

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR
ÉPÜLETGÉPÉSZETI ÉS GÉPÉSZETI ELJÁRÁSTECHNIKAI TANSZÉK

HORVÁTH MIKLÓS
TDK DOLGOZAT
Irodakomplexum energiafelhasználásnak vizsgálata

Tanszéki konzulens:
Dr. Szánthó Zoltán
Egyetemi docens

Külső konzulens:
Csöppenszky Gábor
Vezető tervező

Budapest, 2011

TARTALOMJEGYZÉK

1. Épületek energiafelhasználásának helyzete az energetikában	1
1.1. A dolgozat alaphipotézise és kitűzött célja	2
2. A vizsgált modell bemutatása	3
2.1. Az építmény fontosabb paraméterei	3
2.2. Az energetikai számításokhoz felhasznált program és a bevitt paraméterek ...	5
2.2.1. Méretezési alapadatok a rendeltetés szerint	6
3. Nemzetközi vizsgálati eredmények.....	8
4. Az egyes paraméterek vizsgálati módszerei, számítási eljárások	14
4.1. Nyári hőterhelés számítási módszere	14
4.2. Téli hőszükséglet számítási módszere.....	16
4.3. Az éves primer energia igény becslésének számítási módszere.....	17
4.4. Megtérülési számítások módszere	19
5. Az egyes paraméterek befolyásoló hatásának elemzése.....	21
5.1. Tájolás hatásának vizsgálata	21
5.1.1. A nyári méretezési hőterhelés maximum értékének és idejének változása a tájolás függvényében.....	26
5.1.2. A nyári hőterhelés napi lefutása a tájolás függvényében	30
5.2. Épületszerkezetek hatásának vizsgálata	34
5.3. Üvegszerkezetek hatásának vizsgálata.....	38
6. A vizsgálatokból levonható következtetések	43
6.1. A tájolás befolyásoló hatása.....	43
6.2. A hőszigetelés befolyásoló hatása	43
6.3. Az üvegszerkezetek hőfizikai tulajdonságainak hatása.....	44
6.4. A vizsgálatok levonható tanulságai, javaslatok a jövőre nézve	45
7. Irodalom jegyzék	46
7.1. Általánosan felhasznált irodalmak jegyzéke	46
7.2. Hivatkozott irodalmak jegyzéke.....	46
8. Mellékletek jegyzéke	47

1. ÉPÜLETEK ENERGIAFELHASZNÁLÁSÁNAK HELYZETE AZ ENERGETIKÁBAN

Napjainkban az energetika területén egyre jobban keresik az energia-megtakarítás lehetőségeit. Számos területen jelentkezik igény jobb, hatékonyabb technológiára, berendezésekre, amelyek alkalmazásával lehetőség van a kibocsátott szennyezőanyagok és a felhasznált energiaforrások mennyiségének csökkentésére. A megtakarítási lehetőségek között egyre nagyobb hangsúlyt kap az épületek energiafelhasználásának csökkentése. Ennek megvalósítására több lehetőség is van, egyrészt csökkenteni kell a meglévő épületállomány energiafelhasználását, másfelől a tervezés vagy építés alatt álló épületeknél ügyelni kell az energia-hatékony megvalósításra.

Energia megtakarításra meglévő épületek esetén komplex felújítás mellett van lehetőség, amely magába foglalja az utólagos hőszigetelést, a nyílászárók cseréjét, illetve a fűtési rendszer korszerűsítését. A jelenleg tervezés alatt álló épületeknek azonban már szigorúbb követelményeknek kell megfelelniük, így ezen épületek megvalósításánál már nagyobb hangsúlyt kap az energiatakarékosság. Dolgozatomban az új irodaépületek passzív energia-megtakarítás lehetőségeit vizsgálom, amelyekkel plusz energia-befektetés nélkül lehet csökkenteni a fűtési-hűtési energiaigényeket.

Passzív módszerek közül fontos tényező az épület tájolása, az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezője és az üvegezés hőfizikai tulajdonságai. A tájolás hatása főként a nyári időszakban jelentkezik, a hőszigetelés hőellenállása a téli hőszükségletre van befolyással, az üvegezés azonban a téli és nyári állapotra is hatással van. A téli hőszükséglet meghatározásával több szakirodalomban is foglalkoznak, azonban az optimális szigetelőanyag-vastagság meghatározására nem született általánosan ismert tanulmány. A nyári hőterhelés és a hűtési igény meghatározásának vizsgálatával kapcsolatosan még nincsen általános eredmény, ennek pontos meghatározására jelenleg csak közelítő összefüggések állnak rendelkezésünkre.

A jelenleg tervezés alatt álló irodaépületek esetén ezen paramétereket a megrendelő igényei szerint az építész tervező határozza meg a megrendelő igényeihez igazítva. Általánosan elmondható, hogy napjainkban ezeket a paramétereket inkább esztétikai szempontok határozzák meg, amelyek esetenként az energiafogyasztás növekedését okozzák. Jó példa erre az épület díszítésére szolgáló kiugró fal, amely hőtechnikailag télen hűtőbordaként viselkedik, így indokolatlanul megnöveli az épület fűtési energiafelhasználását. Másik általános példa, hogy nagy üvegfelülettel rendelkező irodaépületek esetén nem alkalmaznak árnyékolókat, mondván, hogy azok rontják az épület esztétikai megjelenését. Figyelmen kívül hagyják azonban, hogy a nagy üvegfelületeken árnyékolás nélkül jelentős a szoláris hőnyereség nyáron, amely hatását nagyobb hűtőtéljesítmény beépítésével kompenzálják. Fontos lenne tehát már a koncepció kidolgozásánál figyelembe venni az energiafelhasználásra gyakorolt hatását a tájolásnak, üvegezésnek és a hőszigetelésnek. Az így elérhető energiaigény-csökkentéssel lehetőség van kisebb berendezések hűtő és fűtő berendezések beépíté-

sére, amelyek esetén valószínűleg kisebb helyet kell biztosítani. A tervezett épület üzemeltetéséhez kevesebb energiára lesz szükség, így kisebb lesz az üzemeléséhez tartozó szennyezőanyag kibocsátás, de ami az üzemeltető szempontjából sokkal fontosabb, az üzemeltetési költség is csökken.

A tanulmány készítése során gyakorlati oldalról közelítem meg az egyes paraméterek vizsgálatát. Ez azt jelenti, hogy a mai magyar épületgépészeti szakma által alkalmazott és elfogadott hatályos rendeleteket és szabványokat figyelembe vettem és ezen irodalmak alapján végeztem a számításokat. A számításokhoz elkészített modell-rendszer így megfelel az építési engedélyezés tervdokumentáció követelményeinek. Az eredmények megfelelő fajlagosításával általános érvényű következtetések levonására van lehetőség.

1.1. A dolgozat alaphipotézise és kitűzött célja

Hipotézis: adott építészeti kialakítás mellett van olyan optimális tájolás, szigetelés-vastagság, üvegezés, amivel az energiafelhasználás minimalizálható úgy, hogy az összes élettartamra vonatkoztatott költség is minimalizálható. A vizsgálat célja meghatározni, egy választott általános irodaépület esetén az optimális tájolást, épület-szerkezeteket és az üvegezést. Meghatározandó továbbá, hogy az adott változtatásokkal elméletileg mennyi energia-megtakarításra van lehetőség.

2. A VIZSGÁLT MODELL BEMUTATÁSA

A tervek szerint az irodakomplexum a 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a. házszámú, Hrsz.:38837/12 telekre lesz építve. Az építész tervekben ábrázolt épületek fő funkciója üzleti hasznosítású irodaterület, az egyes épületek elhelyezkedése és tájolása a mellékelt helyszínrajzon (1. melléklet) látható. Az irodaépületek (A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1) hét emeleti és egy nyolcadik gépészeti szintből állnak. A gépészeti szint az A2, B2, C2, D2 épületek esetében fedett, míg a többi épületen a szabadban vannak a berendezések. A használati szintek közül a földszinten üzlethelyiség illetve az A2 épület esetén étterem található. Az 1.-7. szinteken irodák kerültek kialakításra. Az irodaépületeket két típusú építmény köti össze. Az A, B, C épületek biztosítják az átjárást az irodaépületek között minden szinten, illetve ezekben találhatóak a liftek is. Az I., II., III. jelzésű épületek csak a földszinten kötik össze az irodaépületeket. A I. épületben étterem kapott helyet, míg a másik kettőben üzlethelyiség.

2.1. Az építmény fontosabb paraméterei

Az energetikai számításokhoz az épület nettó alapterülete, fűtött-hűtött térfogata, a tájolás, a választott szigetelés vastagság és az üvegezés tulajdonságai a meghatározók. A nettó alapterület, fűtött-hűtött térfogat és az üvegezési arány adatait a 2-1. táblázat tartalmazza.

2-1. táblázat.

Épületrész neve	Nettó alapterület [m ²]	Fűtött/hűtött térfogat [m ³]	Üvegezési arány [1]
A épület	1 334	4 219	0,653
A1 épület	4 663	14 819	0,301
A2 épület	7 980	25 908	0,347
B épület	1 642	5 161	0,693
B1 épület	5 534	17 265	0,267
B2 épület	8 099	25 704	0,325
C épület	1 672	5 274	0,701
C1 épület	6 465	20 263	0,329
C2 épület	9 515	30 341	0,333
D épület	1 708	5 368	0,693
D1 épület	6 352	19 912	0,319
D2 épület	8 634	27 712	0,327
E1 épület	8 499	26 350	0,309
I. épület	707	2 969	0,418
II. épület	791	3 322	0,620
III. épület	858	3 605	0,314
Komplexum	74 453	238 192	0,366

A komplexumot alkotó épületek tájolására vonatkozó adatokat az előző bekezdésben említett (1. melléklet) határozza meg. Az építész által meghatározott rétegrendeket, nyílászárókat a (2. melléklet) tartalmazza. A tervezés jelen szakaszában az alkalmazott nyílászárók pontos meghatározása még nem történt meg, így a mellékletben szereplő hőátbocsátási értékekkel lettek a modellbe helyezve. Az épület üvegezésének tájolás szerinti megoszlását a 2-2. táblázat. tartalmazza.

2-2. táblázat.

Tájolás [égtáj]	Üvegfelület [m ²]	Üvegfelület [%]	Falfelület [m ²]	Falfelület [%]	Teljes falfelület [m ²]
É	2804,2	28,9	8118,1	33,5	10922,3
K	2073,1	21,4	3983,1	16,4	6056,2
D	2802,8	28,9	8259,5	34,1	11062,3
NY	2025,8	20,9	3858,3	15,9	5884,1
Összesen	9705,9	100,0	24219,0	100,0	33924,9

A 2-2. táblázat. szereplő értékek az alaptájolásra vonatkoznak, az égtájaktól való 10°-ot nem meghaladó tájolásbeli eltéréseket figyelmen kívül hagytam a táblázat készítése során, azonban a modellben a megfelelő értékek vannak beállítva. A pontos tájolási adatokat a (3. melléklet 8-1. táblázat.) tartalmazza. Az adatokból látható, hogy az üvegfelületek megoszlása nagyjából arányos az épületen a négy égtáj szerint, északi és déli irányban 10%-al nagyobb az üvegezés, mint a kelet és nyugati irányban. Ebből következően várható, hogy a modellrendszer teljes forgatása valószínűleg nem fog nagy változást hozni, hiszen a kiegyenlített eloszlás miatt mindig lesz kedvezőbb és kedvezőtlenebb helyzetű üvegfelület egy adott tájolás mellett, azonban az egyes épület-modelleknél a különböző tájolási irányok miatt megfigyelhető lesz akár jelentősebb változás is.

Meghatározó tulajdonsága a modell-rendszernek továbbá a fűtési, hűtési és légkezelő rendszerek típusa, és az ezeket ellátó berendezések. A modell készítése során a valós projekthez alkalmazott VRV rendszert építettem be a modellbe. A VRV rendszer egy direkt elpárologtatású rendszer, melyet elsősorban hotelek, irodaházak, bankok klimatizálására fejlesztettek ki. A kültéri egység inverteres, hőszivattyús, 12-150 kW közötti hűtési tartománnyal (kültéri egységek kombinációjától függően), 8 fokozatú inverteres ventilátorral, akár 55 lépcsős teljesítményszabályozással rendelkezik. Minden kültéri egységben van egy 78 Pa külső statikus nyomású ventilátor, mely lehetővé teszi, hogy szükség esetén akár az épületen belül helyezzük el a kültéri egységeket. A rendszer R410a környezetbarát hűtőközeggel dolgozik, 3 lépcsős éjszakai csendesíthető üzemmóddal rendelkezik, ezáltal az akár 50 kW-os névleges hűtési teljesítményű kültéri egység 45 dB(A) hangnyomás szinten is üzemelhet.

Működési tartománya hűtésben -5 °C-tól 43 °C-ig, fűtésben -20 °C-tól 15,5 °C-ig terjed. A rendszer alternatív fűtés nélkül is alkalmazható. Átlagos teljesítmény tényezője hűtésben (EER) 4-től 6-ig, fűtésben (COP) 3-tól 4-ig változik. A 3 csöves VRV rendszer különösen gazdaságosan üzemeltethető az átmeneti időszakban, amikor

egyes helyiségek fűtést, míg más helyiségek hűtést igényelnek. Ebben az esetben a helyiségek eltérő irányú energiafelhasználása még kedvezőbb COP és EER értéket, még alacsonyabb üzemeltetési költséget eredményez. Fűtési idényben a betervezésre került 3 csöves VRV III rendszer magyarországi körülmények között az átlagos téli külső hőmérséklet mellett (2,4 °C meteorológiai átlag) 3,74-es értéket tud produkálni, mint COP tényező 50%-os részterhelésen. Hűtés során az egyidejűségnek nagyobb a szerepe, mint fűtés során. Hűtés során előfordulhat, hogy ideiglenesen nem használt helyiségeket, tárgyaló- és konferenciatermeket nem kell hűteni. A napsugárzásból eredő hőnyereség is folyamatosan változik, ha a keleti oldalt süti a nap, akkor a nyugati oldalon levő helyiségek hűtési igénye kisebb, és fordítva. Sok esetben a külső hőmérséklet sem 32-35 °C, amire a tervezés, és a berendezés kiválasztás történik. Ezen okok miatt a berendezések nyári hűtési ciklusuk 80%-ában mindössze 50-60%-os teljesítmény szinten működnek, ugyanis ez is elég az igények kielégítéséhez. A VRV rendszerben levő inverteres kompresszorok úgy vannak optimalizálva, hogy részterhelés esetén legyen a leggazdaságosabb a működésük. Ekkor 50%-os kiterhelés esetén akár 6,9-es EER értéket is elérhet a VRV rendszer teljesítmény tényezője.¹

A modell-rendszer ismertetéséből látható, hogy a működéséhez csupán elektromos áramra van szükség, ezért az üzemelési költség-megtakarítás számításánál csak az áram árát veszem figyelembe.

2.2. Az energetikai számításokhoz felhasznált program és a bevitt paraméterek

A befolyásoló passzív elemek energiafogyasztásra és méretezésre gyakorolt hatásának vizsgálatához az energetikai számításokat a Bausoft WinWatt programmal végeztem. A programmal elkészíthető egy modell rendszer, amely alkalmas arra, hogy az egész komplexumot egy tömbként kezelje, így komplexen vizsgálható az egyes paraméterek hatása. Lehetőség van az egyes épületek egyedi vizsgálatára is, amellyel pontosabb képet kaphatunk a rendszert alkotó elemek jellemzőiről. A másik ok, amiért ezt a programot választottam, az, hogy a tervezők nagy része is ezzel határozza meg a méretezéshez szükséges adatokat. Az általam kapott eredmények tehát a jelenleg használatos tervezési, méretezési metódusokat alkalmazza, így a kapott eredmények pontos képet adnak a megvalósuló beruházásokról, így meghatározó a beruházási költség szempontjából is.

¹ URL: http://www.officegarden.hu/images/VRV_rendszer_leiras.pdf

Irodaépületek esetén jelentős nyári méretezési állapotban a belső hőterhelés, amely jelen esetben alapvetően három részből tevődik össze. Belső hőforrásnak tekinthető a bent tartózkodó emberek által leadott, a világító testek által leadott és a berendezések által leadott hő. Ezen hőterhelések részletezése a következő pontban található, egyes belső hőterhelési értékek meghatározásához az adatokat a Recknagel-Sprenger-Schramek: Fűtés- és klimatechnika 2000 II. 1456. oldalán található 3-5 és 3-2. táblázat alapján határoztam meg. A légcsereszámok felvételénél jól záródó nyílászárókat vettem alapul, a szükséges frisslevegő mennyiségét légkezelő berendezések segítségével juttatják a térbe.

2.2.1. MÉRETEZÉSI ALAPADATOK A RENDELTETÉS SZERINT

2.2.1.1. Iroda

- Méretezési belső hőmérséklet télen 20°C, nyáron 26°C.
- A filtrációhoz $n=0,1$ 1/h légcsereszámot vettem figyelembe.
- Az emberek számát az MSZ CR1752 alapján határoztam meg. Mivel még nem ismert, hogy a kis- és nagyterű irodák megoszlása milyen, ezért a szabványban lévő értékek átlagával, 0,15 fő/m² számoltam.
- Az irodai berendezések hőleadását az emberek számára alapozva vettem figyelembe. Minden ember számára biztosított egy személyi számítógép (PC), egy képernyő és egy nyomtató, melyek összes hőterhelésére a táblázat alapján 200W/fő hőleadást vettem figyelembe.
- A világítás hőterhelését a belső, nap által nem megvilágított belső területen vettem figyelembe 20 W/m²-es értékkel.
- A belső hőterheléseket reggel 8 órától este 8 óráig vettem figyelembe.

2.2.1.2. Üzlet

- Méretezési belső hőmérséklet télen 20°C, nyáron 26°C.
- A filtrációhoz $n=0,4$ 1/h légcsereszámot vettem figyelembe.
- Az emberek számát az MSZ CR1752 alapján határoztam meg, amelyben a vonatkozó érték 0,15 fő/m².
- A berendezések belső hőterhelését az üzlet nagyságát figyelembe véve határoztam meg. Általánosan minden üzlethez a kasszákban lévő számítógépeket, nyomtatókat vettem figyelembe, ezen berendezések hőterhelési adatai a hivatkozott táblázatban megtalálhatók.
- A világítás hőterhelését 20 W/m²-es értékkel vettem figyelembe a teljes alapterületen.
- A belső hőterheléseket reggel 8 órától este 8 óráig vettem figyelembe.

2.2.1.3. Étterem

- Méretezési belső hőmérséklet télen 20°C, nyáron 26°C.
- A filtrációhoz az üzlethelyiséghez hasonlóan $n=0,4$ 1/h légcsereszámot vettem figyelembe.
- Az emberek számát az MSZ CR1752 alapján határoztam meg, amelyben az étteremhez tartozó érték 0,7 fő/m².
- A berendezések belső hőterhelését az étterem mérete alapján vettem fel. Minden étterembe számítottam kávéfőzőt, ételmelegítőt és hűtőgépet is, ezen berendezések hőterhelési adatai a hivatkozott táblázatban megtalálhatók.
- A világítás hőterhelését 10 W/m²-es értékkel vettem figyelembe a teljes alapterületen.
- A belső hőterheléseket reggel 7 órától este 8 óráig vettem figyelembe.

2.2.1.4. A, B, C átjáró épületek

- Méretezési belső hőmérséklet télen 20°C, nyáron 26°C.
- A filtrációhoz $n=0,4$ 1/h légcsereszámot vettem figyelembe.
- Az épületek jellegéből adódóan az emberek számát 19 főnek vettem egységesen, mivel itt jellemzően nem tartózkodnak sokáig az emberek.
- A berendezéseket tekintve a 24 órás portaszolgálathoz 2db számítógépet vettem alapul.
- A világítás hőterhelését a földszinten 10 W/m², illetve a portában 20 W/m²-el vettem figyelembe.
- A belső hőterheléseket reggel 7 órától este 10 óráig vettem figyelembe.

2.2.1.5. Gépészti tér (8. emeleten)

- Méretezési belső hőmérséklet télen 16°C, nyáron 26°C.
- A filtrációhoz $n=0,4$ 1/h légcsereszámot vettem figyelembe.

3. NEMZETKÖZI VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

Az egyik üvegezés hőtani paramétereinek vizsgálatával foglalkozó tanulmány egy Guangzhouban lévő háromemeletes irodaépület modelljét használta fel arra, hogy megvizsgálja az üvegfelületek hővezetési tényezőjének és árnyékolásának hatását az éves hűtési energiaigényre. A vizsgálatához elkészítették az irodaépület modelljét egy erre a célra alkalmas, környezeti hatásokat szimuláló DeST-c programban.

A modellbe bevitt paraméterek szerint az épület 2415 m² alapterületű, az első emelet belmagassága 4,2 m, a második és harmadik emeleté 3,6 m. Az épület déli tájolású, a külső falak hőátbocsátási tényezője 1,161 W/(m²K), a tetőé 0,812 W/(m²K). Az épület használati ideje munkanapokon 7-18 óráig tart. A belső légállapotra követelményként 26 °C hőmérsékletet és 40-65% közötti relatív páratartalmat határoztak meg. Belső hőterhelés számításához az emberek számát 0,125 fő/m² értékkel, a világítás hőterhelését 11 W/m², az egyéb hőterhelést pedig 20 W/m² fajlagos értékkel vették figyelembe.

Az első vizsgálat során csökkentették az üvegszerkezetek árnyékolási tényezőjét 1,0-ról 0,2-re, míg a hővezetési tényező 3,0 W/(m²K) maradt. Ebben az esetben a modell hűtési igénye 26,9%-al csökkent. A hőátbocsátási tényező változtatása esetén azonban a hatás pont fordított volt. A hőátbocsátási tényező csökkenésével a hűtési igény nőtt, ennek oka, hogy a külső ablakokat folyamatosan zártnak tekintették. A zárt, jó hőszigetelő képességű ablakok nappal csökkentik ugyan a transzmissziós hőnyereséget, viszont éjszaka nem engedik lehűlni az épületet, ezért nő a hűtési igény. Ez a káros hatás kiküszöbölhető, ha az ablakok nyitását éjszaka lehetővé tesszik, mert úgy az épület belső szerkezeteinek lehetősége van hőt leadni a külső hidegebb környezetnek, a hűlési folyamat során csökken a falakban tárolt hőmennyiség, amely a hűtési igény csökkenését eredményezi.

Vizsgálták továbbá az árnyékolási tényező hatását a hűtés energiahatékonysági tényezőjére, amelyet a 3.1 egyenlet szerint számítottak:

$$P = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100 \quad (3.1)$$

ahol P a hűtés energiahatékonysági tényezője [%]

E₁ az óránkénti igényelt hűtőtéljesítmény 1,0-s árnyékolási tényező mellett [kW]

E₂ az óránkénti igényelt hűtőtéljesítmény 0,2-0,9 között változó árnyékolási tényező mellett [kW]

Az eredmények szerint az egész évre vonatkoztatott átlagos hűtés energiahatékonysági tényező értéke 0,2-es árnyékolási tényező mellett 26,9%, míg 0,8-as árnyé-

kolási tényező esetén ez az érték lecsökken 5%-ra, tehát a hűtési folyamatban megnő az aktív, energiafogyasztó hűtőberendezések szerepe. ²

Egy másik tanulmányban a naptényező hűtési energiaigényre gyakorolt hatásával foglalkoztak, az előzőekben ismertetett irodaház modellje alapján vizsgálják a hűtési energiacsökkentés lehetőségét. A naptényezőt a 3.2 egyenlet alapján számították:

$$S_c = \frac{g}{\tau_s} \quad (3.2)$$

ahol S_c az üvegezés naptényezője [1]

g az üvegszerkezet teljes energiaátbocsátó képessége [W/m^2]

τ_s a 3 mm vastag normál síküvegen keresztül behatoló napsugárzás intenzitása $0,889 W/m^2$

Az az üvegszerkezet teljes energiaátbocsátó képességét a 3.3 egyenlet alapján számították:

$$g = \tau_e + q_i \quad (3.3)$$

ahol g az üvegszerkezet teljes energiaátbocsátó képessége [W/m^2]

τ_e az üvegszerkezeten sugárzással bejutó hő mennyisége [W/m^2]

q_i az üvegszerkezeten hőátbocsátással bejutó hő mennyisége [W/m^2]

Az üvegszerkezeten sugárzással bejutó hő mennyiségét a 3.4 egyenlet alapján számították:

$$\tau_e = \frac{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot d\lambda}{\int_{300}^{2500} S_\lambda \cdot d\lambda} \approx \frac{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \cdot \tau(\lambda) \cdot \Delta\lambda}{\sum_{350}^{1800} S_\lambda \cdot \Delta\lambda} \quad (3.4)$$

ahol τ_e az üvegszerkezeten sugárzással bejutó hő mennyisége [W/m^2]

S_λ az adott hullámhosszhoz tartozó sugárzás részesedése

$\tau(\lambda)$ az adott hullámhosszhoz tartozó transzmissziós tényező [%]

$\Delta\lambda$ a spektrum lépcső [nm]

Az üvegszerkezeten hőátbocsátással bejutó hő mennyiségét a 3.5 egyenlet alapján számították:

$$q_i = \alpha_e \cdot \frac{h_i}{h_i + h_e} \quad (3.5)$$

ahol α_e az üvegfelületen elnyelt hő mennyisége [W/m^2]

h_i a külső hőátadási tényező [$W/(m^2K)$]

h_e a belső hőátadási tényező [$W/(m^2K)$]

² Huan, W., Huijun, W., Yunfei, D. & Xiaoqing, Z., 2010. Effect of Thermal Properties of Building Glass on Cooling Energy Consumption of Buildings. *Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2010 International Conference*, 1. kötet, pp. 612 - 615.

A 3.2-3.5 egyenletek integrálásával a naptényező értékét a 3.6 egyenlet alapján számították:

$$S_c = \frac{g}{0,889} = \frac{\tau_e + \alpha_e \cdot \frac{h_i}{h_i + h_e}}{0,889} \quad (3.6)$$

Üvegszerkezeteknél általánosan elmondható, hogy a hőátbocsátással bejutó hő mennyisége elhanyagolható a hőszugárzással bejutó hő mennyiségéhez képest. A beeső hőszugárzás a sugárzás hullámhossza szerint két meghatározó részre bontható, melynek befolyását a számításokra a 3.4 egyenlet tartalmazza. A látható fény tartományába eső hőszugárzás a teljes spektrumra vonatkoztatott sugárzás 43%-a, míg ez az arány az infravörös tartományban 48,1%. Látható, hogy az infravörös tartományban érkező hőszugárzás csaknem felét kiteszi a teljes spektrumon érkező sugárzás-mennyiségnek.

A vizsgálatok során a naptényezőt két részre bontják, a látható fény tartományában a transzmissziós tényezőt 0,6-es értékűnek veszik, míg az infravörös tartományban ezt az értéket változtatják. Ezen megköttés mellett vizsgálják az elméleti megtakarítás mértékét. Az eredmények értékelése során az infravörös tartományhoz tartozó transzmissziós tényezőnek a hűtés energiahatékonysági tényezőre gyakorolt hatását vizsgálták, a hűtés energiahatékonysági tényezőjét a 3.7 egyenlet szerint számították:

$$C_E = \frac{E_1 - E_{tIR}}{E_1} \cdot 100 \quad (3.7)$$

ahol C_E a hűtés energiahatékonysági tényezője [%]

E_1 az óránkénti igényelt hűtőteltjesítmény 0,6-es látható sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező és 1,0-es infravörös sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező mellett [kW]

E_2 az óránkénti igényelt hűtőteltjesítmény 0,6-es látható sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező és 0,2-0,9 között változó infravörös sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező mellett [kW]

A számítási eredmények szerint az egész évre vonatkoztatott átlagos hűtés energiahatékonysági tényező értéke 0,0-es infravörös sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező mellett 23,3%, míg 0,8-as infravörös sugárzás tartományába eső transzmissziós tényező esetén ez az érték lecsökken 4,7%-ra. Az eredményekből jól látható, hogy jelentős energia-megtakarítást érhetünk el úgy, hogy a beeső látható fény intenzitása változatlan maradt. Nagy előnye tehát ennek a specifikusan csökkentett teljes energiaátbocsátó képességnek, hogy a látható fény tartományában még mindig elegendő fény jut be a helyiségekbe, így nem jelenik meg a csökkentett hűtési

igény mellett világítási igény többlet, amely hagyományos esetben, a teljes spektrumon csökkentett transzmissziós tényezőjű üvegszerkezetek esetén megjelenik.³

Irodaépületek energiafelhasználás változását befolyásoló külső paraméterek vizsgálatára is született egy tanulmány, amely vizsgálja, hogy a száraz hőmérséklet, a relatív páratartalom és a napsugárzás hogyan befolyásolják az éves energiafogyasztást. A számításokhoz egy modellt készítettek el, amelyben vizsgálják a három paraméter hatását a fűtési és hűtési igényekre. A vizsgálatot tizenegy különböző irodaház energiafogyasztási adatai alapján végezték el. Az egyes paraméterek hatását korrelációs analízissel vizsgálták, amelyet a 3.8 egyenlet alapján végeztek:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \cdot (Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (3.8)$$

ahol r a korrelációs tényező

X_i és Y_i a két változó

$\bar{X}$ és $\bar{Y}$ az X és Y változók átlagos értéke

Az r korrelációs tényező $+1$ és -1 között változik, minél közelebb van a szélsőértékekhez, annál erősebb a kapcsolat a vizsgált mennyiségek között. Ha az értéke $+1$ vagy -1 , akkor a két tényező között tisztán lineáris kapcsolat van.

A vizsgálat során kétféle modellt használtak. Az egyváltozós modellt a 3.9 egyenlet írja le:

$$E = a + bT \quad (3.9)$$

ahol E az energiafogyasztás [kWh/m²/hónap]

a és b regressziós paraméterek

T a szárazhőmérséklet [°C]

A többváltozós modellt a 3.10 egyenlet írja le:

$$E = a + bT + cRH + dGSR \quad (3.10)$$

ahol E az energiafogyasztás [kWh/m²/hónap]

a , b , c , d regressziós paraméterek

T a szárazhőmérséklet [°C]

RH a relatív páratartalom [%]

GSR a sugárzás intenzitása [W/m²]

³ Huijun, W., Huan, W., Yunfei, D. & Xiaoqing, Z., 2011. Modeling and Analysis of the Effect Mechanism of Glass Sun-Shading on Building Cooling Energy Efficiency in Guangzhou. *Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM), 2011 International Conference*, pp. 450 - 453 .

A modellek pontosságát két meghatározó paraméter, a CV-RMSE és az R^2 jellemzi. Az RMSE értéke a 3.11 egyenlet alapján határozható meg:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{n-p}} \quad (3.11)$$

ahol RMSE a standard hiba

Y a vizsgált paraméter

$\hat{Y}$ a becsült érték

n a vizsgálatok száma

p a modell paramétereinek a száma

A CV-RMSE érték a 3.12 egyenlet alapján számítható:

$$\text{CV-RMSE} = \frac{\text{RMSE}}{\bar{Y}} \quad (3.12)$$

ahol RMSE a standard hiba

$\bar{Y}$ a vizsgált értékek átlaga

Az R^2 értéke egyváltozós modell esetén a 3.13 egyenlet alapján számítható:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(Y-\hat{Y})^2}{\sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (3.13)$$

ahol R^2 a determinációs együttható

Y a vizsgált paraméter

$\bar{Y}$ a vizsgált értékek átlaga

$\hat{Y}$ a becsült érték

Az R^2 értéke többváltozós modell esetén a 3.14 egyenlet alapján számítható:

$$R^2 = 1 - \frac{(n-1) \sum(Y-\hat{Y})^2}{(n-p-1) \sum(Y-\bar{Y})^2} \quad (3.14)$$

ahol R^2 a determinációs együttható

Y a vizsgált paraméter

$\bar{Y}$ a vizsgált értékek átlaga

$\hat{Y}$ a becsült érték

n a vizsgálatok száma

p a modell paramétereinek a száma

A vizsgálatok során külön vizsgálták a fűtési és hűtési idényt. A számított eredmények közül kiemelném az egyes paraméterek korrelációs tényezőjének értékét. A száraz hőmérséklet esetén ez az érték hűtési idényben 0,83, fűtési idényben -0,74. A kapott korrelációs értékeke szerint a száraz hőmérséklet szoros kapcsolatban van a fűtési és hűtési energiafelhasználással. A másik két paraméter esetén a korrelációs té-

nyező értéke -0,37 és 0,21 között változik, amely azt jelenti, hogy csak kismértékű hatást gyakorolnak az energiafogyasztásra.

Fűtési időnyben az energiafogyasztás és a külső szárazhőmérséklet közötti kapcsolatot a 3.15 egyenlet írja le:

$$E = -0,272 \cdot T + 7,5652 \quad (3.15)$$

ahol E az energiafogyasztás [kWh/m²/hónap]

T a szárazhőmérséklet [°C]

A lineáris összefüggéshez tartozó determinációs együttható értéke 0,9234. Hűtési időnyben az energiafogyasztás és a külső szárazhőmérséklet kapcsolatát a 3.16 egyenlet írja le:

$$E = -0,5888 \cdot T - 8,0011 \quad (3.16)$$

ahol E az energiafogyasztás [kWh/m²/hónap]

T a szárazhőmérséklet [°C]

A lineáris összefüggéshez tartozó determinációs együttható értéke 0,9154. A teljes cikk értékelése során látható, hogy a havi átlaghőmérséklet a legfontosabb változó, míg a relatív páratartalom és a sugárzás csak gyenge korrelációban áll az energiafogyasztással.⁴

⁴ Lei, F. & Hu, P., 2009. A Baseline Model for Office Building Energy Consumption in Hot Summer and Cold Winter Region. *Management and Service Science*, 2009. MASS '09. International Conference , pp. 1 - 4.

4. AZ EGYES PARAMÉTEREK VIZSGÁLATI MÓDSZEREI, SZÁMÍTÁSI ELJÁRÁSOK

A passzív energia-megtakarítás lehetőségeit a Bausoft WinWatt programban elkészített modellrendszerben vizsgálom. A tájolás, az épületszerkezetek és az üvegezés-árnyékolás hatásának vizsgálatánál figyelmen kívül hagyom a komplexum környezetét, így lehetőség van a paraméterek korlátozó tényezők nélküli vizsgálatára. Az általános elrendezés és a szakirodalom szerinti fajlagos értékek felvételével lehetőség van a választott irodakomplexum energetikai vizsgálata alapján, a kapott eredményekből általános következtetések levonására.

4.1. Nyári hőterhelés számítási metódusa

A nyári hőterhelés értékeit a használt program alapvetően a vonatkozó, gyakorlatban elfogadott MSZ-04-140-4:1978 szabvány szerint számolja. A belső hőforrásokat a 4.1 egyenlet szerint számítja:

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_E + \dot{Q}_V + \dot{Q}_M + \dot{Q}_A + \dot{Q}_B \quad (4.1)$$

ahol $\dot{Q}_i$ a belső hőterhelés [W]

$\dot{Q}_E$ az emberi hőleadás [W]

$\dot{Q}_V$ a világítás hőleadása [W]

$\dot{Q}_M$ a gépek és berendezések hőleadása [W]

$\dot{Q}_A$ az anyag, illetve az áru ki- és betárolásából származó hő [W]

$\dot{Q}_B$ az egyéb belső hőforrás [W]

Külső hőterhelés számításánál a program készítői szükségesnek érezték, hogy helyenként a szabványt elméleti számításokkal alátámasztva kiterjesszék. Ennek eredményeképpen lehetőség nyílik a függőlegestől eltérő helyzetű nyílászárók modellezésére. Ezen felül a szabványban lévő nyolc féle tájolástól eltérő tájolású nyílászárók is bevihetők a programba, így a modell-rendszer 5°-os forgatásával a nyári sugárzási nyereség változása is meghatározható. A számítási metódusban ezt a redukciós tényezők újbóli meghatározásával vették figyelembe, ennek hatását a 4.2 egyenlet írja le:

$$\dot{Q}_{\ddot{u}} = A_{\ddot{u}} \cdot [N_{\ddot{u}} \cdot N_A \cdot I_{SRG} \cdot Z + k_{\ddot{u}} \cdot (t_e - t_i)] \quad (4.2)$$

ahol $A_{\ddot{u}}$ az üvegezett felület [m²]

$N_{\ddot{u}}$ az üvegezés naptényezője [1]

N_A az árnyékolás naptényezője [1]

I_{SRG} a 3 mm vastag normál síküvegen keresztül behatoló napsugárzás intenzitása [W/m²]

Z a redukciós tényező [1]

k_ü az üvegezés hőátbocsátási tényezője [W/(m²K)]

t_e a külső léghőmérséklet [°C]

t_i a belső léghőmérséklet [°C]

A program lehetővé teszi továbbá a takarások figyelembe vételét, az árnyékvédőket minden órára a tényleges hatást kifejező árnyékolási tényezővel számíthatjuk. Ennek hatását a 4.3 egyenlet szerint számítja:

$$N_{\dot{A}} = \frac{I_{DIF} + \frac{A_{kr}}{A_{\dot{U}}} \cdot I_{DIR}}{I_{SRG}} \quad (4.3)$$

ahol $N_{\dot{A}}$ az árnyékolás naptényezője [1]

I_{DIF} a diffúz napsugárzás intenzitása [W/m²]

I_{DIR} a direkt napsugárzás intenzitása [W/m²]

I_{SRG} a 3 mm vastag normál üvegen áthatoló napsugárzás intenzitása [W/m²]

A_{kr} a kritikus időpontban árnyékolás nélkül maradó üvegfelület [m²]

$A_{\dot{U}}$ a teljes üvegfelület [m²]

A falszerkezetek és tetőszerkezetek esetében a hőterhelés meghatározása a szabvány szerint a 4.4 egyenlet alapján történik:

$$\dot{Q}_F = A_F \cdot k \cdot \Delta t_{ekv} \quad (4.4)$$

ahol $\dot{Q}_F$ a külső falon vagy tetőszerkezeten jelentkező hőterhelés [W]

A_F a külső fal vagy tetőfödém felülete [m²]

k a külső fal vagy tetőfödém hőátbocsátási tényezője [W/(m²K)]

Δt_{ekv} az egyenértékű hőfokkülönbség [°C]

Ez a módszer a napi periódusban állandóan ismétlődő külső hőmérsékleti és napsugárzási hatásokat helyettesíti egy időben változó hőmérsékletkülönbség mellett megjelenő állandó értékű hőátbocsátással. A Δt_{ekv} egyenértékű hőfokkülönbség a külső felület helyzetétől, a külső felület abszorpciós és emissziós tulajdonságaitól, a határoló szerkezet hőátbocsátási tényezőjétől, hőelnyelési, valamint hőcsillapítási tulajdonságaitól és a belső léghőmérséklettől függ. Értéke a 4.5 egyenlet szerint számítható:

$$\Delta t_{ekv} = t_0 + C_t \cdot A_t + C_I \cdot A_I - t_i \quad (4.5)$$

Az egyenletben szereplő együtthatókat a szabványban lévő táblázatokból és nomogramokból kell leolvasni. A nomogramokból az értékek kiválasztása a szerkezet tájolása és dőlésszöge alapján történik. A nomogramokban a megfelelő görbe kiválasztása az f_1 tényező alapján történik. A tényező a 4.6 egyenlet alapján számítható:

$$f_1 = \frac{\alpha_i}{k \cdot u} \quad (4.6)$$

ahol α_i a belső hőátadási tényező [W/(m²K)]

k a hőátbocsátási tényező [W/(m²K)]

u a hőfokcsillapítási tényező

A szabvány a nomogramok használatával azonban két egyszerűsítést is tesz. A tájolás és a dőlésszög csak nagyobb lépésekkel adható meg, illetve az f_1 jellemzővel nem csak a csillapítás mértéket, hanem a késleltetést is adottnak veszi. A programban az elhanyagolások és az interpoláció miatt inkább egy általánosabb érvényű számítási módszert használnak, amelyekkel lehetőség van az egyes tényezők pontosabb meghatározására. A módszer alkalmazásával a szabvány szerinti eredményekhez képest nagyjából 10-20%-al magasabb értéket ad eredményül, azonban ez a növekmény az esetek többségében lényegesen kevesebb, mint az egyéb terhelések hatása, illetve a biztonság irányában téved, ezért gyakorlati alkalmazása elfogadható.

4.2. Téli hőszükséglet számítási módszere

A program a téli hőszükségletet a vonatkozó MSZ-04-140-2:1991 szabvány, illetve az MSZ-04-140-3:1987 szabvány szerint számítja. A számítás során a külső transzmissziós energiaáramot a 4.7 egyenlet szerint számítja a program:

$$\dot{Q}_{tr} = \sum_{j=1}^n k_j \cdot A_j \cdot \Delta t \quad (4.7)$$

ahol j a térelválasztó szerkezet sorszáma

n a méretezett helyiséget a külső környezettől elválasztó szerkezetek száma

k_j az adott szerkezet hőátbocsátási tényezője [W/(m²K)]

A_j az adott szerkezet külső felülete [m²]

Δt a külső és belső tér méretezési állapotban lévő hőmérsékletkülönbsége [°C]

A vizsgálatok során a k hőátbocsátási tényező értékét változtattam a szigetelés hővezetési tényezőjének és vastagságának változtatásával. A hőátbocsátási tényező értéke a 4.8 egyenletből számítható:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (4.8)$$

ahol α_i a belső hőátadási tényező [W/(m²K)]

α_e a külső hőátadási tényező [W/(m²K)]

d_j a rétegrend adott elemének vastagsága [m]

λ_j a rétegrend adott elemének hővezetési tényezője [W/(mK)]

4.3. Az éves primer energia igény becslésének számítási módszere

A program az energiafelhasználás számítását a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet szerint végzi. A teljes éves energiaigény meghatározásához szükséges meghatározni a fűtési rendszer, a melegvíz-termelő rendszer, a légtechnikai rendszer, a hűtési rendszer és a világítási rendszer éves energiaigényét. A primer energia igények meghatározása után azok összesítésével becsülhető az teljes éves primer energia igény.

A fűtés fajlagos éves primer energia igényét a program a 4.9 egyenlet alapján számítja:

$$E_F = (q_f + q_{f,h} + q_{f,v} + q_{f,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_f) + (E_{FSz} + E_{FT} + q_{k,v}) \cdot e_v \quad (4.9)$$

ahol E_F a fűtés fajlagos primer energiaigénye [kWh/m²a]

q_f a fűtés fajlagos nettó hőenergia igénye [kWh/m²a]

$q_{f,h}$ a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlansága miatti fajlagos veszteségek [kWh/m²a]

$q_{f,t}$ a hőtárolás fajlagos vesztesége [kWh/m²a]

$q_{f,v}$ az elosztóvezeték fajlagos vesztesége [kWh/m²a]

C_k a hőtermelő teljesítménytényezője

α_k a külső hőátadási tényező [W/(m²K)]

e_f a fűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője

E_{FSz} a keringtetés fajlagos energiaigénye [kWh/m²a]

E_{FT} a tárolás segédenergia igénye [kWh/m²a]

$q_{k,v}$ segédenergia igény [kWh/m²a]

e_v a villamos energia primer energia átalakítási tényezője

A melegvíz-termelő rendszer fajlagos éves primer energia igényének meghatározására a program a 4.10 egyenletet alkalmazza:

$$E_{H MV} = (q_{H MV} + q_{H MV,v} + q_{H MV,t}) \cdot \sum (C_k \cdot \alpha_k \cdot e_{H MV}) + (E_C + E_K) \cdot e_v \quad (4.10)$$

ahol $E_{H MV}$ a melegvízellátás fajlagos primer energiaigénye [kWh/m²a]

$q_{H MV}$ a melegvíz készítés nettó hőenergia igénye [kWh/m²a]

$q_{H MV,t}$ a melegvíz tárolás fajlagos vesztesége [kWh/m²a]

$q_{H MV,v}$ a melegvíz elosztás fajlagos vesztesége [kWh/m²a]

C_k a hőtermelő teljesítménytényezője

α_k a külső hőátadási tényező [W/(m²K)]

$e_{H MV}$ a melegvíz készítésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője

E_{FSz} a keringtetés fajlagos energiaigénye [kWh/m²a]

E_{FT} a tárolás segédenergia igénye [kWh/m²a]

$q_{k,v}$ segédenergia igény [kWh/m²a]

e_v a villamos energia primer energia átalakítási tényezője

A légtechnikai rendszer primer energiaigényének meghatározására a program a 4.11 egyenletet használja:

$$E_{LT} = \{ [Q_{LT,n} \cdot (1 + f_{LT,sz}) + Q_{LT,v}] \cdot C_k \cdot e_{LT} + (E_{VENT} + E_{LT,s}) \cdot e_v \} \cdot \frac{1}{A_N} \quad (4.11)$$

ahol E_{LT} a légtechnikai rendszer fajlagos primer energiaigénye [kWh/m²a]

$Q_{LT,n}$ a légtechnikai rendszer nettó hőigénye [kWh/a]

$f_{LT,sz}$ a teljesítmény és a hőigény illesztésének pontatlanságából származó veszteség

$Q_{LT,v}$ a levegő elosztás hővesztesége [kWh/a]

C_k a hőtermelő teljesítménytényezője

e_{LT} a légtechnikai rendszer hőforrása által használt energiahordozó primer energia

E_{VENT} a légtechnikai rendszerbe épített ventilátorok villamos energiaigénye [kWh/a]

$E_{LT,s}$ a légtechnikai rendszer villamos segédenergia igénye [kWh/a]

e_v a villamos energia primer energia átalakítási tényezője

A_N nettó fűtött szintterület [m²]

A gépi hűtés fajlagos éves primer energiaigényét a 4.12 egyenlet alapján számítja a program:

$$E_{hű} = \frac{Q_{hű} \cdot e_{hű}}{A_N} \quad (4.12)$$

ahol $E_{hű}$ a gépi hűtés fajlagos éves primer energia igénye [kWh/m²a]

$Q_{hű}$ a gépi hűtés éves nettó energiaigénye [kWh/a]

$e_{hű}$ a gépi hűtésre használt energiahordozó primer energia átalakítási tényezője

A_N nettó hűtött szintterület [m²]

A vizsgálatoknál a hűtési energia igény meghatározó szerepet kap, a program ezt a mennyiséget a 4.13 egyenlet alapján számolja:

$$Q_{hű} = \frac{24}{1000} \cdot n_{hű} \cdot (\sum A_N \cdot q_b + Q_{sdnyár}) \quad (4.13)$$

ahol $Q_{hű}$ a gépi hűtés éves nettó energiaigénye [kWh/a]

$n_{hű}$ hűtési napok száma [1/a]

A_N nettó hűtött szintterület [m²]

q_b a belső hőterhelés fajlagos értéke [W/m²]

$Q_{sdnyár}$ a direkt sugárzási hőnyereség [W]

A világítás fajlagos éves energiaigényét a program a 4.14 egyenlet alapján számolja:

$$E_{vil} = E_{vil,n} \cdot e_{vil} \cdot u \quad (4.14)$$

ahol E_{vil} a beépített világítás fajlagos éves primer energia igénye [kWh/m²a]

$E_{vil,n}$ a beépített világítás fajlagos éves nettó villamos energia igénye [kWh/m²a]

e_{vil} a villamos energia primer energia tartalma

u a szabályozás hatását kifejező korrekciós tényező

4.4. Megtérülési számítások módszere

A megtérülési vizsgálatához NPV (Netto Present Value) számítást végeztem. Az NPV számítással meghatározható egy adott beruházás jelenértéke, amely alapján eldönthető, hogy a beruházás költség-mérlege pozitív vagy negatív. Ha pozitív az NPV érték, akkor hasznot termel a beruházás, érdemes megvalósítani, nulla érték esetén nem veszteséges, negatív érték esetén pedig gazdaságilag nem megtérülő a beruházás, így megvalósítása nem javasolt. A számítások során optimális kialakításnak tekintem a legmagasabb NPV értékű beruházást.

A számításhoz szükség van a beruházási költség és az éves üzemelési költség meghatározására. A szigetelés beruházási költség meghatározását TERC VIP Bronz költségvetés készítő programmal készítettem, az elkészített költségvetéseket a (4. melléklet) tartalmazza. A költségvetéseket Építészeti Norma (ÉN) alapján készítettem a jelenleg érvényes árszabások mellett. A kivitelezési árak hitelességét alátámasztó építész tervezői nyilatkozatot az (5. melléklet) tartalmazza. Az üvegszerkezetekhez bekért árajánlatot a (6. melléklet) tartalmazza. Az éves üzemelési költséget a Bausoft WinWatt programmal számított éves primer energia igény alapján számítottam. A beépített rendszerek elektromos árammal működnek, így a felhasznált éves primer energia igényt megszorozva az áram árával kiszámítható az éves üzemelési költség. A számításhoz az áram értékét 30 Ft/kWh értékűnek vettem fel. Ennek oka, hogy ez a komplexum már nagyfogyasztónak minősül, így az áramszolgáltatóval a fogyasztói ár külön megegyezés alapján kerül megállapításra. A tervezés során az áramszolgáltatóval való megegyezés ezt az értéket határozta meg.

A felvett költségek ebben a formában még nem hasonlíthatóak össze, így további feltételek bevezetésére van szükség.

Üzemeltetési költségek esetén bázis értéknek a hőszigetelés nélküli épület üzemeltetési költségét vettem. Ehhez képest számítottam ki az éves költségekben elérhető megtakarítást a hőszigetelés vastagságának növelésével, a számítást a 4.15 egyenlet írja le:

$$C_{ü.megt.} = C_{ü.alap} - C_{ü.szig} \quad (4.15)$$

ahol $C_{ü.megt.}$ az alap üzemeltetéshez képesti üzemelési költség megtakarítás egy adott szigetelés esetén [Ft]

$C_{\text{ü.alap}}$, a szigeteletlen épülethez tartozó üzemeltetési költség

$C_{\text{ü.szig}}$, az adott szigeteléshez tartozó üzemeltetési költség

Az energiahordozó ára nem állandó, az évek múlásával emelkedik, ezért különböző áramdíj-növekmény mellett elvégeztem minden évre a megváltozott energiaár melletti megtakarítás számítását. Adott áramdíj-növekmény $p_{\text{növ}}$ mellett az i . évre vonatkozó megtakarítás értékének számítását a 4.16 egyenlet alapján végeztem.

$$C_{\text{ü.megt},i} = C_{\text{ü.megt},0} \cdot \left(\frac{1+p_{\text{növ}}}{100} \right)^i \quad (4.16)$$

ahol $C_{\text{ü.megt},i}$ az i . évre vonatkozó megtakarítás értéke [Ft]

$C_{\text{ü.megt},0}$ a 0 évhez tartozó megtakarítás értéke [Ft]

$p_{\text{növ}}$ áramdíj növekmény [%]

i az adott év száma

Az előzőekben számított értékek jelen értékre való átszámítását több kamatláb mellett is elvégeztem, egy adott év megtakarításának jelenértékét a 4.17 egyenlet alapján számítottam.

$$C_{\text{ü.megt},i-0} = \frac{C_{\text{ü.megt},i}}{\left(\frac{1+r}{100} \right)^i} \quad (4.17)$$

ahol $C_{\text{ü.megt},i-0}$ az i . évre vonatkozó megtakarítás jelenértéke [Ft]

$C_{\text{ü.megt},i}$ az i . évre vonatkozó megtakarítás értéke [Ft]

r kamatláb [%]

i az adott év száma

Az NPV számítás végső lépése a beruházási költség növekmény és a 15 évre számított üzemelési költség-megtakarítás jelenértékének előjeles összegzése. A beruházási költség többletet negatív előjellel veszem figyelembe, a jelenértékű megtakarításokat pozitívvá. Ezt a számítást a 4.18 egyenlet alapján végeztem.

$$NPV = -C_{\text{be.több.szig}} + \sum_{i=1}^{15} C_{\text{ü.megt},i-0} \quad (4.18)$$

ahol $C_{\text{be.több.szig}}$ az adott szigeteléshez tartozó beruházási költség többlet [Ft]

$C_{\text{ü.megt},i-0}$ az i . évre vonatkozó megtakarítás jelenértéke [Ft]

5. AZ EGYES PARAMÉTEREK BEFOLYÁSOLÓ HATÁSÁNAK ELEMZÉSE

5.1. Tájolás hatásának vizsgálata

A tájolás hatásának vizsgálata során az építészeti adatszolgáltatás alapján felépített modell-rendszert forgattam 0° - 360° között 5° -os lépésekben, ahol a 0° az irodakomplexum tervek szerinti tájolását jelenti. A tájolás függvényében a nyári hőterhelés változását vizsgáltam a már ismertetett számítási módszer alapján. A vizsgálat során kapott teljes- és külső hőterhelési alap-, minimum- és maximum értékeket épületekre lebontva a (7. melléklet 8-2. táblázat. és 8-3. táblázat.) tartalmazza. A hivatkozott táblázatokban közölt eredményeknél fontos megjegyezni, hogy a Komplexum nyári csúcs hőterhelés értéke nem az egyes épületek nyári csúcs hőterhelésének az összege, hanem modell-rendszerre számított eredmény.

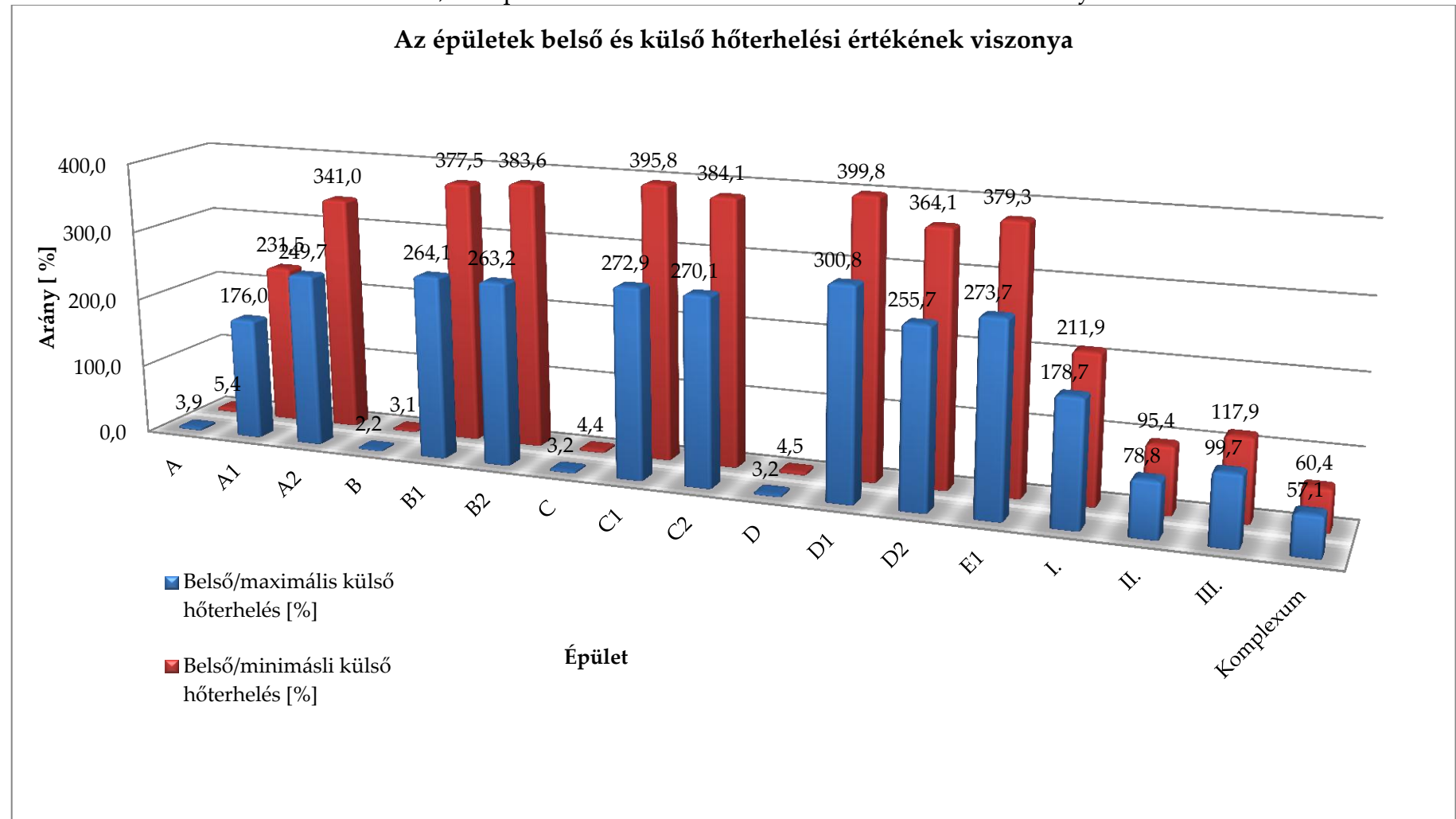
Az egyes épületekben a nyári csúcsterhelés időpontja a tájolás változtatása során változik, azonban a csúcsterhelésekben a belső hőterhelés állandó értékű, a számított értékeket a (7. melléklet 8-4. táblázat.) tartalmazza.

Az eredmények értékelésénél szem előtt tartva az általános következtetések levonhatóságát a különböző tájolásokban fellépő hőterhelési értékeket minden esetben az optimális tájolás hőterhelési értékéhez viszonyítottam.

A tájolás vizsgálatánál fontos az egyes épületeknél fellépő nyári külső és belső terhelések aránya, így ezeket az adatokat a (7. melléklet 8-5. táblázat.) tartalmazza. A kapott értékeket az 5-1. ábra szemlélteti. Az 5-1. ábraán látható, hogy az átjáró épületek (A, B, C, D) esetén a magas üvegezési arány és alacsony belső hőterhelés miatt a külső hőterhelés értéke mellett a belső hőterhelés elhanyagolható. A nagy üvegezési arányú A1 irodaépület esetén viszont már megjelenik a nagyobb mértékű, irodákra jellemző belső hőterhelés is, így ennél az épületnél már a belső hőterhelés lesz a meghatározóbb. A nagyméretű irodaépületeknél (A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2, E1) az optimális tájolás esetén fellépő belső és a külső hőterhelés megoszlásának aránya 1:3,41 és 1:3,998 között változik, míg a legrosszabb tájolás esetén ez lecsökken a megnövekedett külső hőterhelés miatt 1:2,49 és 1:3,008 közötti arányra. A teljes komplexum esetén ismét a külső hőterhelés lesz a meghatározó, a viszonyított arány ebben az esetben 1:0,57, maximális külső hőterhelés mellett, illetve 1:0,604 optimális tájolás esetén.

Általános tanulságként elmondható, hogy irodaépületek esetén a belső hőterhelés a meghatározóbb, azonban a külső terhelés hatása is lényeges. Üzemelés során a belső és külső hőterhelés a méretezési állapothoz képest változhat.

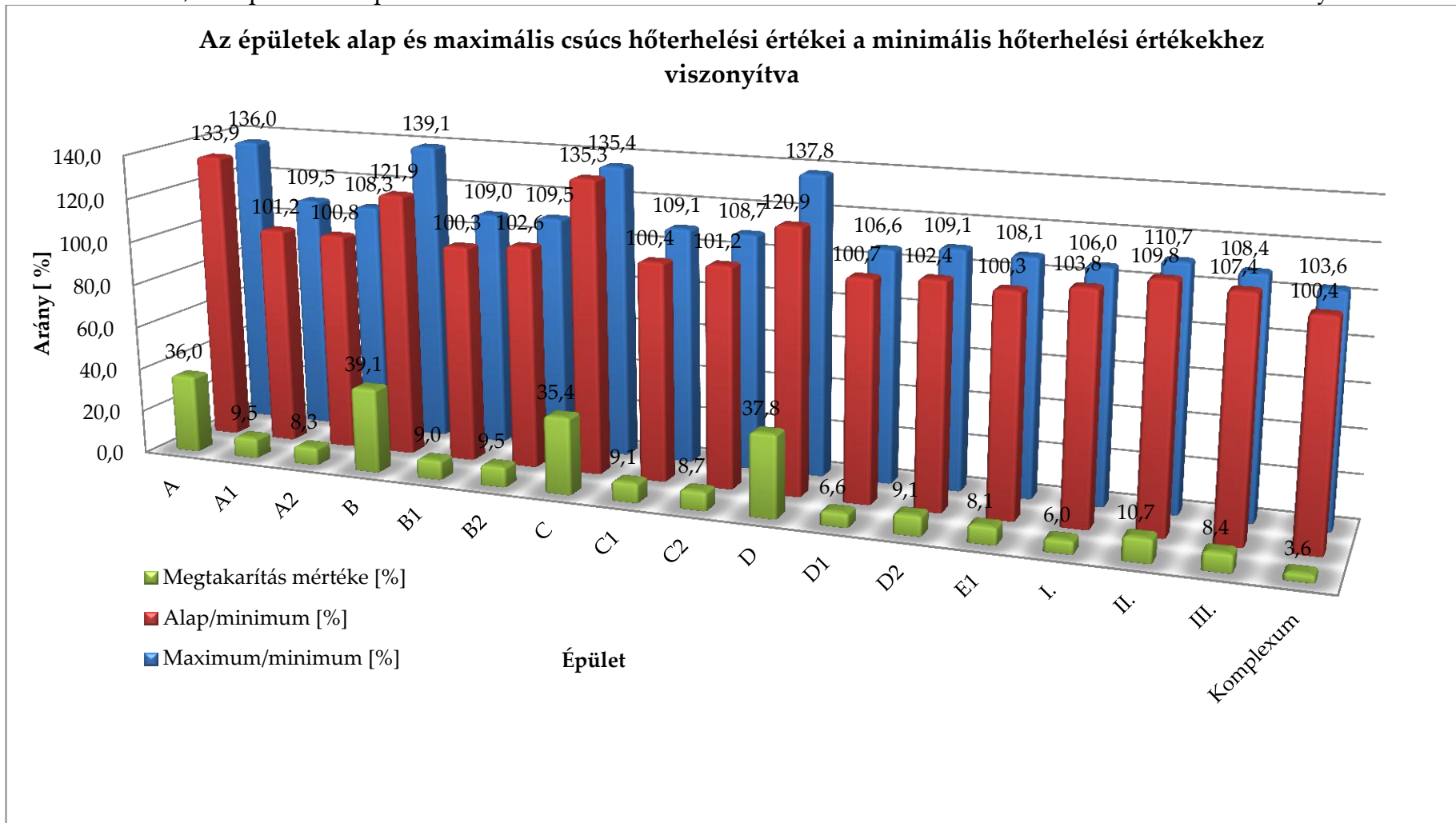
5-1. ábra, Az épületek belső és külső hőterhelési értékének viszonya



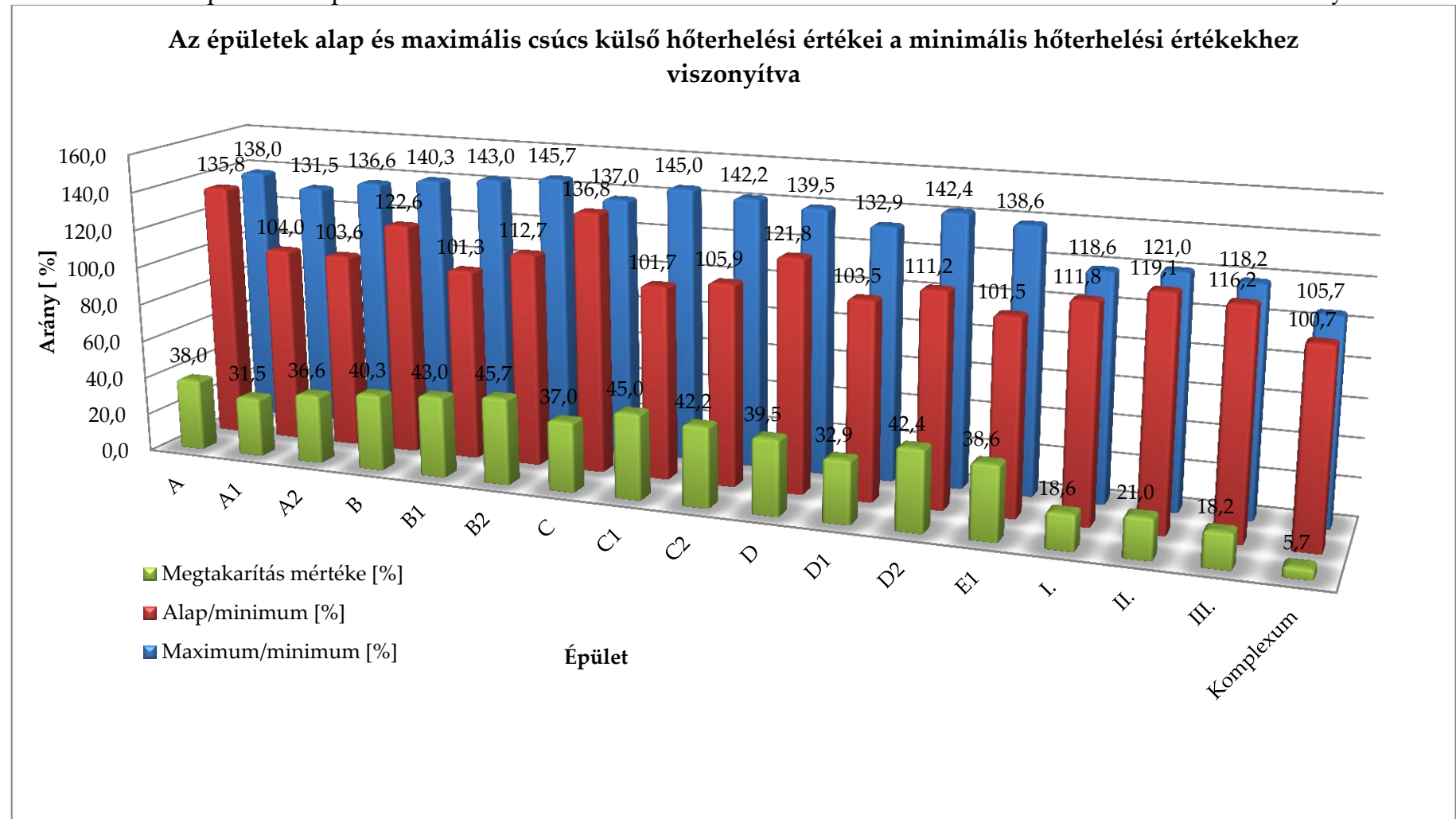
Az 5-2. ábra és 5-3. ábra alapján látható, hogy az egyes épületek nyári csúcshőterhelésében jelentős különbségek lehetnek a tájolás függvényében. A hasonló üvegezési tényezőjű épületeknél látható, hogy a minimális és a maximális terhelés különbsége nagyjából megegyezik, megfigyelhető továbbá, hogy az üvegezés mértékének növelésével egyre nagyobb jelentőséget kap a megfelelő tájolás alkalmazása. Irodaépületek esetén a nagyarányú belső hőterhelés miatt a teljes hőterhelésre viszonyított megtakarítás mértéke jelentősen csökken a kizárólag külső hőterhelést figyelembe vevő megtakarítás arányához képest. Az egyes épületeknél látható nagyobb különbségek ellenére a teljes komplexum teljes csúcshőterhelése esetén az optimális és legrosszabb tájolás között az eltérés mindössze 3,6%. Ez annak tudható be, hogy a komplexum esetén az üvegezés megoszlása nagyjából egységes az égtájak között, így a tájolás szempontjából kedvező és kedvezőtlen üvegfelületek folyamatosan cserélődnek, illetve a hőterhelés maximum értékének ideje sem egységes a részépületekben. A 3,6%-os megtakarítás a teljes komplexum esetén 150,26 kW méretezési hűtőgépteljesítmény-csökkenést eredményez, amellyel egy kültéri VRV egység beépítése feleslegessé válik.

A tájolás optimalizálásával lehetőség van kisebb teljesítményű hűtőberendezés beépítésére, így beruházási költség és üzemelési költségcsökkentés érhető el. Fontos lenne tehát, már a tervezés első szakaszában a koncepció összeállításánál a tájolásfüggő szoláris hőnyereséget minimalizálni. Természetesen ennek megvalósítására korlátozó tényezőként hatnak a megrendelő igényei és a tervezett irodaépület környezete. Meggondolt, előrelátó tervezéssel azonban lehetőség van olyan kompromisszumos megoldást találni, amelyben a megrendelő igényei nem sérülnek és az épület hűtési energiaigénye is közelít a minimumhoz.

5-2. ábra, Az épületek alap és maximális csúcs hőterhelési értékei a minimális hőterhelési értékekhez viszonyítva.



5-3. ábra Az épületek alap és maximális csúcs külső hőterhelési értékei a minimális hőterhelési értékekhez viszonyítva.



5.1.1. A NYÁRI MÉRETEZÉSI HŐTERHELÉS MAXIMUM ÉRTÉKÉNEK ÉS IDEJÉNEK VÁLTOZÁSA A TÁJOLÁS FÜGGVÉNYÉBEN

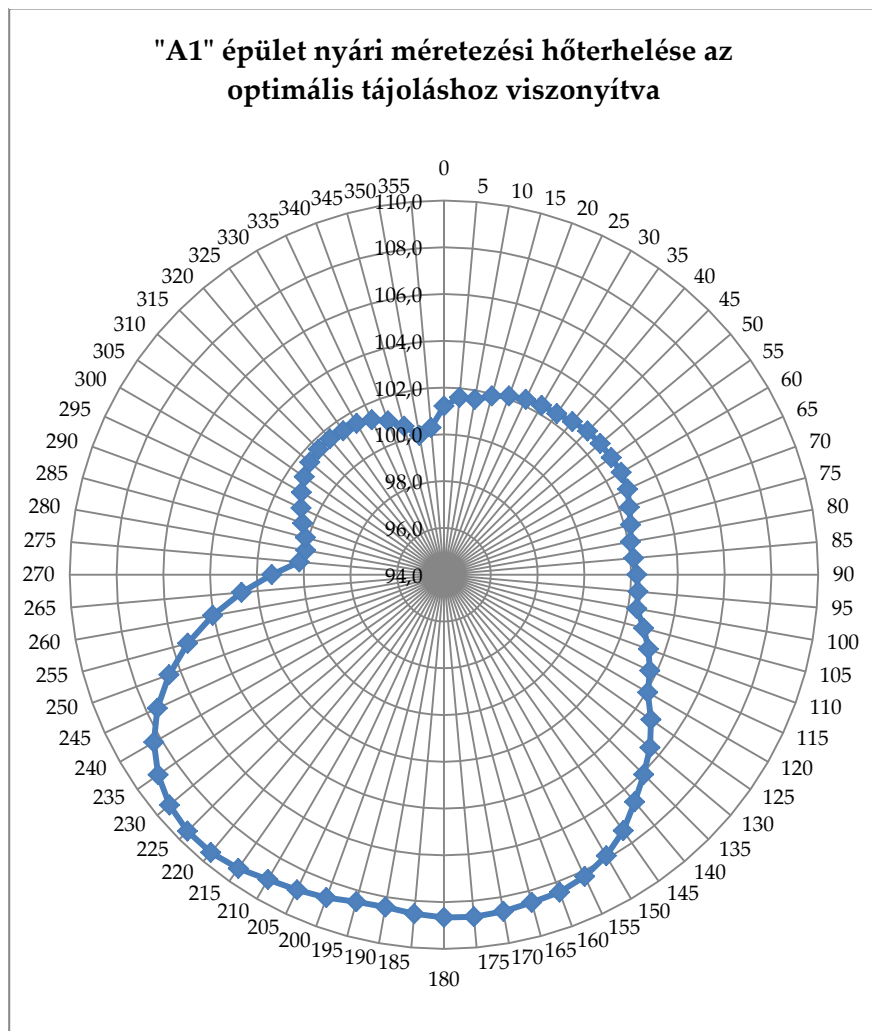
Az A1 épület, az A2 épület és a Komplexum diagramja alapján az egyes irodaépület-típusok és a teljes rendszer viselkedése is jól szemléltethető. Az 5-4. ábra és 5-5. ábra az A1 épület, 5-6. ábra és 5-7. ábra az A2 épület, míg az 5-8. ábra és 5-9. ábra a Komplexum méretezési külső hőterhelésének optimális tájoláshoz viszonyított értéke és a csúcsterhelés időbeli változása látható.

Az A1 épület esetén az épületen az üvegezés megoszlása nem egyenletes, így a tájolás itt lényegesen nagyobb szerepet kap. Az épület 0°-os alaptájolású modelljén keleti irányban nagyobb az üvegfelület aránya. A csúcsterhelés értékét vizsgálva látható, hogy az optimális tájolástól való eltérés esetén akár 9,5%-al nagyobb lehet a hűtési igény. Jól látszik továbbá, hogy az egyenlőtlen eloszlású üvegfelületek forgatásával a csúcsterhelés értéke arányosan változik. A csúcsterhelés időpont ábráján látható, hogy a nagyméretű, az alaptájolás esetén keleti üvegfelületek a csúcs időpontját meghatározzák. Az alaptájolás esetén a reggeli, alacsony szögben beeső napfény sugárzás intenzitása lesz a legnagyobb, amely miatt a csúcs ideje délelőtt lesz, a forgatással azonban az időpont egyre későbbre tolódik. A keleti nagyméretű üvegfelület hatásának eredménye, hogy a 345-350° között a csúcserték időpontjában jelentős változás van.

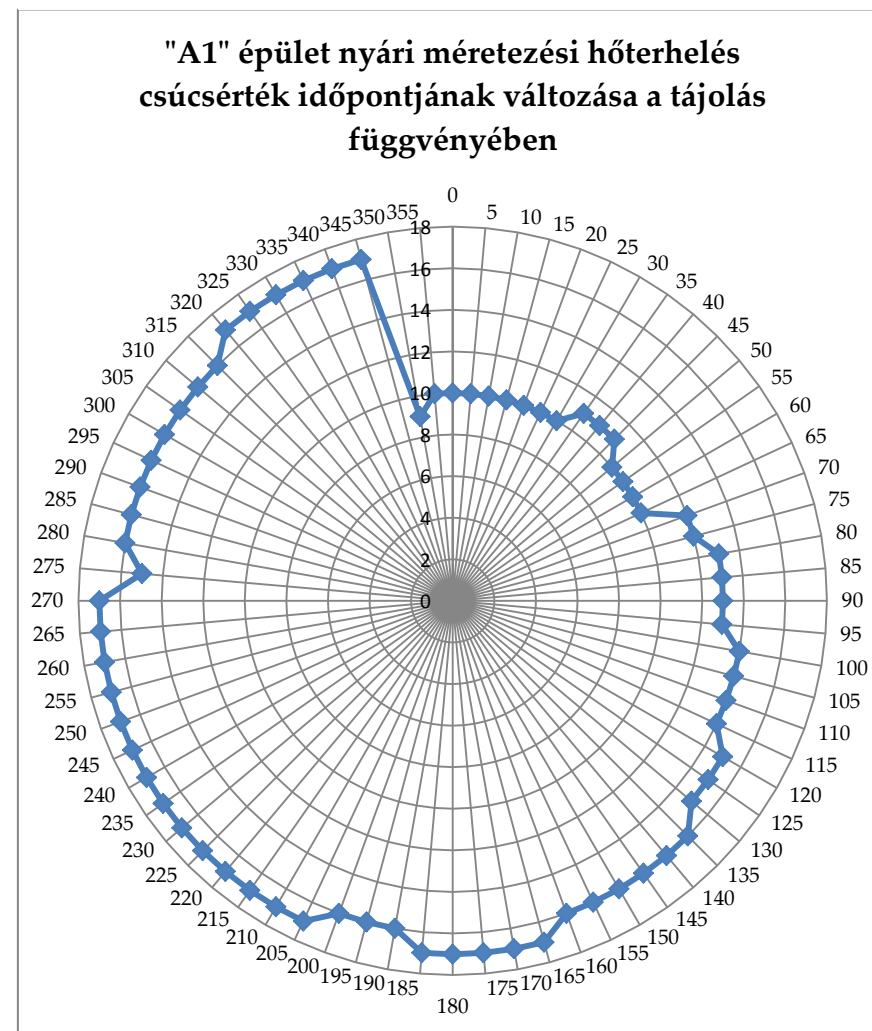
Az A2 épület esetén az üvegfelületek aránya, az alaptájolás esetén északi és déli irányban közel azonos, keleti irányban a kisebb méretű falfelületen kevesebb nyílászáró van. A nyugati tájolású oldalfalon azonban nincsen külső nyílászáró, mivel ott egy másik irodaépülethez csatlakozik. Ennek hatására látható, hogy optimális tájolás akkor állna fenn, ha az épületet 180°-al elforgatnánk, tehát a reggel alacsony szögben érkező napsugárzás hatását kiküszöbölnénk, ez azonban a csatlakozó B1 épület esetén pont ellentétes hatást érne el. A két irodaépület összekapcsolásával is meghatározható az optimális tájolás, ebben az esetben a komplexumhoz hasonló eredményre jutnánk. A csúcsterhelés időpontjának változása szoros kapcsolatban van az üvegfelületek tájolásával és a csúcsertékhez hasonlóan egyenletesen változik, a csatlakozó épületek hatása miatt ebben az ábrában is eltolódás látható.

A komplexum tájolásának változtatása esetén látható, hogy a hőterhelés csúcsertéke négy kiugró és négy alacsonyabb értékhez közelít. A 0-180°-os tengely menti minimum értékek kisebbek, mert a kisebb méretű, az alaptájolás szerint a kelet-nyugati üvegfelületek határozzák meg a szoláris hőnyereséget. A 90-270°-os tengely mentén az arányaiban nagyobb üvegfelületek határozzák meg a szoláris nyereséget, ezért ebben az esetben nagyobb lesz a sugárzásból származó hőterhelés. Köztes tájolások esetén megnő a sugárzási nyereséget meghatározó kelet-nyugati tájolású ablakfelületek nagysága, ezért ezekben az esetben még nagyobb lesz a szoláris nyereség.

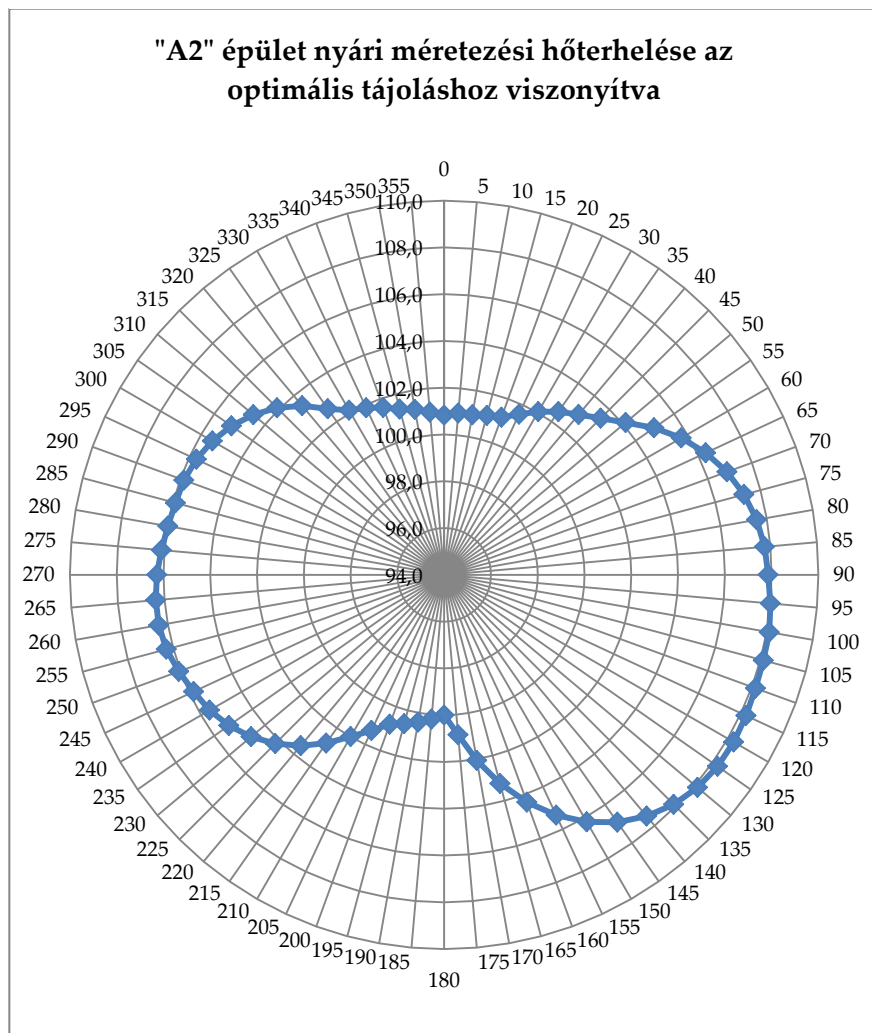
5-4. ábra



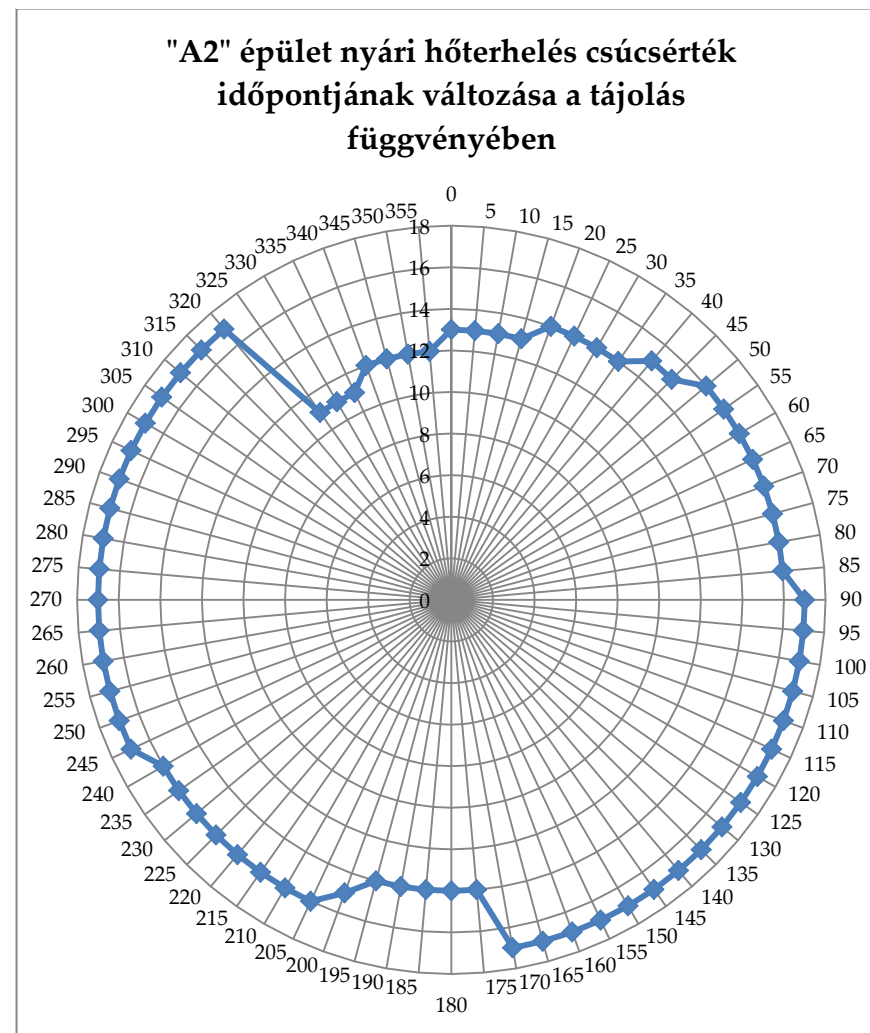
5-5. ábra



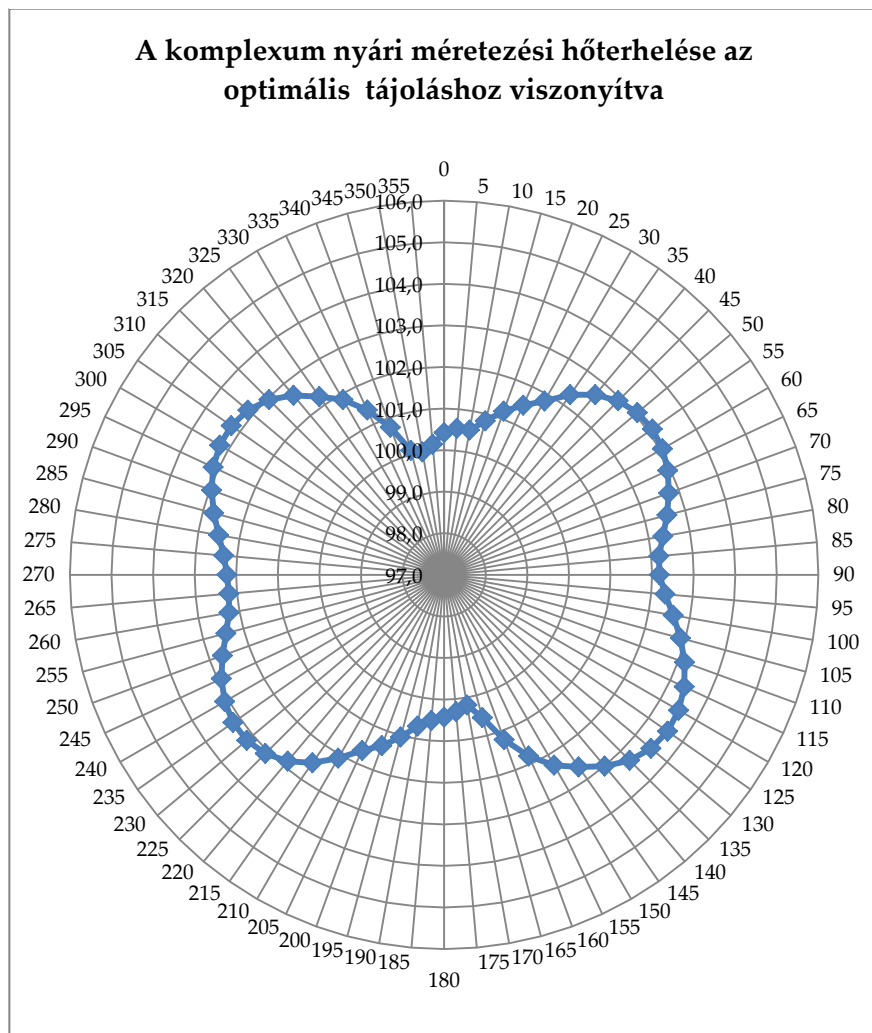
5-6. ábra



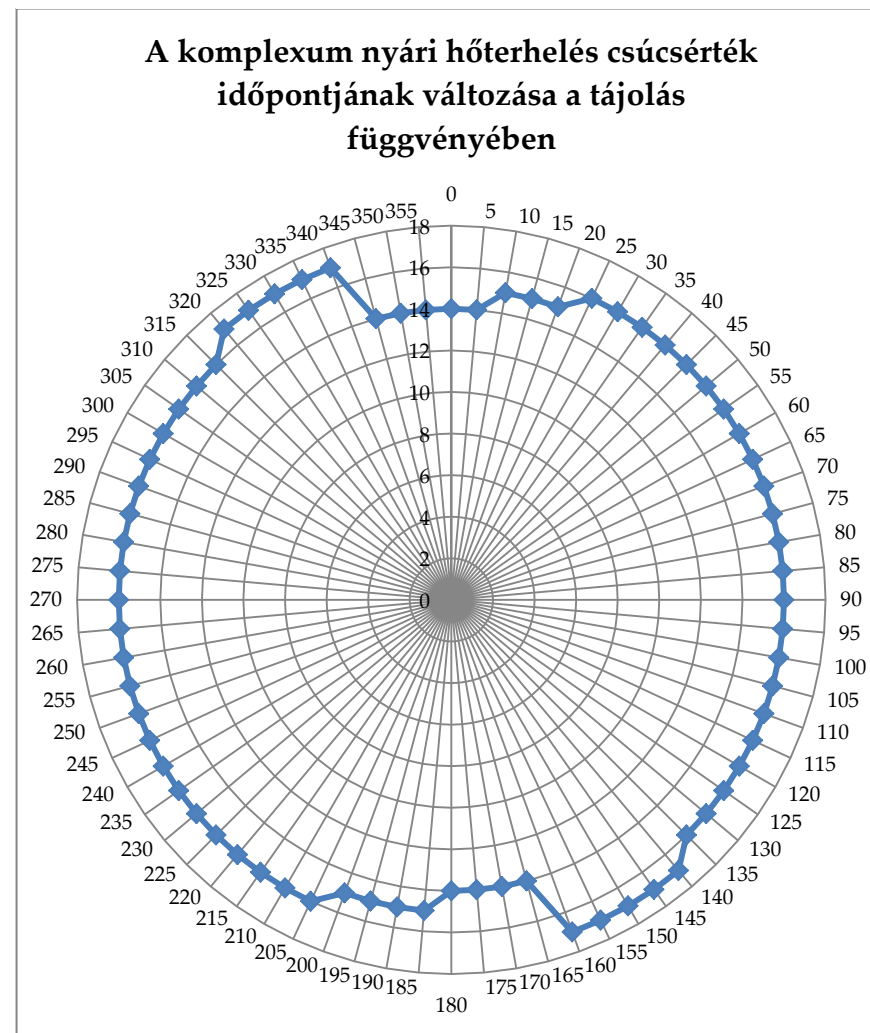
5-7. ábra



5-8. ábra



5-9. ábra



5.1.2. A NYÁRI HŐTERHELÉS NAPI LEFUTÁSA A TÁJOLÁS FÜGGVÉNYÉBEN

A vizsgálat során a nyári hőterhelés napi lefutását is vizsgáltam, az elkészített diagramok szemléltetik az egyes épületek és a Komplexum nyári méretezési hőterhelés fajlagos értékének napi lefutását a tájolás függvényében. Ezek közül kiemelném az A1 épület, az A2 épület és a Komplexum diagramját, amelyen az egyes irodaépület-típusok és a teljes rendszer viselkedése jól szemléltethető. Az 5-10. ábraán az A1 épület, 5-11. ábraán az A2 épület, míg az 5-12. ábraán a Komplexum óránkénti teljes hőterhelésének az alapterületre fajlagosított értéke látható. A diagramokon látható, hogy az egyes épületek, illetve a komplexum területére fajlagosított hőterhelés értékek azonos nagyságrendben vannak, ennek oka, hogy a modell-rendszerben az irodaépületek belső hőterhelése nagy mértékben meghatározza az alapterületre vetített hűtési igényt, és ezt az átjáró épületekben lévő nagyarányú külső hőterhelés-változás sem tudja lényegesen befolyásolni. A külső hőterhelés jelentősége az órai hőterhelések változásában jelenik meg, befolyásolva a nyári hőterhelés csúcserőértékének időpontját.

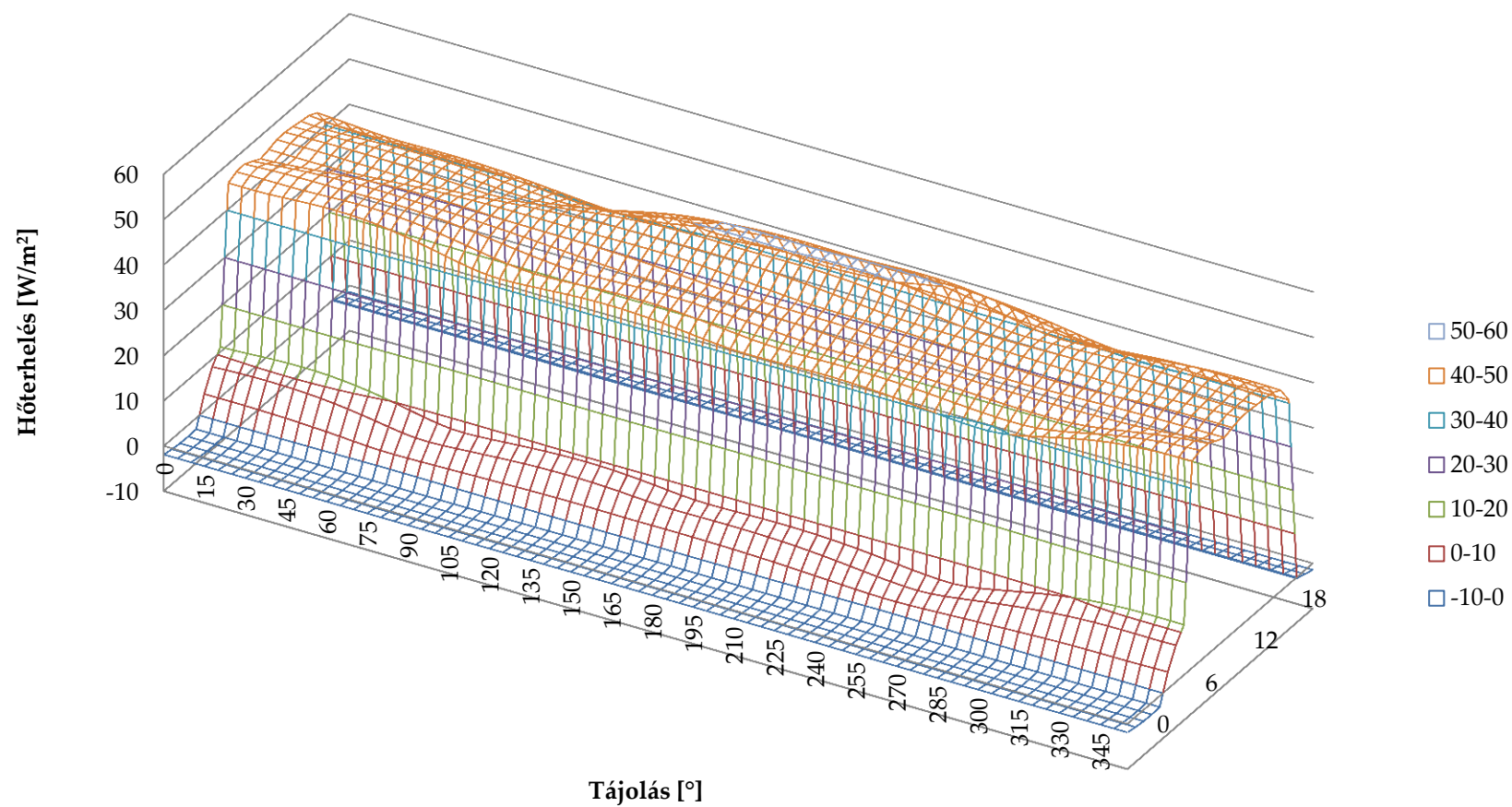
Az A1 épület esetén látható, hogy a nagyarányú belső hőterhelés mellett a sugárzásból eredő hőnyereség határozza meg az adott órákban megjelenő hőterhelést. Az épület ábráján látható, hogy az egyes tájolások esetén hogyan változik az órai terhelés, a képzett drótvázon az egyes hullámvonalak az üvegfelületeken megjelenő sugárzásintenzitás-változást szemléltetik. A nagyméretű, alaptájolás szerint keleti tájolású üvegfelületeken jelentkező hőterhelés alapvetően meghatározza a napi lefutást.

Az A2 épület esetén már kiegyenlítettebb a napközbeni órai terhelés, amely a kisebb üvegezési aránynak és a nagyobb részarányú belső terhelésnek köszönhető. Ennél az épületnél is megfigyelhető az üvegfelületek tájolásának hatása, a nagyobb méretű, alaptájolás szerint észak-déli tájolású üvegfelületek alapvetően meghatározzák a napi lefutást és a csúcserőérték eltolódást.

A Komplexum esetén a napi lefutás kiegyenlített, az előzőekben már ismertetett, közel egyenlően elosztott üvegezett felületek aránya miatt. A teljes modell-rendszer esetén tehát nem figyelhető meg az üvegezés egyenlőtlen arányából következő órai hőterhelés változás.

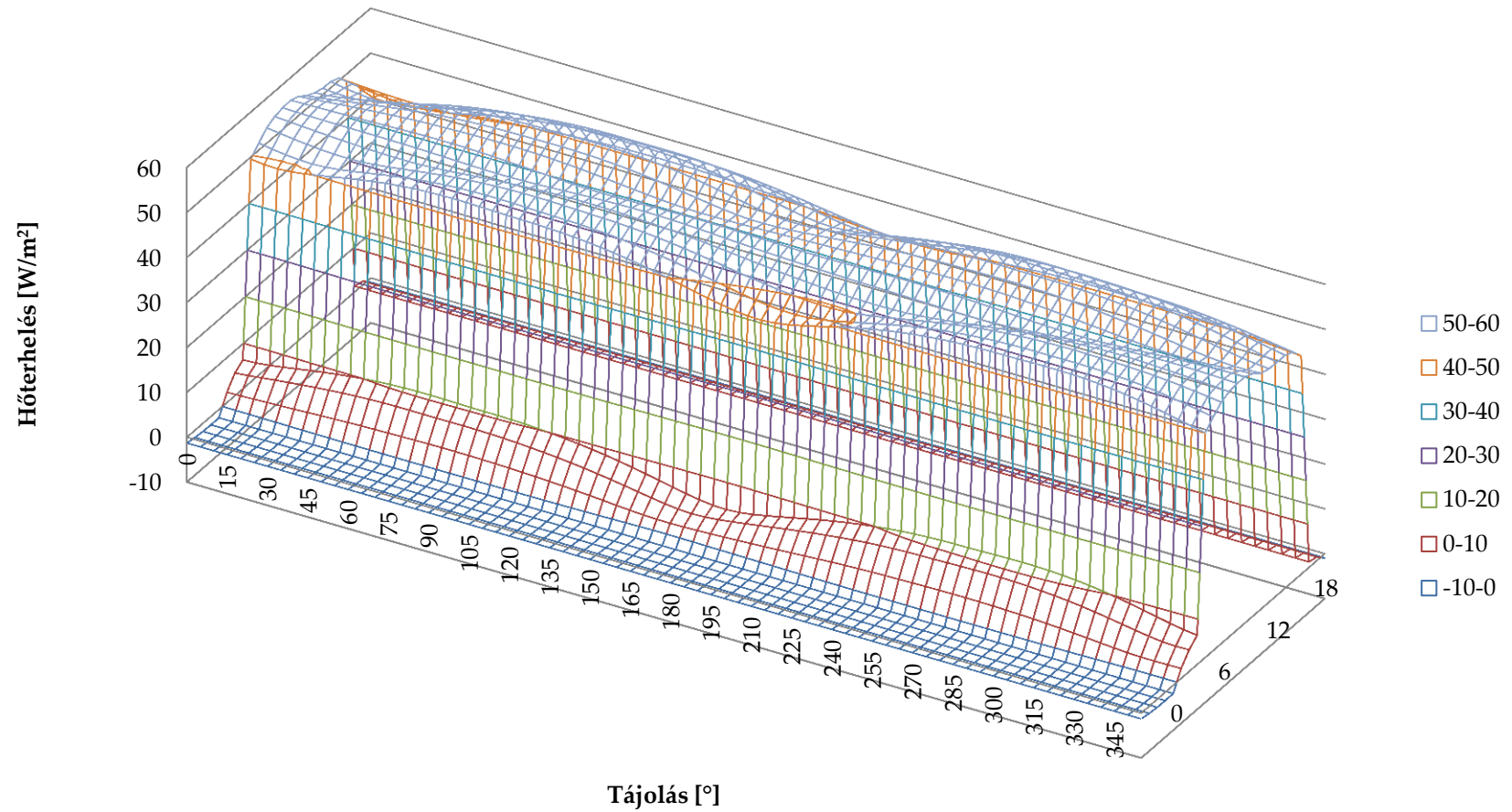
5-10. ábra

A1 épület fajlagos hőterhelésének napi lefutása a tájolás függvényében



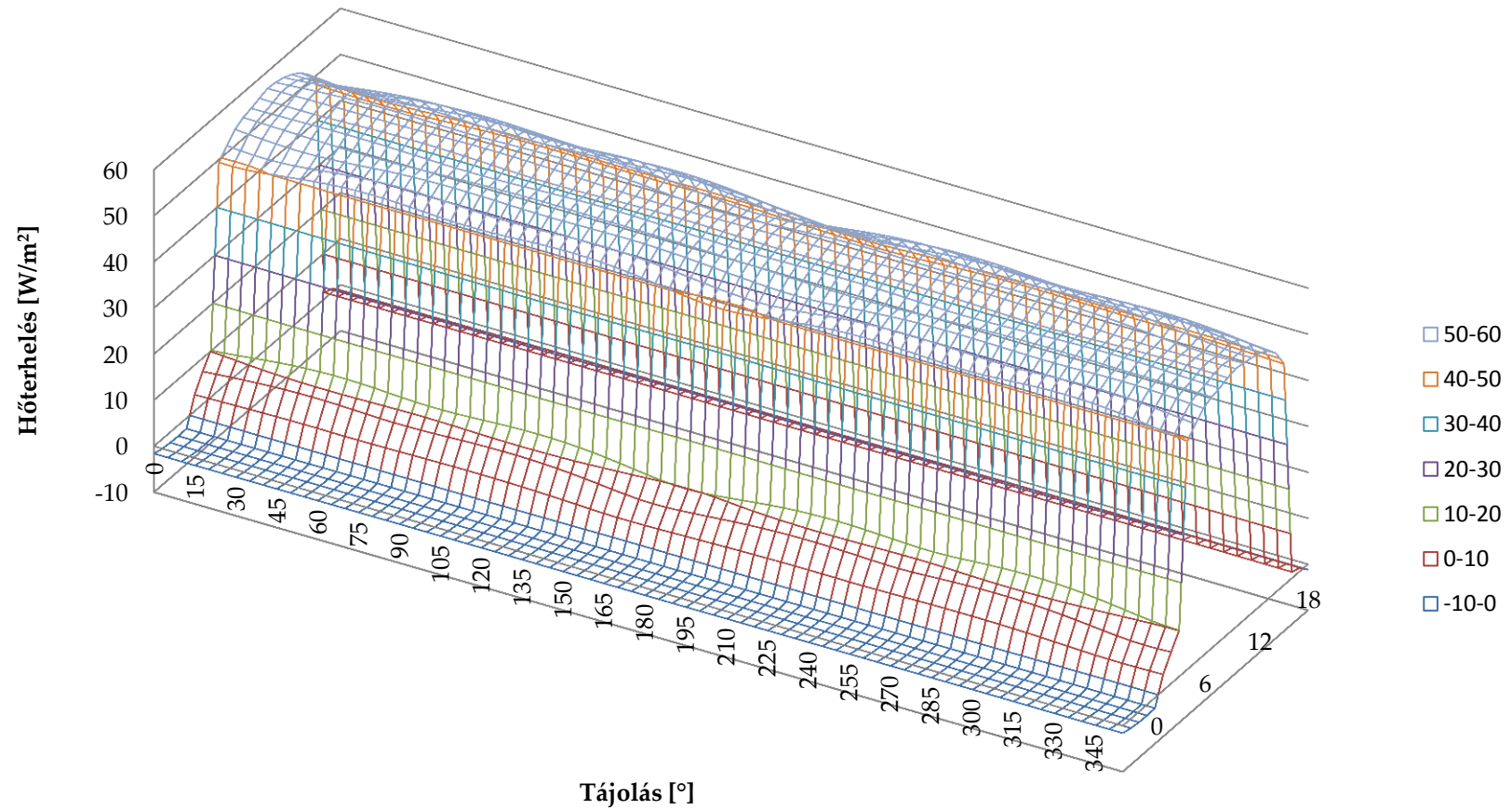
5-11. ábra

A2 épület fajlagos hőterhelésének napi lefutása a tájolás függvényében



5-12. ábra

A komplexum fajlagos hőterhelésének napi lefutása a tájolás függvényében



5.2. Épületszerkezetek hatásának vizsgálata

Épületszerkezetek hatásának vizsgálata során az alapterületre vetített téli hőszükséglet és a nyári hőterhelés változását, és a szigetelt falfelületre vetített éves üzemelési költség megtakarítást és a beruházási költség többletet számítottam ki. Az üzemelési költség megtakarítást és a beruházási költség többletet a gyakorlatban az épület alapterületére szokták viszonyítani, azonban a dolgozat szempontjából az összehasonlítás érdekében a szigetelt falfelületre vetítettem. A gyakorlati átszámíthatósághoz a szigetelendő falfelület és az alapterület hányadosa 0,325, amely értékkel elosztva a kapott eredményeket az alapterületre vonatkoztatott értékek számíthatók. A beruházási költségek megállapításánál kiválasztottam az Austrotherm EPS H80 polisztirol hőszigetelést, melynek hővezetési tényezője 0,039 W/mK és a Rockwool Frontrock Max E kőzetgyapot hőszigetelést, melynek hővezetési tényezője 0,036 W/mK. A számításokat csak erre a két típusra végeztem el, ennek oka, hogy már egy gyártó azonos termékének ára kereskedőnként eltérő lehet, így ennek figyelembe vétele már meghaladja ezen dolgozat kereteit.

A fajlagos beruházási költségek megállapításánál abból indultam ki, hogy ha az épületet építik, akkor az építési költségekből a hőszigetelés vastagságának változtatásához csak a hőszigetelés közvetlen költségeit kell figyelembe vennem, amelyek a szigetelés, a profilok és a rögzítő dübelek anyag és munkaköltségét jelentik, ezért ezekről készítettem el a költségvetéseket. A beruházási költségeket a szigeteletlen épülethez viszonyítottam. A fajlagos beruházási költségeket a polisztirol szigeteléshez az 5-1. táblázat., a kőzetgyapot szigeteléshez az 5-2. táblázat. tartalmazza.

5-1. táblázat.

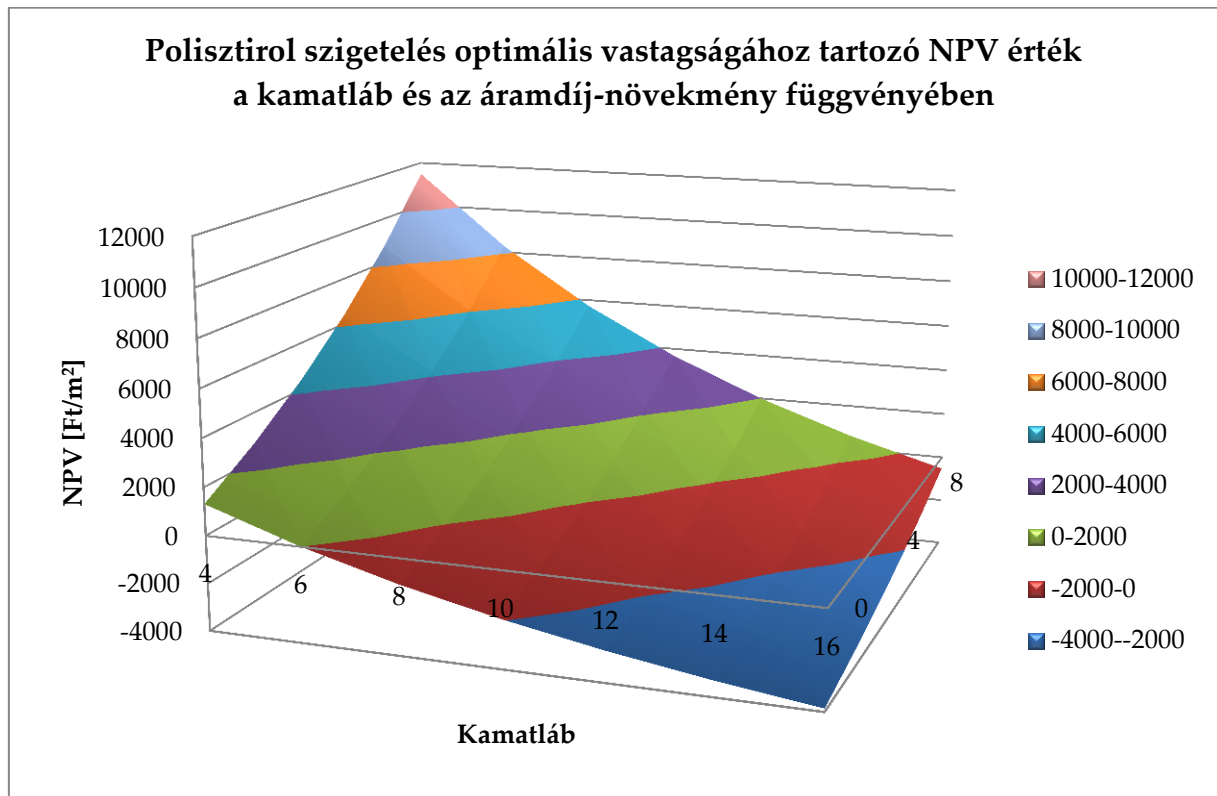
Austrotherm EPS H80 hőszigetelés							
Szigetelésvastagság [cm]	8	10	12	14	16	18	20
Anyagköltség [Ft/m ²]	2 428	2 910	4 414	4 979	5 862	6 525	7 217
Díjköltség [Ft/m ²]	4 834	4 834	4 834	4 834	4 834	4 834	4 834
Áfa alap [Ft/m ²]	7 261	7 744	9 247	9 813	10 695	11 358	12 050
Áfa [Ft/m ²]	1 815	1 936	2 312	2 453	2 674	2 840	3 013
Összesen [Ft/m ²]	9 077	9 680	11 559	12 266	13 369	14 198	15 063

5-2. táblázat.

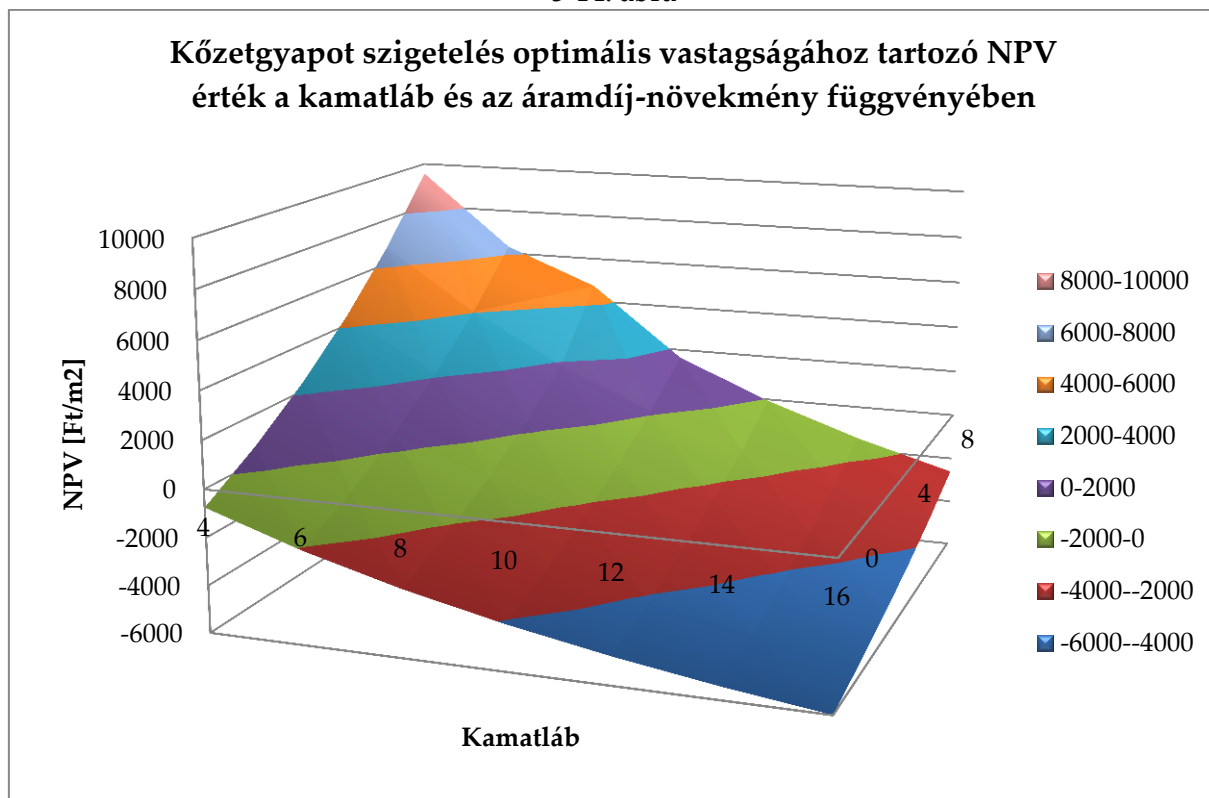
ROCKWOOL Frontrock Max E hőszigetelés							
Szigetelésvastagság [cm]	8	10	12	14	16	18	20
Anyagköltség [Ft/m ²]	3 608	4 348	5 036	5 777	6 824	7 620	8 435
Díjköltség [Ft/m ²]	5 409	5 409	5 409	5 409	5 409	5 409	5 409
Áfa alap [Ft/m ²]	9 016	9 757	10 444	11 186	12 232	13 028	13 843
Áfa [Ft/m ²]	2 254	2 439	2 611	2 796	3 058	3 257	3 461
Összesen [Ft/m ²]	11 271	12 196	13 056	13 982	15 290	16 285	17 304

Az optimális szigetelésvastagságot több kamatláb és áramdíj-növekmény érték mellett is meghatároztam. A kamatláb értékeket 4-16% között, az áramdíj-növekményt 0-10% között vizsgáltam. A kapott adatokat a (8. melléklet 8-6. táblázat.a és 8-7. táblázat.) tartalmazza. A táblázat készítése során minden értékpárra a 8 cm szigetelésvastagság volt az optimális. Az optimális szigetelésvastagsághoz tartozó NPV értékeket polisztirol szigetelés esetén az 5-13. ábra, kőzetgyapot szigetelés esetén az 5-14. ábra szemlélteti. Az ábrákon jól látható, hogy a beruházás csak akkor éri meg, ha a kamatláb alacsony, vagy az áramdíj-növekedés mértéke magas.

5-13. ábra



5-14. ábra

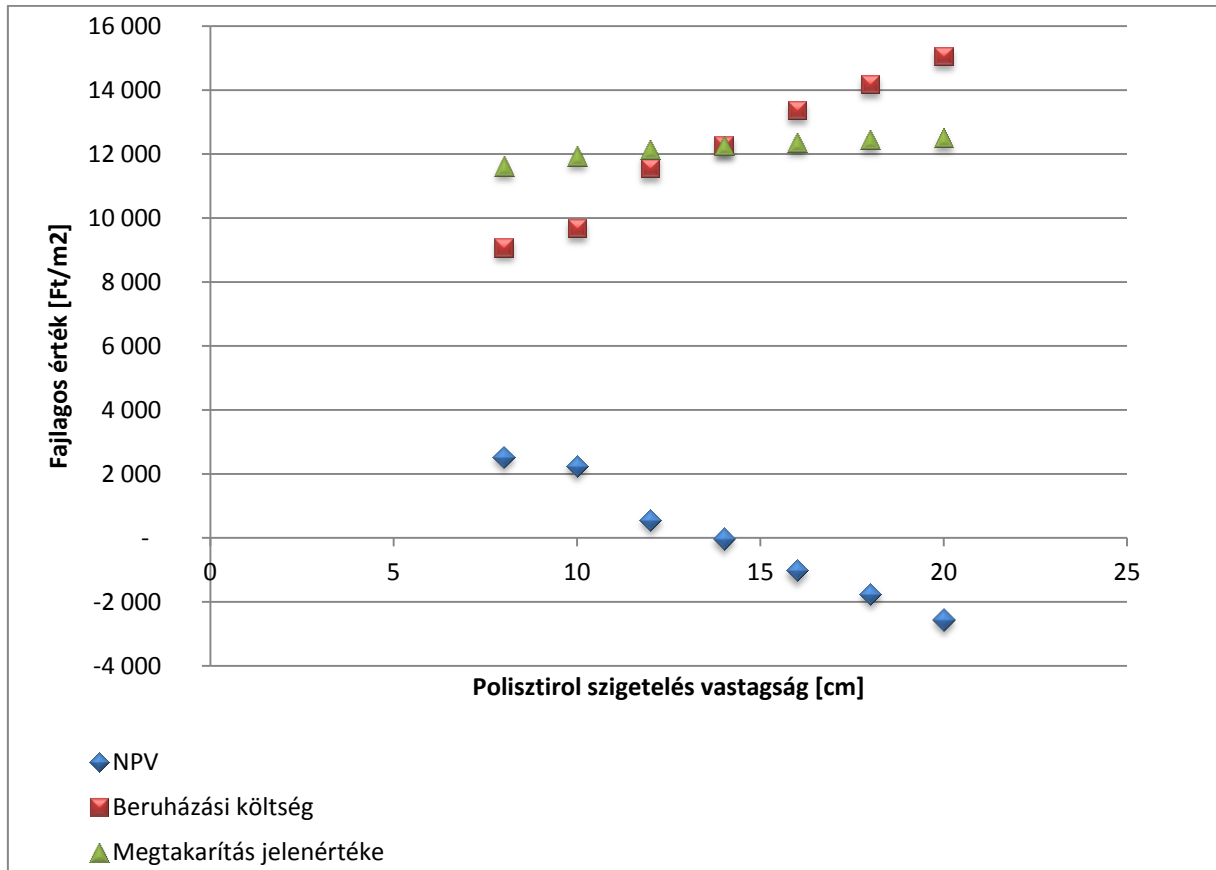


A megtakarítások, beruházási költség és NPV számítások fajlagosított értékét 6%-os éves kamatláb és 4%-os éves áramdíj növekmény mellett a polisztirol szigetelés esetén az 5-15. ábra, kőzetgyapot szigetelés esetén az 5-16. ábra szemlélteti. A diagramokon látható, hogy gazdaságilag nem éri meg a minimum követelményeket kielégítő 8 cm-nél vastagabb szigetelést feltenni, mivel a 15 éves fajlagos üzemelési költségmegtakarítás a szigetelés vastagságának növelésével kisebb mértékben emelkedik, mint az adott szigetelés vastagságához tartozó fajlagos beruházási költség többlet. A számítások során téli méretezési állapotban figyelmen kívül hagytam a belső hőfejlődést és a sugárzási nyereséget is.

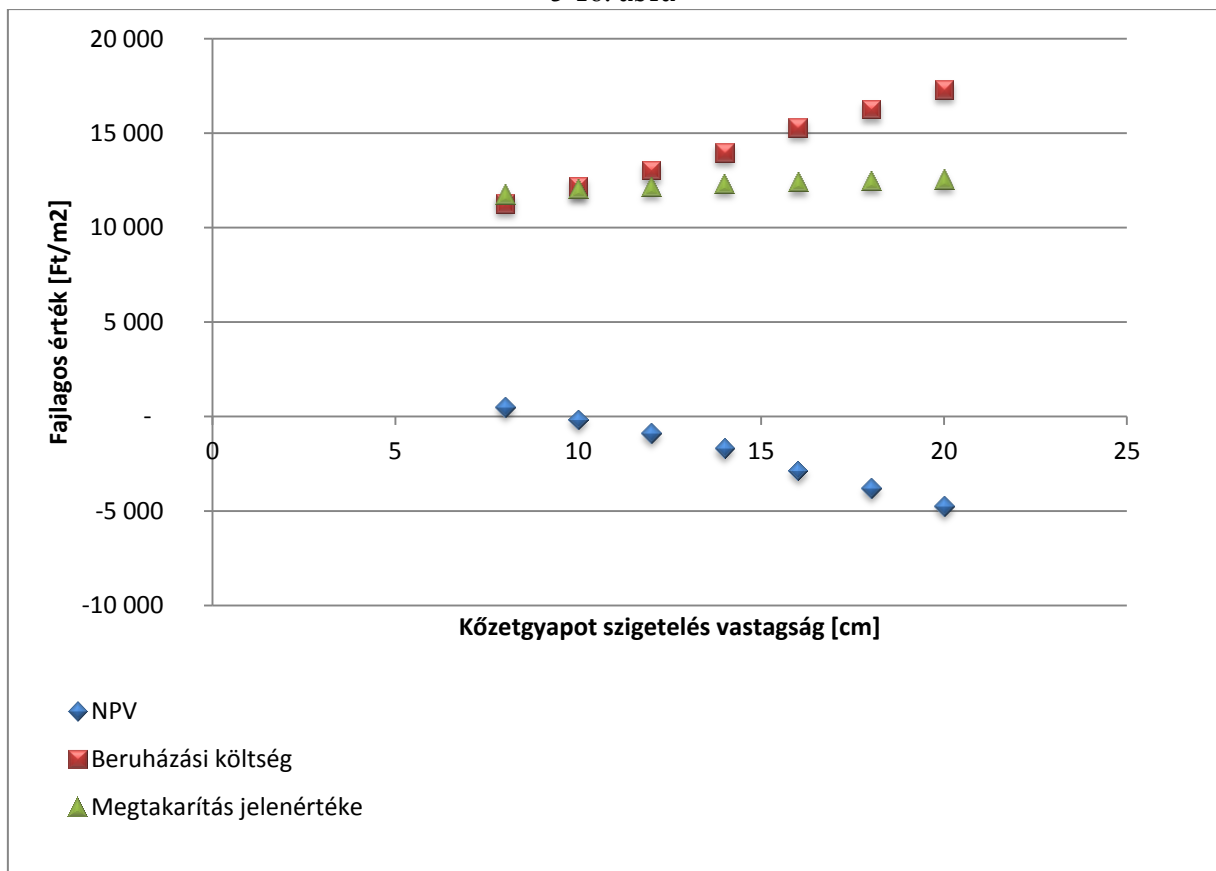
A hőszigetelés vastagságának növelésével csak a téli hőszükséglet változik jelentősen, a hőszigetelés vastagságának hatását a téli hőszükségletre a (8. melléklet 8-1. ábra), nyári hőterhelésre a (8. melléklet 8-2. ábra) tartalmazza. A mellékelt ábrákból látható, hogy míg a hőszigetelés vastagságának növelésével a téli hőszükséglet arányosan csökken, addig a nyári hőterhelésre gyakorolt hatása gyakorlatilag elhanyagolható.

Érdemes megvizsgálni a belső hőnyereség hatását a téli hőszükségletre. Feltételezve, hogy a teljes irodakomplexum ki van használva a belső hőnyereség alapterületre vetített értéke használati időben $21,1 \text{ W/m}^2$, míg az alapterületre vetített transzmissziós és filtrációs veszteség 8 cm hőszigetelés vastagság mellett $40,2 \text{ W/m}^2$. A két érték különbségéből képezhető az alapterületre vetített fűtési hőteljesítmény igény, amely $19,1 \text{ W/m}^2$ -re csökkent. Kisebbs méretezési hőszükséglet esetén csökken az éves fűtési igény, rövidül a fűtési idény, tehát a fűtési költségek is jelentősen csökkennek. A csökkenő megtakarítások miatt a szigetelés vastagság növelésével járó beruházási költség-növekedés még jobban rontja a beruházás gazdaságosságát.

5-15. ábra



5-16. ábra



5.3. Üvegszerkezetek hatásának vizsgálata

Az üvegszerkezetek hatásának vizsgálatát az épületszerkezetekéhez hasonlóan végeztem el. Ebben az esetben is számítottam alapterületre vetített téli hőszükséglet és nyári hőterhelés változást, illetve az üvegszerkezetek felületére vetített éves üzemelési költség megtakarítást és beruházási költség többletet. Az üzemelési költség megtakarítást és a beruházási költség többletet a gyakorlatban az épület alapterületére szokták viszonyítani, azonban a dolgozat szempontjából az összehasonlítás érdekében a változtatott üvegszerkezetek felületére vetítettem. A gyakorlati átszámíthatósághoz a változtatott üvegszerkezetek felülete és az alapterület hányadosa 0,13, amely értékkel elosztva a kapott eredményeket az alapterületre vonatkoztatott értékek számíthatók. Jelentős különbség azonban, hogy az üvegszerkezetek esetén bázisnak az 1,2 W/m²K hőátbocsátási tényezőjű és 0,7 „g” értékű üvegszerkezetet választottam. Ennek oka, hogy a 7/2006 TNM rendeletet 2012. január 1.-én megújítják, amelyben az üvegszerkezetekre vonatkozó követelmény érték előreláthatóan 1,2 W/m²K lesz.

Az egyes üvegszerkezetek hőfizikai tulajdonságait és a fajlagos beruházási költségeket 5-3. táblázat. tartalmazza. Az épület összes üvegszerkezetére bekért árajánlatot a (6. melléklet) tartalmazza. A számításokhoz csak egy helyről kértem be árajánlatot, ennek oka, hogy az üvegszerkezetek árai minden esetben az adott üvegfelületek méretéhez igazodnak, egyedi árajánlatok kérése szükséges, ennek figyelembe vétele azonban már jelentősen meghaladja ezen dolgozat kereteit, ezért a kapott ajánlatban szereplő értékekkel végeztem el a megtérülési számításokat.

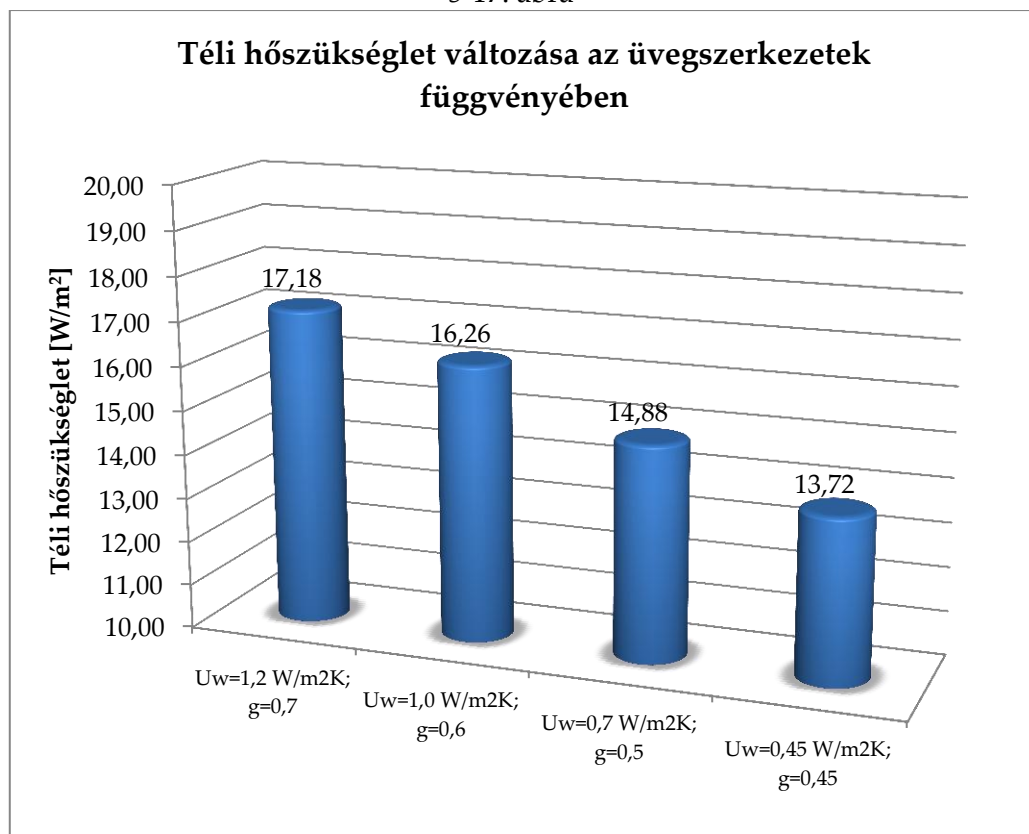
5-3. táblázat.				
Síküveg				
Üvegezés	kettős	kettős	hármas	hármas
U _w [W/m ² K]	1,2	1	0,7	0,45
g tényező	0,7	0,6	0,5	0,45
Bevonat	nincs	LOW-E	LOW-E	LOW-E
Gáztöltet	nincs	nincs	argon	argon
Költség [Ft/m ²]	18 222	21 333	44 000	66 222

A különböző hőfizikai tulajdonságú üvegszerkezetek téli hőszükségletre és nyári hőterhelésre számított értékeit az 5-4. táblázat. tartalmazza. Az 5-17. ábra és 5-18. ábra szemlélteti a táblázatban ismertetett eredményeket. Az ábrákon jól látható, hogy a hogy az üvegezés mind a téli, mind a nyári méretezési állapotra nagy hatással van.

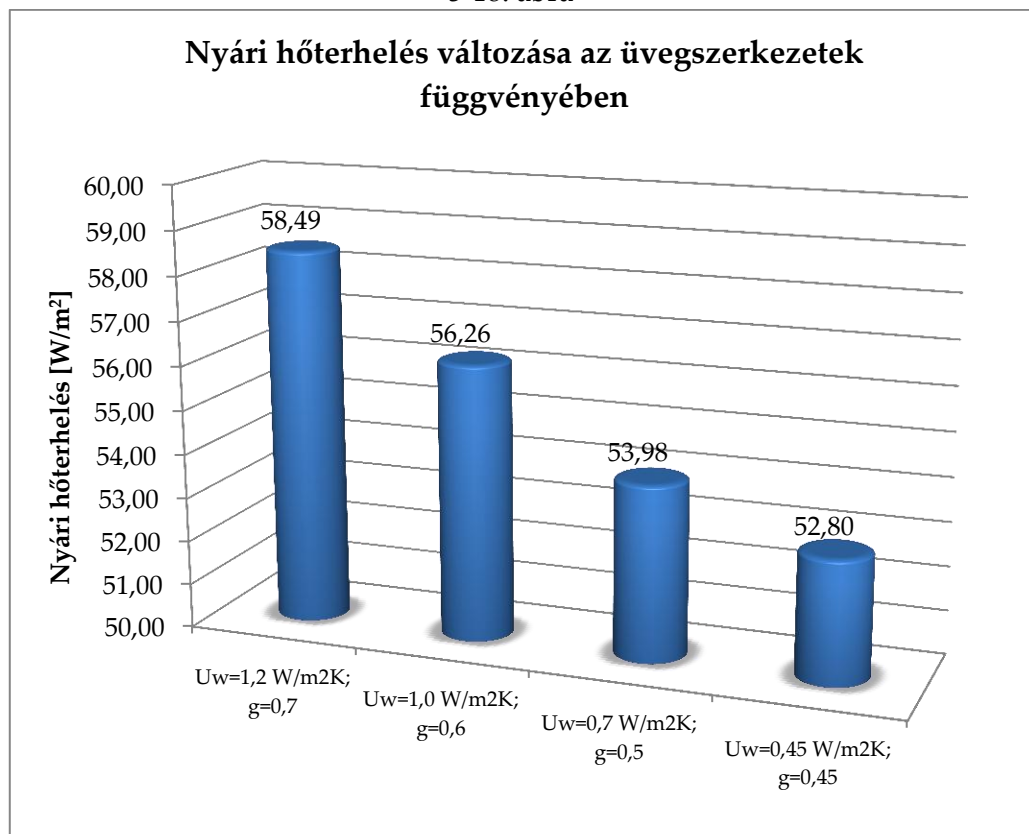
5-4. táblázat.

Üvegezés	Síküveg			
	kettős	kettős	hármás	hármás
Üveg U_w érték [W/m^2K]	1,2	1	0,7	0,45
g tényező	0,7	0,6	0,5	0,45
Téli hőszükséglet [W/m^2]	17,18	16,26	14,88	13,72
Nyári hőterhelés [W/m^2]	58,49	56,26	53,98	52,80

5-17. ábra



5-18. ábra



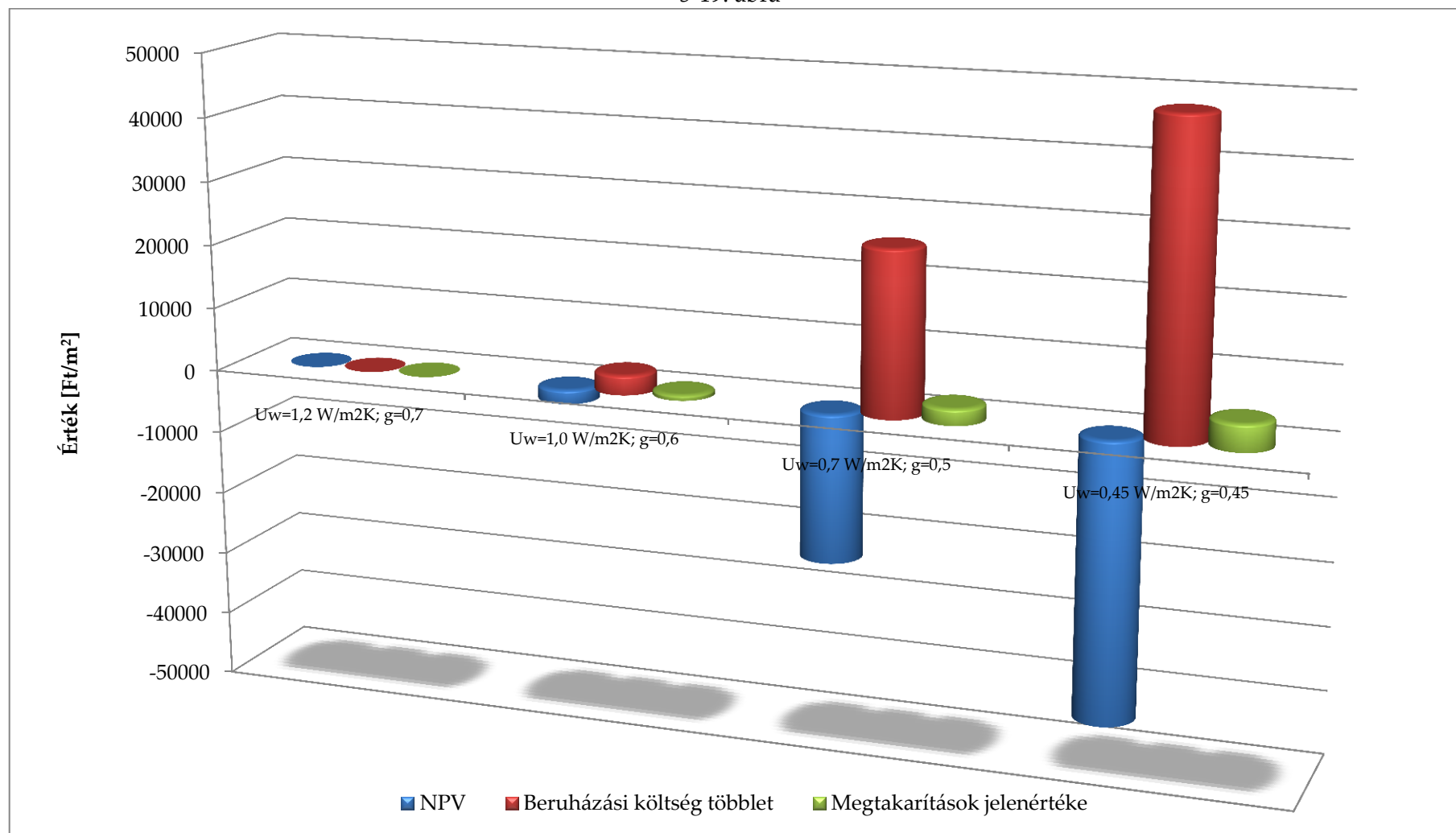
A megtakarítások növekménye, beruházási költség és NPV számítások fajlagosított értékeit 4%-os éves kamatláb és 10%-os éves áramdíj növekmény mellett az 5-5. táblázat tartalmazza, a kapott eredmények az 5-19. ábra láthatók. Az ábrán jól látszik, hogy még irreálisan magas, évenkénti 10%-os áramdíj növekmény mellett sem éri meg gazdaságilag a minimum követelményeket kielégítő üvegszerkezetnél jobbat beépíteni, mivel a 15 éves fajlagos üzemelési költségmegtakarítás a szigetelés vastagságának növelésével kisebb mértékben emelkedik, mint az adott szigetelés vastagsághoz tartozó fajlagos beruházási költség többlet.

Az üvegezés vizsgálata során a vonatkozó ábrákon jól látható, hogy a hogy az üvegezés mind a téli, mind a nyári méretezési állapotra nagy hatással van, azonban az elérhető költségcsökkenés nem éri el azt az értéket, amely gazdaságilag indokoltá tenné a követelménynél jobb hőfizikai tulajdonságokkal rendelkező üvegszerkezetek beépítését.

5-5. táblázat

Költségek	Év $U_w=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}; U_w=1,0 \text{ W/m}^2\text{K}; U_w=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}; U_w=0,45 \text{ W/m}^2\text{K};$				
	$g=0,7$	$g=0,6$	$g=0,5$	$g=0,45$	
Beruházási költség					
többség [Ft/m ²]	0	0	-3111	-25778	-48000
Üzemeltetési költség	1	0	40	117	193
megtakarítás [Ft/m ²]	2	0	44	128	212
	3	0	48	141	233
	4	0	53	155	256
	5	0	59	171	282
	6	0	64	188	310
	7	0	71	207	341
	8	0	78	227	375
	9	0	86	250	413
	10	0	94	275	454
	11	0	104	302	500
	12	0	114	333	550
	13	0	126	366	605
	14	0	138	402	665
	15	0	152	443	731
Jelenérték [Ft/m ²]	0	0	-3111	-25778	-48000
	1	0	38	112	185
	2	0	41	119	196
	3	0	43	125	207
	4	0	46	133	219
	5	0	48	140	232
	6	0	51	148	245
	7	0	54	157	259
	8	0	57	166	274
	9	0	60	176	290
	10	0	64	186	307
	11	0	67	196	325
	12	0	71	208	343
	13	0	75	220	363
	14	0	80	232	384
	15	0	84	246	406
NPV [Ft/m ²]		0	-2231	-23214	-43764
Megtakarítás jelenértéke [Ft/m ²]		0	880	2564	4236

5-19. ábra



6. A VIZSGÁLATOKBÓL LEVONHATÓ KÖVETKEZTETÉSEK

6.1. A tájolás befolyásoló hatása

Általános tanulságként elmondható, hogy irodaépületek esetén a belső hőterhelés a meghatározóbb, azonban a külső terhelés hatása is lényeges. A belső és külső hőterhelés a méretezési állapothoz képest változhat, például, ha nincsen kiadva az összes irodahelyiség akkor egyes épületrészekben emiatt csökken a belső hőfejlődés, illetve a méretezési állapottól eltérő időjárási viszonyok is természetesen kialakulnak.

A tájolás optimalizálásával lehetőség van kisebb teljesítményű hűtőberendezés beépítésére, vagy nagyobb rendszer esetén egy hűtőgép-egység elhagyására, így beruházási költség és üzemelési költségcsökkentés érhető el. Fontos lenne tehát, már a tervezés első szakaszában a koncepció összeállításánál a tájolás-függő szoláris hőnyereséget minimalizálni. Természetesen ennek megvalósítására korlátozó tényezőként hatnak a megrendelő igényei és a tervezett irodaépület környezete. Meggondolt, előrelátó tervezéssel azonban lehetőség van olyan kompromisszumos megoldást találni, amelyben a megrendelő igényei sem sérülnek és az épület hűtési energiafelhasználása is csökken.

Irodaépületek esetén látható, hogy a nagyarányú belső hőfejlődés mellett a sugárzásból eredő hőnyereség határozza meg az adott órákban megjelenő hőterhelést. A tájolás függvényében ábrázolt napi hőterhelés-lefutás diagramon látható, hogy egyes tájolások esetén hogyan változik az órai terhelés, a képzett drótvázon az egyes hullámvonalak az üvegfelületeken megjelenő sugárzásintenzitás-változást szemléltetik. Ha a vizsgált épületen nem egyenletes az üvegfelületek eloszlása, akkor a nagyméretű egy irányba tájolt üvegfelületen jelentkező hőterhelés alapvetően meghatározza a napi lefutást.

6.2. A hőszigetelés befolyásoló hatása

Épületszerkezetek hatásának vizsgálata során az alapterületre vetített téli hőszükséglet és a nyári hőterhelés változását, és a szigetelt falfelületre vetített éves üzemelési költség megtakarítást és a beruházási költség többletet számítottam ki.

A fajlagos beruházási költségek megállapításánál abból indultam ki, hogy ha az épületet építik, akkor az építési költségekből a hőszigetelés vastagságának változtatásához csak a hőszigetelés közvetlen költségeit kell figyelembe vennem, amelyek a szigetelés, a profilok és a rögzítő dübelek anyag és munkaköltségét jelentik, ezért ezekről készítettem el a költségvetéseket.

A hőszigetelés vastagságának vizsgálata során az optimális szigetelésvastagságot több kamatláb és áramdíj-növekmény érték mellett is meghatároztam. A kapott eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy gazdaságilag nem éri meg a minimum követelményeket kielégítő 8 cm-nél vastagabb szigetelést feltenni, mivel a 15 éves fajlagos üzemelési költségmegtakarítás kisebb mértékben emelkedik, mint a fajlagos beruházási költség többlet.

A számítások során téli méretezési állapotban figyelmen kívül hagytam a belső hőfejlődést és a sugárzási nyereséget is, azonban érdemes megvizsgálni a belső hőnyereség hatását a téli hőszükségletre, feltételezve, hogy a teljes irodakomplexum ki van használva. A belső hőnyereség fajlagos értéke használati időben $21,1 \text{ W/m}^2$, míg a fajlagos transzmissziós és filtrációs veszteség 8 cm hőszigetelés vastagság mellett $40,2 \text{ W/m}^2$, így a fajlagos fűtési hőteljesítmény igény $19,1 \text{ W/m}^2$ -re csökkent. Kisebbs méretezési hőszükséglet esetén csökken az éves fűtési igény, rövidül a fűtési idő, tehát a fűtési költségek is jelentősen csökkennek. A csökkenő megtakarítások miatt a szigetelés vastagság növelésével járó beruházási költség-növekedés még jobban rontja a beruházás gazdaságosságát.

6.3. Az üvegszerkezetek hőfizikai tulajdonságainak hatása

Az üvegszerkezetek hatásának vizsgálatát az épületszerkezetekéhez hasonlóan végzem el. Ebben az esetben is számítottam alapterületre vetített téli hőszükséglet és nyári hőterhelés változást, illetve az üvegszerkezetek felületére vetített éves üzemelési költség megtakarítást és beruházási költség többletet. Jelentős különbség azonban, hogy az üvegszerkezetek esetén bázisnak az $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ hőátbocsátási tényezőjű és 0,7 „g” tényezőjű üvegszerkezetet választottam. Ennek oka, hogy a 7/2006 TNM rendeletet 2012. január 1.-vel megújítják, az üvegszerkezetekre vonatkozó követelmény érték előreláthatóan $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékre változik.

Az üvegezés vizsgálata során jól látható, hogy az üvegezés mind a téli, mind a nyári méretezési állapotra nagy hatással van, azonban az elérhető költségcsökkenés nem éri el azt az értéket, amely gazdaságilag indokoltá tenné a követelménynél jobb hőfizikai tulajdonságokkal rendelkező üvegszerkezetek beépítését. Számítások alapján bizonyított, hogy még irreálisan magas, évenkénti 10%-os áramdíj növekmény mellett sem éri meg gazdaságilag a minimum követelményeket kielégítő üvegszerkezetnél jobbat beépíteni, mivel a 15 éves fajlagos üzemelési költségmegtakarítás az üvegezés hőfizikai tulajdonságának javulásával kisebb mértékben emelkedik, mint az adott üvegszerkezethez tartozó fajlagos beruházási költség többlet.

6.4. A vizsgálatok levonható tanulságai, javaslatok a jövőre nézve

Dolgozatomban az új irodaépületek passzív energia-megtakarítás lehetőségeit vizsgáltam, amelyekkel plusz energia-befektetés nélkül lehet csökkenteni a fűtési-hűtési energiaigényeket. Passzív módszerek szempontjából fontos tényező az épület tájolása, az épületszerkezetek hőátbocsátási tényezője és az üvegezés hőfizikai tulajdonságai.

A tájolás optimalizálásával lehetőség van kisebb teljesítményű hűtőberendezés beépítésére, vagy nagyobb rendszer esetén egy hűtőgép-egység elhagyására, így beruházási költség és üzemelési költségcsökkentés érhető el. Fontos azonban az épület épített környezetét is figyelembe venni, mivel így lehetőség van az üvegfelületek optimális elrendezésére, amely azt foglalja magába, hogy a nagyméretű üvegszerkezetek a nyári szoláris hőnyereség minimalizálásának érdekében, észak-déli tájolásúak legyenek. Meggondolt, előrelátó tervezéssel tehát lehetőség van olyan kompromisszumos megoldást találni, amelyben a megrendelő igényei sem sérülnek és az épület hűtési energiafelhasználása is csökken.

A hőszigetelés vastagságának vizsgálata során az optimális szigetelésvastagságot több kamatláb és áramdíj-növekmény érték mellett is meghatároztam. A kapott eredmények alapján arra a következtetésre jutottam, hogy gazdaságilag nem éri meg a minimum követelményeket kielégítő 8 cm-nél vastagabb szigetelést feltenni, mivel a 15 éves fajlagos üzemelési költségmegtakarítás kisebb mértékben emelkedik, mint a fajlagos beruházási költség többlet. Azonban a jelenlegi energiafogyasztás mellett ezt nem lehet optimálisnak tekinteni, mivel a jövőbe mutató tendencia az, hogy az emberiség érdeke csökkenteni a fosszilis energia felhasználást és a légkörbe kiáramló CO₂ mennyiségét. Úgy gondolom, hogy a mérnököknek az egyik feladata az, hogy a tervezett épületeknél az energiafelhasználást lehetőségeihez mérten racionálisan csökkentse. Ezért a magasabb rendű szempontokat figyelembe véve a racionális költség-számításokat olyan értelemben kell értelmezni, hogy az a jövő energiafogyasztásának ésszerűsítése felé mutasson.

A tanulmányomból kiderül, hogy a jó hőszigetelő ablak beépítése igen fontos szempont. Munkám során az is kiderült, hogy ebben az esetben sem elegendő csak a gazdasági szempontokat figyelembe venni. A feladat sokkal bonyolultabb. Ebben az esetben is elsődlegesen figyelembe kell venni az energiafelhasználási optimumot. Ezt úgy tudjuk megoldani, hogy az egész létesítményt egy rendszernek tekintjük és arra törekszünk, hogy a rendszer elemei hatékonyan és jövőbe mutatóan támogassák az energia racionalizálási törekvéseinket.

7. IRODALOM JEGYZÉK

7.1. Általánosan felhasznált irodalmak jegyzéke

- MSZ-04-140-2:1991 szabvány
- MSZ-04-140-3:1987 szabvány
- MSZ-04-140-4:1978 szabvány
- MSZ CR1752 szabvány
- 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet
- Baumann, M. és mtsai., 2006. *Az új épületenergetikai szabályozás*. Pécs: BAUSOFT Pécsvárad Kft.
- Recknagel, Sprenger & Schramek, 2000. *Fűtés- és klímatechnika 2000 I. és II. kötet*. Budapest-Pécs: Dialóg Campus Kiadó.

7.2. Hivatkozott irodalmak jegyzéke

[1] URL: http://www.officegarden.hu/images/VRV_rendszer_leiras.pdf

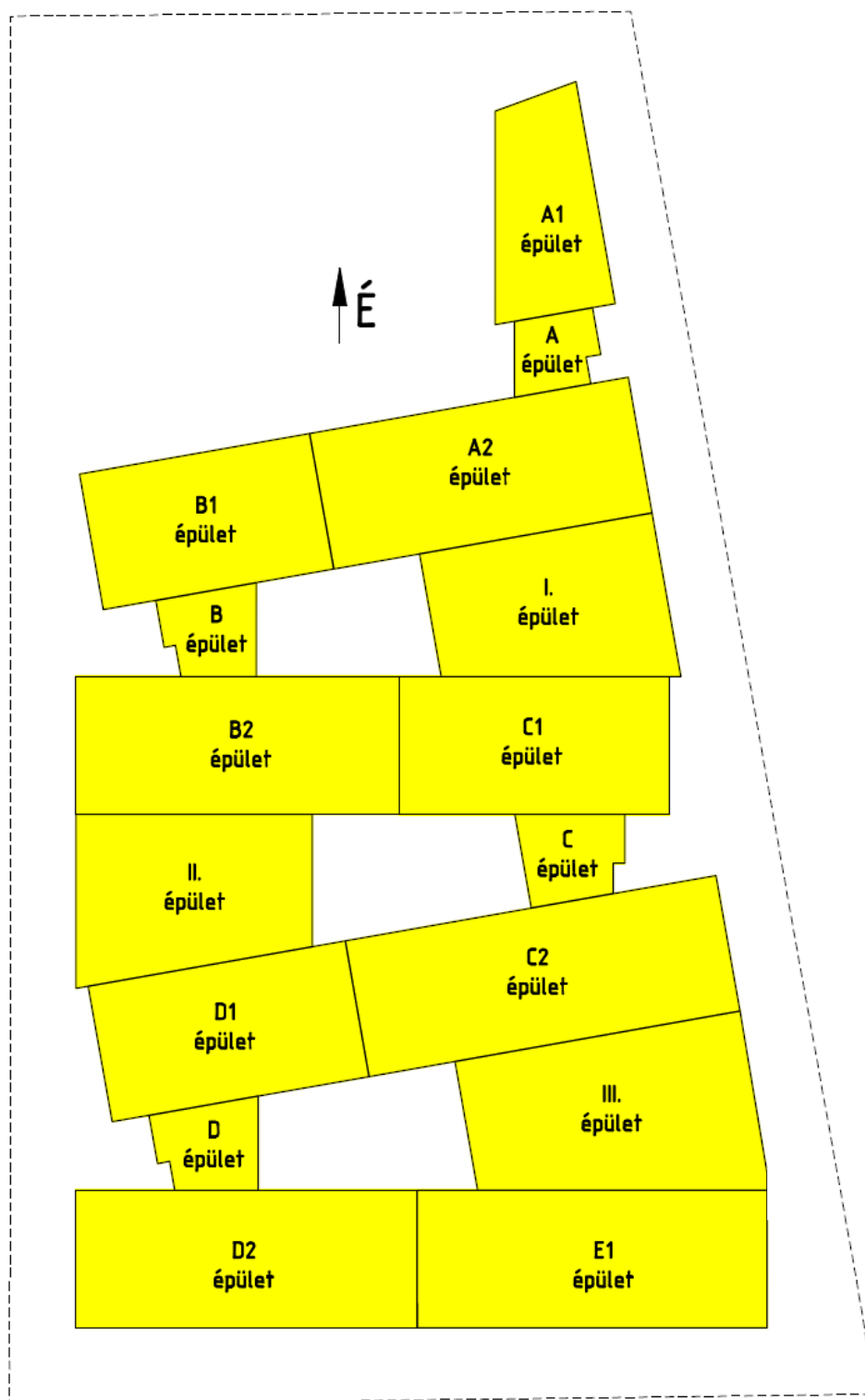
[2] Huan, W., Huijun, W., Yunfei, D. & Xiaoqing, Z., 2010. Effect of Thermal Properties of Building Glass on Cooling Energy Consumption of Buildings. *Digital Manufacturing and Automation (ICDMA), 2010 International Conference*, 1. kötet, pp. 612 - 615.

[3] Huijun, W., Huan, W., Yunfei, D. & Xiaoqing, Z., 2011. Modeling and Analysis of the Effect Mechanism of Glass Sun-Shading on Building Cooling Energy Efficiency in Guangzhou. *Computer Distributed Control and Intelligent Environmental Monitoring (CDCIEM), 2011 International Conference*, pp. 450 – 453.

[4] Lei, F. & Hu, P., 2009. A Baseline Model for Office Building Energy Consumption in Hot Summer and Cold Winter Region. *Management and Service Science, 2009. MASS '09. International Conference*, pp. 1 - 4.

8. MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

1. Melléklet, helyszínrajz



2. Melléklet, rétegrendek

Padlószervezetek:

Földszinti padló, PVC vagy greslap burkolat, álpadló szerkezettel

(0,25) cm anyagában színezett, matt greslap padlóburkolat CG2 min. oszt-ú flexibilis fugázó habarccsal fugázva

0,5 cm C2TE min. oszt-ú beltéri, cementkötésű ragasztóhabarcs (pl.: MAPEI ADESILEX P9, 5 kg/m² anyagfelhasználással, üregmentes eljárással) vagy beltéri, önterülő aljzatkiegyenlítő (pl.: MAPEI ULTRAPLAN, 1,6 kg/m²/mm anyagfelhasználással)

1 rtg oldószermentes, nagyon alacsony illékony szervesanyag (VOC) kibocsátású alapozó (pl.: MAPEI ECO PRIM T, 0,1-0,2 kg/m²)

13,5 cm légrés + állítható, horganyzott acél lábtámasz műanyag alátét talppal + nút-féderes nagy sűrűségű gipszrostlap

27 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint

7,5 cm TEKTALAN-HS fagyapot kasírozású nem éghető ásványi szálas hőszigetelés, tárcsás - dübeles mechanikai rögzítéssel rögzítve

Emeleti padló, passzázs fölött (Földszint passzázs)

0,5 cm moduláris szőnyegpadló burkolat, az építész tervek szerinti színben és minőségben

0,1 cm nagyon alacsony illékony szervesanyag (VOC) kibocsátású diszperziós ragasztó (pl.: MAPEI ULTRABOND ECO FIX, 0,15-0,2 kg/m² anyagfelhasználással)

14,4 cm légrés + állítható, horganyzott acél lábtámasz műanyag alátét talppal + 600x600 mm méretű álpadló tálca, az A2REI30 minősítésű, bontható álpadlórendszer részeként

27 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint

12 cm fekete üvegfátyol kasírozású, teljes keresztmetszetében víztaszító ásványi szálas hőszigetelés (pl.: SCHWENK FD1/V), hőszigetelésrögzítő feszítőtűs-kés tárcsákkal rögzítve

3 cm átszellőztetett légrés

0,8 cm 8 mm vastag TRESPA homlokzati lapburkolat, a monolit vasbeton szerkezethez alumínium vázszerkezettel, csavarozással rögzítve

Külső határoló szerkezetek

Hőszigetelő homlokzati vakolatrendszer vasbeton mellvéden

- - vízlepergető és páraáteresztő (lélegzőképes), szilikongyanta alapú, vödrös homlokzatvakolat és színezés (pl.: MAPETHERM rendszer)
- 0,5 cm ragasztóhabarcsba ragasztott, majd ugyanezen anyaggal (pl.: MAPETHERM rendszer) átsimított 4 mm rácsosztású (lyukbőségű), műanyagbevonatú, lúgálló üvegszövet felületerősítő és feszültségkiegyenlítő réteg (1500 N/5 cm húzószilárdsági érték), legalább 10 cm-es átfedéssel (tagozatokon üvegszövet soft)
- 12 cm teljes keresztmetszetében víztaszító kőzetgyapot (pl.: ROCKWOOL FRONTROCK MAX E) homlokzati hőszigetelés a hátszerkezethez ragasztóval ragasztva és tárcsás -dűbeles mechanikai rögzítéssel rögzítve
- 0,5 cm műgyantás, ún. vödrös rendszerű (pl.: MAPETHETM FIS 13), vagy ún. „zsákos” (pl.: MAPETHETM AR 1) ragasztás és szintbeállítás
- 20 cm monolit vasbeton falszerkezet, tartószerkezeti tervek szerint
- - beltéri felületképzés

Akusztikai burkolat vasbeton szerkezeten, gépészeti tető attikafalán

- - vízlepergető és páraáteresztő (lélegzőképes), szilikongyanta alapú, vödrös homlokzatvakolat és színezés (pl.: MAPETHERM rendszer)
- 0,5 cm ragasztóhabarcsba ragasztott, majd ugyanezen anyaggal (pl.: MAPETHERM rendszer) átsimított 4 mm rácsosztású (lyukbőségű), műanyagbevonatú, lúgálló üvegszövet felületerősítő és feszültségkiegyenlítő réteg (1500 N/5 cm húzószilárdsági érték), legalább 10 cm-es átfedéssel (tagozatokon üvegszövet soft)
- 5 cm függőleges homlokzati tagozat teljes keresztmetszetében víztaszító kőzetgyapot (pl.: ROCKWOOL RP-PT) homlokzati hőszigetelésből, az alap hőszigetelő réteghez ragasztóval ragasztva, kiegészítő mechanikai rögzítéssel
- 12 cm teljes keresztmetszetében víztaszító kőzetgyapot (pl.: ROCKWOOL FRONTROCK MAX E) homlokzati hőszigetelés a hátszerkezethez ragasztóval ragasztva és kiegészítő tárcsás -dűbeles mechanikai rögzítéssel rögzítve
- 0,5 cm műgyantás, ún. vödrös rendszerű (pl.: MAPETHETM FIS 13), vagy ún. „zsákos” (pl.: MAPETHETM AR 1) ragasztás és szintbeállítás, a hőszigetelő tábla peremei mentén sávszerűen folyamatosan, valamint a felületen 6-8 helyen pontszerűen
- 20 cm monolit vasbeton falszerkezet, tartószerkezeti tervek szerint
- 12 cm fekete üvegfátyol kasírozású, teljes keresztmetszetében víztaszító ásványi szálal hőszigetelés (SCHWENK FD1/V), hőszigetelésrögzítő feszítőtűskés

- tárcsákkal rögzítve / legfeljebb 120 cm-enként függőlegesen végigfutó, horganyzott „Z” acél könnyűgerenda vázszerkezet
- 4 cm átszellőztetett légrés / vízszintesen futó 40x40 mm méretű alumínium zárt-szelvény vázszerkezet
- 4,5 cm önmetsző rozsdamentes csavarokkal, tömítő alátétekkel rögzített akusztikai homlokzatburkolat 45 mm hullámmagasságú, korrózióálló perforált trapéz-lemez profilból (pl.: Lindab LVP45)

Tetőszerkezetek

Földszint fölötti fordított rétegrendű tető - zöldfelület

(belső udvar - a határoló falak menti 125 cm széles sávban)

- ~30 cm kavics, illetve speciális termőközeg + vegetáció, a kertészeti tervek szerint
- 1 rtg 125 g/m² felülettömegű műanyag fátyol szűrőréteg (pl.: TYPAR PRO 125)
- 2,5 cm 25 mm dombormagasságú, felső síkján perforált, dombornyomott PE műanyag felületszivárgó és víztároló réteg, domborulataival lefelé fordítva (pl.: DIADREN-25), a lefelé fordított domborulatok duzzasztott agyagkavicsal feltöltve
- 18 cm lépcsős ütközőhézagú extrudált polisztirollhab hőszigetelés és szigetelésvédelem foltonkénti bitumenes ragasztással rögzítve (pl.: AUSTROTHERM XPS 30, ROOFMATE SL-A)
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú, FLL vagy LDA eljárás alapján gyökérállónak minősített, poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással hegesztve
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg hideg bitumenmáz kellősítés, 0,3-0,5 kg/m² anyagfelhasználással
- 2-14 cm lejtésképző kavicsbeton (4 cm-es rétegvastagság alatt műanyag adalékkal javított cementsimítás)
- 35 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint üzlet-, irodaterület sávban:
- 3,5 cm (- 36,5 cm) álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm 1 rétegű homogén gipszkarton álmennyezet, glettelve, festve konyha:
- 35 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm bontható, kazettás gipszkarton álmennyezet, 60x60 cm rasztermérettel

Földszint fölötti fordított rétegrendű tető – zöldfelület

(belső udvar - a határoló falak menti 125 cm széles sávon túl)

- ~80 cm speciális termőközeg + vegetáció, a kertészeti tervek szerint
- 1 rtg 125 g/m² felülettömegű műanyag fátyol szűrőréteg (pl.: TYPAR PRO 125)
- 2,5 cm 25 mm dombormagasságú, felső síkján perforált, dombornyomott PE műanyag felületszivárgó és víztároló réteg, domborulataival lefelé fordítva (pl.: DIADREN-25), a lefelé fordított domborulatok duzzasztott agyagkavicsal feltöltve
- 6 cm lépcsős ütközőhézagú extrudált polisztirolhab hőszigetelés és szigetelésvédelem foltonkénti bitumenes ragasztással rögzítve (pl.: AUSTROTHERM XPS 30, ROOFMATE SL-A)
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú, FLL vagy LDA eljárás alapján gyökérállónak minősített, poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással hegesztve
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg hideg bitumenmáz kellősítés, 0,3-0,5 kg/m² anyagfelhasználással
- 2-14 cm lejtésképző kavicsbeton (4 cm-es rétegvastagság alatt műanyag adalékkal javított cementsimítás)
- 35 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint
üzlet-, irodaterület sávbán:
- 3,5 cm (- 36,5 cm) álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm 1 rétegű homogén gipszkarton álmennyezet, glettelve, festve
konyha:
- 35 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm bontható, kazettás gipszkarton álmennyezet, 60x60 cm rasztermérettel,
Emeleti fordított rétegrendű terasztetők
- 4 (8) cm fagyálló, mosott kavics felületű járólappal burkolat
- 2-6 cm bazalt kőzúzalék ágyazóréteg
- 1 rtg 125 g/m² felülettömegű műanyag fátyol szűrőréteg (pl.: TYPAR PRO 125)
- 18 cm lépcsős ütközőhézagú extrudált polisztirolhab hőszigetelés és szigetelésvédelem foltonkénti bitumenes ragasztással rögzítve (pl.: AUSTROTHERM XPS 30, ROOFMATE SL-A)
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással hegesztve

- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg hideg bitumenmáz kellősítés, 0,3-0,5 kg/m² anyagfelhasználással
- 1-5 cm lejtésképző kavicsbeton (4 cm-es rétegvastagság alatt műanyag adalékkal javított cementsimítás)
- 27 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint
- 3,5 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm 1 rétegű homogén gipszkarton álmennyezet, glettelve, festve
- 7. emelet fölötti fordított rétegrendű nem járható tető*
- 8 cm Ø16-32 mm szemnagyságú gömbölyűszemű, frakcionált, mosott kavics leterhelő réteg, a szélmezőben 50%-os lefedettséggel sakktábla szerűen lerakott 5 cm vastag 40x40 cm méretű beton járólap, a sarokmezőkben 100%-os lefedettséggel két rétegben lerakott 4 cm vastag 40x40 cm méretű beton járólap kiegészítő leterheléssel (a közlekedési, karbantartási útvonalak alatt a beton járólapok 2/17 mm szemmegoszlású éles bazalt kőzúzalék ágyazatra kerülnek szorosan egymás mellé rakva, legalább 4 lap szélességben)
- 1 rtg 125 g/m² felülettömegű műanyag fátyol szűrőréteg (pl.: TYPAR PRO 125)
- 18 cm lépcsős ütközőhézagú extrudált polisztirolhab hőszigetelés és szigetelésvédelem foltonkénti bitumenes ragasztással rögzítve (pl.: AUSTROTHERM XPS 30, ROOFMATE SL-A)
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással hegesztve
- 1 rtg legalább 4 mm vastagságú poliészterfátyol betétes, SBS modifikált bitumenes vastaglemez csapadékvíz elleni szigetelés, (600/600 N/5 cm, 30/30 %, -12 C°, 90 C°), teljes felületén lángolvasztással ragasztva
- 1 rtg hideg bitumenmáz kellősítés, 0,3-0,5 kg/m² anyagfelhasználással
- 2-14 cm lejtésképző kavicsbeton (4 cm-es rétegvastagság alatt műanyag adalékkal javított cementsimítás)
- 30 cm monolit vasbeton födémlemez, a tartószerkezeti tervek szerint
vizesblokk sávban:
- 56,5 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete
- 1,5 cm bontható, kazettás gipszkarton álmennyezet, 60x60 cm rasztermérettel, széleken homogén gipszkarton bordúrral álmennyezeti terv függvényében közlekedősávban:
- 33 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete

5 cm 30x120 vagy 60x120 cm raszterméretű gipszkarton rostlap kazettás álmennyezet, a széleken homogén gipszkarton bordúrral irodahelyiségek sávjában:

3,5 cm álmennyezeti tér / álmennyezet tartószerkezete

1,5 cm 1 rétegű homogén gipszkarton álmennyezet, glettelve, festve

Gépészeti tér fölötti tető

18 cm Trimoterm SRV tűzálló tetőpanel 120kg/m³ sűrűségű tűzálló lamellás kőzetgyapot réteggel, alsó oldalán enyhén barázdált, felső, erősen hullámosított, galvanizált és egyik oldalán lefestett acéllemezről; a panel felső oldalán 1,5 mm vastag SIKAPLAN PVC lemezzel, a PVC lemez az átlapolásaiban legalább 3 cm-es forró levegős hegesztéssel felületfolytonosítva, 5,3% lejtéssel

30 cm acél tartószerkezet, tartószerkezeti terv szerint, álmennyezeti tér

2,5 cm 2 rétegű, tűzgátló gipszkarton álmennyezet, glettelve, festve

Nyílászárók

Ajtó

$k=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ablak

$k=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$

Üvegtető

$k=1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$

3. Melléklet, üvegszerkezetek tájolás függő megoszlása

8-1. táblázat.

Tájolás [égtáj]	Üvegfelület [m ²]	Üvegfelület [%]	Falfelület [m ²]	Falfelület [%]	Teljes falfelület [m ²]
0°	1366,5	14,1	3901,0	16,1	5267,5
80°	791,9	8,2	2484,8	10,3	3276,8
90°	1281,2	13,2	1498,3	6,2	2779,4
170°	1345,3	13,9	4098,7	16,9	5444,0
180°	1457,5	15,0	4160,9	17,2	5618,4
260°	1202,1	12,4	2242,0	9,3	3444,1
270°	481,7	5,0	1616,3	6,7	2098,0
280°	342,0	3,5	0,0	0,0	342,0
340°	0,0	0,0	242,0	1,0	242,0
350°	1437,7	14,8	3975,1	16,4	5412,8
Összesen	9705,9	100,0	24219,0	100,0	33924,9

4. Melléklet, költségvetések

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
8cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő		
Megnevezés	Anyagköltség	Dijköltség
1. Építmény közvetlen költségei	58.801.267	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap		175.865.317
2.2 ÁFA	25.00%	43.966.329
3. A munka ára	219.831.646	

Aláírás

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191847 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 80 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9148 379 m	553	375	209.587	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113308 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből képzett ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AUSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x80 mm 24.219 m ²	2.012	4.075	48.728.628	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091311 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 130 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00130250 96.876 db	57	125	5.521.932	12.109.500
Munkanem összesen:				58.801.267	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
10cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	70.485.511	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap		187.549.561
2.2 ÁFA	25.00%	46.887.390
3. A munka ára		234.436.951

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_10_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191849 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 100 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9150 379 m	709	375	268.711	142.125
3	48-007-21.1.1.2-0113310 (37) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti méretstabil expandált polisztirolhab lemezzel AÜSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x100 mm 24.219 m ²	2.468	4.075	59.772.492	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091312 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 150 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00150250 96.876 db	63	125	6.103.188	12.109.500
Munkanem összesen:				70.485.511	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
12cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	106.899.286	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap		223.963.336
2.2 ÁFA	25.00%	55.990.834
3. A munka ára	279.954.170	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_12_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191850 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 120 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9212 379 m	934	375	353.986	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113311 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből képzett ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AUSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x120 mm 24.219 m ²	3.956	4.075	95.810.364	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091313 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezetéhez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 170 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00170250 96.876 db	66	125	6.393.816	12.109.500
Munkanem összesen:				106.899.286	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
14cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	120.588.743	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap		237.652.793
2.2 ÁFA	25.00%	59.413.198
3. A munka ára	297.065.991	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_14_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191851 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 140 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9213 379 m	1.013	375	383.927	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113312 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből készített ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AUSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x140 mm 24.219 m ²	4.484	4.075	108.597.996	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091314 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezetéhez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 190 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00190250 96.876 db	75	125	7.265.700	12.109.500
Munkanem összesen:				120.588.743	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
16cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	141.959.709	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap	259.023.759	
2.2 ÁFA	25.00%	64.755.940
3. A munka ára	323.779.699	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_16_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 160 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9214 379 m	1.614	375	611.706	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113313 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből képzett ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AUSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x160 mm 24.219 m ²	5.013	4.075	121.409.847	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091315 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 215 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18215250 96.876 db	161	125	15.597.036	12.109.500
Munkanem összesen:				141.959.709	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
18cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	158.017.923	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap	275.081.973	
2.2 ÁFA 25.00%	68.770.493	
3. A munka ára	343.852.466	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_18_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, lábazati indító profilok egyenes falakhoz THERMOMASTER kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 180 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium 379 m	2.064	375	782.256	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113314 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből képzett ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AUSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x180 mm 24.219 m2	5.541	4.075	134.197.479	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091316 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 235 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18235250 96.876 db	193	125	18.697.068	12.109.500
Munkanem összesen:				158.017.923	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
20cm polisztirol hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	174.782.694	117.064.050
2.1 ÁFA vetítési alap	291.846.744	
2.2 ÁFA	25.00%	72.961.686
3. A munka ára	364.808.430	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_pol_20_v2.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, lábazati indító profilok egyenes falakhoz THERMOMASTER kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 200 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium 379 m	2.589	375	981.231	142.125
3	48-010-1.1.1.2-0113315 (2) ÖN Homlokzati hőszigetelés, üvegszövetháló-erősítéssel, (mechanikai rögzítés, felületi zárás valamint kiegészítő profilok külön tételben szerepelnek), egyenes él-képzésű, normál homlokzati EPS hőszigetelő lapokkal, ragasztópaszta + cementből készített ragasztóba, tagolt sík, függőleges falon AÜSTROTHERM AT H80 homlokzati hőszigetelő lemez, 1000x500x200 mm 24.219 m2	6.069	4.075	146.985.111	98.692.425
4	48-021-1.51.2.2.1-0091317 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 255 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18255250 96.876 db	232	125	22.475.232	12.109.500
Munkanem összesen:				174.782.694	117.064.050

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
8cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	87.379.687	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap		218.369.662
2.2 ÁFA	25.00%	54.592.416
3. A munka ára		272.962.078

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onaszla\Kerepesi_koz_8.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191847 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 80 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9148 379 m	553	375	209.587	142.125
3	48-007-21.1.1.1-0092695 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 80 mm 24.219 m2	3.192	4.650	77.307.048	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091311 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 130 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00130250 96.876 db	57	125	5.521.932	12.109.500
Munkanem összesen:				87.379.687	130.989.975

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
10cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	105.312.433	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap		236.302.408
2.2 ÁFA	25.00%	59.075.602
3. A munka ára	295.378.010	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_10.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)		
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj	
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752	16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191849 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 100 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9150	379 m	709	375	268.711	142.125
3	48-007-21.1.1.1-0092697 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 100 mm	24.219 m2	3.906	4.650	94.599.414	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091312 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 150 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00150250	96.876 db	63	125	6.103.188	12.109.500
Munkanem összesen:				105.312.433	130.989.975	

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
12cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	121.963.504	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap	252.953.479	
2.2 ÁFA	25.00%	63.238.370
3. A munka ára	316.191.849	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_12.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191850 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 120 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9212 379 m	934	375	353.986	142.125
3	48-007-21.1.1.1-0092698 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 120 mm 24.219 m2	4.578	4.650	110.874.582	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091313 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 170 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00170250 96.876 db	66	125	6.393.816	12.109.500
Munkanem összesen:				121.963.504	130.989.975

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
14cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	139.915.505	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap	270.905.480	
2.2 ÁFA 25.00%	67.726.370	
3. A munka ára	338.631.850	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_14.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191851 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 140 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9213 379 m	1.013	375	383.927	142.125
3	48-007-21.1.1.1-0092699 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 140 mm 24.219 m2	5.282	4.650	127.924.758	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091314 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 190 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-00190250 96.876 db	75	125	7.265.700	12.109.500
Munkanem összesen:				139.915.505	130.989.975

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
16cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	165.258.387	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap	296.248.362	
2.2 ÁFA 25.00%	74.062.091	
3. A munka ára	370.310.453	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_16.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)		
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj	
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752	16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) ÖN Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, 30 - 160 mm hőszigeteléshez, lábazati indító profilok egyenes falakhoz PROTEKTOR kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 160 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium, Cikkszám: 9214	379 m	1.614	375	611.706	142.125
3	48-007-21.1.1.1-1092699 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 160 mm	24.219 m2	5.975	4.650	144.708.525	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091315 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 215 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18215250	96.876 db	161	125	15.597.036	12.109.500
Munkanem összesen:				165.258.387	130.989.975	

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
18cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	184.537.728	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap	315.527.703	
2.2 ÁFA 25.00%	78.881.926	
3. A munka ára	394.409.629	

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_18.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, lábazati indító profilok egyenes falakhoz THERMOMASTER kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 180 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium 379 m	2.064	375	782.256	142.125
3	48-007-21.1.1.1-2092699 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 180 mm 24.219 m2	6.636	4.650	160.717.284	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091316 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 235 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18235250 96.876 db	193	125	18.697.068	12.109.500
Munkanem összesen:				184.537.728	130.989.975

Különféle Szolgáltató Bt

Kerepesi Business Park

Cím : 1087 Budapest, Kerepesi út 27/a.;

Kelt: 2011. év október hó 14.nap

A munka leírása:
20cm közetgyapot hőszigetelés készítése

Készítette: Horváth Miklós

Készült: ÉN alapján

Költségvetés összesítő

Megnevezés	Anyagköltség	Díjköltség
1. Építmény közvetlen költségei	204.281.436	130.989.975
2.1 ÁFA vetítési alap		335.271.411
2.2 ÁFA	25.00%	83.817.853
3. A munka ára		419.089.264

Aláírás

Készült a TERC Kft. TERC VIP költségvetés 2011.3 - BRONZ programcsomagjával.

C:\Work\terc\tercvip\onszla\Kerepesi_koz_20.slo8

Ssz.	Tételszám Tételkiírás	Egységre jutó (HUF)		A tétel ára összesen (HUF)	
		Anyag	Munkadíj	Anyag	Munkadíj
1	36-051-6.2.1-0191802 (28) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), polisztirol,PVC,alumínium,rozsdam.acél,horg.acél, üvegszövet pozitív sarkokra PROTEKTOR kültéri profil pozitív sarkokra utólagos hőszigeteléshez, vékony vakolathoz, PVC, Cikkszám: 3752 16.320 m	266	375	4.341.120	6.120.000
2	36-051-6.2.3-0191852 (30) Kültéri vakolóprofilok elhelyezése, utólagos (táblás) hőszigetelő rendszerhez (EPS), rozsdamentes acélból, alumíniumból, lábazati indító profilok egyenes falakhoz THERMOMASTER kültéri lábazati indító profil egyenes falhoz 200 mm utólagos hőszigeteléshez, alumínium 379 m	2.589	375	981.231	142.125
3	48-007-21.1.1.1-3092699 (36) ÖN Külső fal; homlokzati fal hő- és hangszigetelése, falazott vagy monolit vasbeton szerkezeten, függőleges felületen, (rögzítés külön tételben) vékonyvakolat alatti közetgyapot lemezzel ROCKWOOL Frontrock Max E vakolható, inhomogén közetgyapot lemez 200 mm 24.219 m2	7.287	4.650	176.483.853	112.618.350
4	48-021-1.51.2.2.1-0091317 (30) ÖN Szigetelések rögzítése; Hőszigetelő táblák pontszerű mechanikai rögzítése, homlokzaton, beton aljzatszerkezethez, műanyag vagy fém beütőszeges műanyag beütődübelekkel MASTERPLAST Thermomaster D-H 255 mm, fém beütőszeges tárcsás dübel, Cikkszám: 0118-18255250 96.876 db	232	125	22.475.232	12.109.500
Munkanem összesen:				204.281.436	130.989.975

5. Melléklet, tervezői nyilatkozat

TERVEZŐI NYILATKOZAT

Alulírott Horváth Gyula a

Horváth Miklós

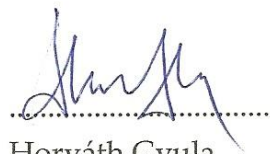
által készített, a

*1087 Budapest, Kerepesi út 27/a. házszámú, Hrsz.:38837/12 helyrajzi számú
irodakomplexum*

költségvetés tervezeteinek, mint építész konzulense kijelentem, hogy a tárgyi költségvetés készítés az Építészeti Normáknak (ÉN) megfelelően készült el. A dokumentációban rögzített műszaki megoldások megfelelnek és kielégítik a 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet követelményeit, valamint az itt meg nem említett, de vonatkozó és hatályos egyéb jogszabályokat, általános érvényű és eseti előírásokat, így különösen a környezetvédelmi előírásokat, továbbá a statikai, és életvédelmi követelményeket.

A költségvetés készítés és a tervezői nyilatkozat beadási időszakában érvényes építésztervezői jogosultsággal rendelkezem.

Budapest, 2011. október 14.



Horváth Gyula

É3 01 3153/12

1182 Budapest, Nemeske u. 29.

6. Melléklet, üvegszerkezetek árajánlata



Címzett: Horváth Miklós
 ✉: 1182, Budapest, Vércse utca 36.
 ☎: (36) (20) 520 94 34
 📧: mix065@gmail.com

Feladó: Winergy Mérnökiroda Bt.
 Talamon Attila
 ✉: 2750, Nagykőrös, Szőlő utca 40.
 ☎: (36) (30) 981 62 67
 📧: talamon.attila@gmail.com

Tárgy: " Árajánlat nyílászárók beépítésére"

Az árajánlat tárgya:

Méret	Egység m ²	db	Összes m ²
0,95*0,95	0,9025	936	844,74
29,9*1	29,9	1	29,9
35,1*1	35,1	1	35,1
39,2*1	39,2	1	39,2
2,2*2,2	4,84	862	4172,08
3,5*2,4	8,4	1	8,4
4*3	12	6	72
6,25*6	37,5	35	1312,5
8,2*3	24,6	6	147,6
2,4*3,5	8,4	3	25,2
0,45*3,9	1,755	3	5,265
0,6*3,9	2,34	2	4,68
0,9*3,9	3,51	1	3,51
0,95*3,9	3,705	1	3,705
0,3*3,95	1,185	1	1,185
0,37*3,95	1,4615	1	1,4615
0,45*3,95	1,7775	141	250,6275

0,6*3,95	2,37	59	139,83
0,9*3,95	3,555	32	113,76
0,95*3,95	3,7525	10	37,525
1,2*3,95	4,74	9	42,66
1,3*3,95	5,135	2	10,27
1,85*3,95	7,3075	36	263,07
2,4*3,95	9,48	1	9,48
2,5*3,95	9,875	1	9,875
2,7*3,95	10,665	1	10,665
4,8*4	19,2	1	19,2
5*4	20	3	60
6*4	24	1	24
12*4	48	1	48
14,5*4	58	5	290
23,2*4	92,8	1	92,8
4,8*24,5	117,6	1	117,6
5*24,5	122,5	3	367,5
12*24,5	294	1	294
14,5*24,5	355,25	3	1065,75
14,5*4	58	1	58
23,2*4	92,8	1	92,8
29,9*1	29,9	1	29,9
35,1*1	35,1	1	35,1
39,2*1	39,2	1	39,2
Összesen			10228,139

Ernek értelmében egységre bontott árajánlatunk:

		Síküveg				
		Üvegezés	kettős	kettős	hármas	hármas
		U _w [W/m²K]	1,2	1	0,7	0,45
		g tényező	0,7	0,6	0,5	0,45
		Bevonat	nincs	LOW-E	LOW-E	LOW-E
Méret	db	Gáztöltet	nincs	nincs	argon	argon
0,95*0,95	936		15 393 040	18 021 120	37 168 560	55 940 560
29,9*1	1		544 844	637 867	1 315 600	1 980 044
35,1*1	1		639 600	748 800	1 544 400	2 324 400
39,2*1	1		714 311	836 267	1 724 800	2 595 911
2,2*2,2	862		76 024 569	89 004 373	183 571 520	276 284 409
3,5*2,4	1		153 067	179 200	369 600	556 267
4*3	6		1 312 000	1 536 000	3 168 000	4 768 000
6,25*6	35		23 916 667	28 000 000	57 750 000	86 916 667
8,2*3	6		2 689 600	3 148 800	6 494 400	9 774 400
2,4*3,5	3		459 200	537 600	1 108 800	1 668 800
0,45*3,9	3		95 940	112 320	231 660	348 660
0,6*3,9	2		85 280	99 840	205 920	309 920
0,9*3,9	1		63 960	74 880	154 440	232 440
0,95*3,9	1		67 513	79 040	163 020	245 353
0,3*3,95	1		21 593	25 280	52 140	78 473
0,37*3,95	1		26 632	31 179	64 306	96 784
0,45*3,95	141		4 566 990	5 346 720	11 027 610	16 597 110
0,6*3,95	59		2 548 013	2 983 040	6 152 520	9 259 853
0,9*3,95	32		2 072 960	2 426 880	5 005 440	7 533 440
0,95*3,95	10		683 789	800 533	1 651 100	2 484 989
1,2*3,95	9		777 360	910 080	1 877 040	2 825 040
1,3*3,95	2		187 142	219 093	451 880	680 102
1,85*3,95	36		4 793 720	5 612 160	11 575 080	17 421 080
2,4*3,95	1		172 747	202 240	417 120	627 787
2,5*3,95	1		179 944	210 667	434 500	653 944
2,7*3,95	1		194 340	227 520	469 260	706 260
4,8*4	1		349 867	409 600	844 800	1 271 467
5*4	3		1 093 333	1 280 000	2 640 000	3 973 333
6*4	1		437 333	512 000	1 056 000	1 589 333

12*4	1		874 667	1 024 000	2 112 000	3 178 667
14,5*4	5		5 284 444	6 186 667	12 760 000	19 204 444
23,2*4	1		1 691 022	1 979 733	4 083 200	6 145 422
4,8*24,5	1		2 142 933	2 508 800	5 174 400	7 787 733
5*24,5	3		6 696 667	7 840 000	16 170 000	24 336 667
12*24,5	1		5 357 333	6 272 000	12 936 000	19 469 333
14,5*24,5	3		19 420 333	22 736 000	46 893 000	70 576 333
14,5*4	1		1 056 889	1 237 333	2 552 000	3 840 889
23,2*4	1		1 691 022	1 979 733	4 083 200	6 145 422
29,9*1	1		544 844	637 867	1 315 600	1 980 044
35,1*1	1		639 600	748 800	1 544 400	2 324 400
39,2*1	1		714 311	836 267	1 724 800	2 595 911
Összesen			186 379 422	218 200 299	450 038 116	677 330 094

Amennyiben árajánlatunk elnyeri tetszését, kérem mihamarabb vegyék fel az ügyvezetővel a kapcsolatot.

Tisztelettel és üdvözlettel, a sikeres együttműködésben bízva:

Nagykőrös, 2011. október. 20.



.....
Talamon Attila
Okleveles gépészmérnök
Ügyvezető

7. Melléklet, nyári hőterhelési értékek

8-2. táblázat.

Épület	Alap [W]	Minimum [W]	Minimum [°]	Minimum [%]	Maximum [W]	Maximum [°]	Maximum [%]
A	117692	87873	65	74,7	119540	340	101,6
A1	218427	215814	275	98,8	236338	220	108,2
A2	438467	434877	175	99,2	470954	115	107,4
B	124024	101711	240	82,0	141484	165	114,1
B1	309709	308895	5	99,7	336689	300	108,7
B2	429300	418347	165	97,4	457907	70	106,7
C	148224	109559	90	73,9	148391	355	100,1
C1	364089	362815	345	99,7	395756	240	108,7
C2	527064	520740	175	98,8	566137	110	107,4
D	126928	105007	240	82,7	144710	165	114,0
D1	373300	370700	175	99,3	395102	310	105,8
D2	466896	455886	165	97,6	497498	65	106,6
E1	477286	475844	345	99,7	514160	255	107,7
I.	61263	59023	235	96,3	62539	165	102,1
II.	47399	43180	50	91,1	47815	330	100,9
III.	43009	40033	65	93,1	43379	335	100,9
Komplexum	4192391	4174849	345	99,6	4323587	120	103,1

8-3. táblázat.

Épület	Alap [W]	Minimum [W]	Minimum [°]	Minimum [%]	Maximum [W]	Maximum [°]	Maximum [%]
A	113197	83378	65	73,7	115045	340	101,6
A1	67723	65110	275	96,1	85634	220	126,4
A2	102205	98615	175	96,5	134692	115	131,8
B	120920	98607	240	81,5	138380	165	114,4
B1	65499	64685	5	98,8	92479	300	141,2
B2	97458	86505	165	88,8	126065	70	129,4
C	143605	104940	90	73,1	143772	355	100,1
C1	74459	73185	345	98,3	106126	240	142,5
C2	113895	107571	175	94,4	152968	110	134,3
D	122404	100483	240	82,1	140186	165	114,5
D1	76773	74173	175	96,6	98575	310	128,4
D2	109246	98236	165	89,9	139848	65	128,0
E1	100721	99279	345	98,6	137595	255	136,6
I.	21162	18922	235	89,4	22438	165	106,0
II.	26319	22100	50	84,0	26735	330	101,6
III.	21349	18373	65	86,1	21719	335	101,7
Komplexum	2620431	2602889	345	99,3	2751627	120	105,0

8-4. táblázat.

Épület	Emberi hőleadás [W]	Egyéb hőterhelés [W]	Belső hőfejlődés [W]
A	2204	2291	4495
A1	59276	91428	150704
A2	119160	217102	336262
B	2204	900	3104
B1	77140	167070	244210
B2	108000	223842	331842
C	2204	2415	4619
C1	93380	196250	289630
C2	126320	286849	413169
D	2204	2320	4524
D1	92336	204191	296527
D2	111240	246410	357650
E1	116230	260335	376565
I	30972	9129	40101
II.	9280	11800	21080
III.	9860	11800	21660
Komplexum	961990	609970	1571960

8-5. táblázat.

Épület	Belső/Minimális külső [%]	Belső/Maximális külső [%]
A	5,4	3,9
A1	231,5	176,0
A2	341,0	249,7
B	3,1	2,2
B1	377,5	264,1
B2	383,6	263,2
C	4,4	3,2
C1	395,8	272,9
C2	384,1	270,1
D	4,5	3,2
D1	399,8	300,8
D2	364,1	255,7
E1	379,3	273,7
I	211,9	178,7
II.	95,4	78,8
III.	117,9	99,7
Komplexum	60,4	57,1

8. Melléklet, hőszigetelés fajlagos megtakarításai

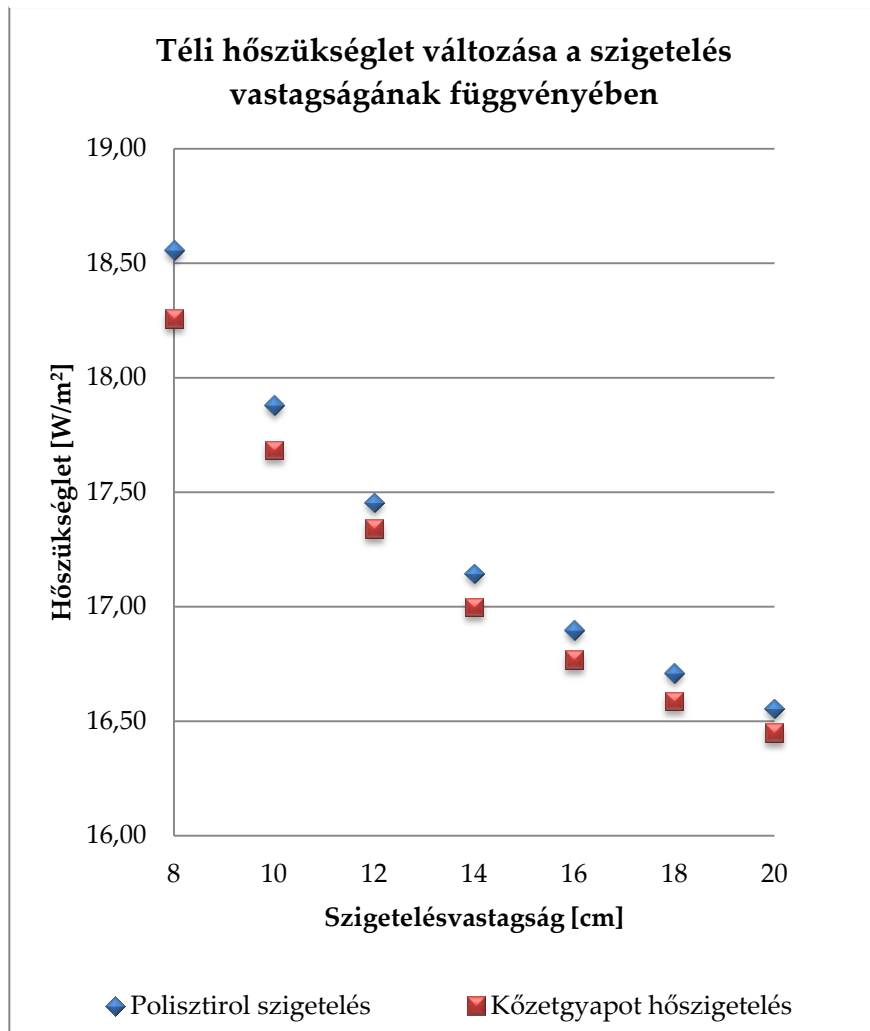
8-6. táblázat. Optimális vastagságú polisztirol hőszigetelés fajlagos megtakarításai

		Áramdíj-növekmény [%]					
		0	2	4	6	8	10
Kamatláb [%]	4	1314	2730	4402	6377	8712	11475
	6	0	1166	2536	4148	6046	8283
	8	-1078	-110	1022	2348	3903	5728
	10	-1969	-1159	-216	883	2166	3667
	12	-2712	-2029	-1239	-321	746	1990
	14	-3337	-2757	-2089	-1317	-423	614
	16	-3866	-3371	-2803	-2149	-1395	-523

8-7. táblázat. Optimális vastagságú kőzetgyapot hőszigetelés fajlagos megtakarításai

		Áramdíj-növekmény [%]					
		0	2	4	6	8	10
Kamatláb [%]	4	-750	684	2376	4376	6740	9537
	6	-2081	-900	487	2119	4040	6305
	8	-3172	-2191	-1045	297	1871	4719
	10	-4074	-3254	-2300	-1187	112	1632
	12	-4826	-4135	-3335	-2405	-1325	-66
	14	-5459	-4872	-4196	-3414	-2509	-1459
	16	-5995	-5494	-4918	-4256	-3492	-2610

8-1. ábra



8-2. ábra

