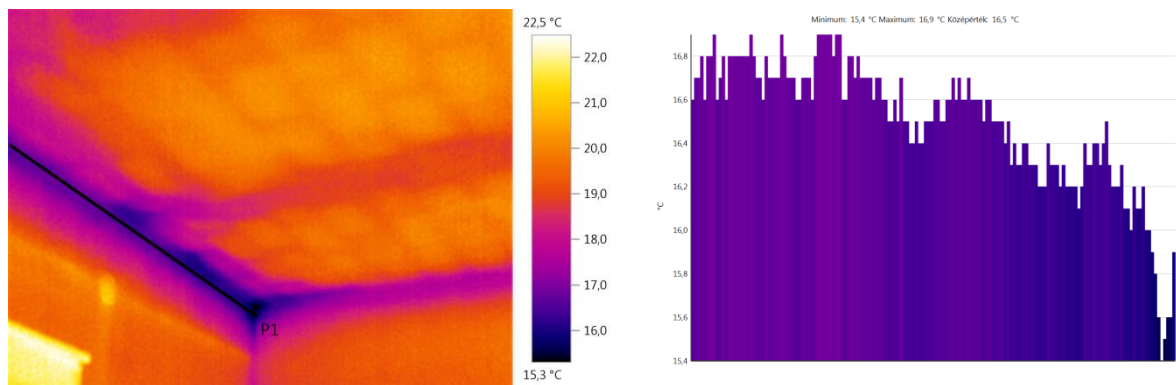
8. ábra, Transzmissziót, reflektiót és abszorpciót jelképező ábra(1)

Kirchoff törvénye szerint a test által elnyelt és kibocsátott sugárzás egymással mindig egyenlő.

5.2 Elkészített hőkamerás képek elemzése

Az elemzéshez falhasznált szoftver a IRSOFT volt.

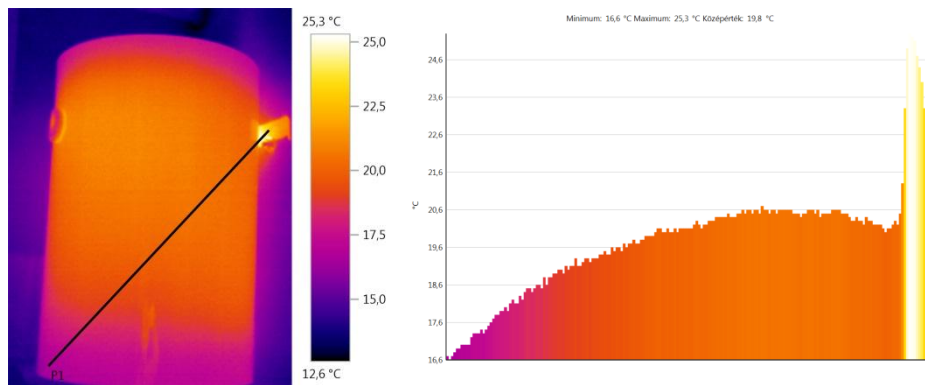
A belső térről:



9. ábra, Kiszoba külső fal-padlásfödém hőkamerás képe, és a hőhid hőmérsékletprofilja

A képen jól látható a csatlakozási él, és a körülötte lévő falazat felületi hőmérséklet különbsége. Többek között az ilyen csatlakozási éleket nevezzük hőhidaknak. Ezen esetek egyrészt előnytelenek hőtechnikailag, mivel ezen a ponton romlik a szerkezet hőellenálása, így nagyobbak lesznek a veszteségek. Másik hátránya pedig páratechnikai okokból van. A nagyobb veszteségek miatt kisebb lesz a fal felületi hőmérséklete, ahogyan az a hőkamerás képen, és a vonalmenti hőmérsékletprofilon is jól látható. A szerkezeten belüli hőmérsékletértékek is alacsonyabbak lesznek. Így e pontok kapilláris és felületi kondenzáció szempontjából fokozottan veszélyes helyek. Kondenzáció akkor

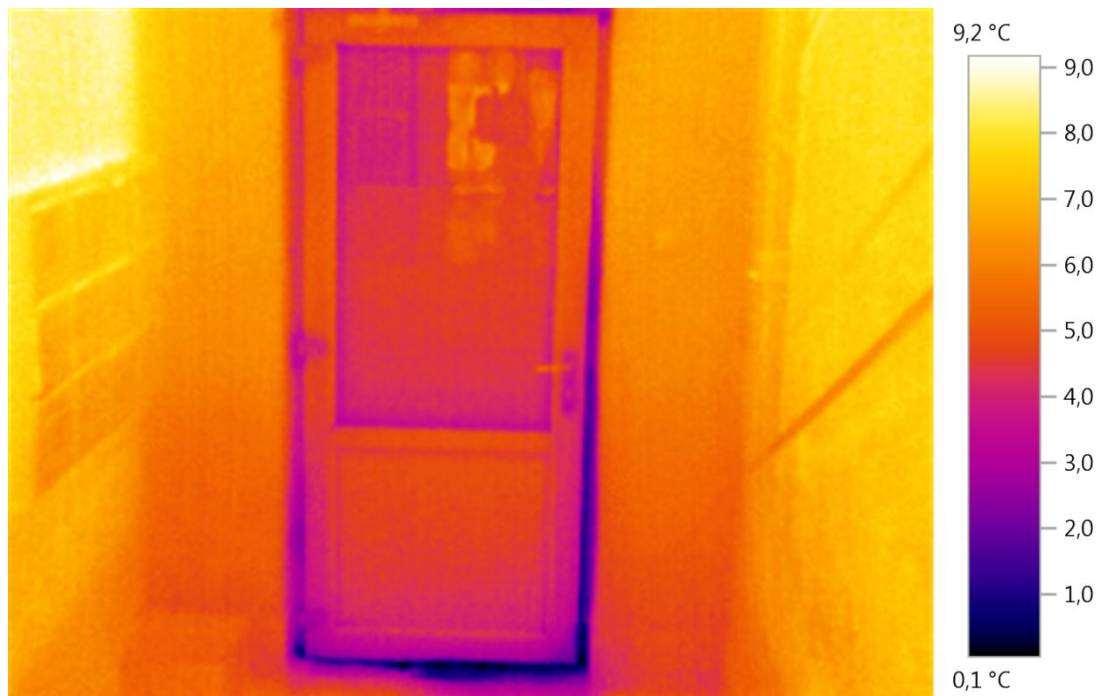
jön létre, ha a levegő hőmérséklete a harmatpont alá süllyed. A harmatponti hőmérséklet a levegő abszolút nedvességtartalmától függ.



10. ábra, Villanybojler hőkamerás képe, és annak hisztogramja

Fent egy villanybojler hőkamerás felvétele látható. Jól szemlélteti a tárolási veszteségeket. Megfigyelhető, a falhoz rögzítési ponton megnövekedett hőmérsékletérték. Ennél a pontnál nem figyeltek az anyagválasztásra.

A következőkben a lépcsőházi hátsó ajtót láthatjuk először belülről majd kívülről, mely korszerű műanyag tokozású és hőszigetelő üveggel van ellátva. Pontos paramétereiről nincs információ.



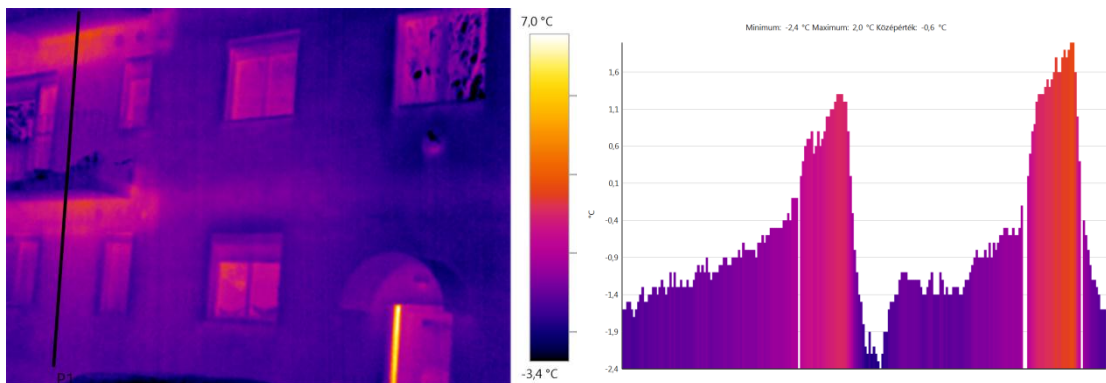
11. ábra, Hátsó lépcsőházi ajtó, belülről



12. ábra, Hátsó lépcsőházi ajtó, kívülről

Megfigyelhetők, főleg a belső felvételnél, a beépítési hibák. A keretszerkezet szinte teljesen körbe hőhidas, hőmérséklete eléri $0,1^{\circ}\text{C}$. A külső képen a meleg üvegfelület a szembetűnő.

A következő képen a hátsó homlokzat látható:



13. ábra, Hátsó homlokzati hőkamerás felvétel

A képen jól láthatóak a terasz alatti hőhidak, illetve a vonalmenti hőmérsékletekből is kitűnik azok magas értéke. Két terasz alatti rész látható, és két hőmérséklet kiugrás tapasztalható. Az is megfigyelhető a képen, hogy a felvétel közben nyitva hagytuk a hátsó lépcsőházi ajtót.

6. Légtömörség [3],[5]

Egy épületben, melyben a szellőztetés módja természetes jellegű -és lakóépületek esetében ez túlnyomó részt így van- a szellőzés a külső-belső hőmérséklet különbségből eredő nyomáskülönbség hatására vagy a szélhatás következtében jön létre. Azonos hatásoknak kitett épület esetében a kisebb mértékű légcseré a jobb légtömörségű épületnél jön létre. A légcserének a mérőszáma a légcsereszám melynek meghatározása: légcsereszám = „helyiségre vonatkoztatott viszonzszám, amely a helyiségbe 1 [h] alatt bevitt szellőző levegő és a helyiség térfogatának hányadosa.” [4] A légcsereszám mértékét gondosan meg kell választani, értéke se túl magas, se túl alacsony nem lehet. A túlzott légcseré felesleges energiafelhasználáshoz vezet. A túl alacsony légcserével pedig nem biztosítható a helyiség megfelelő légállapota, amely állagvédelmi és egészségügyi szempontból káros.

Légcsereszám meghatározására szolgáló összefüggés:
$$n = \frac{\dot{V}}{V_h} [h^{-1}]$$

Míg egy helyiség térfogatát annak geometriai méreteiből számítani lehet, addig a szellőző levegő mértékét, csak becsülni lehet vagy méréssel, vagy állapotfelméréssel. Ilyen típusú mérés a Blower Door-os mérés, más néven a légtömörség mérés.

6.1 Légtömörség mérés eredményeinek bemutatása

A mérést a kiemelt lakáson végeztük el, két állapotban:

1. nyílászárók a régiék
2. nyílászárók cserélve

6.1.1 Nyílászárók a régiék:

Az első elvégzett mérés körülményeinek és eredményének bemutatása:

Felújítás előtt a homlokzati nyílászárók kapcsolt gerébtokos fa ablakok, melyek a beépítésük óta cserélve nem voltak. A kor elvárásainak nem igazán megfelelő nyílászárókkal a következő eredményeket sikerült mérnünk:

Túlnyomás					
Nyomás - különbség (Pa)	Légtérfogat (m ³ /h)	Rés (cm ²)	Légcsereszám (h ⁻¹)	Légtérfogat/ határoló felület (m ³ /h/m ²)	Rés/ határoló felület (cm ² /m ²)
10	431,5	440,5	3,0	2,0	2,5
20	584,5	469,0	4,5	3,0	2,5
30	762,0	492,0	5,5	4,0	2,5
40	885,0	497,0	6,5	5,0	2,5
50	1039,5	509,5	7,5	5,5	2,5
Depresszió					
-10	526,5	571,0	4,0	3,0	3,0
-20	812,0	615,0	6,0	4,5	3,0
-30	994,0	634,0	7,0	5,5	3,5
-40	1184,0	657,5	8,5	6,0	3,5
-50	1369,0	674,0	10,0	7,5	3,5

2. táblázat, Felújítás előtt mért értékek

Mint ahogy az a táblázatból látszik igen magas értékeket kaptunk. Ezek az értékek extrém eseteket tükröznek, a fűtési idény átlagos légcsereszáma ettől eltérő. Az 50 Pa-os túlnyomásnál és depressziónál mért légcsereszám értékének az átlagának segítségével - melynek értéke $\bar{n}_{50} = 8,75h^{-1}$ - és az MSZ-EN 832 szabvány felhasználásával 3 légtömörségi szintbe sorolhatjuk az épületünket: alacsony, közepes és magas.

Légcsereszám	Többlakásos épület	Családi ház	Légtömörségi szint
[h-1], 50 Pa nyomáskülönbség mellett	kevesebb, mint 2	kevesebb, mint 2	magas
	2 és 5 között	4 és 10 között	közepes
	több, mint 5	több, mint 10	alacsony

3. táblázat, Légtömörségi szintek (2)

A lakás, melyben a mérést elvégeztük többlakásos épületek közé soroljuk, az átlagos légcseres számot pedig az előzőekben már megállapítottuk. Így a mérési eredmény értelmében a lakás „alacsony” légtömörségi osztályba tartozik. Ennek az információnak a birtokában a következő táblázat segítségével meghatározhatjuk a fűtési idény átlagos légcsereszámát:

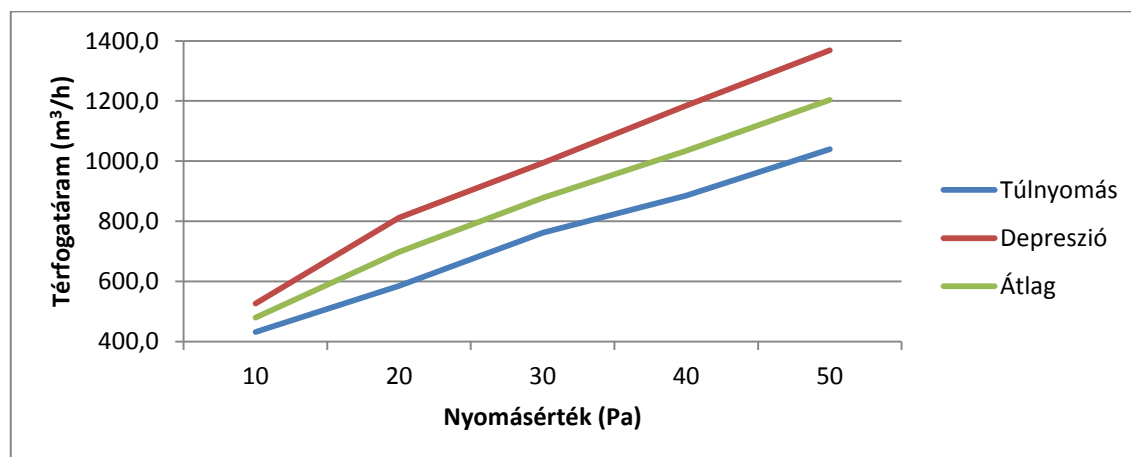
Szélvédelettségi fokozat	Egynél több szélhatásnak kitett homlokzat			Egy szélhatásnak kitett homlokzat		
	Az épület légtömörsege			Az épület légtömörsege		
	Alacsony	Közepes	Magas	Alacsony	Közepes	Magas
Nincs védelem	1,2	0,7	0,5	1	0,6	0,5
Közepes védelem	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
Erős védelem	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

4. táblázat, Légcsereszám mértéke cellás épületeknél (3)

Az épületünk az „egy szélhatásnak kitett homlokzat” kategóriába sorolható, alacsony a légtömörsegi szint, és nincs védelem a közelében. Ezek miatt, a létrejövő légcsereszám mértéke: $\bar{n}_{f,i} = 1h^{-1}$. Az MSZ-04-140/3 szerint, ha egyéb előírás nem szabályozza, lakóépületekre $n_{min} = 0,5h^{-1}$ kell elvégezni a méretezést. A két érték közti különbség miatt a méretezési állapotban a fűtési többletteljesítmény igény egy $130m^3$ légtérfogatú épület esetében, amely $50 m^2$ alapterületű és $2,7 m$ belmagasságú - ha a külső méretezési hőmérséklet $-15^\circ C$ és az átlagos belső méretezési hőmérséklet $20,41^\circ C$ - a következő:

$$\dot{Q}_{többlet} = 0,35 \cdot (n_{tényleges} - n_{min}) \cdot V_h \cdot (t_i - t_e) = 0,35 \cdot (1 - 0,5) \cdot 130 \cdot 35,41 = 806W$$

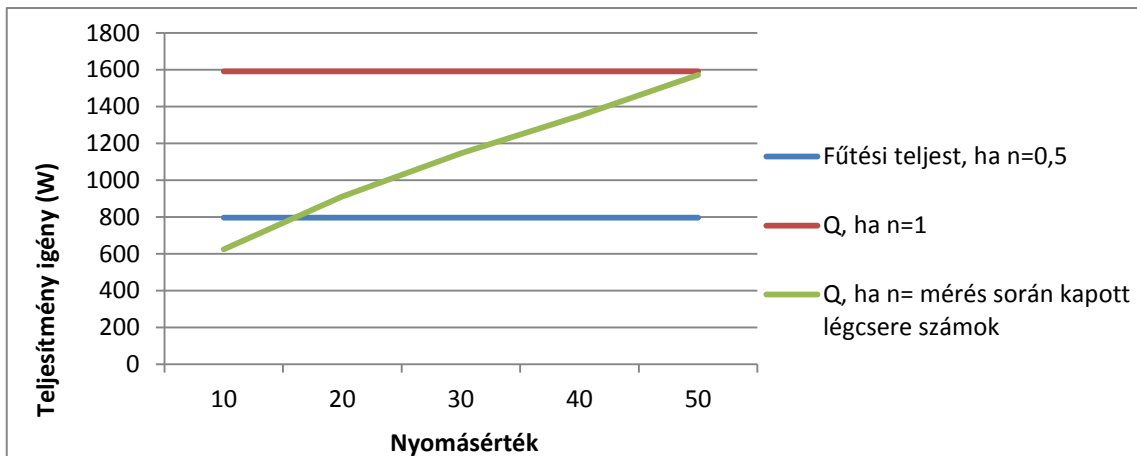
$$\dot{q}_{többlet} = 16,12 \frac{W}{m^2}$$



14. ábra, Túlnyomás - térfogatáram kapcsolatot szemléltető diagram

A fenti diagramból kitűnik, hogy a nyomáskülönbség növekedés, és a hatására létrejövő térfogatáram növekedés között közel lineáris kapcsolat áll fent. A depresszió során mért értékek magasabbak voltak a túlnyomásénál, ami azzal magyarázható, hogy még túlnyomás során a kialakult nyomáskülönbség a nyílászáró szerkezeteket a keretszerkezetnek szorítják, addig depresszió során a nyomáskülönbség pont az

ellenkező hatást fejt ki. A fenti térfogatáramok a táblázatban közölt légcsereszámot hozzák létre. Az előzőekben megállapítottuk, hogy még ezek a légcsereszámok, csak szélsőséges esetekben állnak fent, addig 1-0,5 közötti értékek azok a fűtési idényre vetített átlagos légcsereszámok. Következőekben egy olyan diagramot mutatok be, melyben $\bar{n}_{f,i,1} = 0,5 [h^{-1}]$, $\bar{n}_{f,i,2} = 1 [h^{-1}]$ és $n_{f,3} = f(\Delta p) [h^{-1}]$ légcsereszámokhoz tartozó fűtési teljesítményigényt ábrázolom:



15. ábra, Különböző légcsereszámok és a szellőzési teljesítmény igény a méretezési állapotban

A $\bar{n}_{f,i,1} = 0,5 [h^{-1}]$, $\bar{n}_{f,i,2} = 1 [h^{-1}]$ légcsereszám mértékénél a teljesítmény igényt a méretezési külső hőmérséklettel vettem számításba, mivel ezek a légcsereszám mértékek átlag értékek. A $n_{f,3} = f(\Delta p) [h^{-1}]$ légcsereszámnál a fűtési szezon átlag külső hőmérsékletét vettem figyelembe, melyet az előzőekben meghatároztunk.

6.1.2 Nyílászárók cserélve

A nyílászárókat Roplasto 7001 PVC típusú nyílászárókra cserélték ki, melyek 6 kamrás műanyag keretszerkezettel, E-LOW felületbevonattal és argon gáztöltetű üvegezéssel vannak ellátva, melyekből 2db-al rendelkezik. Az erkélyajtó ugyanilyen tulajdonságokkal bír. A bejárati ajtót annak jó állapota miatt és, hogy társasház révén az a lépcsőház felé nyílik nem cserélték. A mérést kétszer végeztük el:

1. A szellőző nyílások nem voltak letakarva
2. A szellőző nyílások letakarva

A szellőző nyílások elhelyezkedése a következő: egy található a konyhában, kettő pedig a mosókonyhában. A mosókonyhában lévő nyílások közül az egyik mind a két mérés

során letakart állapotban volt. A konyhában ezen kívül még egy páraelszívó berendezés is helyet kapott. A mosókonyhában, mely egy légteret képez a fürdővel azért van szükség elvezető nyílásra, hogy az ott fejlődő többlet nedvesség elvezetése révén elkerüljék a felületi és kapiláris kondenzációt. A darabszám pedig a későbbiekben tervbe vett gépi szellőztetés miatt szükséges (befűvő - kidobó nyílás). A konyhában a fokozott légtömörségű nyílászárók, és az „A” kategóriás készülék miatt volt szükség a szellőző nyílásra. „A” kategóriás készülék: Az égéshez szükséges levegőt helyiségből veszi és az égéstermék a helyiségbe vezeti vissza. A mérési eredmények a következők:

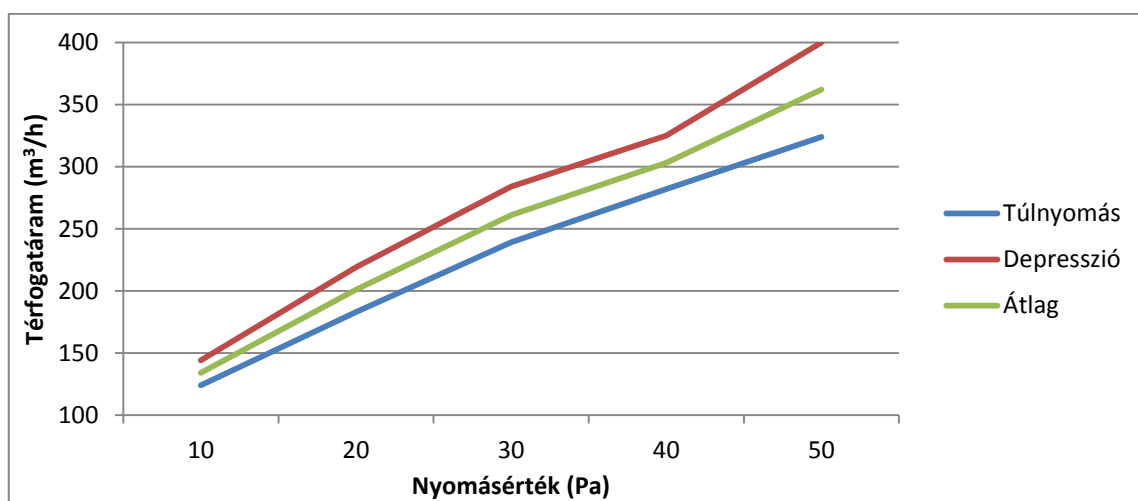
Túlnyomás					
Nyomás - különbség (Pa)	Légtérfogat (m ³ /h)	Rés (cm ²)	Légcserezszám (h ⁻¹)	Légtérfogat/határoló felület (m ³ /h/m ²)	Rés/határoló felület (cm ² /m ²)
5	212	343	1,75	1,25	1,9
10	303	329	2,35	1,7	1,85
15	380	345	3	2,15	1,9
20	412	315	3,2	2,3	1,7
30	512	319	3,95	2,8	1,75
40	585	333	4,6	3,25	1,8
50	672	334	5,2	3,7	1,8
Depresszió					
-5	218	355	1,7	1,25	2
-10	355	394	2,8	2	2,15
-15	447	409	3,5	2,5	2,2
-20	611	483	4,75	3,4	2,6
-30	766	491	5,9	4,25	2,7
-40	887	495	6,85	4,9	2,7
-50	1000	501	7,8	5,6	2,75

5. táblázat, Légtömörségmérés eredményi, nyitott szellőző nyílások

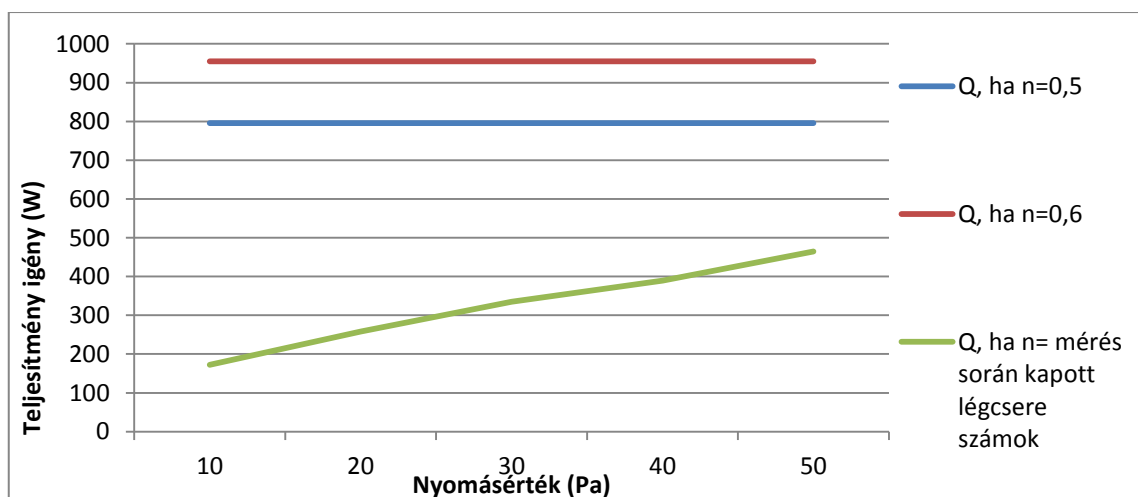
Túlnyomás					
Nyomás - különbség (Pa)	Légtérfogat (m ³ /h)	Rés (cm ²)	Légcserezszám (h ⁻¹)	Légtérfogat/határoló felület (m ³ /h/m ²)	Rés/határoló felület (cm ² /m ²)
10	124,0	139	1,00	0,70	0,75
20	183,0	147	1,45	1,05	0,80
30	239,0	152	1,85	1,30	0,80
40	282,0	156	2,20	1,55	0,85
50	324,0	161	2,50	1,80	0,90
Depresszió					
-10	144	162	1,15	0,80	0,90
-20	219	173	1,75	1,25	1,00
-30	284	184	2,25	1,60	1,00
-40	325	193	2,70	1,95	1,05
-50	400	199	3,10	2,20	1,10

6. táblázat Légtömörség mérés eredményi, zárt szellőző nyílások

Itt is a fentebb ismertetett módszert elvégezve megállapíthatjuk a fűtési idény átlagos légcsereszámát, mely nyitott nyílások mellett $\bar{n}_{f,i,ny} = 1[h^{-1}]$ értéket vesz fel. Ugyanakkora értéket, mint az eredeti nyílászáróval, viszont látszik, hogy a különböző nyomásértékekhez lényegesen kisebb térfogatáramok, emiatt kisebb légcseré számok tartoznak. Zárt nyílások mellett az $\bar{n}_{50,Z} = 2,8[h^{-1}]$, így az épület közepes légtömörségi osztályba sorolható. A 6. táblázatot felhasználva megállapíthatjuk, hogy $\bar{n}_{f,i,Z} = 0,6[h^{-1}]$. Ez közel azonos mértékű az MSZ 04-140/3 által közölt minimális értékkel, így közel a minimális szellőzési veszteséget értük el a felújítással, amit természetes szellőzéssel el lehet érni.



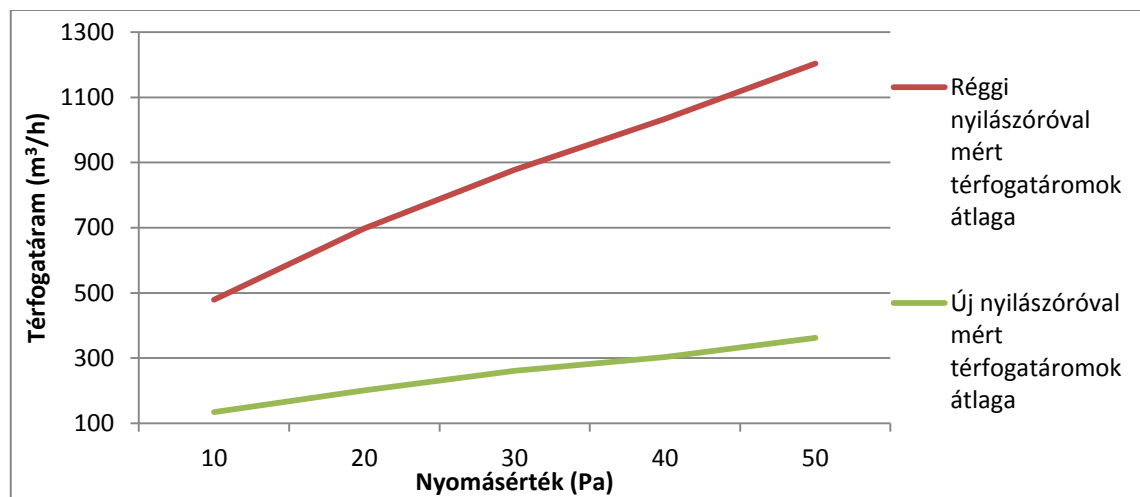
16. ábra, Túlnyomás - térfogatáram kapcsolatot szemléltető diagram, zárt szellőző nyílások



17. ábra, Különböző légcsereszámok és a szellőzési teljesítmény igény a méretezési állapotban, zárt nyílások

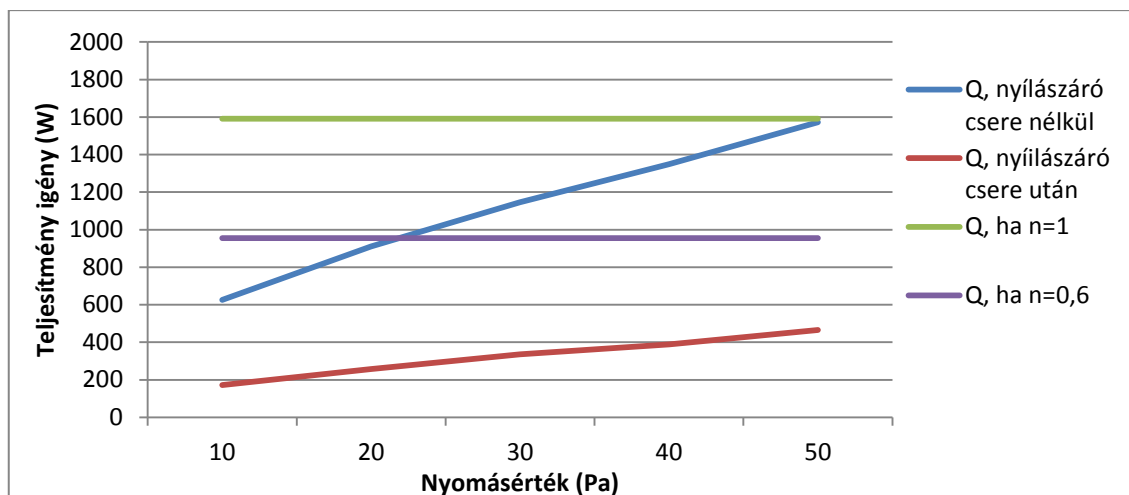
6.2 A felújítás előtti és utáni állapot összehasonlítása

A zárt szellőző nyílások mellett mért értékek kiemelése a nyitotthoz képest azért szükséges, mert bár valószínűleg nem az egész fűtési idénybe, de a nagy hidegekben minden bizonnyal a fűtési költségek csökkentése érdekében ezek a nyílások zárt állapotban lesznek. Ezen elgondolás miatt a következőkben, csak a zárt állapotot és a felújítás előtti fogom összehasonlítani, próbálva levonni azokat az eredményeket, melyeket a nyílászáró cseréje eredményezett.



18. ábra, Túlnyomás – térfogatáram kapcsolatot szemléltető diagram, felújítás előtti és utáni állapot, átlag értékekkel

A diagramból látható, hogy a térfogatáram mértékében lényeges javulást eredményezett a nyílászáró csere az eredeti állapothoz képest. Átlagosan 1/3,5-ére csökkent, ami a légcsereszám azonos mértékű csökkenéséhez vezetett. Ennek következtében a szellőzési veszteség fedezésére fordított energia is ilyen mértékben csökkent. A következőkben az épület szellőzési veszteségeinek fedezésére szolgáló fűtési hőteljesítmény nagyságát ábrázolom a nyomásváltozások függvényében. A teljesítmények számításához a mért térfogatáramokat és számított térfogatáramokat használok fel.



19. ábra Különböző légcsereszámok és a szellőzési teljesítmény igény a méretezési állapotban

Esetek	Eredmények							
	Átlagos légcsereszám $[h^{-1}]$	Légtömörségi fokozat	$\dot{Q}_{szell}$ $[W]$	$\dot{Q}_f$ $[W]$	Kiindulási állapothoz viszonyított teljesítmény megtakarítás %-osan	q_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	q_f megtakarítás $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	q_f megtakarítás %-osan
Nyílászáró csere előtt	8,75	Alacsony	1592	5425		11203		
Nyílászáró csere után, nyitott szellőzők	6,5	Alacsony	1592	5425	0%	11203	-	-
Nyílászáró csere előtt, zárt szellőzők	2,8	Közepes	955	4527	16,55%	9425	1778	15,87

7. táblázat, A légtömörségmérés eredményeinek összefoglaló táblázata.

Az előző oldali táblázatot felhasználva érdekes megállapítást lehet tenni: míg a mérés szerint az ablakcsere utáni állapot nyitott szellőző nyílások esetében javulást hozott az eredeti állapothoz képest a légcsereszámra nézve, addig a mérés értékeinek a felhasználásával megállapított átlagos fűtési légcsereszám mértékére nem. Így a szellőzési veszteségek fedezéséhez szükséges teljesítmény és energia igény nem hozott javulást. A zárt szellőző nyílások esetében viszont, már a mérés értékeinek a felhasználásával megállapított átlagos fűtési légcsereszámmal számolva is 16,55 %-os fűtési teljesítmény igény, és 15,78 % éves fűtési energiaigény takarítható meg. Ezeknél az értékeknél viszont, már a nyílászáró hőátbocsátási tényezőjének a hatása is szerepel.

7. Lakásfelújítási javaslatok [5][6]

Ebben a fejezetben a lakásra nézve különböző felújítási javaslatokat vizsgállok meg először a fűtési teljesítmény igényre, majd a felhasznált energiára gyakorolt hatásait vizsgálva. Legvégén pedig megtérülési időt számítva megvizsgálom gazdasági szempontból is az egyes felújításokat. Ahogyan az már említve volt a felújításokat a lakástulajdonosok szemszögéből két alapvető csoportba oszthatjuk:

1. felújítási munkálatokhoz az egész lakóközösség beleegyezése és anyagi hozzájárulása szükséges
2. egyes felújítási munkálatok elvégzése a lakóközösségtől független, csak a lakás tulajdonosától, bérletjétől függ.

7.1 Lakástulajdonostól függő felújítások

A lakástulajdonostól a nyílászárók cseréje, a padlásfödém szigetelése, a fűtési rendszer, és a HMV termelés lakáson belüli felújítása, esetleg a fűtött és fűtetlen terek közti falak szigetelése függ. Az utóbbit nem vizsgáltam, mivel alkalmazása a hasznos alapterületből venne ki, mely ilyen lakások esetében egyébként sem túl nagy, és a belsőoldali szigetelés alkalmazásával a hőtároló tömeg elvész.

Így a vizsgálatom tárgya ebben az esetben a padlásfödém szigetelése és a nyílászárók cseréje külön-külön majd együttessen, de előbb nézzük meg a hőátbocsátási tényezők javítás előtti és utáni értékeit:

Padlásfödém hőátbocsátási tényezője: $U_{p,f} = 1,6 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

A padlásfödém utólagos szigetelése Austrotherm AT-N30 gyártmányú, expandált polisztorolhab szigetelőelemmel történik. A szigetelés célja, hogy a padlásfödém

hőátbocsátási tényezője $U_{p,f,t} = 0,30 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ értéket elérje:

$$\lambda'_{N30} = \frac{\lambda_0 \cdot (1 + \kappa) \cdot V_{SZ} + \lambda_v \cdot V_v}{V_{SZ} + V_v} = \frac{0,046 \cdot (1 + 0,42) \cdot 0,9998626 + 58,1 \cdot 1,374 \cdot 10^{-4}}{1} = 0,07329 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$d_{szig} = \lambda_{szig} \left(\frac{1}{U_{p,f,t}} - \frac{1}{U_{p,f}} \right) = 0,07329 \cdot \left(\frac{1}{0,3} - \frac{1}{1,6} \right) = 19,85 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Tényleges hőátbocsátási tényező értéke, a 20 cm szigetelés esetén:

$$U'_{p,f} = \frac{1}{\frac{1}{U_{p,f}} + \frac{0,2}{0,07329}} = 0,2982 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Nyílászárók:

Megnevezés	Hőátbocsátási-tényező $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$		Üvegezési arány	Össz. sugárzás át-bocsátás:	
	Eredeti	Cserélt		Eredeti	Cserélt
Bejárati ajtó	2	2	-	-	-
Ablak	2,2	1,2	0,8	0,75	0,65
Teraszajtó	2,2	1,2	0,8	0,75	0,65

8. táblázat, Nyílászáróadatok, csere előtt és után

A határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezőire vonatkozó követelmények:

Határoló- és nyílászáró szerkezet megnevezése:	A hőátbocsátási tényező követelményértéke $U(W/m^2 \cdot K)$	A hőátbocsátási tényező rétegtervi értéke $U(W/m^2 \cdot K)$	
Külső fal	0,45	1,45	Nem felel-meg
Padlásfödém	0,3	1,6	Nem felel-meg
Homlokzati üvegezet nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,6	2,2	Nem felel-meg
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közti ajtó	1,8	2	Nem felel-meg
Fűtött és fűtetlen terek közti fal	0,5	1,45	Nem felel-meg
Szomszédos fűtött épületek közti fal	1,5	1,45	Megfelel

9. táblázat, Eredeti szerkezetek hőátbocsátási tényezői és követelmény értékei

A fenti táblázatból kitűnik, hogy egy az 1960-as években épített társasház a mai követelményszintektől mennyire elmarad a határoló szerkezetek hőátbocsátási tényezőiben. A következő táblázatban azokat az eseteket vizsgálom meg, ahol a határoló szerkezeteket javítottam:

Állapot	$\dot{Q}_f$ [W]	$\dot{Q}_f$ csökkenés [W]	$\dot{Q}_f$ csökkenés %-osan	Q_f [$\frac{kWh}{a}$]	Q_f csökkenése [$\frac{kWh}{a}$]	Q_f csökkenése %-osan
Alap eset	5425			11203		
Ablak csere	4527	898	16,55	9425	1778	15,87
Padlásfödém szigetelés	3943	1482	27,32	6970	4233	37,78
Ablakcsere és padlásfödém szigetelés	3044	2381	43,89	5174	6029	53,82

10. táblázat, Határoló szerkezetek felújításának hatása a fűtési teljesítmény és éves energia igényre

A fenti táblázatban a fűtési hőszükséglet, és az éves fűtési energiaigény kapott helyet. Ahogyan az már említve volt a 4 szintes társasház legfelső emeletén elhelyezkedő lakásról van szó, melynek egy külső oldalfala van, viszont felső födémje teljes mértékben fűtetlen térrel, padlástérrel határolt, így a födém szigetelés jótékony hatása nagyobb mértékben érvényesül, mint a nyílászárók cseréjének hatása. Az energiafelhasználáson túl, ezeknek a beruházásoknak komfortot növelő hatásuk is van. A szigetelés miatt a határoló szerkezetek belsőoldali hőmérséklete magasabb lesz, és mint az ismeretes az aszimmetrikus hőszugárzás károsan hat az ember komfort érzetére, viszont a megemelkedett értékek miatt egy egyenletesebb hőmérséklet eloszlás jön létre. Ezeknek az emelt felületi hőmérsékleteknek köszönhetően kisebb léghőmérséklet tartható azonos operatív hőmérséklet érték eléréséhez, ami kisebb szellőzési veszteségeket eredményez. Operatív hőmérséklet: Ez az a hőmérséklet érték, amit egy

egyén a zárt térben érez: $t_{op} = \frac{\alpha_k \cdot t_l + \alpha_s \cdot t_{ks}}{\alpha_k + \alpha_s}$, ahol

t_l - levegő hőmérséklet

t_{ks} - közepes sugárzási hőmérséklet

α_l - levegő hőátadási tényező

α_s - sugárzási hőátadási tényező

Az előzőekben a határoló szerkezetek felújításának hatását vizsgáltuk gépészet nélkül. Most minden egyes esethez próbáltam hozzávenni azokat a gépészeti felújításokat, melyek egy többlakásos épület egyetlen lakásának felújításánál szóba jöhetnek és konvekciós fűtések.

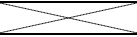
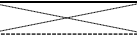
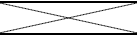
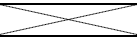
Következőekben használt utalások a táblázat adataira a következőképpen történik:

A.1 → Betűjel az esetet jelenti, a szám a lenti gépészetek valamelyikét.

A → A eset (esetek a táblázatban megtalálhatóak)

Esetek rövidítése	Rövidítések jelentése		
	Határoló szerkezet	+	Gépészet
A.1	Határoló szerkezet eredeti	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
A.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
A.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
A.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
A.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
B.1	Nyílászáró csere	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
B.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
B.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
B.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
B.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
C.1	Padlásfödém szigetelés	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
C.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
C.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
C.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
C.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
D.1	Nyílászáró csere+ Padlásfödém szigetelés	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
D.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
D.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
D.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
D.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással

11. táblázat, Lakóközösségtől független felújítási esetek és a vizsgált gépészeteket magyarázó táblázat

Állapot	q_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \bullet a} \right]$	E_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \bullet a} \right]$	E_{HMV} $\left[\frac{kWh}{m^2 \bullet a} \right]$	E_P $\left[\frac{kWh}{m^2 \bullet a} \right]$	Osztályozás		E_P csökke- nés %-osan	E_P %-osan A.1 esethez viszo- nyítva
					%-osan	Kapott betűjel		
A, eset: Határoló szerkezet az eredeti								
1. gépészet	224,06	321	90	411	179	F		
2. gépészet		321	70	391	170	F	4,62	4,62
3. gépészet		278	42	320	139	E	22,14	22,14
4. gépészet		238	70	308	134	E	25,06	25,06
5. gépészet		238	41	279	121	E	32,12	32,12
B, eset: Nyílászáró csere								
1. gépészet	188,5	272	90	362	157	F		11,92
2. gépészet		272	70	342	149	E	5,52	16,79
3. gépészet		237	42	279	122	E	22,93	32,12
4. gépészet		202	70	272	118	D	24,86	33,82
5. gépészet		202	41	243	106	D	32,87	40,76
C, eset: Padlásfödém szigetelés								
1. gépészet	139,4	203	90	293	127	E		28,71
2. gépészet		203	70	273	119	D	6,83	33,58
3. gépészet		181	42	224	97	C	23,55	45,50
4. gépészet		152	70	223	97	C	23,89	45,74
5. gépészet		152	41	193	84	B	34,13	46,96
D, eset: Padlásfödém szigetelés + Nyílászáró csere								
1. gépészet	104	153	90	243	105	D		40,86
2. gépészet		153	70	223	97	C	8,23	45,74
3. gépészet		140	42	183	79	B	24,69	55,47
4. gépészet		116	70	186	81	B	23,46	54,74
5. gépészet		116	41	157	68	A	35,39	61,80

12. táblázat, Az egyes felújításokhoz, különböző hő- és HMV termelőt alkalmazva

((esetek magyarázatát lásd a 26. oldalon))

A fenti táblázat eredményeinek bemutatása:

A következőkben az egyes számítások táblázatos bemutatása után csak a legfontosabb eredményeket vizsgálom meg, mivel a dolgozat terjedelme nem enged minden egyes esetet részletesen vizsgálni. A lakás alapesetben (A.1 eset) F minősítést kap 179% -al.

Az összesített energetikai jellemző $411 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$, ami egy fajlagos érték, mégpedig az

alapterületre vetítve, és egy éves energiafelhasználást jelent, melybe beletartozik esetünkben a fűtési és a HMV termelő rendszer fogyasztása, hatásfoka és önfogyasztása. Megvizsgálva az A.2 esetet érdekes megállapítás, hogy az összesített energetikai jellemzőben közel 5 %-os csökkenéshez vezetett az, hogy nappali áram helyett éjszakai áramot használunk. Ez fenntartási költségben minden bizonnyal

megmutatkozik, de az energia felhasználás emiatt nem csökken. Ebben az esetben jól megmutatkozik, hogy a rendelet által elvégzett számítás szerint az egyes energiaszempontok nem egyaránt értékesek. Az A.3-as és az A.4 -es esetek között primerenergia felhasználás szempontjából lényeges különbség nincs, viszont beruházási költség szempontjából van, de ezt a későbbiekben tárgyalom. Az A.5-ös eset hozta a legnagyobb primer energia megtakarítást az A esetek közül, mégpedig éves szinten, fajlagosan $132 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$, ami 32,12%-ot jelent. Itt megfigyelhető az, hogy az előző három esetről, ha betűjellel értékeltük a lakás energiafelhasználást, akkor az az egyes esetek közti különbséget nem tükrözte. Az egyes betűjelekhez tartozó %-ok közti intervallum annál nagyobb, minél rosszabb az energetikai besorolás, így rossz épületek esetében már lényeges kérdés lehet, hogy az a betű milyen %-okat is takar, jelen esetben az eltérés 10% körüli. Mivel ezek %-os értékek, a „jó” kategóriáknál ezeknek az intervallumoknak a felső és alsó maximuma között nem nagy energiafelhasználás különbség van.

A többi esetet megvizsgálva látható, hogy ugyanaz a gépészet csökkenő fűtési nettó hőenergia igény mellett egyre inkább nagyobb mértékű energia megtakarításhoz vezet. Az is egy igen fontos megállapítás lehet, hogy, ha a fűtési nettó hőenergia igény csökken, a HMV termelés módja egyre inkább előtérbe kerül, és az, egyre nagyobb súllyal szerepelteti magát az energetikai besorolásban, és ténylegesen is egyre nagyobb hányadot tesz ki az energiafelhasználásból. Míg a fűtési, hűtési energia igényt közel nulla értékre tudjuk csökkenteni, addig a melegvíztermelésnek a mai technológiák mellett lesz egy minimuma. Egyetlen megoldás, ha az energiafelhasználást közel nullaértékűre szeretnénk csökkenteni, hogy valamilyen megújulót alkalmazunk. Passzívházak esetében a tanúsítvány megkapásához az egyik feltétel, hogy az éves

energiafelhasználás $\leq 15 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$ (másik kettő feltétel: $n_{50} \leq 0,6 [h^{-1}]$,

$U_{k.f} = 0,15 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$). Kondenzációs gázkazánnal, előnykapcsolást alkalmazva csak a

HMV termelés energiaigénye fajlagosan: $41 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$. Így könnyen belátható az

előzőekben tett megállapítás helyessége.

A következőkben az egyes esetekhez tartozó energiamegtakarítás mértéke, forintosított értéke látható.

A táblázat értékeinek a meghatározásánál felhasznált számítások, adatok bemutatása:

Kiinduló adat: $E_p \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$

Összesített energetikai jellemző csökkenés(megtakarított energia):

- Fajlagosan: $\Delta E_{p,i} = E_p - E_{p,i} \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$
- Összesen: $\Delta \tilde{E}_{p,i} = \Delta E_{p,i} \cdot A \left[\frac{kWh}{a} \right]$

A kWh értéket MJ-ra átszámítva: $\tilde{E}_{p,i}, \quad 1MJ = 1kWh \cdot \frac{3600}{1000}$

Ezt m^3 -re vonatkoztatott földgázban kifejezve:

- Földgáz fűtőértéke: $H_{a,H} = 34,66 \left[\frac{MJ}{m^3} \right]$
- Átváltás menete: $V = \frac{\tilde{E}_{p,i}}{H_{a,H}} \left[m^3 \right]$

Forintban kifejezve a megtakarítás:

- Földgáz egységára: $p: 1MJ = 3,101 \text{ ft}$
- Számítás elvégzése: $I = V \cdot p$, ahol I a megtakarítás

A következő táblázatban az egyes esetek összesített energetikai jellemzője, értékének csökkenése először fajlagosan, majd a lakás alapterületével felszorozva látható. Ezt az energiamegtakarítást, amely kWh-ban van megadva MJ-ra átszámítottam a fentebb közölt módszerrel. Erre azért volt szükség, mert a megtakarítás mértékét egy könnyen kezelhető formába akartam hozni, melyből annak tényleges mértéke szembetűnő. Ezeket figyelembe véve a választásom a földgázra esett, melyet m^3 -ben fejeztem ki. A földgáz szolgáltató pedig a földgáz fűtőértékét $H_{a,H} \left[\frac{MJ}{m^3} \right]$ formában közli, és az egységárat is a fűtőértékre vetítve adja meg. Így már kiszámolható volt a megtakarítás éves mértéke forintban kifejezve. Megvizsgálva a 13. táblázatot látható, hogy a megtakarított energia és a megtakarított fenntartási költség e számítás szerint egyenes arányosságban van. Így, ha csak a megtakarítás mértékét és a megtakarított energiát vennénk számításba, akkor egyértelműen a D.5 eset lenne a legkedvezőbb. Mint ahogyan azt előzőekben láthattuk, itt az energiamegtakarítás 61,8%-os az alapesethez képest, ami már igen jelentősnek mondható.

Állapot	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p csökkenés (A.1 esethez képest)		E_p csökkenés átszámítása MJ-ba	Az előző adat földgázban kifejezve m ³ -ben	Megtakarítás évente
		Fajlagosan $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	Összesen $\left[\frac{kWh}{a} \right]$			
A, eset: Határoló szerkezet az eredeti						
1. gépészet	411					
2. gépészet	392	19	950	3420	99	10 605 Ft
3. gépészet	320	91	4550	16380	473	50 794 Ft
4. gépészet	308	103	5150	18540	535	57 493 Ft
5. gépészet	279	132	6600	23760	686	73 680 Ft
B, eset: Nyílászáró csere						
1. gépészet	362	49	2450	8820	254	27 351 Ft
2. gépészet	342	69	3450	12420	358	38 514 Ft
3. gépészet	279	132	6600	23760	686	73 680 Ft
4. gépészet	272	139	6950	25020	722	77 587 Ft
5. gépészet	243	168	8400	30240	872	93 774 Ft
C eset: Padlásfödém szigetelés						
1. gépészet	293	118	5900	21240	613	65 865 Ft
2. gépészet	273	138	6900	24840	717	77 029 Ft
3. gépészet	224	187	9350	33660	971	104 380 Ft
4. gépészet	223	188	9400	33840	976	104 938 Ft
5. gépészet	193	218	10900	39240	1132	121 683 Ft
D, eset: Padlásfödém szigetelés + Nyílászáró csere						
1. gépészet	243	168	8400	30240	872	93 774 Ft
2. gépészet	223	188	9400	33840	976	104 938 Ft
3. gépészet	183	228	11400	41040	1184	127 265 Ft
4. gépészet	186	225	11250	40500	1168	125 591 Ft
5. gépészet	157	254	12700	45720	1319	141 778 Ft

13. táblázat, Egyes esetekkel megtakarítható energia, földgáz és fenntartási költség
(esetek magyarázatát lásd a 26. oldalon)

Egy beruházásnál viszont az egyik legfontosabb vagy talán a legfontosabb szempont a beruházási költség, majd annak megtérülési ideje, ha egyáltalán megtérül. Ezeket vizsgáljuk meg a következő táblázatban.

Számításhoz felhasznált adatok: A beruházási költség számításához egyrészt a rendelkezésemre álló, a lakás felújításához kért árajánlatok, másrészt kivitelezőtől megkérdezett, a költségvetési programból kinézett adatokkal dolgoztam. Az árajánlatok fénymásolata a mellékletek között megtalálható, melyek a nyílászárók cseréjét és fűtési rendszer felújítását tartalmazzák egy alacsony hőmérsékletű kombi kazánnal, ehhez hozzájön a lakáson belüli gázhálózat átalakítási költségei. A többi gépészetet ezen árajánlat segítségével dolgoztam ki. Az éjszaki áramra történő átváltásnak 50000ft-os beruházási költséget számoltam fel.

Padlásfödém szigetelése során pedig a következő fajlagos értékekkel számoltam:

- Anyagár: 5009ft/m²

- Munkadíj: 684ft/m²

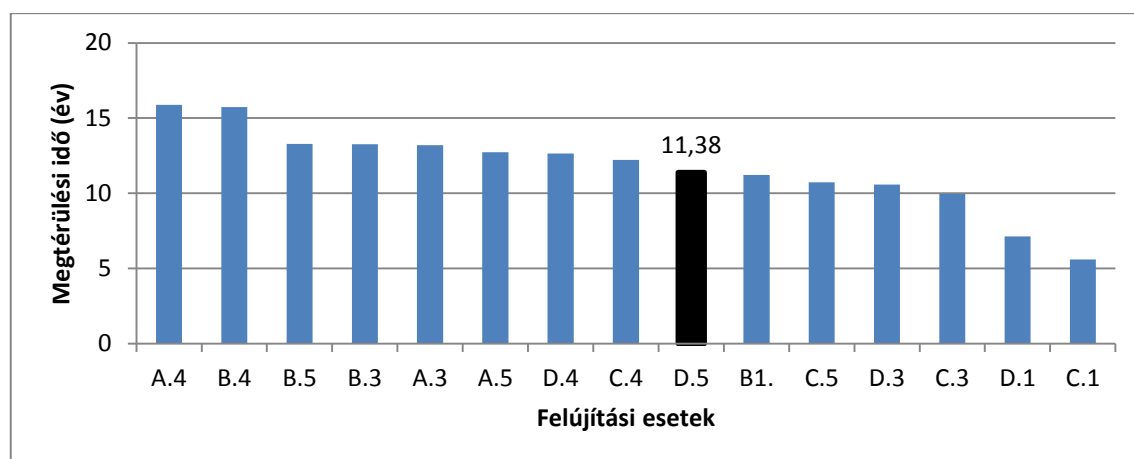
Állapot	Beruházási költség			Forintonként megtakarítható energia $\left[\frac{kJ}{ft} \right]$	Megtérülési idő évben
	Határoló szerkezeté	Gépészeté	Összesen		
A, eset: Határoló szerkezet az eredeti					
1. gépészet					
2. gépészet		50 000 Ft	50 000 Ft	68,4	4,7
3. gépészet		671 000 Ft	671 000 Ft	24,4	13,2
4. gépészet		913 000 Ft	913 000 Ft	20,3	15,88
5. gépészet		938 000 Ft	938 000 Ft	25,3	12,73
B, eset: Nyílászáró csere					
1. gépészet	307 000 Ft		307 000 Ft	28,7	11,22
2. gépészet		50 000 Ft	357 000 Ft	34,8	9,27
3. gépészet		671 000 Ft	978 000 Ft	24,3	13,27
4. gépészet		913 000 Ft	1 220 000 Ft	20,5	15,72
5. gépészet		938 000 Ft	1 245 000 Ft	24,3	13,28
C eset: Padlásfödém szigetelés					
1. gépészet	368 000 Ft		368 000 Ft	57,7	5,59
2. gépészet		50 000 Ft	418 000 Ft	59,4	5,43
3. gépészet		671 000 Ft	1 039 000 Ft	32,4	9,95
4. gépészet		913 000 Ft	1 281 000 Ft	26,4	12,21
5. gépészet		938 000 Ft	1 306 000 Ft	30	10,73
D, eset: Padlásfödém szigetelés + Nyílászáró csere					
1. gépészet	675 000 Ft		675 000 Ft	44,8	7,12
2. gépészet		50 000 Ft	725 000 Ft	46,7	6,91
3. gépészet		671 000 Ft	1 346 000 Ft	30,5	10,58
4. gépészet		913 000 Ft	1 588 000 Ft	25,5	12,64
5. gépészet		938 000 Ft	1 613 000 Ft	28,3	11,38

14. táblázat, Egyes beruházások költségei, fajlagosan megtakarított energia és megtérülési idő (esetek magyarázatát lásd a 26. oldalon)

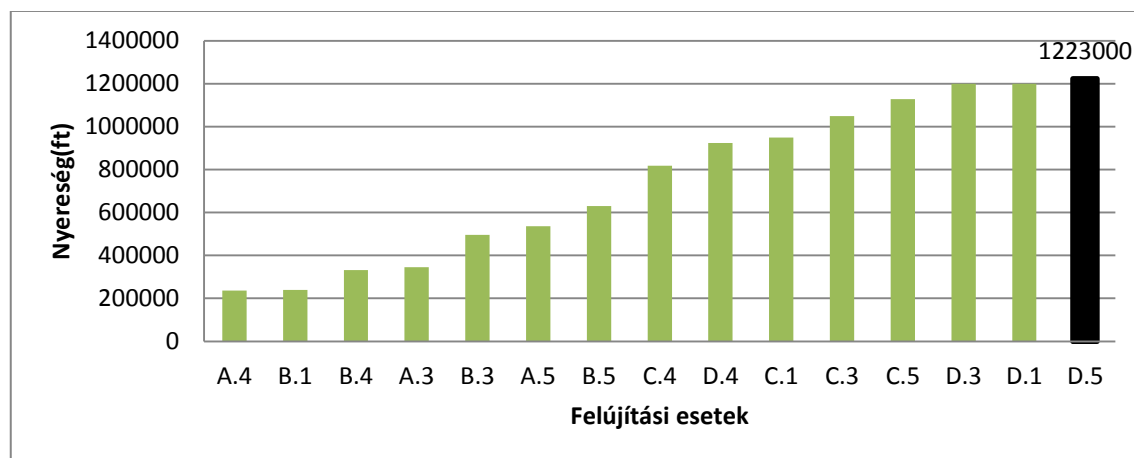
Az éjszakai áramra történő átváltás eredményeit inkább érdekességképpen közlöm, nem pedig, mint a többi felújítással egyenrangú lehetőséget. Így azokat az eredményeket melyekben csak ez a felújítás az új, a továbbiakban nem vizsgálom. Épület esetében a gépészet várható élettartama 20 év, így az eredményekből kitűnik, hogy minden általam vizsgált felújítási javaslatot gazdaságilag is érdemes elvégezni. A legrövidebb megtérülési ideje a padlásfödém szigetelésnek van, amellet, hogy a gépészet marad az eredeti. A hőszükséglet alakulásánál már megállapítottuk, hogy ennek miért van ekkora súlya a vizsgált lakásnál. A „B, C, D” eseteknél egyaránt megfigyelhető, hogy, ha a gépészet is javításra kerül, akkor a megtérülési idő nő (A esetnél csak a gépészet változik). Ennek az az oka, hogy konvektoros fűtésről váltanánk központi fűtésre, melynek így a bekerülési költsége sokkal magasabb, mint azonos fűtési forma felújításánál. Plusz költségként még ilyenkor megjelenik a gázvezetékek nyomvonalának megváltoztatása, ami engedélyköteles tervet igényel, míg fűtési rendszerek esetében ez 30kW teljesítmény igény alatt nem kötelező. Ha csak a

befektetés mértéke és a megtérülési idő lenne egy ilyen beruházás két szempontja, akkor a számítások alapján a C.1 eset bizonyulna a legjobbnak. Ennél az esetnél viszont a megspórolt energia mértéke egyes előtte lévő és minden utána lévő esetnél kevesebb. Ha ezt figyelembe vesszük a döntésben, az-az döntő szerephez jut az energia kérdése is, akkor ez az eset csak sokadiknak jöhet szóba. A következőkben három diagram látható, rendre a következők: megtérülési idő, hozam 20 éves ciklusra, és megtakarított energia földgázra vetítve m^3 -ben kifejezve. A három diagram adatai alapján a legjobb felújítási típusnak mind gazdaságilag, mind energetikailag is a D.5-ös eset bizonyul. Amely felújítási forma tartalmazza a nyílászárók cseréjét, padlásfödém szigetelését, központi fűtés kiépítését amely: radiátoros fűtésből áll, melynek hőtermelője egy kondenzációs fali kombi kazán, amellyel egyben előnykapcsolással a HMV termelést is ellátjuk. Ennek az esetnek, csak az a hátránya, hogy ehhez szükséges a legnagyobb beruházási költség.

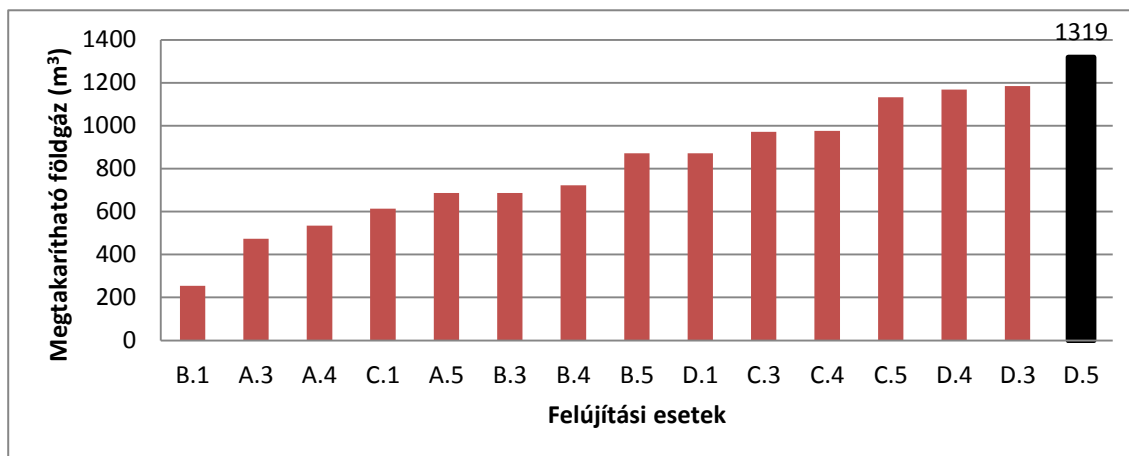
Az esetek magyarázatát lásd a 26. oldalon



20. ábra, Egyes beruházások megtérülési ideje



21. ábra, Egyes beruházások hozama 20 év alatt



22. ábra, Egyes beruházásokkal megspórolható földgáz évente

7.2 Lakóközösségtől függő felújítások

Lakóközösségtől a külső fal szigetelése, a lépcsőház nyílászáróinak a cseréje, és a fűtési és HMV rendszerek központi rendszerrel történő ellátása függ. A lépcsőház nyílászáróinak cseréjét nem, a gépészet központosítását pedig a 10. fejezetben vizsgálom, ahol is a lépcsőház felújítási javaslatokat elemezzük ki.

A külső fal rétegrendje és hőátbocsátási tényezőjének értéke felújítás előtt és után:

$$U_{k.f} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} \cdot \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,015}{0,99} + \frac{0,38}{0,71} + \frac{0,015}{0,81} + \frac{1}{24}} = 1,45 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Rétegrend (kivülről-Befelé):	Vastagság (cm)	Hővezetési tényező $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$	Sűrűség $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$
Nemesvakolat	1,5	0,99	1850
Austrotherm AT-H80	17	0,04	30
Kisméretű tömör égetett agyag téglá	38	0,78	1700
Mészvakolat	1,5	0,81	1650

15. táblázat, Rétegrend, felújítás után

$$\lambda'_{EPS} = \frac{\lambda_0 \cdot (1 + \kappa) \cdot V_{SZ} + \lambda_v \cdot V_v}{V_{SZ} + V_v} = \frac{0,04 \cdot (1 + 0,42) \cdot 0,9998626 + 58,1 \cdot 1,374 \cdot 10^{-4}}{1} = 0,06477 \frac{W}{m \cdot K}$$

A szigetelés célja, hogy a fal hőátbocsátási tényezőjének értéke $U_{k,f,t} = 0,30 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

értékűlegyen:

$$d_{szig} = \lambda'_{EPS} \cdot \left(\frac{1}{U_{k,f,t}} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e} - \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} \right) = 0,06477 \cdot \left(\frac{1}{0,3} - \frac{1}{8} - \frac{1}{24} - \left(\frac{0,015}{0,99} + \frac{0,38}{0,78} + \frac{0,015}{0,81} \right) \right) = 17,13 \text{ cm} \approx 18 \text{ cm}$$

Tényleges hőátbocsátási tényező értéke, a 18 cm szigetelés esetén:

$$U_{k,f} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \left(\frac{0,015}{0,99} + \frac{0,38}{0,78} + \frac{0,18}{0,06477} + \frac{0,015}{0,81} \right) + \frac{1}{24}} = 0,2885 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Külső fal szigetelés hatása a hőszükségletre:

Állapot megnevezése	$\dot{Q}_f$ [W]	$\dot{Q}_f$ csökkenés [W]	$\dot{Q}_f$ csökkenés %-osan	Q_f [kWh/a]	Q_f csökkenése [kWh/a]	Q_f csökkenése %-osan
K.f szig.	4440	985	18,16	8544	2659	23,73

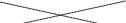
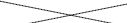
16. táblázat, Külső fal felújításának hatása a fűtési teljesítmény és éves energiaigényre

A külső fal szigetelés a nyílászáró cserénél jobb, a padlásfödém szigetelésnél rosszabb eredményt hozott.

Most vizsgáljuk meg azt a lehetőséget, mikor a külső fal szigetelése valamilyen esemény miatt megtörténik pl.: panelprogram keretében. A fűtési rendszert pedig a tulajdonos szeretné lecserélni, a konvektoros fűtés számtalan hátránya miatt.

A k.f szigetelésnél a következő fajlagos árakkal dolgoztam:

Szigetelés	Alapvakolat	Szín
Anyagár: 5501ft/m ²	Anyagár: 1083ft/m ²	Anyagár: 602ft/m ²
Munkadíj: 540ft/m ²	Munkadíj: 1224ft/m ²	Munkadíj: 468ft/m ²

Állapot	q_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	E_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	E_{HMV} $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	E_P $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a}\right]$	Osztályozás		E_P csökke- nés %-osan	E_P %-osan A.1 esethez viszo- nyítva
					%-osan	Kapott betűjel		
E, eset: Külső fal szigetelés								
1. gépészet	171	247	90	337	147	E		
2. gépészet		247	70	317	138	E	5,9	22,9
3. gépészet		217	42	260	113	D	22,8	36,7
4. gépészet		184	70	254	111	D	24,6	38,2
5. gépészet		184	41	225	98	C	33,2	45,2

17. táblázat, Külső fal szigetelés mellé különböző hő- és HMV termelőt alkalmazva
(esetek magyarázatát lásd a 18. táblázatban)

Esetek rövidítése	Rövidítések jelentése		
	Határoló szerkezet	+	Gépészet
E.1	Külső fal szigetelés	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
F.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
F.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
F.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
F.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással

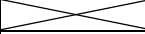
18. táblázat, Külső fal szigetelés és a vizsgált gépészetek magyarázó táblázata

Állapot	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p csökkenés (A.1 esethez képest)		E_p csökkenés átszámítása MJ-ba	Az előző adat földgázban kifejezve m ³ -ben	Megtakarítás évente
		Fajlagosan $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	Összesen $\left[\frac{kWh}{a} \right]$			
		E, eset: Külső fal szigetelés				
1. gépészet	337	74	3700	13320	384	41 305 Ft
2. gépészet	317	94	4700	16920	488	52 469 Ft
3. gépészet	260	151	7550	27180	784	84 285 Ft
4. gépészet	254	157	7850	28260	815	87 634 Ft
5. gépészet	225	186	9300	33480	967	103 821 Ft

19. táblázat, Fenti esetekkel megtakarítható energia, földgáz és fenntartási költség

(esetek magyarázatát lásd a 18. táblázatban)

A vizsgált gépészetek megegyezők a korábban vizsgáltakkal. Ezen eredményekből is az 5. gépészet bizonyul a legeredményesebbnek. Végezzük el a maradék vizsgálatot:

Állapot	Beruházási költség			Forintonként megtakarítható energia $\left[\frac{kJ}{ft} \right]$	Megtérülési idő évben
	Határoló szerkezeté	Gépészeté	Összesen		
E, eset: Külső fal szigetelés					
1. gépészet	289 000 Ft		289 000 Ft	46,09	7,0
2. gépészet		50 000 Ft	339 000 Ft	49,90	6,5
3. gépészet		671 000 Ft	960 000 Ft	28,31	11,4
4. gépészet		913 000 Ft	1 202 000 Ft	23,51	13,7
5. gépészet		938 000 Ft	1 227 000 Ft	27,29	11,8

20. táblázat, Fenti esetek költségei, fajlagosan megtakarított energia és megtérülési idő

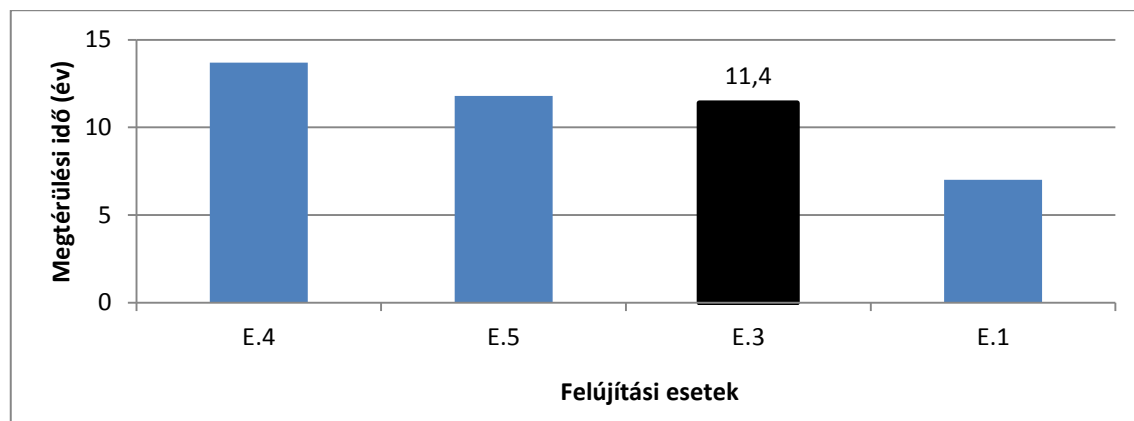
(esetek magyarázatát lásd a 18. táblázatban)

A fenti táblázat eredményei alapján az eddigiekhez képest új következtetést nem tudok levonni. A gépészet itt is eldrágította a beruházást. A lenti diagramokat megvizsgálva

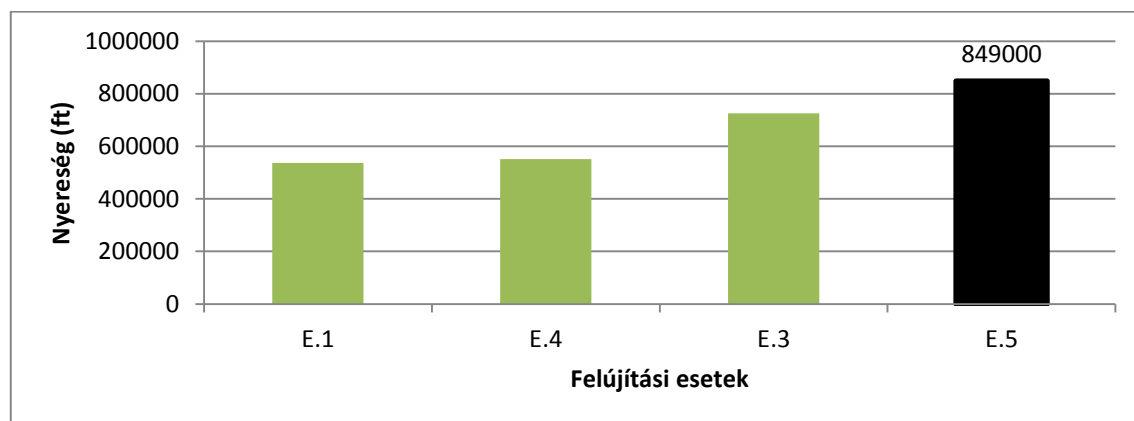
látható, hogy itt is az 5. gépészet volt a legeredményesebb. Ezzel a felújítással is azonos problémákat lehet említeni, mint az előzőekben.

A megtérülési idő számításánál nem vettem számításba az energia ár növekedést, amelyet, ha számításba veszek, az csökkentené a megtérülési időt.

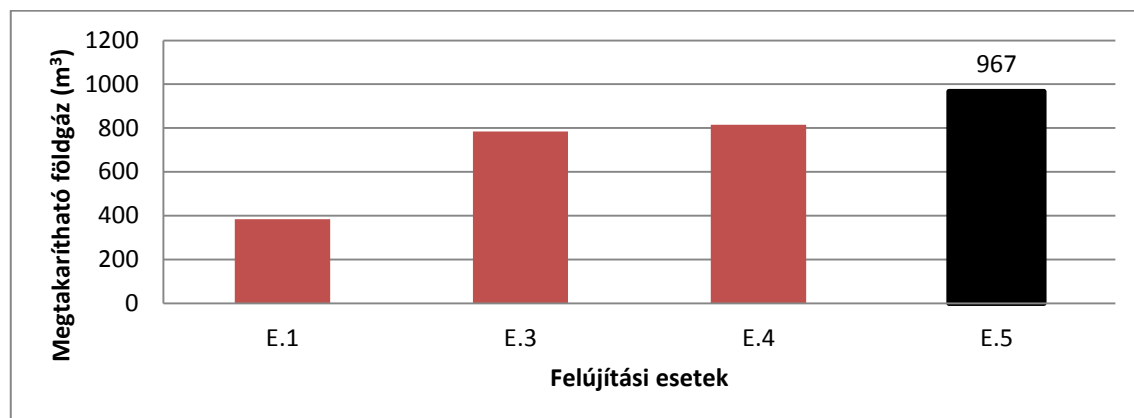
Esetek magyarázatát lásd a 35. oldalon. (18. táblázat)



23. ábra, Külső fal szigetelés és egyes gépészeti beruházások megtérülési ideje



24. ábra, Külső fal szigetelés és egyes gépészeti beruházások hozama 20 év alatt



25. ábra Külső fal szigetelés és egyes gépészeti beruházásokkal megspórolható földgáz évente

7.3 A lakóközösségtől függő- és nem függő felújítások

Ebben az esetben azokat a határoló szerkezet felújítási párosításokat vizsgálom meg, melyek eddigiekben kimaradtak. Az eredményeket az eddigiekhez megszokott formában közlöm.

Állapot	$\dot{Q}_f$ [W]	$\dot{Q}$ csökkenés [W]	$\dot{Q}$ csökkenés %-osan	Q_f $\left[\frac{kWh}{a} \right]$	Q_f csökkenése $\left[\frac{kWh}{a} \right]$	Q_f csökkenése %-osan
Ablakcsere és k.f szigetelés	3541	1884	34,73	6706	4497	40,14
p.f és k.f szigetelés	2957	2468	45,49	4302	6901	61,60
Ablakcsere, p.f és k.f szig.	2059	3366	62,05	2605	8598	76,75

21. táblázat, A fenti felújításoknak a hatása a fűtési teljesítmény és éves energiaigényre

A fűtési teljesítményigénynél a legkisebb csökkenés 35 %, míg a legnagyobb 62% volt. A 35%-nál már kaptunk jobb eredményt a padlásfödém szigetelés+ablakcsere variációnál, míg a maximumot, ami várható volt, az utolsó esett hozta. Éves nettó hőenergia igényénél is ez a sorrend adódott. Általánosságban megfigyelhető, hogy a felújítások nagyobb fűtési energiacsökkenést eredményeznek, mint fűtési teljesítményigény csökkenést. Ez csak egy esetben, mégpedig az ablakcserénél nem állt fent.

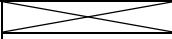
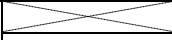
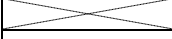
Állapot	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p csökkenés (A.1 esethez képest)		E_p csökkenés átszámítása MJ-ba	Az előző adat földgázban kifejezve m ³ -ben	Megtakarítás évente
		Fajlagosan $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	Összesen $\left[\frac{kWh}{a} \right]$			
F, eset: Külső fal szigetelés és nyílászáró csere						
1. gépészet	285	126	6300	22680	654	70 330 Ft
2. gépészet	266	145	7250	26100	753	80 936 Ft
3. gépészet	217	194	9700	34920	1007	108 286 Ft
4. gépészet	217	194	9700	34920	1007	108 286 Ft
5. gépészet	188	223	11150	40140	1158	124 474 Ft
G, eset: Külső fal szigetelés és padlásfödém szigetelés						
1. gépészet	218	193	9650	34740	1002	107 728 Ft
2. gépészet	198	213	10650	38340	1106	118 892 Ft
3. gépészet	163	248	12400	44640	1288	138 428 Ft
4. gépészet	169	242	12100	43560	1257	135 079 Ft
5. gépészet	140	271	13550	48780	1407	151 266 Ft
H, eset: Külső fal szig.,nyílászáró csere és padlásfödém szig.						
1. gépészet	171	240	12000	43200	1246	133 963 Ft
2. gépészet	151	260	13000	46800	1350	145 126 Ft
3. gépészet	124	287	14350	51660	1490	160 197 Ft
4. gépészet	134	277	13850	49860	1438	154 615 Ft
5. gépészet	105	306	15300	55080	1589	170 803 Ft

22. táblázat, Fenti felújítások mellé különböző hő- és HMV termelőt alkalmazva (esetek magyarázatát lásd a 38. oldalon)

Esetek rövidítése	Rövidítések jelentése		
	Határoló szerkezet	+	Gépészet
F.1	Külső fal szigetelés, nyílászáró csere	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
F.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
F.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
F.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
F.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
G.1	Külső fal és padlásfödém szigetelés	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
G.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
G.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
G.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
G.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
H.1	Külső fal és padlásfödém szigetelés, nyílászáró csere	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
H.2		+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
H.3		+	Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
H.4		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV villanybojlerrel, éjszakai áramról működtetve
H.5		+	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással

23. táblázat, Fenti eseteket és vizsgált gépészetek magyarázó táblázata

A gépészetek az eddigiekben is használtakkal megegyezők. A számítások eredményei se sorrendben, se pedig nagyságilag nem hoztak váratlan végeredményt. A legtöbb energiát és pénzt a H.5 –ös esettel lehet megspórolni, az-az, melyben a felújítás a legtöbb határoló szerkezetet érint és a legjobb gépészetet tartalmazza. A H.3-assal szemben H.4 esetnél megfigyelhető, hogy hiába a fűtési rendszer jobb hőtermelője, az nem tudja ellensúlyozni a használati melegvíztermelés miatti hátrányokat. Itt érdemes megemlíteni, hogy átfolyós rendszerű vízmelegítők esetében ebben a teljesítmény tartományban, melyek a választott kazánokat jellemzik, a hőcserélők egyszer egy csapolót tudnak ellátni. Így ez a megoldás kis lakólétszám esetében is kompromisszumot követel a komfort és a megtakarítás között, nagy létszám esetén pedig nem választható megoldás.

Állapot	Beruházási költség			Forintonként megtakarítható energia $\left[\frac{kJ}{ft} \right]$	Megtérülési idő évben
	Határoló szerkezeté	Gépészeté	Összesen		
F, eset: Külső fal szigetelés és nyílászáró csere					
1. gépészet	596 000 Ft		596 000 Ft	38,05	8,4
2. gépészet		50 000 Ft	646 000 Ft	40,40	7,9
3. gépészet		671 000 Ft	1 267 000 Ft	27,56	11,7
4. gépészet		913 000 Ft	1 509 000 Ft	23,14	13,9
5. gépészet		938 000 Ft	1 534 000 Ft	26,16	12,3
G, eset: Külső fal szigetelés és padlásfödém szigetelés					
1. gépészet	657 000 Ft		657 000 Ft	52,87	6,1
2. gépészet		50 000 Ft	707 000 Ft	54,22	5,9
3. gépészet		671 000 Ft	1 328 000 Ft	33,61	9,6
4. gépészet		913 000 Ft	1 570 000 Ft	27,74	11,6
5. gépészet		938 000 Ft	1 595 000 Ft	30,58	10,5
H, eset: Külső fal szig.,nyílászáró csere és padlásfödém szig.					
1. gépészet	964 000 Ft		964 000 Ft	44,81	7,2
2. gépészet		50 000 Ft	1 014 000 Ft	46,15	6,9
3. gépészet		671 000 Ft	1 635 000 Ft	31,59	10,2
4. gépészet		913 000 Ft	1 877 000 Ft	26,56	12,1
5. gépészet		938 000 Ft	1 902 000 Ft	28,96	11,1

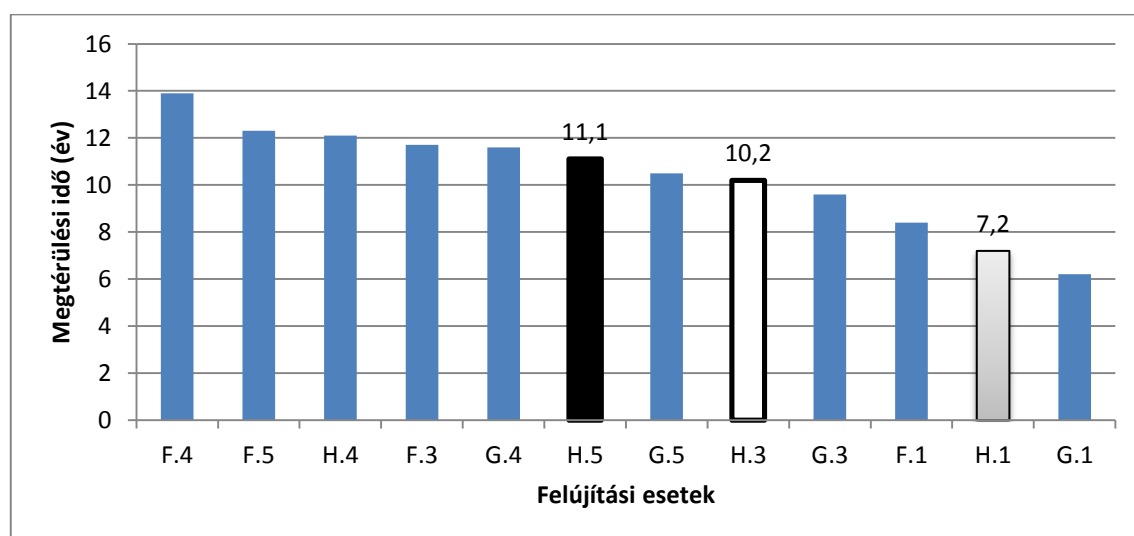
24. táblázat, Fenti felújításokkal megtakarítható energia, földgáz és fenntartási költség

(esetek magyarázatát lásd a 38. oldalon)

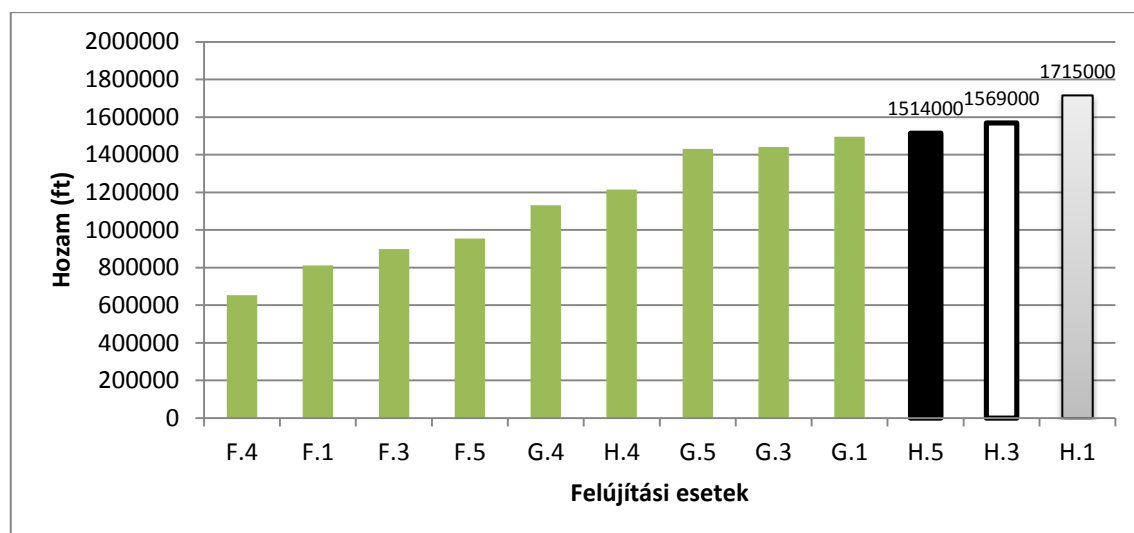
A táblázat eredményeit később az eddigi eredményekkel együtt fogom értékelni. A következőkben 4 diagram látható, melyeknek a sorrendje a következő:

- megtérülési idő – felújítási javaslat
- hozam – felújítási javaslat
- megspórolt földgáz – felújítási javaslat
- beruházási költség – felújítási javaslat

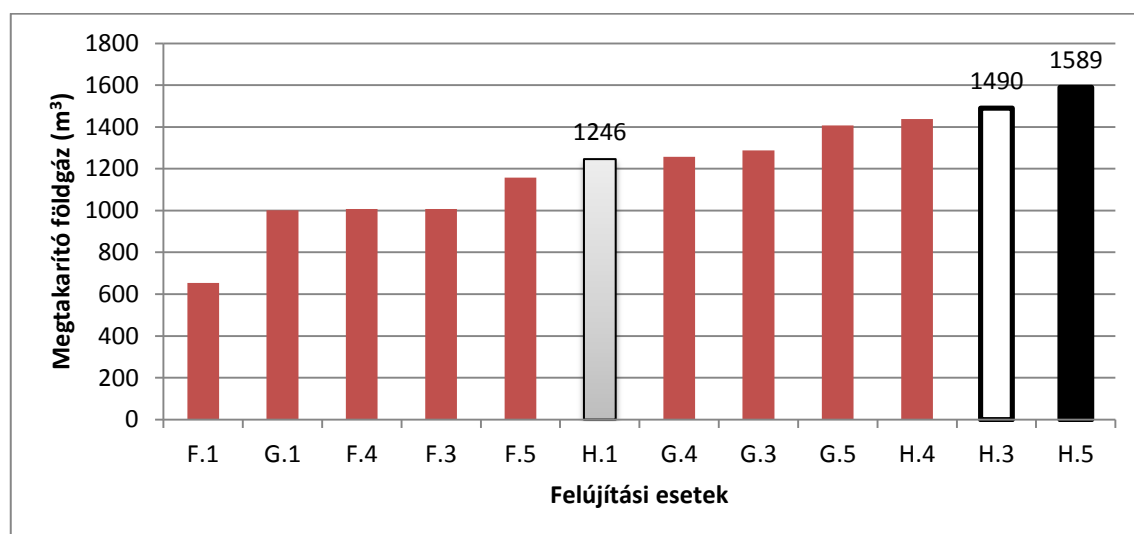
Esetek magyarázatát lásd a 38. oldalon.



26. ábra, Szigetelések-, nyílászárócserék és egyes gépészeti beruházások megtérülési ideje

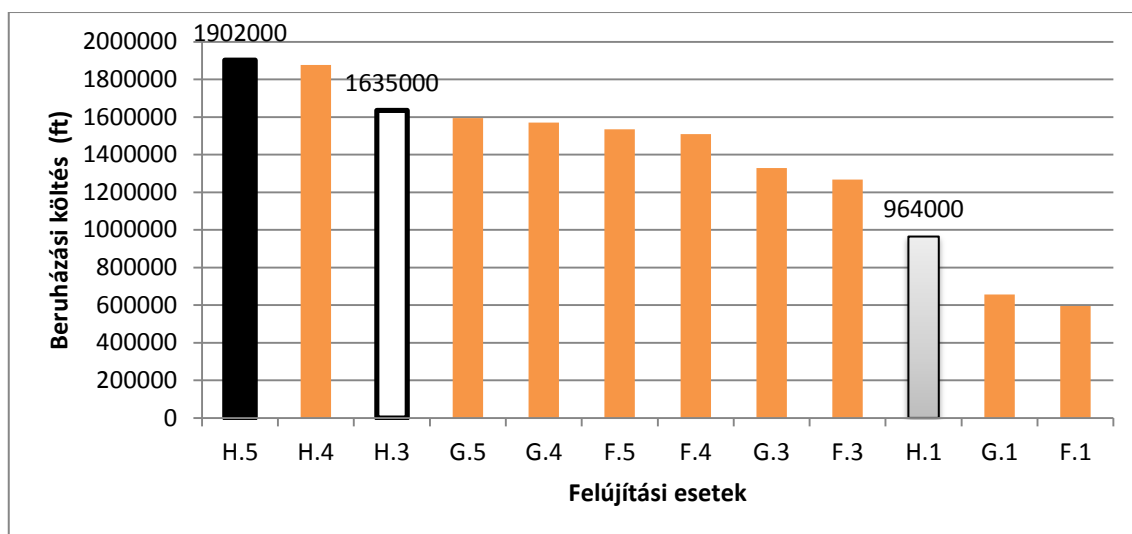


27. ábra, Szigetelések-, nyílászárócserék és egyes gépészeti beruházások hozama 20 év alatt



28. ábra, Szigetelések-, nyílászárócserék és egyes gépészeti beruházásokkal megspórolható földgáz évente

Esetek magyarázatát lásd a 38. oldalon.



29. ábra, Felújítások beruházási költségei

7.4 Megvizsgált esetek összesített következtetései

A szövegben utalt felújítások magyarázata:

Kód	Határoló szerkezet	Gépészet
D.5	Nyílászáró csere + Padlásfödém szigetelés	Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással
E.5	Külső fal szigetelés	
H.1	Külső fal és padlásfödém szigetelés, nyílászáró csere	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
H.3		Alacsony hőmérsékletű gázkazán, szoba termosztát + HMV termelés előnykapcsolással
H.4		Kondenzációs gázkazán, programozható szoba termosztáttal, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV előnykapcsolással

25. táblázat, Szövegben használt esetek magyarázó táblázata

Az előzőekben határoló szerkezetek javításának, cseréjének és a gépészet cseréjének hatásait vizsgáltuk számtalan variációban és kerestük, hogy mely lehet a leginkább eredményes a vizsgált épületnél. Első körben mindenféleképpen azt mondtam volna, hogy a H.5 lenne a legjobb mindenben, egyetlen hátránya, hogy a beruházási költsége magas. De mint ahogyan az kiderült a szempontokat megvizsgálva nem is olyan egyértelmű a választás. Csak a tulajdonostól függő felújítások esetében legeredményesebbnek a D.5-ös felújítás tűnik, egyedül a befektetési költsége magas. Itt már levonható egy fontosnak mondható következtetés. Ha a kapott eredményekből általánosítani lehet: többalakos épületek esetében is érdemes a felújítási munkákat elvégezni, még annak ellenéri is, ha a lakóközösség ezt nem támogatja. Az egyénileg elvégezhető felújítások is eredményesek minden esetben. A következő megvizsgált eset,

ha a lakóközösség támogatja a felújítást. Ebben az esetben olyan nézőpontból vizsgáltam a lehetőségeket, hogy a tulajdonos nem akar felújítani, csak a meglévő fűtési rendszert akarja lecserélni. Ekkor az E.5 eset tűnik a legjobbnak. Így a két eredmény hozza a kezdetekben elvártakat. Az elkövetkezendőkben ezekkel az esetekkel nem foglalkozom, mert a következők közül számos olyan eset található, melyek jobbnak bizonyultak. A következőkben a kimaradt eseteket vizsgálom, eljutva a teljes felújításhoz. Ebben az esetben már nem tudtam egyértelműen megállapítani, hogy melyik a legjobbnak tűnő választás. Három eset elége elkülönül a többitől (H.1, H3, H5) egy-egy eredménynél elől helyezkednek el, egynél pedig középen. A beruházási költséget negyedik szempontként vizsgálva, a H.1 tűnhet a legoptimálisabbnak, főleg gazdasági szempontból. A megtérülési idő és a befektetési költség esetén, mindenféleképpen a legjobb. A megspórolható energia tekintetében pedig csak a közép mezőnyben helyezkedik el. A 20 éves hozamnál pedig mindösszesen 200.000 ft-al előzi meg H.5-ös variációt, ami éves szinten 10.000 ft-nak felel meg. Így ezt a szempontot elhanyagolhatónak tekintem. Az, hogy a H.3 hozta a legnagyobb hozamot számomra nem várt eredmény volt, és az eddigiekben minden esetben a legutolsóként (D.5, E.5) megvizsgált eset hozta a legnagyobbat. Itt viszont már a fűtés nettó hőenergia igénye olyan alacsony volt- mely érték csak az épülettől függ- és hiába a jobb gépészet által még 22% primer energiaigény csökkenés, nem volt ideje a gépészetnek a nagy beruházási költség miatti hátrányt behozni, még a 20 éves időtartalom alatt sem. Tehát, ha az alacsony befektetési költség és a gyors megtérülési idő a cél, a három eset közül ez lehet a legjobb választás. Ha viszont a megspórolt energia mennyisége is fontos, akkor a H.1 eset mindenféleképpen kiesik, mivel 20 év alatt 6860 m³ földgázzal kevesebb spórolható meg vele, mint a H.5-el. A H.3 és a H.5 közti különbség minden szempontból elhanyagolható. Ebben a két esetben annyi a különbség, hogy még az egyikben egy alacsony hőmérsékletű, addig a másikban egy kondenzációs kazán a hőtermelő. Itt is az az elv érvényes mint, a H.1 és a hozam kapcsán leírtaknál. Viszont a megspórolt földgáz kapcsán a H.5 bizonyult legjobbnak, 1980 m³ el több lehet vele megtakarítani, mint a H.3 esettel. Egyértelműen nem lehet eldönteni melyik a legjobb választás, az nagyban függ a megrendelő elvárásaitól.

Összegezve az eddigieket megállapítható, hogy mint olyan legjobb választás nem létezik egy felújítás kapcsán. Ahhoz, hogy a legoptimálisabbat kitudjuk választani, ismerni kell a fentiek felül a beruházó igényeit és lehetőségeit is egyben.

8. Felújítási javaslatok a társasházra [5],[6],[7],[8]

Ebben a fejezetben arra keresem a választ, hogy az előzőekben tárgyalt határoló szerkezet felújítások mindegyikét elvégezve milyen eredmény születik a társasházra nézve, és ehhez különböző gépészetet vizsgállok meg. Az eddigiekben minden határoló szerkezetet tárgyaltunk, hogy milyen volt, és milyen lett a felújítást elvégezve, kivéve egyet nem a pincefödém.

A pincefödém eredeti hőátbocsátási tényezője: $U_{p.f} = 1,6 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

A pincefödém utólagos szigetelése Austrotherm AT-N70 gyártmányú, expandált polisztorolhab szigetelő elemmel. A szigetelés célja, hogy a pincefödém hőátbocsátási

tényezője $U_{f,t} = 0,25 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ értéket elérje:

$$\lambda'_{N70} = \frac{\lambda_0 \cdot (1 + \kappa) \cdot V_{sz} + \lambda_v \cdot V_v}{V_{sz} + V_v} = \frac{0,041 \cdot (1 + 0,42) \cdot 0,9998626 + 58,1 \cdot 1,374 \cdot 10^{-4}}{1}$$

$$= 0,06619 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$d_{szig} = \lambda_{szig} \left(\frac{1}{U_{f,t}} - \frac{1}{U_f} \right) = 0,06619 \cdot \left(\frac{1}{0,25} - \frac{1}{1,6} \right) = 22,34 cm \approx 23 cm$$

Tényleges hőátbocsátási tényező értéke, a 20 cm szigetelés esetén:

$$U'_f = \frac{1}{\frac{1}{U_f} + \frac{0,23}{0,06619}} = 0,2439 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Most nézzük meg a felújítás milyen eredményeket hozott a TNM rendelet első szintjére:

Határoló- és nyílászáró szerkezet megnevezése:	Követelmény érték	Felújítás előtt		Felújítás után	
		Eredmény		Eredmény	
Külső fal	0,45	1,45	Nem felel meg	0,29	Megfelel
Padlásfödém	0,30	1,60	Nem felel meg	0,30	Megfelel
Homlokzati üvegezet nyílászáró (fa vagy PVC keretszerkezettel)	1,60	2,20	Nem felel meg	1,20	Megfelel
Alsó zárófödém fűtetlen pince felett	0,25	1,60	Nem felel meg	0,24	Megfelel
Homlokzati vagy fűtött és fűtetlen terek közti ajtó	1,80	2,00	Nem felel meg	2,00	Nem felel meg
Fűtött és fűtetlen terek közti fal	0,50	1,45	Nem felel meg	1,45	Nem felel meg
Szomszédos fűtött épületek közti fal	1,50	1,45	Megfelel	1,45	Megfelel
Talajjal érintkező fal 0 és 1 között	0,45	1,45	Nem felel meg	0,29	Megfelel

26. táblázat TNM rendelet követelmény értékei és a lakás értékei a határoló szerkezetekre

Megfigyelhető, hogy a felújításokat elvégezve két kivételtől eltekintve a lakás megfelel a mai (a dolgozat megírásának kezdetén még a 7/2006 TNM rendelet volt hatályban)

követelményeknek. Így egy korszerű határoló szerkezettel ellátott épületet kapunk. Következőnek nézzük meg a II. szintű eredményeket, melyek a fajlagos hőveszteség tényezők: A követelmény érték: $q_m = 0,5234 \left[\frac{W}{m^3 \cdot K} \right]$, ez a fűtött térfogattól és az azt határoló szerkezetek összfelületének viszonyától függ.

Felújítás előtti eredmény: $q = 1,37 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \rightarrow$ Nem felel meg!

Felújítás utáni állapot: $q = 0,30 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \rightarrow$ Megfelel!

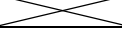
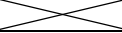
Így már a második követelmény szintet is sikerül teljesíteni a felújítás segítségével.

Most nézzük meg a III. szintet, mely az összesített energetikai jellemző.

A fűtés éves nettó hőenergia igényének fajlagos értéke:

Felújítás előtt: $q_f = 300 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$ Felújítás után: $q_f = 87 \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$

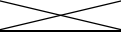
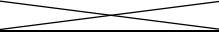
Erre az értékre azért van szükség, mert a következőkben eltérő gépészeteket vizsgálunk ezekre az esetekre, és ez a számítások során az az utolsó részeredmény, mely még a gépészettől független. A szellőzési veszteségeket már tartalmazza. A légcsereszám mértékét az egy lakásnál mért eredmények alapján általánosítottam az egész lépcsőházra. A megvizsgált gépészeteket nem összehasonlítóképpen választottam ki, ezek nagyban eltérőek lesznek.

Állapot	q_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_{HMV} $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	Osztályozás		E_p csökke- nés %-osan	E_p csökkenés %-osan I.1 esethez viszo-nyítva
					%-osan	Kapott betűjel		
I eset: Határoló szerkezet az eredeti								
1. gépészet	300	428	92	520	245	G		
2. gépészet		442	92	535	252	H	növekedet	növekedet
3. gépészet		376	92	468	221	G	10,0	10,0
4. gépészet		315	41	356	168	F	31,5	31,5
J eset: Határoló szerkezetek felújítva								
1. gépészet	188,5	130	92	222	105	D		57,3
3. gépészet		107	92	199	94	B	10,4	61,7
4. gépészet		96	41	137	64	A	38,3	73,6
5. gépészet		84	92	176	83	B	20,7	66,1
6. gépészet		84	33	117	55	A+	47,3	77,5

27. táblázat, Alap és felújított esethez, különböző hő- és HMV termelőt alkalmazva (esetek magyarázatát lásd a 45. oldalon)

Esetek rövidítése	Rövidítések jelentése		
	Határoló szerkezet	+	Gépészet
I.1	Határoló szerkezet eredeti	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
I.2		+	Lakásonkénti hagyományos gázkazán, szoba termosztáttal vezérelve + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
I.3		+	Távhő ellátású fűtési rendszer, külső hőmérséklet szabályzás + HMV villanybojler, nappali
I.4		+	Központi kondenzációs gázkazán, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV indirekt kizsorításos tároló rendszerű
J.1	Teljes felújítás (nyílászáró csere, k.f+p.f+padlás f. szigetelés)	+	Gázkonvektoros fűtés, szabályzó termosztáttal + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
J.3.		+	Távhő ellátású fűtési rendszer, külső hőmérséklet szabályzás + HMV villanybojler, nappali
J.4		+	Központi kondenzációs gázkazán, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV indirekt kizsorításos tároló rendszerű
J.5		+	Központi pellet kazán, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV termelés villanybojlerrel, nappali áramról működtetve
J.6		+	Központi pellet kazán, külső hőmérsékletkövető szabályzás + HMV termelés lakásonkénti alacsony hőmérsékletű átfolyós üzemű gázkazánal

28. táblázat, Társasház felújítási esetek magyarázó táblázata

Állapot	q_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_f $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_{HMV} $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	Osztályozás		E_p csökke- nés %-osan	E_p csökkenés %-osan I.1 esethez viszo-nyítva
					%-osan	Kapott betűjel		
I eset: Határoló szerkezet az eredeti								
1. gépészet	300	428	92	520	245	G		
2. gépészet		442	92	535	252	H	növekedet	növekedet
3. gépészet		376	92	468	221	G	10,0	10,0
4. gépészet		315	41	356	168	F	31,5	31,5
J eset: Határoló szerkezetek felújítva								
1. gépészet	188,5	130	92	222	105	D		57,3
3. gépészet		107	92	199	94	B	10,4	61,7
4. gépészet		96	41	137	64	A	38,3	73,6
5. gépészet		84	92	176	83	B	20,7	66,1
6. gépészet		84	33	117	55	A+	47,3	77,5

29. táblázat, Alap és felújított esethez, különböző hő- és HMV termelőt alkalmazva

(esetek magyarázatát lásd a 45. oldalon)

Itt is megfigyelhető, mint az egy lakás vizsgálatánál, hogy minél kisebb a fűtés primer energiaigénye, a HMV termelés módjának annál nagyobb szerepe van. A legnagyobb primer energiát igénylő HMV termelő rendszer az a villanybojler, nappali áramról működtetve. A legkisebb energiát igénylő pedig a lakásonkénti átfolyós üzemű termelés. A tárolós rendszereknél a tároló méretét szükséges volt ismerni a tanúsításhoz. Ennél felhasznált adatok a következők:

- Lakásonkénti átlaglétszám: $\bar{n}_E = 3 f\ddot{o}$
- Napi fejadag (melegvíz): $f = 50 \frac{l}{f\ddot{o} \cdot d}$
- Tárolási hőmérséklet: $t_t = 60^\circ C$
- Szükséges tároló méret, kizorításos tároló esetén: $V_{HMV,t} = 600l$

Megfigyelhető még a fenti táblázatban, hogy a kezdeti minősítés, az-az az eredeti állapothoz tartozó az G-s volt, még egy lakást nézve ez az eset F-es eredményt hozott. Ennek az az oka, hogy az egy lakás esetében teljes benapozottságot vettem, legfelső szinten található a lakás. A társasház vizsgálatánál a 4- 3. szinteket teljesen benapozottnak feltételeztem, addig a 2- 1. szintet teljesen É-nak vettem. Érdekes, hogy az I. eseteknél a konvektoros fűtési forma jobb energetikai eredményt hozott, mint egy hagyományos gázkazános rendszer. Ennek vizsgálata azért volt szükséges, mert sok olyan lakás van ahol már leváltották a konvektoros fűtést, de még a hőtermelő hagyományos kazán. A felújításokat elvégezve az épület D minősítést kap, pár %-kal

lemaradva a C-ről, amely már a követelménynek megfelelő. Azok az épületek, melyeknél a tervezés engedélyezése a rendelet kiadása után történt meg, csak ilyen vagy jobb minőségűek lehetnek. A további vizsgált gépészeteknél, csak követelménynél jobb besorolást kaptunk. J.4 és a J.5 esetet megvizsgálva látható, hogy hiába használtunk a J.5-ös esetben alacsony primer energia váltószámmal rendelkező hőhordozót (pellet) a fűtési rendszerben, rosszabb eredményt kaptunk, mint a gáz felhasználású J.4-es esetben. Ennek oka az előnytelen HMV termelés megválasztása volt. A J.6-os esetben ezt orvosolva és lakásonkénti alacsony hőmérsékletű átfolyós rendszerű fali kazánal az ellátva, az épület megkapta A+ minősítést, igaz éppen hogy. Az 55% pont az A+ kezdeti értéke. A rendeletben az A+ a legjobb minősítési lehetőség

Állapot	E_p $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot a} \right]$	E_p csökkenés (I.1 esethez képest)		E_p csökkenés átszámítása MJ-ba	Az előző adat földgázban kifejezve m³-ben	Megtakarítás évente
		Fajlagosan	Összesen			
		I eset: Határoló szerkezet az eredeti				
1. gépészet	520					
2. gépészet	535	-15	-12794	-46058	-1329	-143 000 Ft
3. gépészet	468	52	44353	159672	4607	495 000 Ft
4. gépészet	356	164	139884	503582	14529	1 562 000 Ft
J eset: Határoló szerkezetek felújítva						
1. gépészet	222	298	254179	915045	26400	2 837 000 Ft
3. gépészet	199	321	273797	985669	28438	3 057 000 Ft
4. gépészet	137	383	326680	1176047	33931	3 647 000 Ft
5. gépészet	176	344	293415	1056293	30476	3 276 000 Ft
6. gépészet	117	403	343739	1237460	35703	3 837 000 Ft

30. táblázat, Alap és felújított esetkel megtakarítható energia, földgáz és fenntartási költség (esetek magyarázatát lásd a 45. oldalon)

Esetek	Az energia felhasználás GJ-ban		Földgáz felhasználás mértéke		Földgáz felhasználás csökkenés	CO2 kibocsátás t-ban		CO2 kibocsátás csökkenés éves szinten t-ban
	Nincs felújítás	Az egyes felújításokhoz tartozó	Nincs felújítás	Az egyes felújításokhoz tartozó		Nincs felújítás	Az egyes felújításokhoz tartozó	
I.1	443,5	-	46064	-	-	90,4	-	-
I.2	-	456,3	-	47394	-1329	-	93	Nő 2,6
I.3	-	399,2	-	41464	4607	-	81,4	9
I.4	-	303,6	-	31534	14529	-	61,9	28,5
J.1	-	254,2	-	26403	26400	-	51,8	38,6
J.3	-	169,7	-	17626	28438	-	34,6	55,8
J.4	-	116,8	-	12132	33931	-	23,8	69,2
J.5	-	150,1	-	15590	30476	-	30,6	59,8
J.6	-	99,8	-	10366	35698	-	20,3	70,1

31. táblázat, Az egyes felújítási esetekkel megtakarítható CO₂ kibocsátás

(esetek magyarázatát lásd a 45. oldalon)

A földgáz felhasználásból a következő közelítő számítással számoltam ki a széndioxid kibocsátást:

1 m3 földgáz elégetésekor 1 m3 széndioxid keletkezik

1 m3 széndioxid tömege 0 -on 1,963 kg

Így az átalakítás a következő A táblázatban szereplő adatok magukért beszélnek. Alapesetben az éves földgázfelhasználás következtében megközelítőleg 90,4 tonna széndioxid kerül a levegőbe. A legrosszabb esetben is, ahol csökken az energia felhasználás éves szinten, 9 tonnával csökken a kibocsátott CO₂. Legjobb esetben (J.6) 70,1 tonnával csökken, így mindösszesen 20,3 tonna maradt a kibocsátott érték, ami 77,54%-os csökkenés.

9. A dolgozat tartalmának összefoglalása

A dolgozat megírásának kezdetén kitűzött célokat sikerült megvalósítani. A méréseket elvégeztük, eredményeiket kiértékeljük és ott ahol lehet az energetikai számítások során azt felhasználtuk. A mérések közül, csak a légtömörség mérést sikerült felújítás előtt és után vizsgálni. A termo felvételek és a hőmérséklet mérések a felújítás utáni időszakban a dolgozat határideje miatt nem valósultak meg. A közeljövőben ezeket a méréseket minden bizonnyal el fogjuk végezni. A mérésekkel sikerült többek között olyan adatot igazolnunk, hogy a külső átlaghőmérséklet fűtési szezonban $+4^{\circ}\text{C}$ körüli. Ilyen eredmény lehet még a villanybojler tárolási veszteségeit igazoló hőkamerás felvétel, a csatlakozási élek és nyílászáró kerületek mentén fellépő hőhíd veszteségek, akár műanyag nyílászárók esetén, melynek az-az oka, hogy nem megfelelő módon lett beépítve. A légtömörség méréssel pedig a nyílászáró cserék jótékony hatását bizonyítottuk be a légtömörségre nézve. Ahogyan a dolgozatban említettem és fontossága miatt itt is megemlítem, hogy ilyen légtömörégi szint mellett az alacsony légcsereszám miatt számolni kell a páradiffúzióval és ablaknyitással vagy pl.: egy hővisszanyerős gépi szellőztetéssel kell biztosítani a megfelelő légcsereszámot. A mérések bemutatása után felújítási eseteket vizsgáltunk meg először az egy lakásra nézve, majd kibővítve azt a társasház általunk vizsgált részére, mely a közbelső lépcsőház volt. A felújítási esetek mellé próbáltam olyan fűtési- és HMV termelő rendszert párosítani, amely ténylegesen is szóba jöhet vagy jöhetett ilyen felújítások esetén. Ennek köszönhetően sikerült számos megállapítást tenni: A felújítások a vizsgált esetek egy kivételével mindegyikében megtérültek. Így levonható az a következtetés, hogy a felújításokat gazdasági szempontból is érdemes elvégezni. Ezzel kapcsolatban megállapítható, hogy azonos mértékű beruházások nem minden esetben azonos eredményeket hoznak. Így a rendelkezésünkre álló lehetőségeket célszerű megvizsgálni. Minél kisebb a fűtési energia felhasználás, annál jobban előtérbe kerül a HMV energia igénye. Vannak, esetek ahol már a fűtési rendszerrel használt megújuló (pellet) alkalmazása sem tudja kompenzálni az előnytelen HMV rendszert. Nem lehet típusfelújításokat létrehozni, minden esetben a megrendelővel egyeztetni kell a lehetőségeket-elvárásokat a megvalósuló rendszerrel kapcsolatban és csak ezek birtokában lehet választani, ha szükséges lépcsőzetes felújítási tervet létrehozva.

A primer energia felhasználás mértéke világviszonylatban, Európában és hazánkban is egyre nő. Az épületek üzemeltetése ennek nagy hányadát teszi ki, és ahogyan az a számításokból kiderült a felújítások gazdasági szempont szerint is előnyösek, így semmilyen akadályát nem látom annak, hogy a jövőben csökkentsük energia felhasználásunkat.

Felhasznált szakirodalom:

Szövegrészek:

[1] Hőkamera Debrecen. Épületszigetelések kivitelezése, vizsgálata (online)

<http://hokamerasvizsgalat.5mp.eu/web.php?a=hokamerasvizsgalat>, letöltés

időpontja:2012.11.12.

[2] Testo Kisokos:

[3] Baumann M., Csoknyai T., Kalmár F., Magyar Z., Majoros A., Osztrólczyk M., Szalay Zs., Zöld A., Épületenergetika, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs 2009

[4] Gáz műszaki biztonsági szabályzat (GMBSZ) 2.1. Általános fogalom meghatározások (online) <http://gmbsz.hu/?q=node/44> , letöltés időpontja: 2012.10.21.

[5] MSZ 04-140/3-87 Fűtési hőszükséglet számítás, Hatályba lépés időpontja:1988.03.01., Építésügyi ágazati szabvány

[6] 7/2006. (V.24.) TNM rendelet, Hatályos jogszabályok gyűjteménye az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról, Hatályba lépés időpontja: 2006.09.01., Magyar Hivatalos Közlöny Kft.

[7] Víg András: Elméleti alapok (online)

<http://www.carbonarium.com/articles.aspx?show=1&id=2>

,letöltés időpontja:2012.11.14.

[8] Kónya Tamás, Épülettechnikai rendszerek és rendszerelemek, Debrecen, 2010

Ábrák, táblázatok:

(1).Hőkép, hőfénykép, hőterkép- Amatis Infrared Support: Az infravörös mérés elméleti háttere (online) http://www.admatis.com/hokep_elmelet.htm

letöltés időpontja: 2011. 11. 11.

(2).Baumann M., Csoknyai T., Kalmár F., Magyar Z., Majoros A., Osztrólczyk M., Szalay Zs., Zöld A., Épületenergetika, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs 2009, p.139

(3).Baumann M., Csoknyai T., Kalmár F., Magyar Z., Majoros A., Osztrólczyk M., Szalay Zs., Zöld A., Épületenergetika, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs 2009, p.139