



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Műszaki Intézet

Létesítményenergetikai szakmérnök

Szakirányú továbbképzés

Szakdolgozat

**Épületenergetikai állapotfelmérés és korszerűsítési
javaslat készítése 80-as években épült Kádár-kocka
esetén**

Készítette: Puskely Gergő Pál – ZWSFLN

Konzulens: Dr. Szabó Márta, Szajkó Szilvia

Gödöllő, 2023/24/1

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYENERGETIKAI SZAKMÉRNÖK
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉS

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Puskely Gergő Pál (ZWSFLN)

részére

A szakdolgozat címe:

Épületenergetikai állapotfelmérés és korszerűsítési javaslat készítése 80-as években épült Kádár-kocka esetén

Feladatkiírás:

A feladat alaptéziseként a hallgató végezze el egy 1981-ben épített Kádár-kocka jellegű családi ház épületenergetikai tanúsításához szükséges állapotfelmérését és a hatályos jogszabályok szerinti energetikai vizsgálatát. A dolgozat során a hallgató végezzen irodalomkutatást a korszak épületszerkezeti megoldásaira, illetve általánosan jellemző fenntarthatósági és energetikai kockázataira. A feladat részeként az elvégzett diagnosztika alapján készítsen korszerűsítési javaslatot az épületre.

Közreműködő tanszék: Műszaki Intézet, Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Szajkó Szilvia, építőmérnök, Bimfra Kft.

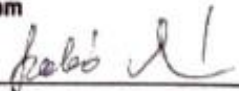
Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2023. év 11. hó 06. nap

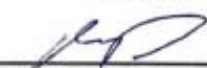
Kelt: Gödöllő, 2023. év 09. hó 11. nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

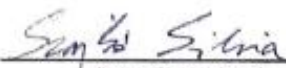

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Kelt:  2024. év 01. hó 31. nap


(külső konzulens)

Tartalom

1. Bevezetés.....	3
2. Történelmi kitekintés	5
2.1. Magyarországi lakóépületállomány alakulása.....	5
2.2. Kockaházak kialakítása	8
2.3. Napjaink lakhatása	13
2.4. Opcionális ingatlanbefektetési lehetőségek.....	19
3. Fenntarthatósági helyzetértékelés	23
3.1. Energiahatékonyság	23
3.2. Rehabilitáció az energiahatékonyságért	26
4. Jogszabályi körülmények, számítási módszerek	29
4.1. Korábbi és hatályos szabályozók	29
4.2. Épületenergetikai számítások	31
5. Vizsgált épület bemutatása.....	36
6. Épület energetikai állapotfelmérése	38
6.1. Épületszerkezeti diagnosztika	38
6.2. Épületgépészeti diagnosztika	42
7. Felújítási javaslatok az épület energetikai optimalizálására.....	44
7.1. Az épület energetikai vizsgálata, állapotfelmérése	44
7.2. Energetikai korszerűsítésre tett javaslatok	49
8. Összefoglalás.....	63
9. Abstract	66
10. Irodalom- és forrásjegyzék.....	67
11. Ábra- és táblázatjegyzék	69
12. Nyilatkozat	72
13. Köszönetnyilvánítás	74
14. Mellékletek.....	75
1. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti alaprajza	
2. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti metszetrajza	
3. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti homlokzati tervei.....	
4. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti méretkimutatásai	
5. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti költségvetése	
6. számú melléklet – Vizsgált épület felmérési vázlatterve	
7. számú melléklet – Vizsgált épület egyszerűsített energetikai számítása.....	
8. számú melléklet – Vizsgált épület részletes energetikai számítása.....	
9. számú melléklet – Felújítási javaslatok összevetése	

1. Bevezetés

A lakhatás, mint általános kérdéskör mindig is alapvetően foglalkoztatta a civilizált emberiséget, hiszen egyfajta életfeltételként is fel lehet fogni azt az igényt, hogy fedél legyen a fejünk felett. A különféle egyéni és szociális normák és módszerek természetesen az idővel és kultúrával is változtak a történelem során, viszont alap tézisként úgy gondolom, hogy a lakóépítmény, mint fogalom a jurtáktól, kővároktól, egészen a mai lakóingatlan állományig értelmezhető. Napjainkban is fontos kérdés a lakhatás legyen szó ingatlan tulajdonlásról, bérletről egyaránt. Az, hogy ebben a témában mi számít „normának” az teljesen eltérő lehet nemzetenként és térségeként is, viszont az ezzel járó anyagi költségek és a manapság előtérbe kerülő környezeti szempontok mindenkit egyaránt érintenek.

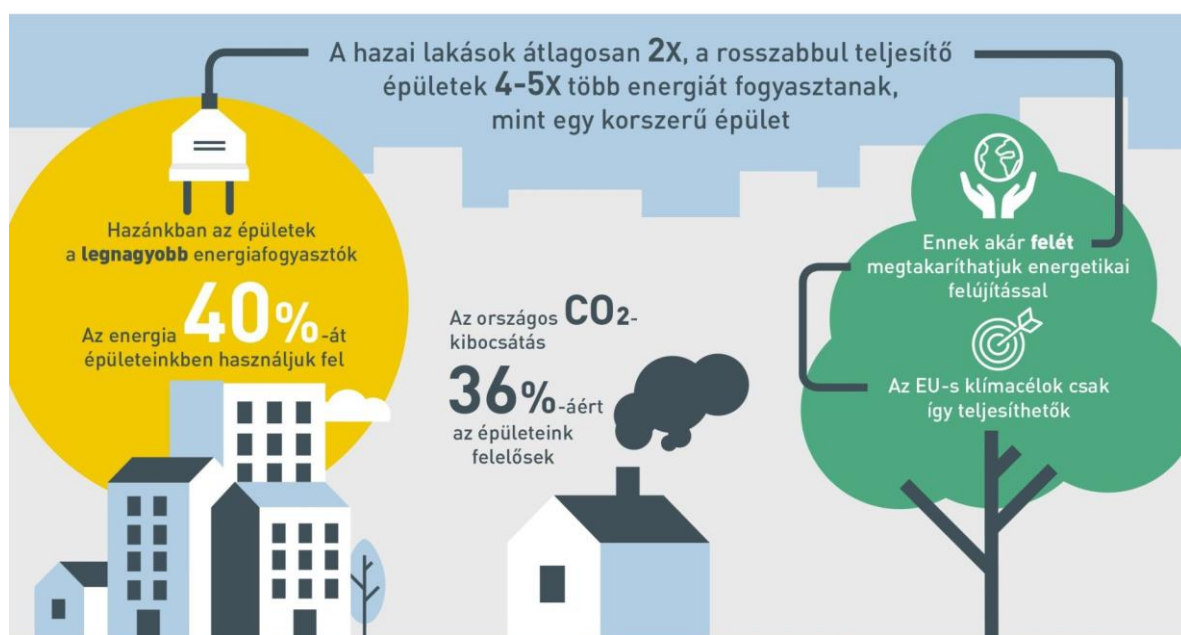
Hazánkban általánosan a háztartások megoszlásánál az ingatlan tulajdonlás van nagyobb részesedésben a bérlelssel szemben [1]. Ebből arra a társadalmi szokásra lehet következtetni, hogy az emberek többsége hosszútávon kitűzi maga elé vagy a használt ingatlan vásárlását vagy az új ház építését is, viszont az épületek életciklusánál és anyagi ráfordításánál fontos hányada van a meglévő építmény üzemeltetésének, felújításának és karbantartásának is. Figyelembe véve, hogy a hazai lakásállomány 2023-ban túlhaladta a 4,58 milliót [2], viszont ha csak az EU csatlakozásunk óta eltelt éveket nézzük, ahol mindennek a 10%-a sem épült meg [3], megállapítható, hogy az új, korszerű ingatlanépítések mellett érdemes jelentős figyelmet szentelnünk a már meglévő, nagyobb hányadban található, alapkonstrukcióját véve korszerűtlen lakások felújítására is.

Ezen gondolatmenetből kiindulva vettem alapul, egy olyan lakóépületet, mely bő negyven évvel ezelőtt épült az akkori építési trendeknek megfelelően, azóta pedig energiahatékonyságot növelő felújításon nem esett át. Az épület jellege, a köznyelven csak Kádár-kockaként fennmarad épülettípus, mely vidéki utcaképeink jellegzetes alkotóelemeként van jelen szerte az országban. Fontos jellemzője, hogy általában azonos és ismert anyagösszetétellel és épületszerkezettel rendelkeztek, így bizonyos eltérések mellett is tipizálható és könnyebben korszerűsíthető, mint akár másik népszerű korábbi épületfajtánk a Parasztház esetén.

Munkám során igyekeztem körbejárni a hazai lakóépületek országos helyzetét és történelmi alakulását is, ezáltal jobban megértve azokat a folyamatokat, amik hatással voltak a népesség lakhatására és gondolkodásmód kialakítására is, mely szerintem fontos elméleti

háttér ahhoz, hogy az energiahatékonyság javítását életszerűen lehessen fejleszteni az adott ingatlanokra. Másrészt magát az energiahatékonyságot, az épületekkel járó környezetterhelést és az arra vonatkozó jelenlegi szabályozókat és irányelveket is meg kellett ismernem, hiszen annak hiányában pusztán csak az épület felújítások trendjét és anyagi oldalát tudná nézni az ember.

Ezen ismeretekkel felvértezve készíték egy diagnosztikát az általam kiválasztott konkrét ingatlanra, melyhez a rendelkezésre álló tervek, a helyszíni szemrevételezés és felmérés van segítségemre. Az épületszerkezeti és épületgépészeti jellemzőkkel megállapítható a ház energetikai állapota, valamint energiaszükséglete is, továbbá számíthatóvá válik az üzemeltetésből fakadó környezeti terhelése is. Ezek tükrében tudok javaslatot tenni az ingatlan energetikai rehabilitációjára, melyekből levonhatók a konkrét épületre vonatkozó tanulságok is, viszont a típus jellege miatt egy általános felújítási direktívára is szeretnék kitékinteni, mellyel társadalmilag foglalkozva környezeti és anyagi javakat szolgálva lehetne foglalkozni.



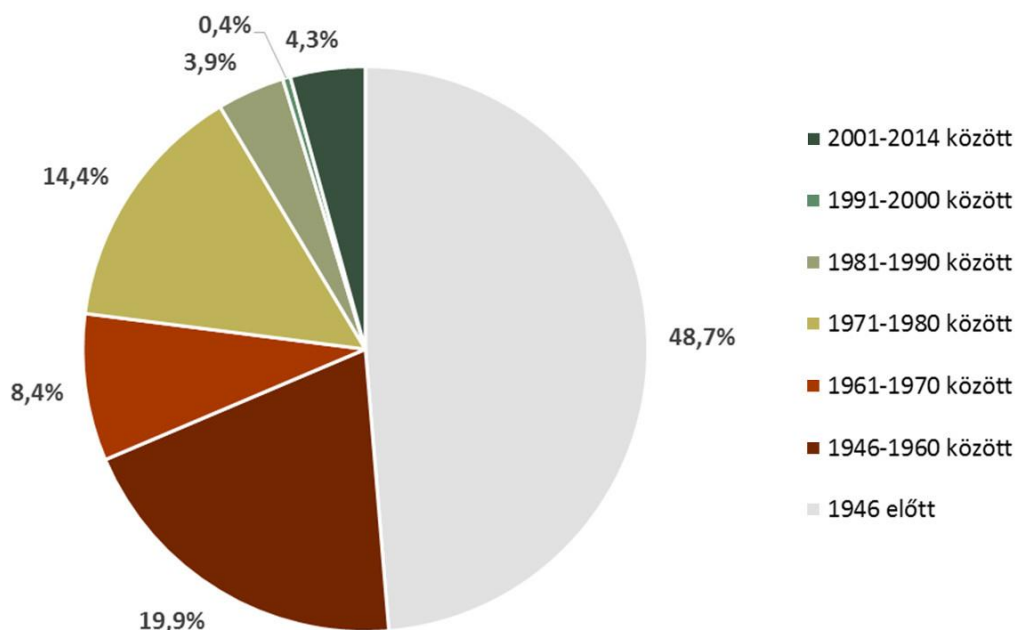
1. ábra - Hazai épületek energiahatékonysága [4]

2. Történelmi kitekintés

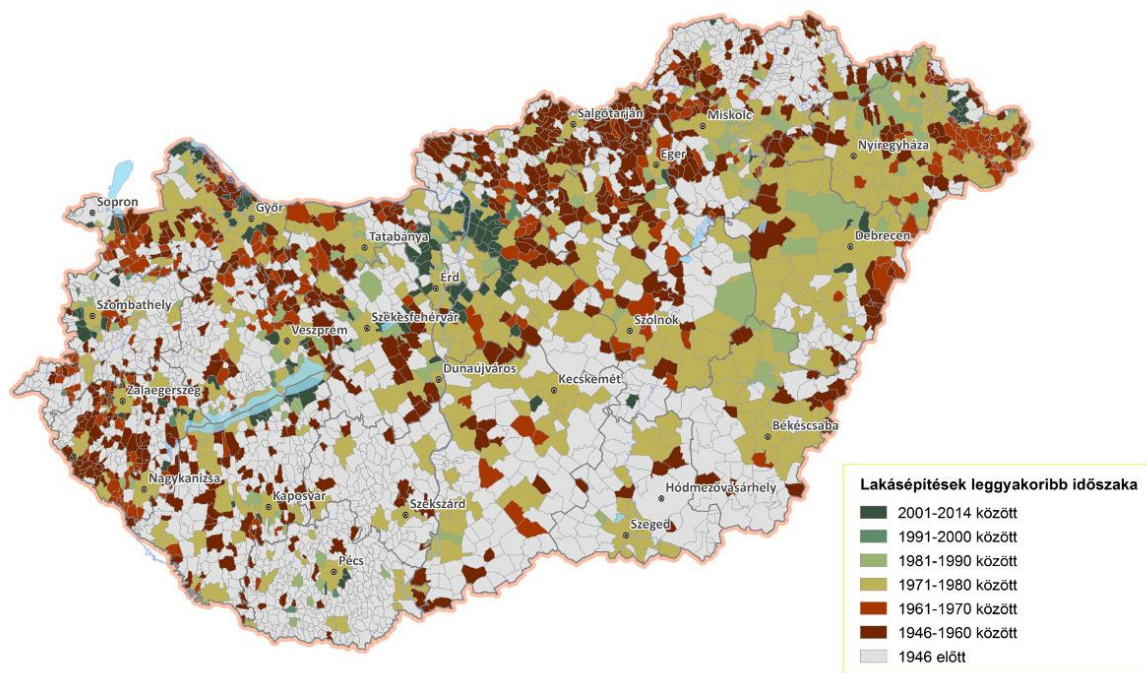
2.1. Magyarországi lakóépületállomány alakulása

Ahhoz, hogy nagyobb spektrumban lehessen vizsgálni a magyarországi lakásállomány energetikai teljesítőképességét, elsőként érdemes megnézni, hol is lakik a magyar. Bár a 20. századi népességrobbanásból és a szocializmusban zajló erőltetett iparosodás és belföldi népvándorlásból arra lehetne gondolni, hogy a hazai lakóingatlanok jelentős része akkortájt épült, a statisztika mégsem ezt támasztja alá. Érdekes módon hiába számolunk szerkezeti tervezésénél is 50 éves időtartamra, a városaink és falvaink csaknem felét még mindig az 1946 előtt épített házak alkotják (2. ábra).

Ez természetesen nem azt jelenti, hogy egyenletesen elosztva minden második utcaképet ezek az épületek adják országszerte, területi és történelmi adottságok szerint is megfigyelhető a szórás (3. ábra). Általában a kisebb lélekszámú, aprófalvas térségek és az iparosodást kevésbé érintő területekre jellemzőek ezek a lakáskor-összetételű települések, mint az Alföld déli területei, a Dunántúl közép-nyugati és déli része, illetve észak Borsod. A másik jellemző környezet, ahol ezek a 75 évnél is idősebb lakóépületek találhatók, azok a városaink, melyben sokszor műemléki védeltséget élvező helyzetben próbálják napjainkban is megőrizni a látképét és állagát ezeknek az ingatlanoknak, mint például Sopron, Szeged belvárosa, illetve Budapest eklektikus és szecesszió stílusjegyeit őrző építészeti öröksége [5].



2. ábra - A hazai lakásállomány leggyakoribb építési időszaka szerinti megoszlása az előző évtizedben (forrás: Lechner Tudásközpont)



3. ábra - A lakásállomány időbeli alakulása Magyarország településein (forrás: Lechner Tudásközpont)

Bár napjainkban ha energetikai szempontokból nem is, megjelenésükből és historikus múltjukból adódóan kedvelt belvárosi lakások eleinte kevésbé szívderítő múltra tekintenek vissza. A ma is lakott egykori bérházak a második ipari forradalom során (Magyarországon a kiegyezéstől az első világháború kezdetéig) épültek meg a gyorsan fejlődő ipari centrumok területén. A jobbágyfelszabadítás és népességnövekedés során tömegek vándoroltak a mezőgazdasági területekről a városokba a jobb megélhetés reményében, ami hozzájárult a főváros és nagyobb településeink rohamos fejlődésében, viszont ezek az épületek közel sem tudták az akkori lakosság komfortigényeit kielégíteni.

A spekulációs bérházépítetők a gazdasági realitás talaján állva leginkább egyszobás, udvari WC-s nyomorlakások társbérliőként számítottak az áramló tömegekre, amit az első világháború után a trianoni döntés értelmében elszakított országrészről bevándorló menekültek tovább tetézték. A két világháború között erre az egyre égetőbb lakhatási problémára orvoslására nem nyílt érdemi lehetőség [6], Budapesten 1941-ben a lakások több, mint 80%-a egyszobás volt, több mint 3 fő/szoba laksűrűséggel. A lakóépületekben a fürdőszoba aránya 44%, WC 68%-ában volt. Ezt követően a második világháborús pusztítások, ideértve az ingatlanállományt és a népesség veszteségét is, valamint az ország gazdasági helyzetét, halaszthatatlanná tette az ország újjáépítését és átszervezését is.

A háborút követő kezdeti években a tervezése elindult a folyamatnak, viszont a kommunista hatalomátvétel felülírta az addigi munkálatokat és kissé más irányba vitte azt. A

Rákosi-korszak erőltetett iparosítása a lakásépítés elől elvonta a forrásokat a városok elől, hiába hirdette meg a szakma a „tízéves lakásépítési programot”. A másik oldalt vizsgálva viszont a nehézipar, illetve a szénhidrogén- és szénbányászat kiemelt helyszínein beindult a tömeges építkezés, így javarészt Heves, Nógrád és Zala területein, valamint foltokban a vidéki beruházásoknál ekkortájt épületek ki lakótelepek. Eleinte még a kézi építés, illetve a moszkvai iránymutatásnak megfelelő szocreál építészeti stílus megjelenése volt jellemző ezekre az ingatlanépítésekre, az 50-es évek végére viszont elindult a házgyári, iparosított paneles építkezés, mely során Dunaújváros és Pécs voltak az első hírnökei a tömegépítéseknek.

1960-ban megszületett a pártállam által meghirdetett I. 15 éves lakásépítési terv, ami a tervidőszakban 1 millió új lakás építésével számolt, ideértve a családi házakat és a beinduló panelprogram épületeit is. A mennyiségi teljesítés viszont felülírta a már meglévő ingatlanok felújításáról szóló kérdéskört, így a már meglévő belvárosi házak ekkor indultak a lepusztulás útja felé. A mennyiség emellett sok esetben a minőség rovására ment, valamint azt sem szabad elfelejteni, hogy a környezetszennyezés, mint fogalom, ezekben az időkben nem került terítékre, az olcsó energiaforrások miatt pedig az energetikai hatékonyság sem volt égető kérdés a tömeggyártásban. Erre az időre viszont már datálható a lakásnormák megjelenése is, ami az épületek területeire és elrendezéseire is szabást szabtak. Így jelentek meg a lakások terén a másfél és az egy plusz két félszobás lakások is, ahol egy szobára két személyt, fél szobára egy személyt számítottak [7].

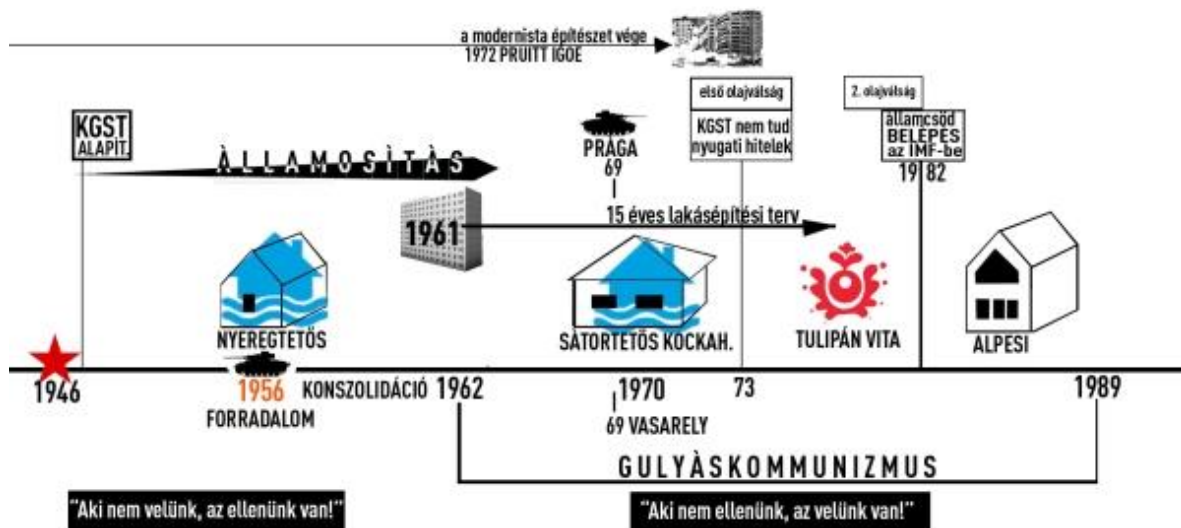


4. ábra - Házgyári technológiával épülő Óbudai lakótelep a régi Óbudai házakkal (forrás: Fortepan Nr. 47357 Óbudai Múzeum)

A 70-es évek közepétől a rendszerváltásig tartó II. lakásépítési programban még további 700.000 lakás épült hazánkban. Tekintettel arra, hogy a panelprogram eddigre már lefutóban volt, valamint a térképes adatbázisból kiindulva arra lehet következtetni, hogy ezekre az évekre már inkább a családi házak építése volt a jellemző, amik a már korábban szóban forgó „Kádár-kockák” voltak. A rendszerváltásig felépült a mai lakóingatlan állományunk több, mint 90%-a, a 90-es évek pedig az akkori gazdasági és politikai helyzetnek köszönhetően nem is az építkezésekről szóltak.

2.2. Kockaházak kialakítása

Az említett Kádár-kockáknak az építése is már az első lakásépítési program indításakor elkezdődött, melynek célja az egy- vagy többemeletes összkomfortos családi házak kialakítása volt, szemben a korábbi elavult és már pusztulásnak induló kertes házaknak. Általánosságban azokat a házakat nevezi a köznyelv Kádár-kockának, ami egy közel négyzet alaprajzú, 100 m² alapterületű, két utcai szobával, két utcai tetővel és sátoztetővel rendelkező ingatlan [8]. Emellett természetesen fontos maga az építésének időszaka, hiszen a magyarországi Kádár-korszak idején lettek építve ezek a lakóépületek, így a formája és a pártállami korszak elegyéből származtatható a kockaházak ezen elnevezései.



5. ábra - Kockaházak történeti idővonalja [9]

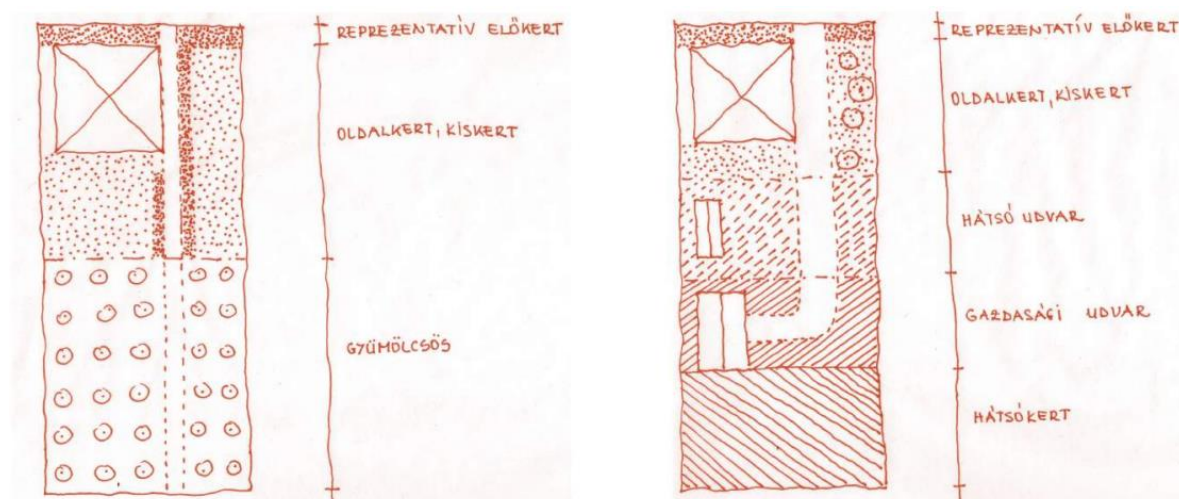
A fenti infografikából látszik (5. ábra), hogy a korábban ismertetett lakásépítési terveken túl két nagy árvízhez is köthető a kockaházak elterjedése. Bár összességében a sátoztetős

kialakítással azonosítják a háztípust, előfordultak eleinte nyeregtetős változatok is, illetve több egyéb szempontból is eltérhetnek egymástól ezek a lakások. Fennáll ugyanis az a köznyelvben, hogy a kockaházak típusterv szerint készültek, azonban az ezt kereső kutatások cáfolták [10], hogy lettek volna ilyenek. Tény, hogy készültek tanácsi típustervek, viszont ezek egyrészt inkább szolgáltak normaként és iránymutatásként, másrészt később kerültek kiadásra, mint ahogy a Kádár-kockák elkezdtek terjedni. 1979-ből származik például A magánlakásépítés ajánlott tervei, 1. Családi házak gyűjtemény az Építésügyi Tájékoztatási Központtól, illetve hasonló dokumentum a Családiház tervek, Ideiglenes katalógus is, mely könyv elején a következő szöveg olvasható:

„Kormányzatunk célul tűzte ki, hogy 15 éven belül lényegében felszámoljuk a lakáshiányt és biztosítsuk, hogy minden igényjogosult család önálló lakáshoz jusson. Az e cél elérése kidolgozott 15 éves lakásfejlesztési terv mintegy egymillió lakás megépítését irányozza elő. A kormány a lakáskérdés megoldásában nagymértékben kíván támaszkodni a dolgozók támogatására, hozzájárulására. Az egymillió lakás jelentős hányadának megépítése a terv szerint magánereiből, illetve állami támogatásos családiház építkezések formájában történik. A magánereiből építők nagy áldozatot vállalnak magukra egy-egy családiház felépítésével. Az állam ezt az áldozatvállalást különböző formában nyújtott segítséggel (hosszúlejáratú kölcsönrel, kedvezményes telekjuttatással stb.) könnyíti meg. Általános tapasztalat, hogy magánereiből építők áldozatvállalása, valamint az állam biztosította segítség ellenére a megépült családiházak nem elégítik ki az építetők igényeit, a lakáskultúra követelményeit, a népgazdaság érdekeit, aminek oka leggyakrabban a tervekben található. Sok a rosszul elgondolt, hibásan és gazdaságtalanul tervezett családiház. Ezen kíván segíteni az Építésügyi Minisztérium azzal, hogy felmérve az építetők igényeit, tapasztalt tervezők bevonásával, a legkülönbözőbb igényeket kielégítő tervsorozatot készített. A tervgyűjteményből kiválasztott tervek egyszerűsített kiviteli dokumentációja (tervlapjai) néhány forintért külön is megvásárolhatók. Ez a dokumentáció egyaránt alkalmas az építési engedélykérelemhez, az OTP hitel-kérelemhez, továbbá a ház felépítéséhez. A tervdokumentáció beszerzési helyéről a illetékes építésügyi hatóságoknál, OTP fiókoknál, TÜZÉP-telepeken adnak felvilágosítást.”[11]

A népi tapasztalatból még az a következtetés is levonható, hogy sok esetben szomszédról-szomszédra terjedtek ezek a tervek, sok esetben pedig abból építkeztek a családok, ami éppen rendelkezésre állt a hiánygazdaságban, nem pedig ami tervszerűen ki volt írva, így

előfordulhat különféle falvastagság, különféle belmagasság és különböző nyílásméret is az ingatlanok között. Ami ezen kívül már helyszínrajzilag mutat eltérést a különböző kockaházak esetén, hogy éppen utcafronti vagy előkertes beépítésben történt-e, oldalhatárra helyezték-e a lakást, történt-e bővítés kazánhelyiséggel, kamrával, esetleg óllal, valamint, hogy a későbbiekben engedélyezett háztáji kertet miként használták a telkeken (6. ábra). Ezek összességként bár típusra és szerkezetre hasonló épületekről tudunk beszélni, minden ingatlan más és más adottságokkal rendelkezik.

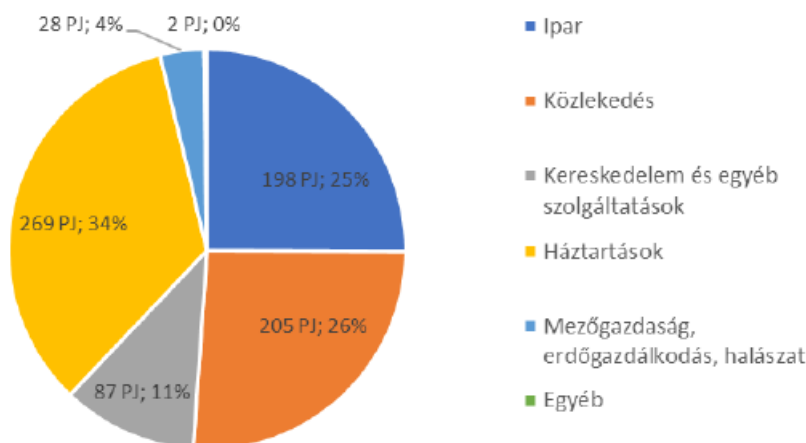


6. ábra - Kertes és ólas kockaház típusok (forrás: Tóth Tünde Krisztina - kockasors, TDK)

Ha csak az első lakásépítési program 1 millió új lakását figyelembe vesszük, melyből 850.000 családi ház áll napjainkban is, ez az összes családi ház kb. 35%-a, a hazai lakásállománynak pedig a 21,5%-át teszi ki [12]. Egy 2021-es reprezentatív felmérés szerint^[13] a magyar lakosságnak szinte a fele (49%) lakott vagy lakik aktuálisan is Kádár-kockában, kiemelkedő arányban a falvakban, illetve térségek közül Kelet-Magyarországon. A felmérésből az is kiderül, hogy a lakhatási hajlandóság is megvan a lakosságban, ugyanis a válaszadók több, mint 40%-a azt nyilatkozta, hogy lehetségesen vásárolna is ilyen típusú ingatlant, a kockaházban élőknek pedig szinte $\frac{3}{4}$ -e úgy véli, hogy bizonyos átalakításokkal kiváló otthont lehet ezekből az épületekből kialakítani.

Az esztétikai és állagjavítási felújítások mellett (burkolatcsere, vizek blokk felújítás) többségében a házak energetikai szempontokból történő rehabilitációját látják fontosnak, nem is véletlenül. A már korábban említett tömeggyártás és a korabeli energetikai jellemzők miatt a Kádár-kockákat nem látták el hőszigeteléssel, valamint általában pazarló fűtési rendszerrel építették fel. Ennek köszönhetően éves energiaszükségletük átlagosan 400-550 kWh/m², ami kb. kétszerese egy panellakás fogyasztásának (200-220 kWh/m²), majdnem

háromszorosa egy 2001 után épült családi háznak (173 kWh/m²), a napjainkban aktuális közel nulla energiaigényű új építésű házaktól pedig még messzebb van. 2021-es felmérés szerint hatalmas potenciál van ilyen szempontból a kockaházak felújításában, eszerint ha mindegyik Kádár-kockát közel nulla energiaszintűre fel lehetne újítani, akkor 31,2 PJ energiát lehetne megtakarítani, ami a 2021-es lakossági végső energiafelhasználásának közel 12%-át jelenti és mint tudjuk a tényleges rezsicsökkentést a fel nem használt energiával lehet elérni.



7. ábra - Végső energiafelhasználás megoszlása az egyes ágazatok között, 2021 (forrás: Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve)

A Kádár-kockákra a kisebb alapterület (kb. 100 m²) és a négyzetes elrendezés a jellemző, innen ered a kockaforma alapján történő elnevezése is. Bár többféle helyiség elrendezés jellemző az épületekre, alapvetően egyszerű és funkcionalista belső kialakítással lehet jellemezni ezeket a házakat. Általában a bejárat ajtótól induló közép folyosós elrendezésűek ezek az épületek, ami annyit takar, hogy az épület közepén található közlekedőből léphetünk be a többi helyiségbe. A legtöbb Kádár-kockában a konyha és a fürdőszoba külön helyiségként van elszeparálva. A konyha általában kis méretű, de funkcionálisan berendezett, gyakran helyet adott az étkezőnek is. A fürdőszobák általában egyszerű térkihasználtsággal az alapvető szaniterekkel voltak felszerelve. A lakásokban általában található egy vagy két hálószoba, amelyek szintén viszonylag kisebb méretűek. Emellett külön helyiségben a nappali az egyik fő helyiségnek lett kialakítva, ahol a kialakítási szempontok szerint az emberek pihenhettek, fogadhattak vendégeket vagy családi összejöveteleket tarthattak.

Érdemes külön szemügyre venni az általános építőanyagait a kockaházaknak, melyek a korszak családi ház építéstechnológiájára is jellemzőek voltak. A teherhordó- és nem teherhordó falazatokra jellemző anyag a kerámia volt. Azért fogalmazok csak kerámiaként,

ugyanis eleinte az égetett agyagtégla volt önmagában és vegyes falazatként is a tipikus anyaga a falszerkezeteknek. Egyre fokozatosan ezeket leváltotta a nagyobb méretű, kialakításából fakadóan viszont hasonló tömegű, egyre kedvezőbb hőtechnikai tulajdonságokkal rendelkező magasított kevéslyukú- kettősméretű soklyukú- és B30-as B38-as blokktéglák. Az energiaárak drágulása után és a falazóelemekkel szemben támasztott szigorodó követelményeknek köszönhetően a kockaház építések végére megjelentek a még kedvezőbb energetikai és kivitelezés technológiai tulajdonságokkal rendelkező nagy méretű vázkerámia falazóelemek is, viszont a belső válaszfalak esetén az alkalmazható válaszfal kerámiaelemek mellett továbbra is alkalmas volt a kis méretű téglá válaszfalak készítése is.

A Kádár-kockák jellegzetesen egy szintes házakként épültek, melyek földémszerkezetei felett így csak a padlástér húzódott. A zárófödém kialakítása is a korral változott, ugyanis eleinte még előfordulhattak a szocializmus korai építési időszakára jellemzően a már bejáratott könnyebb szerkezetű fa gerendás földémkialakítások, ám a technológia fejlődésével ezek kimentek a divatból. A kockaházak építésére már inkább az előregyártott födémek a jellemzők, ugyanis erre az időszakra datálható a különböző vasbeton födémrendszerek kifejlesztése és alkalmazása is. Leggyakrabban alkalmazott fajtája a vasbeton gerendás-béléstest kialakítás volt, melynek két előregyártott eleme a teherhordó gerendázat és a teherelosztó kitöltő elemek (béléstestek) voltak. Kezdetben normál vasalású gerendákkal készítették ezeket a rendszereket (FF, G és GM jelű elemek), melyek közé B60 és B100-as (60 vagy 100 cm-es) béléstesteket helyeztek. Ezeket ma már nem gyártják, a helyükre az előfeszített vasbeton gerendás födémek léptek, melyek E és EP jelzéssel kerültek forgalomba, EB kitöltő elemekkel, melyek esetén már különböző magasságot is lehetett alkalmazni. Az elhelyezésük után a felső síkot kibetonozták, majd a keletkezett betontálcák felett különböző feltöltéseket alkalmaztak [16].

A tartószerkezetein túl az épületek különféle habarcsolással és homlokzatképzéssel is készülhettek, belső kialakításuk pedig ízlés szerint festett-vakolt vagy tapétázott falakkal és különféle fa melegpadló burkolattal vagy kerámia, illetve kőlap hidegburkolatú padlókkal rendelkeztek. Az épület szerkezetein túl általánosan jellemezhető még a kockaházakra jellemző fűtési rendszerek kialakítása is.

A korábbi parasztházakból és a hagyományos fűtési módszerekből származtatva gyakori volt a Kádár-kockák esetén a cserépkályhák kialakítása. A téglá vagy kerámia alapanyagból

készített sugárzó fűtést biztosító fűtőberendezés általában a lakás központi helyiségeiben, például a nappaliban vagy a konyhában került kialakításra. Kedvelt fűtési forma volt, hiszen minimális idő és energiaráfordítással, a természetes energiahordozóként elérhető fával történő hőtermelés minden vidéki tájon elérhető volt, nagyobb infrastruktúra kiépítés igénye nélkül.

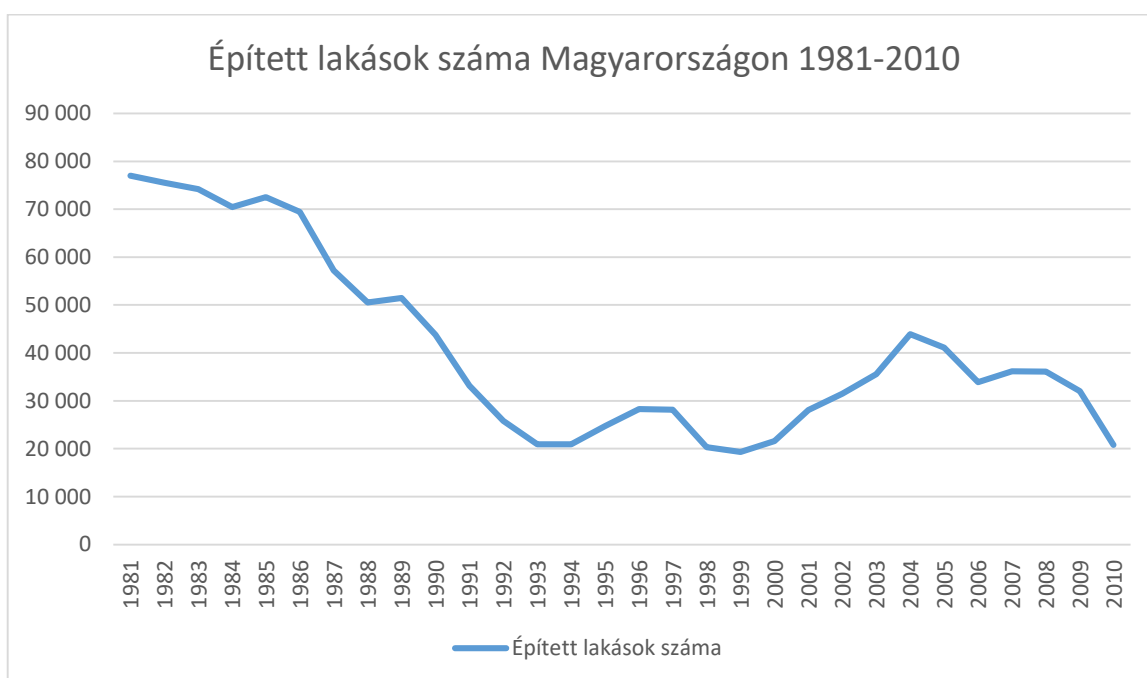
A korszakra viszont már jellemző volt a vegyes tüzelésű kazánok beépítése is, melyek általában külön kazánházban vagy helyiségben, esetleges alápincézés esetén az alagsorban helyezkedtek el. Hőleadás szempontjából az egycsöves, majd kétsöves radiátoros rendszerek által fűtötte be a lakást, ám a korszak végére elterjedt a padlófűtés alkalmazása is. Fűtőanyag tekintetében a kazánok esetén is gyakori volt a fa tüzelés használata, viszont hőtermelési szempontokból kedvezőbb tulajdonságai miatt sok esetben a szén vagy olaj tüzelés is jellemző volt.

Hasonló rendszerkialakítással sok esetben a vegyes tüzelésű helyett atmoszférikus égésű gázkazánokat telepítettek a kockaházakba. A korszakra jellemző gázárak miatt egy olcsón üzemeltethető, emberi tevékenységet nélkülöző hőtermelési rendszert tudtak így kapni az épületek, amennyiben lehetőség volt az adott környéken a gázvezeték bekötésére az ingatlanba. Az infrastrukturális lehetőségek vonzóbbá tették az iparosodás tekintetében kedvezőbb környéken található településekre és a városokba történő építkezéseket, melyek a belföldi népvándorlásra is hatással lettek.

2.3. Napjaink lakhatása

Ahhoz, hogy a napjaink lakhatási trendjeit értékelni lehessen, érdemes még pár olyan közelmúltban történt folyamatot értékelni és szemügyre venni, ami már közvetlenül hatással van a jelenünkre. Az egyik ilyen jelenség az urbanizáció-szuburbanizáció folyamata. Ahogy a szocializmus lakásépítési programjainál szó esett róla, a 19. század közepére a városiasodás volt a jellemző a belföldi elvándorlás terén. Ekkoriban a tanyákról tanyaközpontokba, falvakba költöztek a korábban ott élők, a falvakból pedig városokba, Budapestre mozogtak át az emberek. Kezdetben a legnagyobb városok népessége növekedett leggyorsabban, majd a közép- és kisvárosok tettek szert jelentős migrációs nyereségre [14]. Ennek következtében a falvak demográfiai helyzete változni kezdett a népesség elöregedésével, javarészt a 70-es, 80-as évekre már a természetes fogyás volt a jellemző.

Miután az ország teljes lakosságára jellemző lett az öregedési tendencia, illetve a demográfiai korfa átalakulása, a rendszerváltás után a természetes fogyás a városi lakosságot is elérte, ekkoriban az urbanizáció folyamat megállt és szép lassan visszafordult a másik irányba. Ebben az időszakban a lakásépítések száma is jelentősen csökkent, a lakásprivatizáció után, az előregedő társadalomban pedig egyre inkább felértékelődött az öröklakás fogalma. A magyar családok 80%-ának a lakás a legfőbb vagyontárgya, ami a létbiztonságot jelentheti generációkon átívelve [15]. Az ingatlanok öröklődésével, a rendszerváltás utáni gazdasági helyzettel és a jelentős hazai lakásállománnyal átértékelődik a társadalmi normák és az állami támogatások szerepköre is.



8. ábra - Épített lakások száma Magyarországon 1981-2010 (forrás: KSH)

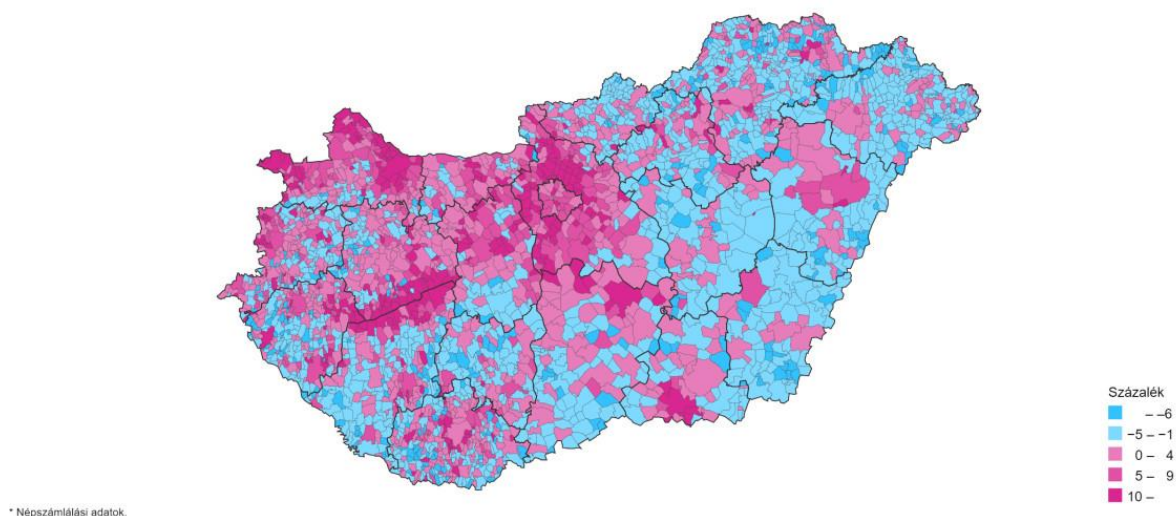
Az 1990 után következő 15 évben a magyar lakosság költözési szokására és belföldi vándorlására a szuburbanizáció jelensége lett a jellemző. Ez definíciója szerint a városi népesség dekoncentrációját jelenti a városi központokból a környékbéli településekre, agglomerációba, melynek számos oka az évek alatt folyamatosan változott. Először nem is a szigorúan vett szuburbanizáció volt maga a folyamat, ugyanis inkább a megélhetési költségek miatti vidékre vándorlás volt a jellemző, a későbbiekben viszont azon kényelmi és rekreációs indíttatások irányították a tömött és zsúfolt városi környezetből a nyugodtabb, kisvárosias létforma felé a népességet, mely során mégis a termelési központok közelében tudtak maradni. Ennek köszönhetően az új lakások építése is jellemzően itt történt meg tömegesen

ebben az időszakban, aminek következménye lett Budapest agglomerációjának telítődése is napjainkra.

A 2010-as évekhez érkezve ez a szuburbanizáció is jelentősen lelassult, helyenként visszafordult a nagyvárosok tekintetében. Az elmúlt évtizedben a belföldi elvándorlásra már sokkal inkább terület szerinti jellegzetesség ami kimondható, keletről nyugat, illetve délről északi irányba.

A lakások számának alakulása, 2011–2022*

A lakások 2022. évi számának változása a 2011. évi állomány százalékában

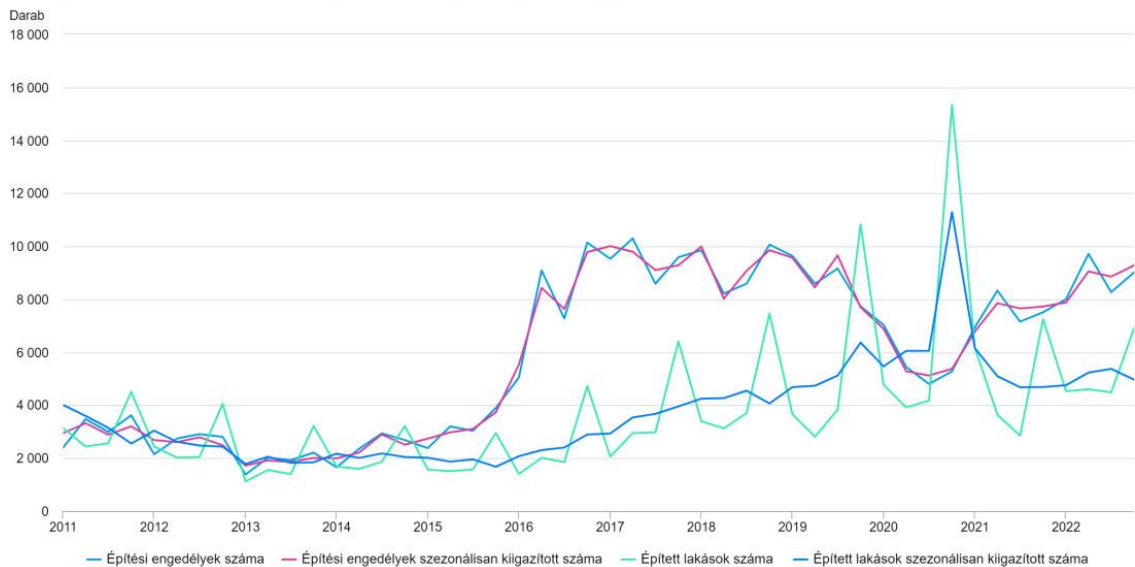


9. ábra - Lakások számának alakulása az elmúlt évtizedben (forrás: KSH)

Bár az ország népessége évtizedek óta csökken, a lakásépítések mértéke sem feltétlen mutat akkora mértéket, mint a szocializmus idején, a lakásállomány mégis folyamatosan növekszik, az elmúlt 11 évben is 4,3%-os bővülést mutatva. Ez a fenti adatok alapján ráadásul területi egyenlőtlenségek közepette történik (9. ábra), ugyanis a települések felében csökkent a lakások száma, mostanára mégis 4,6 millió lakóépület található Magyarországon (igaz, ezek egy részében nem laknak állandó jelleggel, a lakott lakások száma 4 millióra tehető)[16].

Az elmúlt évtizedet tekintve a 2008-as gazdasági és ingatlanválság után a kedvező beruházási környezet, illetve demográfiai és építőipari támogatások és állami beavatkozások után ugrásszerű növekedést mutatott, ám a Covid-válság, majd az azt követő energiasokk és a mesterségesen felpumpált építőipari lufi napjainkra úgy tűnik megálljt parancsolt a lakásépítéseknek. Olyan mértékre tehető számtanilag az eredmény, hogy a magyarországi települések mintegy kétharmadában nem épült új lakás 2022-ben.

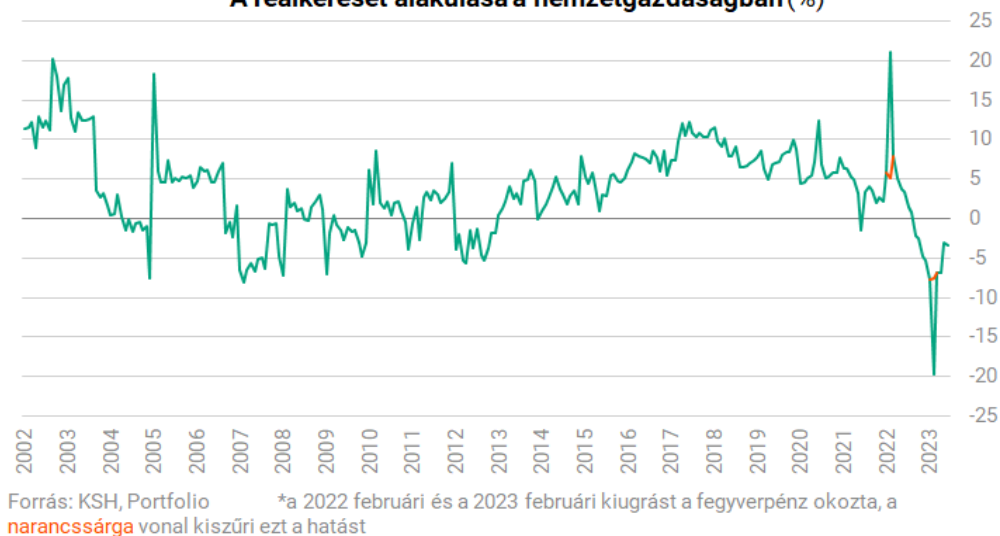
Az épített lakások és az építési engedélyek negyedéves alakulása



10. ábra - Lakásépítések számadatai 2011-2023 (forrás: KSH)

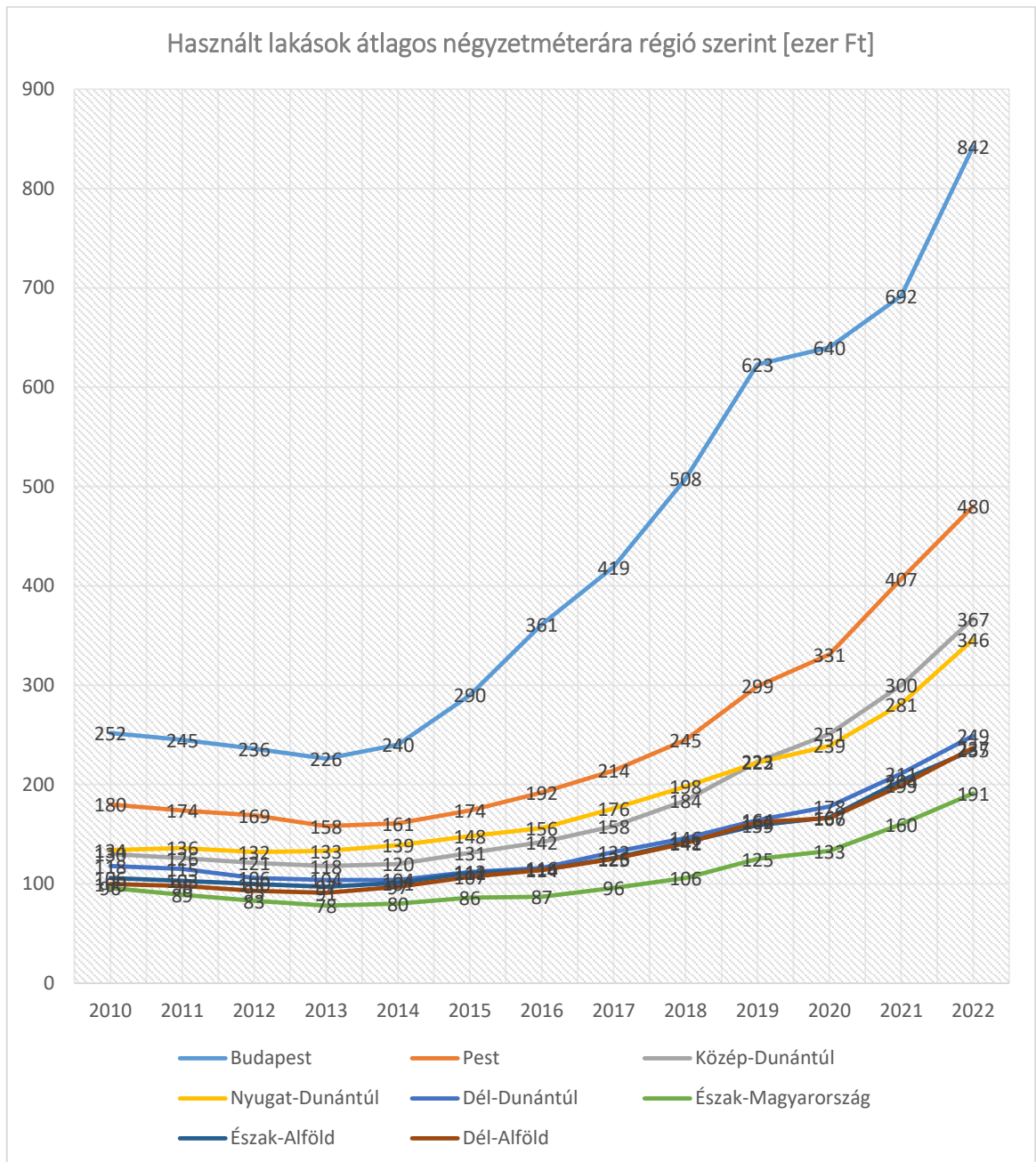
Ami még értékes mutató erre az időszakra az az ingatlanpiaci árak és a keresőképes lakosság jövedelmének változása. 2010-ben országosan nézve átlagosan 947.775 Ft volt egy fő évi nettó jövedelme, ami 2021-re elérte az 1.920.291 Ft-ot, ezzel kicsit több, mint 200%-os növekedést mutatva (ez nem tartalmazza viszont ezen jövedelem reálértékét, mely idénre jelentős csökkenést mutat)[17] (11. ábra). Ingatlanok esetében ugyanezen időszakra vetítve a használt családi házak négyzetméter árában 156%-os, használt többlakásos ingatlan esetén pedig 260%-os növekedés következett be. Új építésű családi házaknál ez a növekedés 213%-ot, új építésű többlakásos házaknál pedig 259%-os értékeket teljesít[18].

A reálkereset alakulása a nemzetgazdaságban(%)

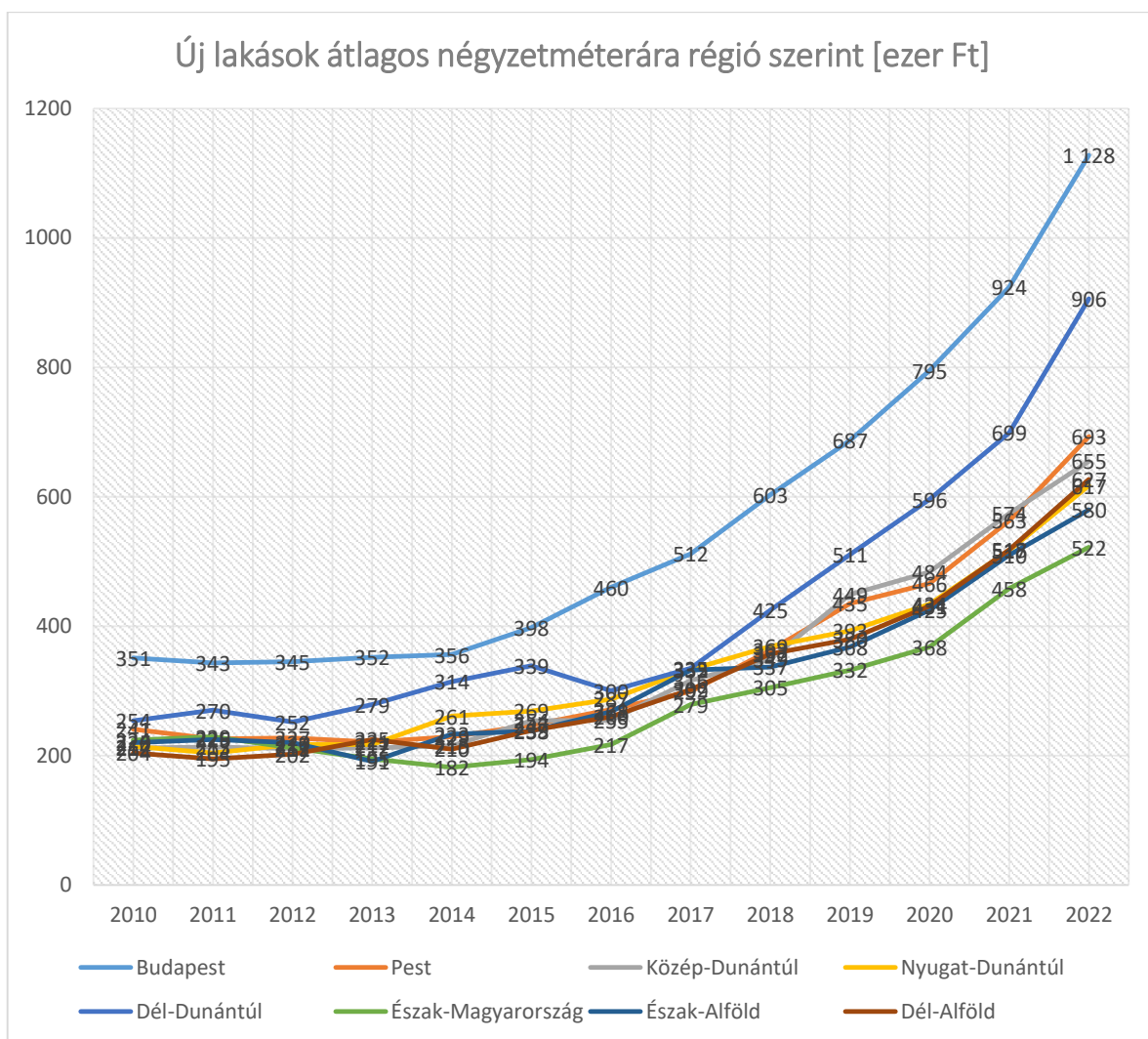


11. ábra - Reálkereset alakulása [forrás: KSH, Portfolio][19]

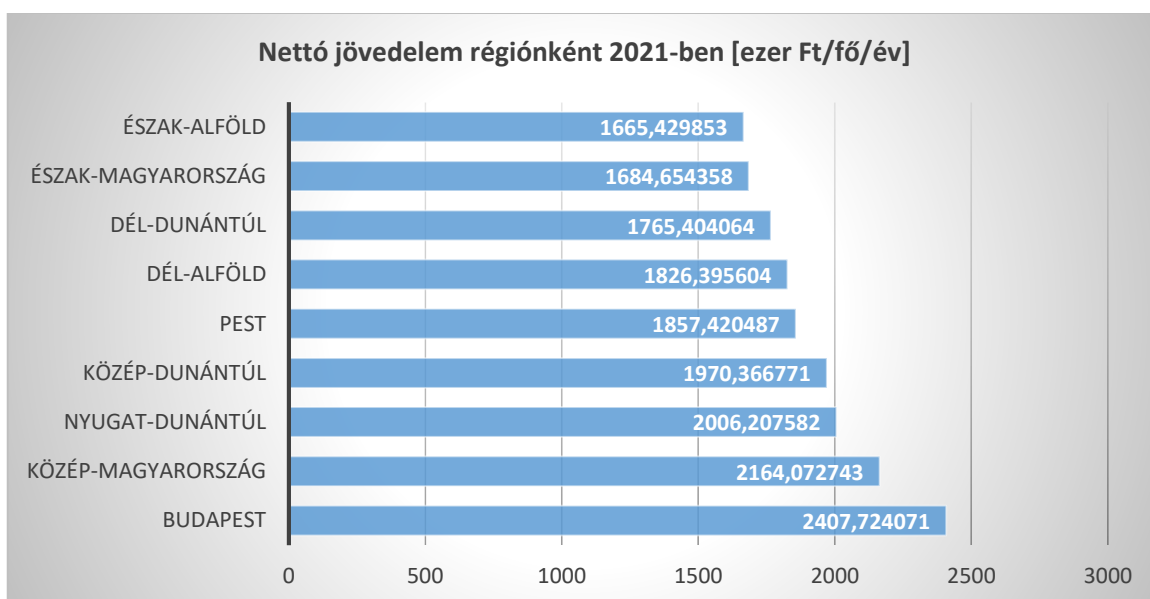
A fenti adatokat, illetve a reálkereset alakulását tekintve, ha nem ássa bele jobban magát az ember, arra gondolhat, hogy az elmúlt évtizedben bár kúsztak fel az árak, a jövedelmek többnyire hasonló monotonitással lekövezték a drágulást, így végülis nem viseli meg jobban az átlag ember pénztárcáját az ingatlanvásárlás, mint a 2010-es évek elején. Ennek cáfolataként érdemes régióként is külön szemügyre venni az ingatlanárak változását (12-13. ábra), illetve a keresetek aktualitását (14. ábra)[20].



12. ábra - Használt lakások átlagos négyzetméter ára régió szerint (forrás: KSH)



13. ábra - Új lakások átlagos négyzetméter ára régió szerint (forrás: KSH)



14. ábra - Nettó jövedelem régióként 2021-ben (forrás: KSH)[21]

Bár, hogy teljesen tiszta képet lehessen alkotni, tovább lehetne bontani ezeket az adatokat ingatlantípus, kerület, településforma szerint is, valamint a jövedelmeknél is megvizsgálni az életkort, a szórást, a végzett munka típusát, családi állapotát az illetőnek, már így is le lehet vonni pár tanulságot a jelen állapotot nézve. Az erősen látszik, hogy a budapesti használt és új lakások ára is merőben elkülönül az ország többi részétől, a korábban már említett jelenlegi belföldi migrációs trendek, illetve a régiók közötti tagoltságok az ingatlanárakon is erősen látszanak.

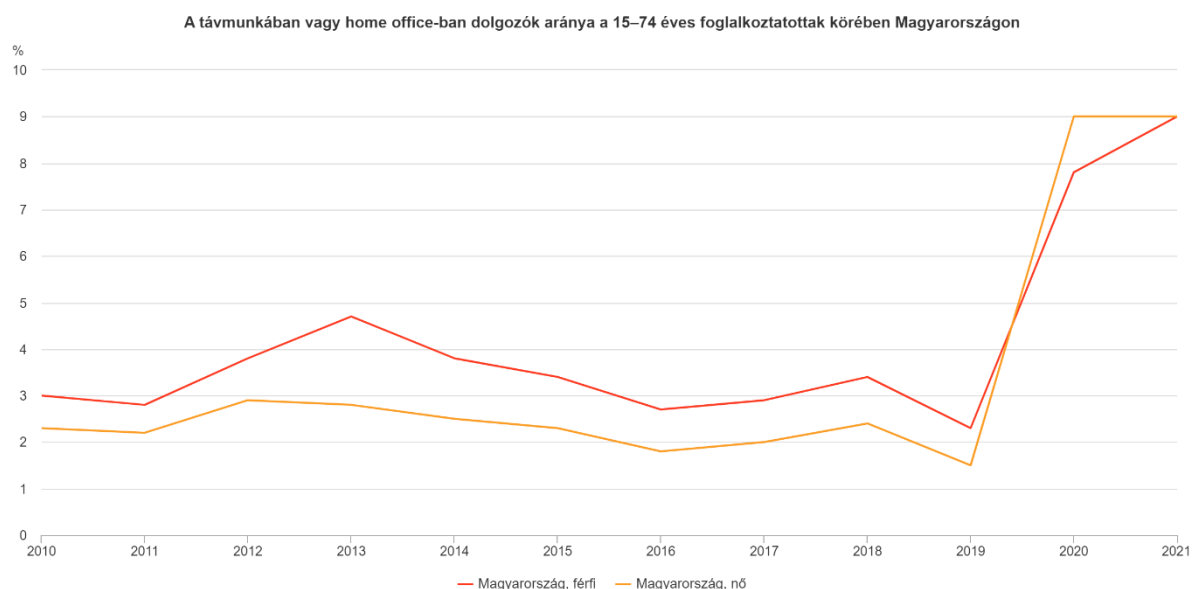
Ami viszont a 2021-es adatokból levonható, hogy egy átlag budapesti lakos az egész éves jövedelméből nagyjából 3,5 m²-nyi használt, és 2,6 m²-nyi új ingatlanra tudna számszerűen szert tenni. Ezzel szemben egy nyugat-dunántúli személy az egész éves nettó jövedelmét 7,1 és 3,9 m²-re, egy dél-alföldi lakos pedig 9,2 és 3,6 m² ingatlanra tudta volna cserélni elméletben az egész éves nettó jövedelmét. Tovább vizsgálódva azt a konzekvenciát lehet levonni, hogy az elmúlt pár év során régióként némileg változó volt az új- és használt ingatlanok ár ollójának változása, illetve a jövedelmek szerinti lehetőségek aránya is, így hiába tűnik az országos átlag közel hasonló arányúnak, fontos a területi értékelése és mérlegelése a beruházásnak.

2.4. Opcionális ingatlanbefektetési lehetőségek

Mi lehet ma a legjobb megoldás ingatlanvásárlási szempontokból, ha nem számítjuk ide az elmúlt évek extrém drágulását, reálkereseti csökkenését és a kedvezőtlen hitelkörnyezet alakulását? A számokból levonva természetesen az, ha például fővárosi fizetéssel szeretnénk használt ingatlanba fektetni az ország keleti-déli részén. Ez mind természetesen csak egy elméleti tézis, viszont ha leszűkítjük bizonyos paraméterekkel a valóságot, nem is tűnik feltétlen megvalósíthatatlannak ez a szituáció. Erre egy kézenfekvő eset lehet, ha valakinek olyan élethelyzete adódik, amiben a lehető legsürgősebben szeretne ingatlanbirtokosként életvitel szerűen lakni a saját házában, ahogy a magyar lakosság 90%-a teszi is és mellette olyan munkakörben dolgozik, ahol lehetősége van távmunkában keresni a jövedelmét.

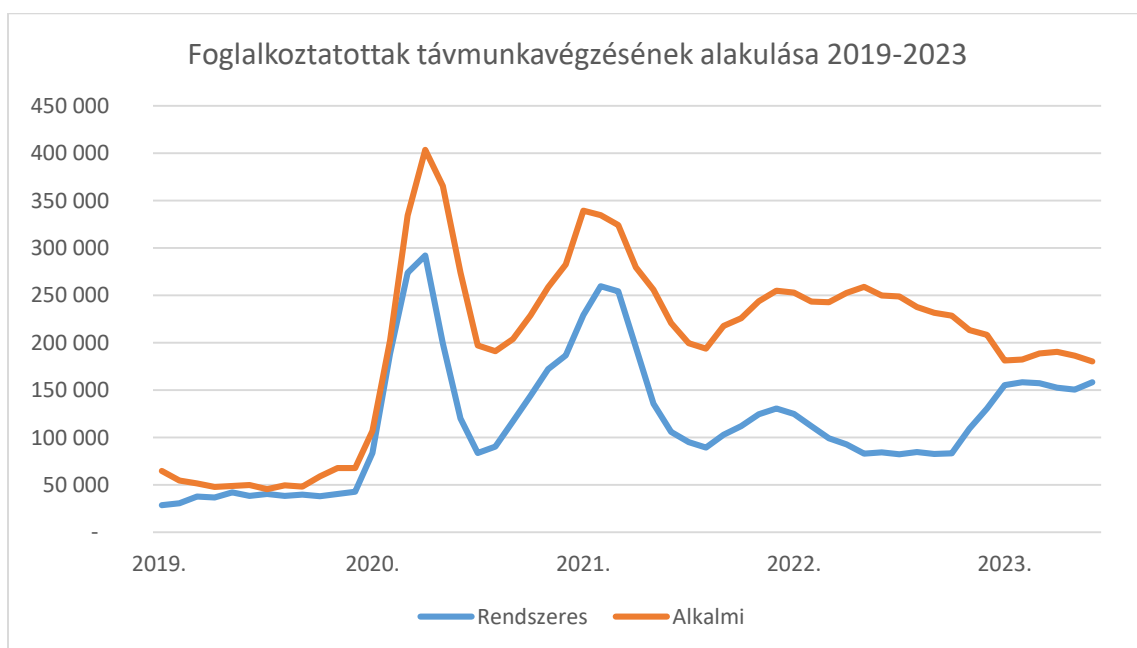
Természetesen ez egy kisebb szegmense a betölthető munkaköröknek, hiszen amellet, hogy a munkáltatónak is támogatni kelljen ezt a foglalkoztatási módot, bizonyos munkaköröknél jelenleg nem valósítható meg ez az állapot, hiszen egy budapesti hentes sem tudja ellátni feladatát és tolna megyei településről és egy sebészorvos sem tudja véghez vinni a műtétet egy viarsarki kisvárosból. Ezen ellenpéldák mellett viszont nem szabad elmenni

manapság a távmunka lehetőségétől sem, mely a belföldi és külföldi mobilitást is egyre jobban tudja elősegíteni, amennyiben a jelenlegi tendencia folytatódik.



15. ábra - Távmunkában dolgozók aránya 2010-2021 között (forrás: KSH)[22]

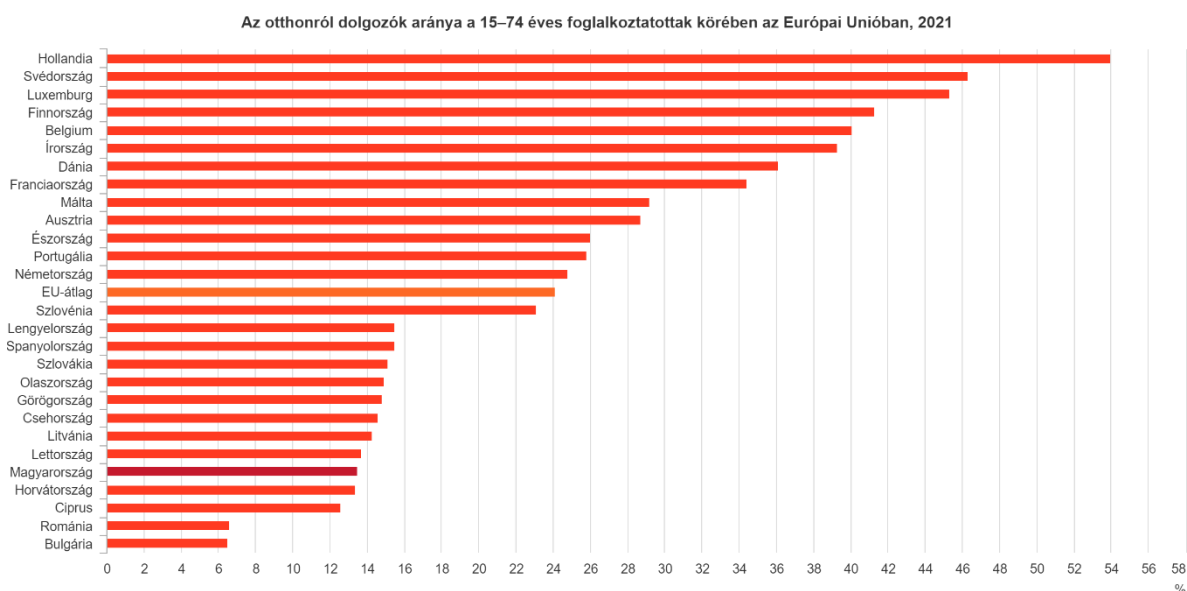
Az elmúlt tíz évben egy kényszerűségből adódott helyzet emelte meg többszörösére a hazai home office-ban dolgozó foglalkoztatottak mértékét, hiszen a 2020-ban kezdődő Covid-válság és a szükségszerű távolságtartás erre sarkallta azon munkáltatókat, akik a biztonság megteremtése mellett szerették volna tevékenységüket folytatni és munkavállalóikat megtartani (15. ábra).



16. ábra - Foglalkoztatottak távmunkavégzésének alakulása 2019-2023 (forrás: KSH)[23]

Ha az azóta eltelt időszakot vizsgáljuk, akkor látszik, hogy sok esetben a járványhelyzet lecsengése után a munkáltatók visszarendelték dolgozóikat jelenléti munkavégzésbe. Ennek sok esetben a szociális elszeparáltság okozta társadalmi stressz, illetve egyes esetekben a hatékonyság csökkenése is lehetett az indoka, viszont jelentős része volt azoknak a munkaköröknek is a jelenléti munkavégzésre történő átállása, ahol a „norma” ezt diktálja, például a tanárok esetében.

Sok esetben viszont megtartották ezt a módszert, illetve az azóta felfedezett előnyöknek köszönhetően (irodabérlési költségek spórolása, munkavállalók rugalmas munkarendje) ismét növekedésnek indult a távmunkát végzők száma, melynek köszönhetően idén már 3,5-4-szer többen dolgoznak távmunkában, mint 2019 ezen szakaszában (16. ábra). Úgy vélem, hogy egy tudatosan felépített munkavégzési stratégia és vállalati szemléletmód váltással ez még nagyobb mértéket ölhet, ezzel az EU-n belül arányainkat is javítani tudnánk (17. ábra).



17. ábra - Otthonról dolgozók aránya az Európai Unióban 2021-ben (forrás: KSH)

Visszatérve az alaptézisre, miszerint akár fővárosi jövedelemből lehessen ingatlant vásárolni vidéken, ez egy megalapozott lehetőség lehet, sajnálatos módon viszont csak a társadalom szűkebb rétegének. Úgyszint egy szűkebb réteget képeznek azok, akiknek lehetőségük van bizonyos állami támogatások segítségével kedvezményesebben, vagy kevesebb önerővel ingatlanvásárlásra adni a fejüket, ami a jelenlegi kormányzati irány szerint leginkább a gyermeket vállaló párok esetén valósulhat meg az elmúlt időben is hozzáférhető, valamint szigorított és szűkített spektrummal a jövőben is a Babaváró hitel felvételével és a Családi Otthonteremtési Kedvezmény (CSOK) lehetőségeivel.

Megnevezés	Összeg	Cél	Támogatás, vagy hitel?	Rövid leírás	Legfontosabb feltételek
CSOK – Családi Otthonteremtési Kedvezmény	600 ezer - 10 millió Ft	- Használt lakás/lakóház vásárlás - Új lakás/lakóház vásárlás - Építés - Bővítés - Tetőtér-beépítés	Vissza nem térítendő támogatás	Meglévő vagy vállalt gyermek után járó támogatás	- Köztartozás-mentesség - Büntetlen előélet - Megfelelő TB jogviszony - Csak eltartott gyermek után igényelhető
Falusi CSOK		- Használt lakás/lakóház vásárlás ÉS bővítés, korszerűsítés - Bővítés - Korszerűsítés - Bővítés és korszerűsítés		Preferált kistelepüléseken elhelyezkedő lakáscélhoz kapcsolódó emelt összegű CSOK támogatás	
CSOK lakáshitel	Maximum 10/15 millió Ft	- Használt lakás/lakóház vásárlás - Új lakás/lakóház vásárlás - Építés - Tetőtér-beépítés	Kamattámogatott lakáshitel (~3-4,5 millió Ft kamatkedvezmény a piaci hitelhez viszonyítva)	2 vagy 3 gyermek után, kizárólag CSOK mellett igényelhető 3%-os kamatozású lakáshitel	- A CSOK felvétele minimum 2 gyermekre - Nem lehet negatív KHR státusz (BAR lista) - Hitelképességhez megfelelő jövedelem - A bank által elfogadott ingatlan

18. ábra - CSOK feltételek aktuális rendszerük szerint[24]

Általánosságban nézve, nem vizsgálva a jelenleg átalakulás alatt lévő jogszabályi változásokat, a családtámogatások egyfajta segítségként igénybe vehetők esetlegesen vagy konkrétan ingatlan vásárlásra és korszerűsítésre is. A Babaváró hitel egy szabadfelhasználású, kedvezményes hitelforma, mely akár kamatmentesen is elérhető, illetve ingatlan fedezet nélkül, maximum 10 millió forintig igénybe vehető támogatás. Ennek részleteit és mértékét befolyásolhatja több tényező, illetve az igénybe vevő vállalásai és elképzelései is. Másik támogatási formaként a CSOK, kifejezetten otthonteremtésre fenntartott lehetőség, mely településforma, vállalt gyermek, illetve ingatlan vásárlás és felújítás szerinti vissza nem térítendő támogatásként és kamattámogatott lakáshitelként is segítheti a jogosultak ingatlanszerzését és rehabilitációját is (18. ábra).

Az eddigi ismeretek szerint, mely konzekvenciát az irodalomkutatás során levonhattam, hogy manapság hazánkban egy ideális választás lehet lakóépület vásárlásánál egy vidéki, idősebb családi ház vásárlása a jelenlegi pénzügyi állapotok mellett, melyre egyes életszituációk (táv munka lehetősége, családtámogatási rendszerek) külön segítséggel szolgálhatnak. Ami viszont megkerülhetetlen tény, hogy ezek az ingatlanok az eredeti állapotukban nem felelnek meg a mai komfort, energetikai követelményeknek általánosságban tekintve, így bár gazdaságilag a kezdeti költségeket tekintve megállja a helyét az állításom ezen lakások vásárlásáról, üzemeltetési költségek, valamint fenntarthatósági és környezetvédelmi szempontokból érdemes szemügyre venni a létesítmények energetikai helyzetét.

3. Fenntarthatósági helyzetértékelés

3.1. Energiahatékonyság

Az eddigiekben többször felmerült az energetikai korszerűség, valamint az energiahatékonyság témaköre, viszont valójában ez mit is takar, és miért van erre szükségünk egyáltalán? Az egyértelmű, hogy az emberiség és a modern kori civilizációnk energiával működik, hiszen az általunk végzett munkamennyiségen felül szükségünk van valamilyen energiára ahhoz, hogy eljussunk egyik helyről a másikra, hogy az életfeltételként fogyasztott étel az asztalunkra kerüljön, hogy számunkra komfortos feltételek mellett legyen hol élnünk. Ugyanígy a lakosságnak szüksége van bizonyos energiaforrásokra, hogy a háztartásaikat fenntartsa, megteremtse az otthon melegét, legyen mivel tisztálkodni, fényt teremteni az éjszakai sötétségben. Ezekhez valamilyen energiaforrásokra van szükségünk, mely a jelenlegi technológia szerint lehet fosszilis és megújuló formában is, a lényeg, hogy ezek által energiát használunk fel, mely hatással van a környezetünkre közvetlen és közvetett módon egyaránt.

Bár létezik az energiamegmaradásra vonatkozó fizikai törvény, igyekeznünk kell, hogy a rendelkezésre álló forrásokból a lehető legszükségyszerűbb energiát használjuk el, ugyanis a nem megújuló energiahordozók mértéke véges, az energiapazarlás pedig irreverzibilis káros folyamatokat okozhat és okoz is a természetünknek. A klímaváltozás, az ökológiai rendszerek felborulása azt a jelet mutatja, hogy a jelenlegi energiafogyasztásunk mértéke ebben a formában nem fenntartható, így globális változtatásokra van szükség, az energiahatékonyság jegyében. Ehhez három fő pontot kell szem előtt tartanunk. Elsőként, hogy szükségünk van-e ekkora mértékben fogyasztanunk, elvégre a legjobban megspórolt energia a fel nem használt energia. Másodszor, hogy az általunk használt és üzemeltetett eszközök és szerkezetek mennyire hatékonyan termelik és használják fel az energiát. Harmadszor pedig, hogy az ezekhez szükséges energiát mennyire tudjuk a környezet számára legoptimálisabb formában, kibocsátások nélkül és megújuló formában kinyerni.

A csökkenő energiafogyasztás a környezet számára kedvezőbb helyzetbe hozhatja a légszennyezés és a szén-dioxid kibocsátás mértékét, mely természeti és egészségügyi javulást eredményez. Emellett az energiahatékonyság megjelenik korunk gazdasági területein is, mely a háztartások és iparágak számára jelentős költségmegtakarítást jelent rövid és hosszú

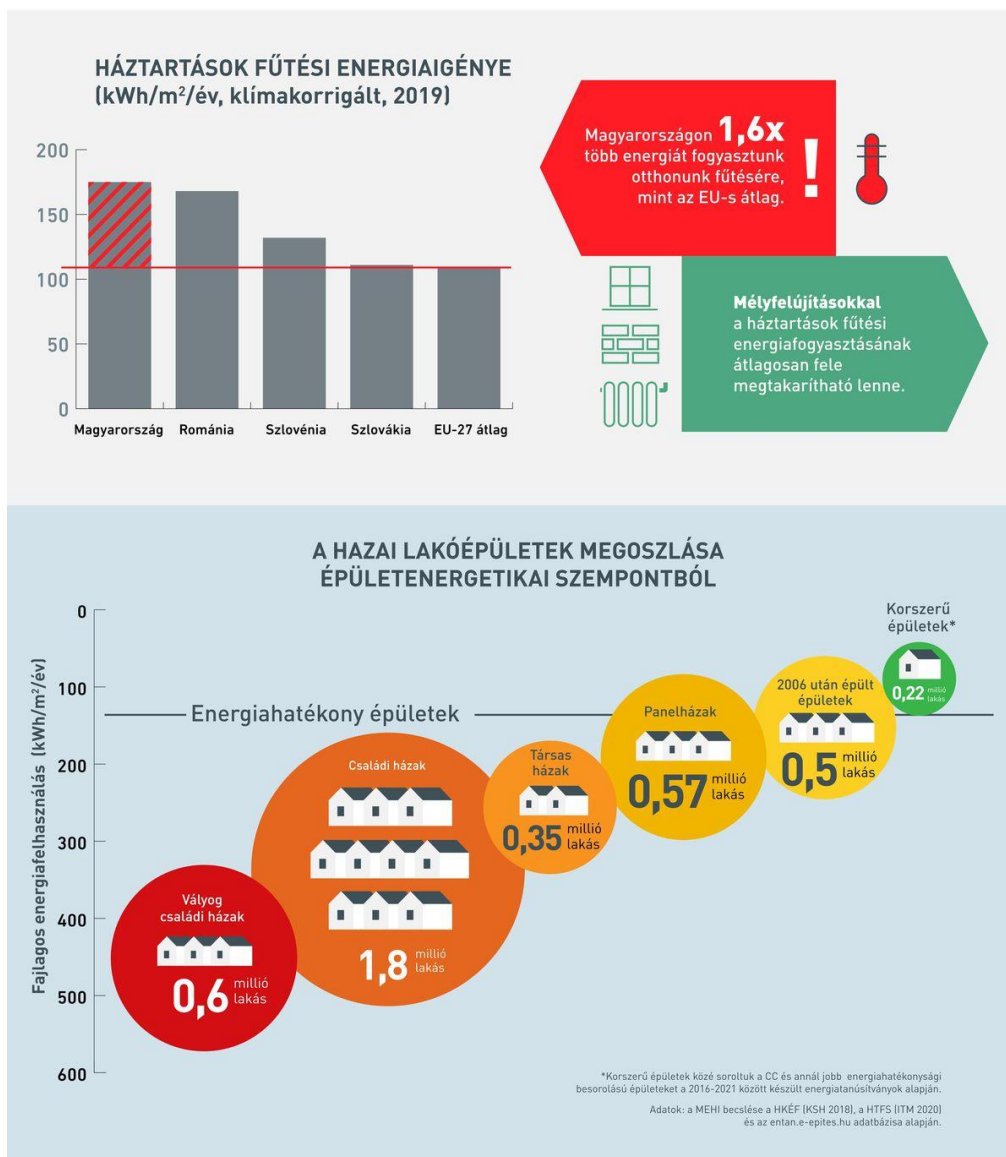
távon is, növeli a versenyképességet és jelentős technológiai innovációhoz juttatja a civilizációt (19. ábra).



19. ábra - Energiahatékonyság előnyei (forrás: mehi.hu)

A társadalom vezetői által megállapított klímacélok eléréséhez szükség van az energiamegtakarítások és kibocsátáscsökkentések szektorok szerinti vizsgálatára is, hogy melyek azok a szegmensek, melyek esetén lehet leginkább előnyös változásokat elérni. Hazai viszonylatban a legnagyobb potenciál az épületállomány energiahatékonysági növelésében van, ugyanis statisztikai adatok alapján az országos primerenergia felhasználás 40%-a, valamint a CO₂ kibocsátásunk 36%-a a lakóépületeinkhez köthető [25].

A korábban ismertetett hazai ingatlanállomány számadatai kapcsán felmerült már, hogy a lakásaink java része azokban az időkben épült, ahol az építkezésnél az energiahatékonyság sem szempontrendszer sem jogszabályi keretek szerint nem volt előírányzott és elvárt, így ennek köszönhetően ma az összes lakóépület átlagos energiateljesítménye szerint kétszeresen annyi energiát fogyaszt az üzemeltetésük, mint egy korszerű épületnek. Ez matematikailag azt is jelenti, hogy megfelelő korszerűsítéssel az átlagos magyar lakóingatlan energiafogyasztását legalább a felére lehetne csökkenteni, ami hatalmas megtakarítással járna [26].



20. ábra - Lakóépületeink energiafelhasználása (forrás: mehi.hu)

Az épületek a jelenlegi állapotukban átlagosan a kibocsátásuk kétharmadát az üzemeltetésük során, maradék egyharmadát az építőanyagok kitermeléséhez, gyártásához, építéséhez köthetően adják ki [27]. Értelemszerűen a régi épületek terén az átlagosnál magasabb üzemeltetési kibocsátás, az újabb épületek esetén a jelenlegi követelmények, mértékek miatt az átlagosnál nagyobb a fajlagos kibocsátás az építésénél (ha csak a cement ipar jelenlegi CO₂ emisszióját vennénk figyelembe globálisan, ha egy ország lenne, akkor a világ harmadik kibocsátójaként lenne számon tartva). Ebből fakadóan az üzemeltetést és gyártást együttesen is érdemes vizsgálni. Erre egy megfelelő indikátor lehet a manapság teret

hódító életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment – LCA), mely számszerű adatokat rendel az egyes anyagokhoz és technológiákhoz a nyersanyag kitermelésétől, a beépítésen át az általa üzemeltetés során felmerülő energiaszükségletek szerint. Ennek ismeretében a cél nem csak az új építések kapcsán, hanem a fentiek szerint is kiemelkedően fontos energiahatékonysági felújítások esetén az optimális mértékű és típusú anyagválasztás.

3.2.Rehabilitáció az energiahatékonyságért

Felújítás és felújítás között is hatalmas különbségek vannak, még akkor is, ha ugyanolyan szerkezetű és állagú épületet veszünk figyelembe. Az elmúlt tíz évet vizsgálva országos szinten is több ezer milliárd forintot költött a lakosság épületfelújítási célokra, illetve vett igénybe több olyan támogatási formát is, aminek eredeti célja a háztartások hatékony felújítása volt. Sajnos felmérések alapján az erre fordított összegek nem feltétlen lettek a legjobban felhasználva energetikai szempontokból. Soroljuk ebbe a kategóriába azokat a lakásfelújítási cselekményeket, amik alig vagy egyáltalán nem sorolhatók az energiahatékonyság irányába tett beruházások felé, mint például padlóburkolatok cseréje vagy olyan nyílászárócserék, kültéri műtárgyak felújításai, amik nem jelentettek előrelépést ezen a területen. Vannak olyan, már energetikai beruházások, melyek ad-hoc módon, sok esetben károsodás miatt következtek be és a kivitelezésük során nem feltétlen a hatékonyságnövelés volt a szempont, mint például egy elromlott kazán cseréje.

Megkerülhetetlen tény, hogy az átlagembernek a lehetőségeit sok esetben az anyagi lehetőségek korlátozzák, ebből adódóan pedig mindenki ott igyekszik spórolni, ahol tud. Sajnos a beruházások során olyan helyen is hajlamos az ember spórolni, ahol nem nagy pénzeket takarít meg vele, ilyen például a professzionális tervezés kihagyása. Egy 2020-as felmérés során a válaszadók több, mint háromnegyede nem készített energetikai tervet a beruházások előtt, amit kispórolva viszont rengeteg pénzt tudnak az ablakon kidobni. Ugyanilyen az az eset is, amikor a nem megfelelő anyagválasztással vagy konstrukcióval részleges javulásokat érnek csak el a felújítással. Például ha egy régi nyílászárót sem a korszerűre, csak egy újabb és olcsóbbra cserélnék, vagy ha hőszigetelésnél is az esetlegesen szükséges 15-20 centiméteres vastagságnál úgy vélekedik a beruházó, hogy már 10 centiméterrel is előrébb van, mint előtte és így akar megtakarítást elérni. Tény, hogy rövid távon előnyösebb bármilyen korszerűsítés, mint az eredeti állapot, viszont hosszú távon

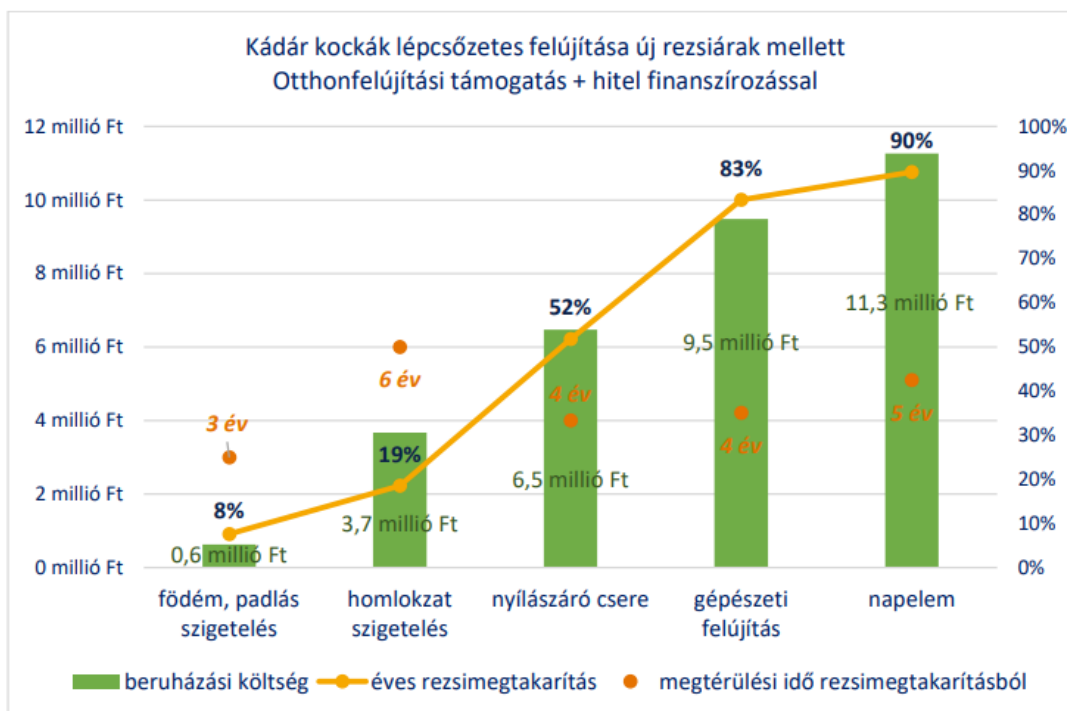
gondolkodva fellép az úgynevezett lock-in hatás, amivel a felújító leköti magát egy olyan megoldással, amihez jó esetben legközelebb csak évtizedek múlva fog hozzányúlni.

A legideálisabb minden esetben egy komplex mélyfelújítás lenne energetikai szempontból, amikor egy alapos tervezés után, ideális mértékben és megfelelő sorrendben valósul meg egy régi épület esetén a nyílászárócsere, a fűtőkorszerűsítés, a hőszigetelés és a megújuló energia felhasználásával a fenntartható jövőbeli üzemeltetés is. Viszont sajnos a pénzügyi keret sok esetben nem teszi lehetővé ezt sem, ilyenkor egy szakértői tanácsadással tervezetten meg lehet állapítani, hogy előre kidolgozva, egymásra épülő lépésekkel és anyagi ütemezéssel hogyan lehet a leghatékonyabban véghezvinni az épület energetikai rehabilitációját.

Ehhez természetesen célszerű egy szakirányú végzettséggel és tapasztalattal rendelkező tervezőt felkeresni, egy állapotfelmérés után pedig a javaslatok szerint haladni a felújításokkal. Viszont arra is van lehetőség, hogy különböző online platformok és alátámasztott kutatások segítségével induljon el az ember, hiszen már így is előrébb vagy egy lépéssel, mintha saját kútfőből próbálná véghezvinni a projektet. Előbbire megoldást kínál egy egyablakos tanácsadási rendszer, mely több külföldi országban one-stop-shop néven már működik [28]. Ennek során egyazon irodától tud az illető segítséget kérni a korszerűsítés során felmerülő műszaki, jogi és pénzügyi kérdésekben is. Különböző online tudásbázissal, kalkulátorokkal, hiteles ismeretterjesztő tartalmakkal és egy kereshető szakember adatbázissal pedig kényelmesen tudja az átlagember is elkezdni az első lépéseket egy hatékony épületrehabilitáció felé.

Bár a kibocsátáscsökkentés és az energiahatékony épületüzemeltetés már egy ideje terítéken van a döntéshozók asztalán, illetve a kutatási-fejlesztési szektornál is, az elmúlt években tapasztalt energiaválság és ellátási biztonság kapcsán más szempontokból is rávilágított a terület fontosságára. A kormányzati rezsicsökkentés alapvetően nem a fogyasztás mérséklését célozta meg, hanem az energiaforrások ár mérséklését és centralizált szabályozását. Az előbb említett folyamatok kapcsán, amikor a tényleges rezsicsökkentésként az energiamegtakarítás irányába kényszerült a lakosság is, felmérésekkel alátámasztott javaslatokhoz is könnyen hozzáférhettek.

Az egyik ilyen kapcsán a Magyar Nemzeti Bank készített tájékoztatót és ajánlást 2022-ben [29], ahol a Kádár-kockák fogyasztását és energiamegtakarítási lehetőségeit és annak megtérülési, anyagi vonzatait is taglalja.



21. ábra - Kádár kockák lépcsőzetes felújításának üteme költségek és megtérülés szerint (forrás: MNB)

Ezen dokumentumban egy eredeti állapotban lévő kockaházra (szigetelés nélküli épületszerkezetek, egyrétegű üveglakok, fa nyílászárók, gáz/vegyestüzelésű kazán és konvektoros/radiátoros hőleadók) készítettek egy energiafelhasználási kalkulációt (21. ábra). Ennek során a zárófödém szigetelésére 25 cm üveggyapotot, lábazati- és homlokzati hőszigetelésnek 15 cm polisztirol hőszigeteléssel számoltak, 3 rétegű műanyag nyílászárókra történő cserével, kazán- és hőleadó cseréléssel és 300 kW teljesítményű tetőn elhelyezett napelem telepítéssel, 2022.10.31-ig bejelentett elszámolással számítva. Fontos megjegyezni, hogy ez az akkori árakkal és a készítéskor hatályban lévő energetikai jogszabályok és ajánlások felhasználásával készült, így elképzelhető, hogy jelenleg már nem állja meg a helyét ez a számítás. Mindenesetre egy hasznos támpont lehet a felújítás okán kutató lakosság számára is, illetve ezt össze fogom vetni a továbbiakban egy konkrét épületre alapuló felméréssel is a munkám során.

4. Jogszabályi körülmények, számítási módszerek

4.1. Korábbi és hatályos szabályozók

Ahhoz, hogy energetikai szempontokból vizsgálni lehessen egy épületet, szükség van épületfizikai számításokra, viszont a számítások eredményeinek értékeléséhez és a különféle módszerek kiválasztásához szükség van egy olyan keretrendszerre, melyet jogi szabályzatok és szabványok segítségével lehet központilag megalkotni. Érdemes viszont különválasztani az említett két irányvonalat, hiszen ezek alkalmazása nem feltétlen egy és ugyanaz. A szabvány egy olyan szakmai, tudományos keret, amelyben a mindenkori, közmegegyezésen alapuló műszaki tartalom kerül megállapításra. Ezek alkalmazása önkéntes, mely során egy egységes követelményrendszerbe lehet beleilleszteni a területen készített vagy vizsgált tartalmat. A szabványokat helyettesítheti rendelet is, ami viszont nem megfeleltethető ugyanannak műszakilag. Rendeletek, törvények és más jogszabályok a szakmai tartalom mellett leginkább jogalkotói és szükséges követelményszintekhez történő megfeleltetéssel készülnek. Ezek alkalmazása értelemszerűen nem önkéntes jellegű, hanem a jogszabály hatályára kiterjedő elemekre és esetekre kötelezően érvényes. Ami közös a szabványok és jogszabályok terén, hogy visszamenőleges alkalmazása nem megengedett akkor sem, ha az alkalmazott szempontrendszer szigorodott vagy esetlegesen módosult volna ezek módosítása során. Példának okán bizonyos épületszerkezeteket és rendszereket azon szabványok szerint kell megfeleltetni, amik alapján elkészültek. Az megállapítható, hogyha esetlegesen az új normáknak már nem felelne meg, viszont hibásnak megjelölni nem lehet.

Érdemes azt a kérdéskört is vizsgálni, hogy ezek a szabályozók milyen esetekben módosulnak. Szabványok esetén a fejlődő és alkalmazott technológia megköveteli, hogy bizonyos esetekben naprakész legyen a szereplő műszaki tartalom, sok esetben az alkalmazott számítási modelleken és tapasztalatokon alapuló szempontok az idő során és a technika fejlesztésével, továbbá új még meg nem válaszolt kérdéskörök megválaszolásával felülvizsgálásra szorulnak. Jogszabályok tekintetében a mindenkori jogalkotó akarata érvényesül, melybe a szakmát gyakorló körök bevonása, illetve a különféle gazdasági és társadalmi mutatók vizsgálata is szükséges. Kihegyezve ezt kifejezetten az energetikával kapcsolatos jogszabályokra, itt az idővel a követelmények folyamatos szigorítása jellemző, valamint több esetben a korábbi szabályzatok alkalmazása során tapasztalt összefüggések és egyszerűsítési, javítási beavatkozások a gyakoriak.

Szabványok terén fontos megemlíteni, hogy léteznek nemzetközi és nemzeti szabványok is, melyek utóbbi esetén lehetnek a nemzetközinek megfeleltethető fordított másai is, illetve önálló nemzeti mellékletek is rendelkezésünkre állnak, melyek a nemzeti szabványalkotók által kibocsátott tartalommal léteznek. Az alábbiakban szerepel több olyan szabvány, melyek az energetikai vizsgálatok során alkalmazhatók külön és együttesen is:

- MSZ EN ISO 13790 – Épületek hőtechnikai viselkedése. Fűtési energiaigény számítása.
- MSZ EN ISO 6946 – Épületösszetevők, épületelemek hővezetési ellenállásának és hőátbocsátási tényezőjének meghatározása. Számítási módszer
- MSZ EN 832 – Épületek hőtechnikai viselkedése. A fűtési energiaigény számítása.
- MSZ EN ISO 13370 – Épületek hőtechnikai viselkedése. Hőátvitel a talajban. Számítási módszerek.
- MSZ EN ISO 10211 – Hőhidak az épületszerkezetekben. Hőáramok és felületi hőmérsékletek számítása.

Jogszabályok tekintetében magyar viszonylatban három szabályozót szeretnék ismertetni. Az első a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet, mely az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szól, ezt a dolgozat készítése közben váltja le a 9/2023. (V.25.) ÉKM rendelet, mely 2023. november 2-től érvényes. Hatályát tekintve mindkettő rendelet az említés során harmadik, 176/2008. (VI.30.) Kormányrendeletre köthető, mely az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról szól. A kormányrendelet tartalma is módosításra került, viszont nem leváltásra. Ebben szerepel a rendelet hatáskörébe vonatkozó épületek alkalmazási köre, illetve az alkalmazással kapcsolatos fogalmak értelmezései is részletezésre kerülnek. A kormányrendelet rendelkezik továbbá az energetikai tanúsítás szabályairól és tartalmi követelményeiről, a tanúsítóról és az erre vonatkozó egységes költségekről is. Mellékleteiben található a tanúsítvány formai megjelenése, a tanúsítás számításának munkarészei, az energetikai és CO₂ kibocsátásra vonatkozó hatékonysági osztályozás, illetve az épületszerkezeti és épülettechnikai rendszerek értékelési osztályai is [30].

Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló rendeleteket egy egymáshoz mért összehasonlításban szeretném bemutatni. A korábbi rendelet a 2006-os bevezetése óta többször került módosításra, a 2023-as viszont alapjaiban egy szakmai tekintetben átfogó felülvizsgálat eredményeképp váltotta le a korábbi rendeletet, mely az idő

alatt változott szabványok figyelembe vételével készült el, valamint olyan előírások kerültek bele követelményi szinten, ami a korábban meghatározott EU irányelvek szerinti alkalmazást teszik lehetővé a gyakorlatban.

Tartalmát tekintve eltér a két rendelet egymástól, a mindkettőben törzsszöveggént szereplő fogalomjegyzék is frissítésre és módosításra került, az energetikai jellemzők meghatározására vonatkozó számítási módszer pedig a régebbi rendelet részét képezte, az új rendeletről viszont kikerült és a magyar kormány honlapján található meg [31]. A követelmények felépítése viszont sok esetben megegyezik, az eltérések közt szerepel, hogy a régi rendeletben az energiafelhasználásra vonatkozó megújuló energia részarányának követelménye leváltásra került, az új rendeletben az LCA (életciklus elemzés) alapján figyelembe vett szén-dioxid kibocsátás mértéke kerül a fókuszba. Emellett az új rendeletben külön lett választva a költségoptimalizált és a „közel nulla energiaigényű” épületekre vonatkozó követelmények struktúrája.

Követelmények tekintetében szerepelnek az épületszerkezetek tulajdonságaként a hőátbocsátási tényezőkre vonatkozó követelményértékek, melyek nagyrészt mindkét rendeletben ugyanazok, változás pár esetben történt. Szerepelnek a nyári hővédelemre vonatkozó követelményértékek, melyek alapjaiban eltérnek a két rendelet között, illetve hasonló a helyzet az épülettechnikai rendszerekre vonatkozó követelmények esetében is. Emellett eltérő módon és mértékben, de a rendeletek részét képezik a fajlagos hőveszteségtényezőre, illetve a számítások szerint megállapított összesített energetikai jellemzőkre vonatkozó követelmények is [32].

Dolgozatom során az általam vizsgált épületeket a novemberi módosítás előtti jogszabályi környezetben vizsgálom konzulensi javaslatra a későbbiekben a dolgozat kezdési körülményeire való tekintettel.

4.2. Épületenergetikai számítások

Energetikai számításoknál végezhetünk részletes és egyszerűsített módszerről egyaránt, melyeknek egyes lépései felváltva, vegyesen is alkalmazhatók. Alkalmazásukat tekintve jogszabály szerint bizonyos esetekben elegendő az egyszerűsített számítás elkészítése, más esetekben, illetve ha átfogóbb képet akarunk kapni az épület energetikai jellemzőiről, akkor a részletes módszer szerint kell eljárunk.

A számítás menete és lépései az alábbiak szerint történik:

1. Az épület rendeltetésének, alapadatainak és az ehhez tartozó követelményeknek a meghatározása
2. Geometriai adatok meghatározása, beleértve a vonalmenti hőveszteség alapján számítandó szerkezetek kerületét és a részletes eljárás esetén a csatlakozási élhosszakat is.

2.1. Az épület felület/térfogat arányának számítása

3. A fajlagos hőveszteségtényező határértékének meghatározása a felület/térfogatarány függvényében.

3.1. A fajlagos hőveszteségtényező tervezett értékének megállapítása a határérték figyelembevételével.

3.2. A nyári túlmelegedés kockázatának ellenőrzése.

4. A fűtési rendszer nettó hőenergia-igényének számítása, a veszteségek, segédenergiaigény és primerenergia igényének meghatározása.
5. A melegvízellátás nettó hőenergia-igényének számítása, a veszteségek, segédenergiaigény és primerenergia igényének meghatározása.
6. A légtechnikai rendszer nettó hőenergia-igényének számítása, a veszteségek, segédenergiaigény és primerenergia igényének meghatározása.
7. A hűtés primerenergia igényének számítása.
8. A világítás éves energiaigényének meghatározása.
9. Az épület saját rendszereiből származó nyereségáramok meghatározása.
10. Az összesített energetikai jellemző számítása.

A számítás során a szabályozás szerinti három elvet kell figyelembe venni, hogy az összesített primer energiafogyasztás éves szintje és az épület fajlagos hőveszteségtényezője alacsony legyen, valamint az egyes határoló- és nyílászáró szerkezetek hőátbocsátási tényezője ne haladja meg az adott szerkezetekre aktuálisan vonatkozó határértéket. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy tekintettel a korábban is ismertetett szabályozó és követelményrendszer változásokra, érdemes ezeket a határértékeket ténylegesen határként

értelmezni és nem célértékként. Érdemes a határértéktől kedvezőbb mutatókra tervezni a szerkezeti-gazdasági ésszerűség mértékéig, ezáltal időtállóbbá tenni az épületeket.

A határoló szerkezetek során a követelményrendszer funkció szerint ad meg hőátbocsátási tényezőket $[U]$, mely az alábbi képlet szerint számítható a rétegek vastagságának és azok hővezetési tényezőinek segítségével:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_i}} \quad [W / m^2 K]$$

A hővezetési tényezőt bizonyos esetekben korrekciós tényezőkkel módosítva kell alkalmazni, mely a biztonság javára változtatja azok mértékét. Fajlagos hőveszteség számítása során az egyszerűsített számításnál a szerkezet U értékeit is módosítani kell egy táblázatosan megadott χ korrekciós tényezővel a hőhidasság mértékének függvényében. Ennek alapján az épület fajlagos hőveszteségtényezőjét $[q, W/m^3K]$ az alábbi képlettel kaphatjuk meg egyszerűsített számítás során:

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

Ahol az:

- A – felület $[m^2]$
- U_R – a csatlakozási élek hőhíd-hatásával korrigált hőátbocsátási tényező $[W/m^2K]$
- ψ – lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak vonalmenti hőátbocsátási tényezője, U_R számítása esetén elhanyagolható $[W/mK]$
- l – lábazatok, talajjal érintkező padlók, pincefalak hossza, U_R számítása esetén elhanyagolható $[m]$
- Q_{sd} – direkt sugárzási hőnyereség, mely az egyszerűsített számításnál elhagyható $[W]$
- V – fűtött épülettérfogat $[m^3]$

Ugyanezen képlet annyiban tér el részletes számítás során, hogy a hőátbocsátási tényező hőhíd korrekció nélkül kell, hogy szerepeljen, így a ψ és l tényező szerepel a képletben, a direkt sugárzási hőnyereséghez pedig Q_{sid} értékkel az indirekt sugárzási hőnyereséget is hozzá kell adni.

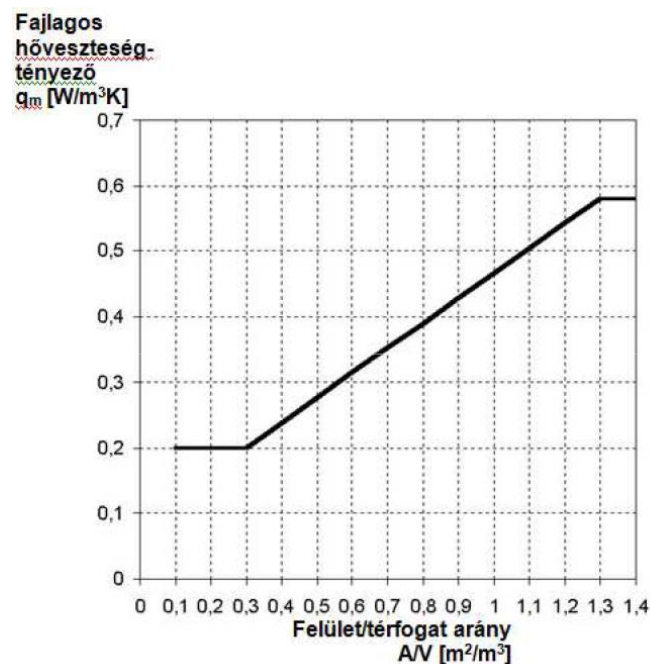
A direkt sugárzási nyereséget egy fűtési idényre kell meghatározni részletes számítás esetén, melynek a képlete a következő:

$$Q_{sd} = \varepsilon \sum A_{\tilde{U}} g Q_{TOT}$$

Ahol a:

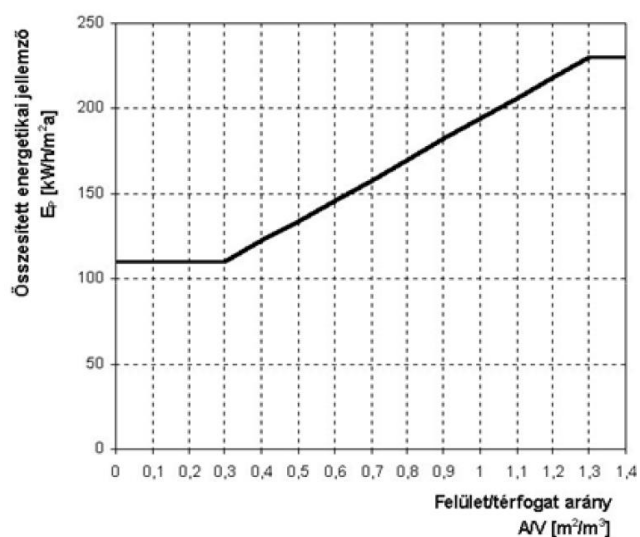
- Q_{tot} tervezési értéke az épület tájolásától függ [kWh/m²a]
- g az üvegezés összesített sugárzásátbocsátó képessége
- ε pedig az épület szerkezetéből fakadó hasznosítási tényező a hőtároló tömeg függvényében

A fentiek szerint kiszámított fajlagos hőveszteségtényező követelményértékét az épülethatároló felületek és a fűtött épülettérfogat arányában állapítható meg az alábbi ábra szerint:



22. ábra - Fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke

Az épület felület/térfogat aránya az összesített energetikai jellemző követelményértékénél fontos a továbbiakban. Amennyiben az ismert épülettechnikai és világítási rendszereket ismerjük, azok primer energiafogyasztását is meg tudjuk határozni. Ezen energiafogyasztások összegének egységnyi fűtött alapterületre vetített értéke adja meg az összesített energetikai jellemzőt, melyet lakóépületek esetén világítási energia igény nélkül vizsgálunk. A követelményértéket az alábbi ábra szerint lehet meghatározni:



23. ábra - Összesített energetikai jellemző követelményértéke

Az összesített energetikai követelményérték [E_p , kWh/m²a] meghatározásával lehet energetikai kategóriába sorolni az adott épületet. A régi rendelet szerinti besorolás az alábbi ábra szerint történik.

AA++	< 40	Minimális energiaigényű
AA+	40 – 60	Kiemelkedően nagy energiahatékonyságú
AA	61 – 80	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelménynél jobb
BB	81 – 100	Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelménynek megfelelő
CC	101 – 130	Korszerű
DD	131 – 160	Korszerűt megközelítő
EE	161 – 200	Átlagosnál jobb
FF	201 – 250	Átlagos
GG	251 – 310	Átlagost megközelítő
HH	311 – 400	Gyenge
II	401 – 500	Rossz
JJ	500 <	Kiemelkedően rossz

24. ábra - Épület energetikai besorolása [33]

5. Vizsgált épület bemutatása

Az esettanulmányom során vizsgált épület Tótkomlós településén található. A kisváros a Dél-Alföld délkeleti területén található Békés vármegye Orosházi járásában. Bár a településről több régészeti ismeretünk is rendelkezésre áll Árpád-korból, a törökdúlás idején a magyarok lakta falu teljesen elpusztult. A török kor után a 18. század közepén 80 tót nemzetiségű család települt a komlói pusztába és kezdődött el a falu újratelepítése, mely a 19. század elejére már a túlnépesedés jeleit kezdte el mutatni [34]. Az I. világháború előtt a javarészt földművelésből élő lakosság lélekszáma meghaladta a 11.000 főt is, ám a fejlődő nagyközség gyarapodása az iparosodás során megfordult és 1993-as várossá nyilvánítása idején már nem érte el a 7000 főt [35]. Napjainkban az előregedő népesség közel 5300 főből áll a kisvárosban, ahol a lakóépületek jelentős többsége hagyományos parasztház jellegű vagy a dolgozat témájában szereplő kockaházakból áll.

A vizsgált lakóház 1981-ben került építésre egy három gyermekes nagycsalád részére. Az építkezéshez rendelkezésre állt kiállított építészeti tervek, illetve költségvetés és anyagkimutatás is (1-5. sz. melléklet), ennek ellenére a korszak sajátossága szerint ezek leginkább iránymutató jelleggel szolgáltak a kivitelezés során. Így példának okán a belső elrendezésnél egyes helyiségek elhelyezkedése és mérete is eltérhet, az alkalmazott építőanyagok is eltérhetnek a valóságtól, ami okán a dolgozat során helyszíni felmérést végeztem a pontosítás végett. A tervezett épülethez külön került hozzáépítésre egy kazánház, kamra és padlásfeljáró célokkal szolgáló melléképület, melyek a felmérés után elkészített alaprajznak nem képezik részét (6. sz. melléklet).

Az épületnek egyéni különlegessége, hogy szükségszerűen meg kellett emelni a belmagasságát a hasonló kockaházakhoz képest, ugyanis az építése idején a beépíteni kívánt redőnyös ablakokat a kivitelezés során nem lehetett kapni, így hasonló gyártmányt Csehszlovákiából sikerült importálni, aminek nagyobb redőnytok mérete indokolta a szükségszerű változtatást, ami így növelte a helyiségek légköbméterét is.

Az épületszerkezetek építésük óta változatlanok, így a burkolatoktól kezdve az elrendezésig minden az eredeti állapotában található napjainkban is a házban. Épületgépészeti és villamossági téren voltak kisebb változtatások és módosítások az építés óta, viszont fűtési és melegvíz ellátási rendszer tekintetében közel harminc éve mindössze karbantartási tekintetben történt beavatkozás.

Elrendezését tekintve egy középfolysós háznak mondható melyet egy szélfogó helyiség közelíthetünk meg, ahogyan az alaprajzból is olvasható. A főépületben három hasonló alapterületű lakószoba található, illetve a folyosó végén található egy fürdőszoba, melyből nyílik egy elkülönített WC. Ezen kívül egy ebédlő helyiség és egy nem fűtött kamra helyiség alkotja a ház részét, a konyha funkciója a kültérről megközelíthető kazánházban található.

Az épület teljes helyiséglistája alapterülettel és burkolattal:

Helyiség száma	Helyiség megnevezése	Alapterület [m ²]	Burkolat
01	Szélfogó	3,27	Kerámia
02	Közlekedő	9,35	Kerámia
03	Hálószoza	22,66	Parketta
04	Vendégszoza	23,71	Parketta
05	Gyerekszoza	17,45	Parketta
06	Ebédlő	15,80	Kerámia
07	Fürdő	6,30	Kerámia
08	WC	0,90	Kerámia
09	Kamra	7.98	Kőagyaglap

1. táblázat - Vizsgált épület helyiséglistája



25. ábra - Az épület utcafronti homlokzata

A lakóház szerkezeteinek kialakítását és azok tulajdonságait a továbbiakban jellemzem, elsődlegesen épületenergetikai szempontok szerint.

6. Épület energetikai állapotfelmérése

6.1. Épületszerkezeti diagnosztika

Alapozás és lábazat:

Az épület alapzata gyengén vasalt beton sávalapból készült a teherhordó falak alatt. Lábazati fal szeparáltan nem került kialakításra, az alaptestekre öntve készült el vasalt betonból, hőszigetelés nélkül, a homlokzati fal vastagságával megegyezően 38 cm-es mérettel. Ezt hőtechnikai szempontokból erősen hőhidas vonalmenti szerkezetnek lehet felvenni, melynek rétegrendi hőátbocsátási tényezőjét $3,66 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékre állapítom meg.

Teherhordó külső falazat:

A homlokzati és teherhordó falak egyaránt kettősméretű B38-as téglából készültek. A korra jellemző égetett agyagtéglák hővezetési tényezőjére változó értékek közül lehet kiválasztani a feltételezettet, melyet én $\lambda=0,50 \text{ W/mK}$ -re határozok meg. A homlokzati falazatokra belül mészhabarcsolás került, kívülről hőszigetelés gyanánt 3 cm perlitvakolatot készítettek, melyre cementvakolat került. A teljes rétegre meghatározott rétegrendi hőátbocsátási tényező $0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$, mely igen kedvezőtlennek mondható (a jogszabályban meghatározott követelményértéknek több mint négyszerese).



26. ábra - Homlokzati és lábazati falak

Talajon fekvő padló:

Az épület egyszintes és alapincézetlen, így a talajon fekvő padló szerkezete a burkolatot leszámítva ugyanolyannak mondható. A házban három féle padlóburkolattal találkozhatunk, hagyományos fa parkettával, ami közvetlen az aljzatbetonra van fektetve, kerámia hidegburkolattal a vizes helyiségekben és a közlekedőkben, illetve a kamra helyiségben kőagyaglapon járhatunk. Az aljzatbeton a burkolatok alatt 6 cm vastagságú perlitbetonból készült, mely alatt egy réteg bitumenes csupaszlemez található vízszigetelés céljából. A rétegrend 6 cm vastag betonlemezzel folytatódik, majd tömörített kavicsfeltöltés után található a termett talaj.



27. ábra - Külső fal és padló csatlakozása

A számítás során az épület kerülete mentén futó 1,5 méteres padlósávot szükséges figyelembe venni, így a hőszigetelés nélküli padlórétegeknek is meg kell határozni a hőátbocsátási tényezőjét, mely a burkolatok függvényében 1,1 és 1,2 W/m²K-re állapítható meg.

Padlásfödém és tetőszerkezet:

A fűtetlen padlástér és a belső tér közötti zárófödém szerkezete előregyártott E gerendás, béléstestekkel kialakított vasbeton. A tartószerkezeten kívül belülről mészhabarcos felületkialakítás található, illetve felbetonként 10 cm vastag perlitbetont öntöttek a gerendás tartószerkezeti födémre. A hozzáépített melléképületnél ez a felbetonozás nem került rá a béléstestekre, viszont a számítás során ezzel nem foglalkozom. A rétegrendi hőátbocsátási

tényezőt $1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re veszem fel, ami a határértéknek több mint hatszorosa. Érdekességként szeretném itt megjegyezni, hogy az épület üzemeltetése során a lakók mezőgazdasági tevékenységükből fakadóan évtizedekig ömlesztett szemes takarmányt tároltak a padlás nagy részén, mely az elmúlt években abbamaradt. Visszajelzésük alapján a hőérzetük ennek következtében érzékelhetően rosszabb lett, amióta a hőtároló tömegnek tekinthető gabona már nem járul hozzá a padlásfödém hőszigeteléséhez.



28. ábra - Padlásfödém kialakítása



29. ábra - Tetőszerkezet kialakítása

A 29. ábrán található a tetőszerkezet és a fal kapcsolatának kialakítása. A teherhordó falak és a padlásfödém közötti kapcsolatot egy hőszigetelés nélküli vasbeton koszorú adja, melyre felmenően téglából készített attikafal emeli meg a padlástér belmagasságát. A tetőszerkezet hagyományos fa fedélkékből áll, melynek cserepezésen kívül más rétegrendi eleme nincsen. A nem zárt kialakításnak köszönhetően az egész padlástér kitett a külső időjárásnak.

Nyílászárók:

Nyílászárók terén a bejárati és belső ajtók kialakítása megegyezik. Típusa a hagyományos egy rétegű fa ajtó, részleges egy rétegű üvegezéssel. A 30. ábrán is látható ajtó szerkezet a korszakra jellemző ajtótípus volt, mely jelen épületben a beépítés óta nem került cserére. Az illeszkedési pontatlanságok mellett a rétegeltsége sem tekinthető optimálisnak hőtechnikai szempontokból. Katalógus szerinti U értéke ezeknek az ajtóknak $6,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.



30. ábra - Hagyományos fa ajtótípus

Ablakok terén hasonló észrevételeket lehet tenni, mint az ajtóknál a beépített típusok terén. Ezek is hagyományos fa nyílászárók, egy rétegű üvegezéssel, viszont a típusuk a kétablakos kialakításúak közé tartozik. Árnyékolásuk redőnyökkel biztosított, melyek tokja az áthidalószerkezetekbe van beépítve. Az ablakok hőátbocsátását $2-2,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re veszem fel.



31. ábra - Ablak szerkezeti kialakítása

6.2. Épületgépészeti diagnosztika

Épületgépészeti szempontokból elsőként a fűtési rendszer kialakítását szeretném ismertetni. A primer hőtermelőnek a főépületen kívül elhelyezkedő kazánházban található vegyes tüzelésű kazán határozható meg. Fűtőanyagát tekintve fatüzeléssel hagyományos manuális adagolással működtetett rendszerről beszélhetünk. Ezt kiegészítve egy régi típusú atmoszférikus égőjű gázkazánnal szekunder hőtermelője is van a rendszernek, mely magas fogyasztása és kedvezőtlen hatásfoka miatt csak a belső hőmérséklet szerint működtetett termosztát szerint kapcsol be indokolt esetben.

A fűtési rendszer kétsöves kötésben került kialakításra, a kazánkialakításoknak köszönhetően magas fűtővízhőmérséklettel. Hőleadó tekintetében régi öntöttvas tagos radiátorokkal történik a hőleadás.

Bár a biomassza tüzelés miatt van előnyös oldala is a fűtési rendszernek, összességében egy kevésbé hatékony kialakításról beszélhetünk, mely során a fűtőtest elhelyezkedését, a hőleadók és hőtermelők típusát és korszerűségét, az alkalmazott fűtővíz hőmérsékletet egyaránt érdemes lehet felülvizsgálni.



32. ábra - Vegyes tüzelésű kazán



33. ábra - Atmoszférikus gázkazán



34. ábra - Öntöttvas radiátor

Használati melegvíz rendszer tekintetében a melegvíz termelésében és tárolásában egy régi típusú villanybojler játszik szerepet, amely viszont fűtött légtérben belül helyezkedik el a közvetlen felhasználási pontok mellett. Ez tekinthető a legnagyobb villamosenergia fogyasztónak is, mely a megújuló energiaforrás nélküli hálózatra van kötve. A villamoshálózat korszerűsítése szintén mérlegelhető, hiszen beépítése óta nem történt rajta fejlesztés semmilyen téren.



35. ábra - HMV termelő villanybojler

7. Felújítási javaslatok az épület energetikai optimalizálására

7.1. Az épület energetikai vizsgálata, állapotfelmérése

Az épületenergetikai számításokhoz az Auricon Energetic számító és tanúsítószoftvert használok segítségül. A piacon többfajta megoldásból választhattam volna, viszont tapasztalataim szerint a jelenlegi feladathoz ez lehet a legideálisabb, ugyanis más esetben, ha például Revit Structures vagy ArchiCad modellező programokban hozom létre a felmérés és az eredeti tervek szerint az épület BIM modelljét. A pontos konstruálás után ezen szoftverek kiegészítőivel is tudnám vizsgálni és optimalizálni az épületet, viszont tekintve, hogy egy egyszerűbb épületről van szó, méretét tekintve viszonylag kis projektnek tekinthető, több idő lett volna a pontos modellezés, mint az energetikai vizsgálatok elvégzése, ráadásul a beépített

moduloknak köszönhetően jobban kellene a programok számítási módszerére hagyatkozni a mérnöki egyéni döntések kárára.

Egyéb esetben használhatnám a magyar viszonylatokban piacvezető WinWatt vagy DanWatt energetikai számító szoftvereket, viszont az eddigi gyakorlatom során azt állapítottam meg az Auricon és WinWatt között, hogy bár hasonló a felépítésük, az előbbi az épületszerkezetek terén részletesebb és jobban kezelhető építész/építőmérnök szempontok alapján, míg utóbbi a gépészeti rendszerek tekintetében kínál fejlettebb és részletesebb lehetőségeket, mely gépész szemlélettel lehet fontosabb. Végzettségemet és szakmámat tekintve az előbbi áll közel a szakterületemhez, így optimalizálás és vizsgálati szempontokból is az épületszerkezeti elemeket tudom magabiztosabban szemügyre venni, ami mellett természetesen fontos a gépészeti rendszerek vizsgálata is a továbbiakban.

A program segítségével végeztem egy részben egyszerűsített számítást (7. sz. melléklet) és egy részletesebb számítást (8. sz. melléklet) is az épület energetikai jellemzésére. Mindkét esetben a direkt és indirekt sugárzási nyereségek számítását, az épület helyiségekre bontását, a nyereségáramok figyelembevételét, a havi sugárzási energiahozamot a részletes számításoknak megfelelő módon kezeltem. Az egyszerűsített számításnál viszont a hőhídveszteségek számítását, az épület fajlagos hőtárolótömegének számítását, a fajlagos hőveszteségtényező, a fűtési energiaigény, a felületi ellenállások és a talajjal érintkező rétegrendek számítását számítottam egyszerűsített módszerekkel a részletességgel szemben. Emellett a biztonság javára történő méretezés és az egyszerűsítés javára elhanyagoltam a hozzáépített melléképületet, illetve a helyszíni ábrákon látható lépcsőket, teraszokat is az épületmodell felvételénél.

Az alábbiakban a számítási pontokon és kapott eredményeken megyek végig a két módszer között, összehasonlítva őket, melyek a korábban hivatkozott mellékletekben is megtalálhatóak. Mindkét számítás esetén a lehülő felület ($332,09 \text{ m}^2$), a fűtött térfogat ($266,56 \text{ m}^3$), a számított nettó alapterület ($107,3 \text{ m}^2$) és a nettó fűtött alapterület ($95,2 \text{ m}^2$) ugyanis a kamra és szélfogó helyiségek fűtetlenek) értelemszerűen megegyeznek. A projekt jellemzők során a légcsereszámok, a régi nyílászárók tömítetlenségéből származó légcseré növekmény, illetve a sugárzási nyereségek megegyeznek.

A rétegrendek hőátbocsátási tényezői, melyet a korábbiakban az épület jellemzésénél ismertettem, a program által számított rétegtervi hőátbocsátásoknak felel meg, ami a rétegben található anyagok vastagságából és hővezetési tényezőjéből számítható ki. Az eredő

hőátbocsátási tényezőknél viszont eltérés van az egyszerűsített és részletes számítások között, ugyanis az egyszerűsítettnél a hőhidak hatását rétegenként kifejezhető korrekciós tényezőkkel lehet figyelembe venni, amely megnöveli a rétegekre számolt hőátbocsátási tényezőt felületre vonatkoztatva, a részletes számításnál viszont az eredő és a rétegetervi hőátbocsátás megegyezik, ugyanis itt a hőhidak figyelembe vétele vonalmenti veszteségként lett számítva a hőhídkatalógusból kiválasztott kialakítási módok szerint a homlokzati falak és padlásfödém esetén.

A talajon fekvő padlónál lényegében fordított a helyzet, ugyanis az egyszerűsített számításnál a külső kerületeken átadódó transzmissziót vonalmentén szükséges figyelembe venni a talajszint és padlószint közötti különbség és a szigetelés mértékének függvényében, míg a részletes számításnál a hőáramot gátló szigetelést figyelembe véve a padló felületi hőátbocsátását szükséges rétegrendileg vizsgálni, a hőhídkatalógusban pedig külön vonalmenti hőveszteségként figyelembe venni a hőveszteséget.

Eltérés a két számítás között, hogy az egyszerűsített esetén a külső határoló szerkezetek vannak mindössze figyelembe véve, a részletes számítás során a belső főfalak és válaszfalak viszont az épület fajlagos hőtároló tömege miatt számításba kerülnek $149,8 \text{ kg/m}^2$ és 135 kg/m^2 értékben. Külön eltérés még a korábban leírtak szerint a vonalmenti hőhidak számítása, ami az egyszerűsített számításban alkalmazott rétegrendi korrekciók miatt nem kerül figyelembe vételre csak a talajon fekvő padlók 1,5 méteres sávjában, ami összesítve $88,12 \text{ W/K}$ hőveszteséget jelent. A részletes számításnál viszont kialakítás és vonalmenti hossz szerint az épületsarkok, a talajon fekvő padlók, a belső falak és homlokzati falak csatlakozása, a koszorú csatlakozás és a homlokzati nyílászárók kerülete is, ami összegezve $78,3 \text{ W/K}$ vonalmenti hőveszteséggel jár.

A számítások során meghatároztam külön-külön a rendeltetési egységhez tartozó helyiségeket funkciókkal és geometriai kialakításukkal, valamint az ehhez társított szabvány szerinti tanúsítási hőmérséklettel, páratartalommal is, melyek listáját a mellékletek tartalmazzák. Ugyanígy a homlokzaton található nyílászáró szerkezeteket is, melyeket a program által felkínált tulajdonságokkal vettem fel, külön meghatározva mindegyik elhelyezkedését, árnyékoló szerkezeteit, tájolását és üvegezésének mértékét és kialakítását. Eltérés viszont, hogy a részletes számítás során a program segítségével bemodelleztem a vizsgált ablakokat, melyekre benapozási vizsgálatot is végeztem, melyekből a sugárzási nyereségeket tudtam részletesen megállapítani. A fentiek alapján számolt transzmissziós és

filtrációs hőveszteségeket a 2. számú táblázat tartalmazza, részletesebb értékeket a 7. és 8. számú mellékletek tartalmazzák.

	Egyszerűsített	Részletes
Fajlagos hőtároló tömeg [kg/m ²]	449,27	773,03
Rétegrendi hőveszteség [W/K]	255,66	262,79
Nyílászárók hővesztesége [W/K]	66,74	66,74
Vonalmenti hőhidak vesztesége [W/K]	88,12	78,30
Filtrációs veszteségek [W/K]	107,29	107,29
Össz. transzmissziós veszteség [W/K]	410,52	407,83

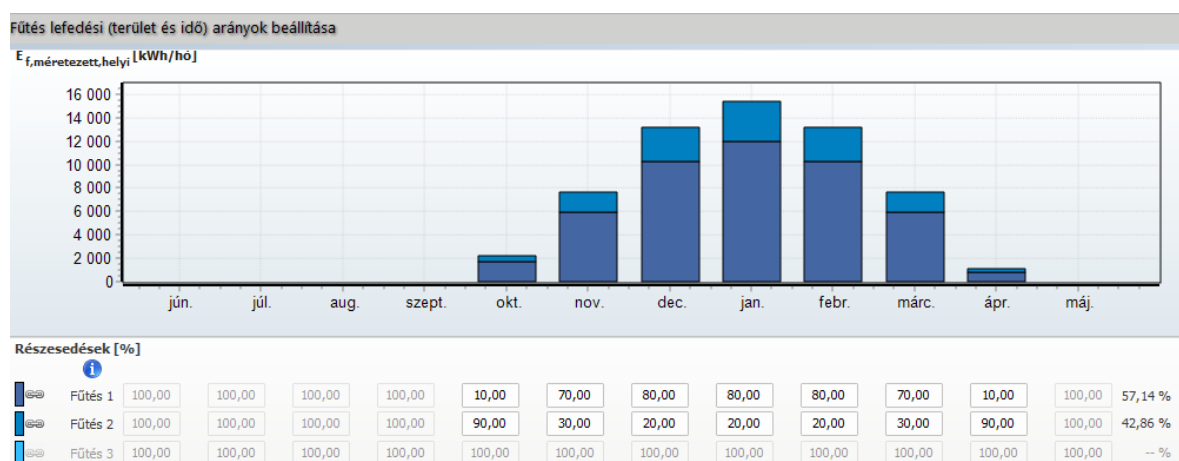
2. táblázat - Transzmissziós és filtrációs hőveszteségek

Mindkét számításnál megegyezik az átlagos levegő térfogatáram mennyisége, ami 133,28 m³/h-nak felel meg, illetve a számított HMV éves nettó hőenergiaigénye is azonos, mely 2492,68 kWh/a. A benapozás vizsgálata miatt viszont a belső hőnyereségek összege eltér, ugyanis az egyszerűsített számítás esetén 1570,8 kWh/a, a részletes számításnál 2112,88 kWh/a a mértéke. A nyári túlmelegedés veszélye egyik számítás szerint sem áll fenn.

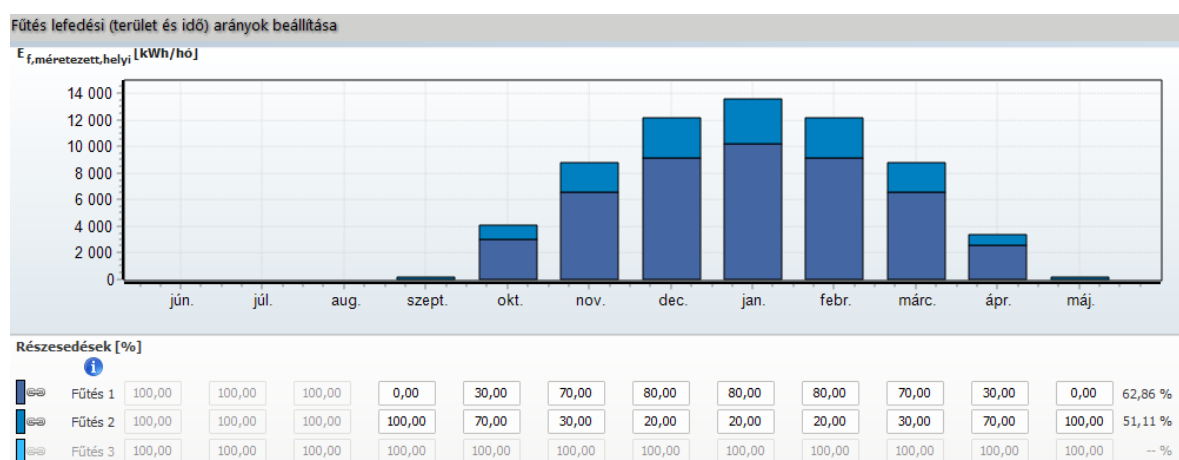
Eltérő értékek adódnak viszont a fűtési hőenergiaigény tekintetében a számítási sajátosságok okán. Az egyszerűsített számításnál a hőfokhíd mértékét 72000 hK-nek vesszük fel, a fűtési időnyt pedig a magyarországi standard szerint 4400 órának kell tekinteni október 15. és április 15. közötti időszakra vetítve. Részletes számításnál viszont meg kell állapítanunk a fűtési határhőmérsékletet az épületre vonatkozóan, ami azt a hőmérsékletet jelenti, amikor már el kell kezdeni fűteni naptári standardtól függetlenül. Ezt az átlagos belső hőmérséklet és a sugárzási nyereségek (direkt és indirekt, a sugárzásintenzitás meghatározásához) figyelembevételével és a veszteségekkel számított imperialisztikus képlettel meghatározható egyensúlyi hőmérsékletkülönbség közötti különbséggel számíthatjuk. Így a 20 Celsius fokos átlaghőmérsékletnél alacsonyabb fűtési határhőmérsékletet kapunk, mely során a keletkezett differenciát fűtéssel szükséges javítani, így az alacsonyabb határhőmérséklethez magasabb hőfokhíd és nagyobb fűtési időny hossz tartozik.

Ebből számítva a részletes számítás esetén 5918 órás fűtési időny hosszal és 78041 hK hőfokhíddal kerül számításra a fűtés fajlagos nettó éves hőenergia igénye, ami 383,59 kWh/m²a lesz, míg az egyszerűsített számításnál ennél kevesebb, 359,86 kWh/m²a. A fűtési

rendszer éves részesedése sem állandó, mely abból adódik, hogy fogyasztói beszámolás szerint a fűtés kezdetén és végén nem jellemző a primer rendszerként használt vegyestüzelésű kazán használata, valamint a két rendszer közötti használatot havi lebontásban is az jellemzi, hogy a hidegebb hónapokban elsődleges a fatüzelés, az enyhébb időjárás esetén viszont esetleges a manuális tüzelés használata. Ezek lefedési arányait az üzemeltető által megadott mértékben adtam meg a számítás során, mely az alábbi ábrákon látható.



36. ábra - Fűtési lefedési arányok egyszerűsített számítás során



37. ábra - Fűtési lefedési arányok részletes számítás során

A fenti eltérésekből adódik, hogy más lesz a fűtési rendszerek fajlagos energiaigénye és a fűtési részesedése is. Egyszerűsített számítás során a fatüzelés részesedése a fűtési idényhosszból 57,14%, energiaigénye $293,92 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ mértékre adódik, részletes számítás során ugyanez 62,86% és $302,51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. A gázkazán esetében az egyszerűsített számításnál a részesedés 42,86%, az energiaigény $142,99 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, részletes számításnál 51,11% és $172,66 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. A használati melegvíz rendszer fajlagos energiaigénye mindkét esetben megegyezik, ami $72 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Az összesített energetikai jellemző a fentiek

összegéből adódik, ami az egyszerűsített számítás során 508,92 kWh/m²a-nak felel meg, aminek kedvezőtlenségét mutatja, hogy a közel nulla követelményértéknek több mint ötszöröse. A részletes számításnál a korábban ismertetett növelő tényezők miatt az összesített energetikai tényező magasabb is lett a maga 547,17 kWh/m²a értékével. A bővebb adatokat és számítási tényezőket a korábban ismertetett mellékletek tartalmazzák.

Az energiaigényekből számítható becsült éves energiafogyasztás költsége a jelenlegi piaci árakon számítva rendeltetésszerű üzemeltetés során elérheti az egyszerűsített számítás során a 996.000 Ft-ot, a részletes szerint pedig akár 1.053.000 Ft-ra is rúghat az éves fűtési kiadás, ami az ingatlan becsült értékének az 1/10-e is lehet.

Az épület fajlagos hőveszteségtényezője 1,46-1,45 W/m³K-re adódik számítási módtól függően, ami a követelményérték 350-352%-a, a megállapított összesített energetikai tényezők alapján mindkét számítás szerint a JJ – kiemelkedően rossz energetikai minőség szerinti besorolásba kerül az épület. Ebből levonva a következtetést, mindenképpen energetikai korszerűsítésre szorul, a továbbiakban több opció egyéni és kombinált megoldásait fogom vizsgálni energetikai teljesítménynövekedés és ráfordítandó költségek tekintetében.

7.2. Energetikai korszerűsítésre tett javaslatok

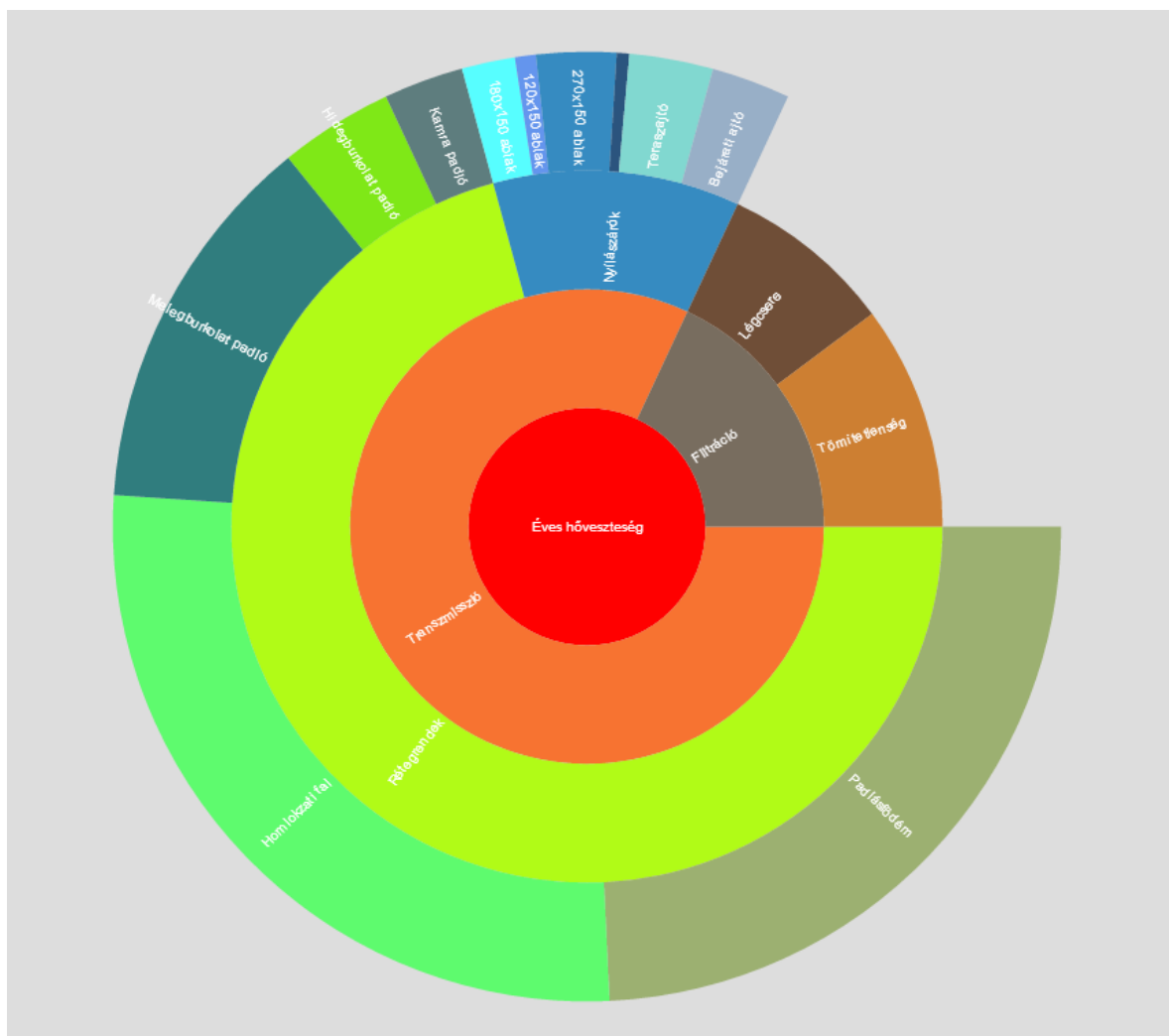
A továbbiakban az egyszerűsített számítás szerinti modellemben fogok kísérleteket tenni az épületszerkezetek és épületgépészeti rendszerek hatékonyságának növelésére és azok becsült megtérülési idejének számítására az egyszerűbb és gyorsabb számítások érdekében. Elsődlegesen az a cél, hogy a hőveszteségek csökkentésével kevesebb energiát kelljen elhasználni az üzemeltetés során, így nagyobb hangsúlyt az energiaigény csökkentésénél az épületszerkezetekre helyezem, melyek után másodlagosan közelítem meg az épületgépészeti korszerűsítés lehetőségeit.

Szerkezeti szempontokból négy nagyobb lehetőség áll rendelkezésre a hőveszteség csökkentésének érdekében:

- Homlokzati falszerkezetek teljesítménynövelése
- Zárófödém energetikai teljesítményének növelése
- Talajon fekvő padló hőtechnikai adottságának javítása

- Nyílászárószerkezetek cserélése energetikailag kedvezőbb elemekre

Az épület éves hővesztesége a transzmissziós és filtrációs veszteségek arányán túl részletesen lebontható az egyes határoló szerkezetek veszteségére is, mely mértékét az alábbi kördiagramról olvasva is szemlélhetjük.



38. ábra - Az épület éves hőveszteségének eloszlása

A fent ismertetett felújítási csoportokra bontva a falszerkezetek felelősek az összes veszteség 22,57%-áért, a zárófödém a teljes veszteség 20,4%-áért, a talajon fekvő padlók összegezve a veszteség 16,57%-áért és a nyílászárók, ha a tömítetlenségből fakadó filtrációs veszteségeket és a transzmissziós veszteségek összegét nézzük, akkor a teljes veszteség 21,41%-áért. Levonva a következtetéseket, nagyjából hasonló mértékben veszik ki a részüket az egyes szerkezetek az összképből, így érdemes külön vizsgálni a felújítás költségbeli, időbeli, illetve megvalósíthatósági mutatóit.

Padlásfödém

Mérlegelve a fenti veszteség értékeket, azzal a szerkezettel kezdem a vizsgálatomat, ami ránézésre a legegyszerűbben felújítható. A padlásfödémnél több megoldás is létezhet, ami nem feltétlen igényel szakmunkás igénybevételét, sem huzamosabb ideig tartó munkálatokat, illetve bonyolultabb anyagösszetételeket. Az egyik legkézenfekvőbb megoldás, ha a szigetetlen vasbeton födémre a padláson kerül lefektetve hőszigetelés. Tekintettel arra, hogy eddig járható padlástérként funkcionált a tetőtér, ezt a kedvező tulajdonságát nem szeretném befolyásolni olyan utólagos hőszigetelés alkalmazásával, ami nem járható felületet képezne a jövőben.

A járható padlás megőrzéséhez kétféle megoldás közül érdemes választani, az egyik egy alátétfa pallózással kialakított rácsszerkezet, melyek közé szálás, illetve polisztirolszigetelés is kerülhet, majd a pallókra rögzített járólapok fednék a hőszigetelést és biztosítanák a terhek elosztását és viselését. A másik megoldás, hogy teherbíró polisztirol lapokra közvetlen lapborítás kerülne, így a terhelést közvetett módon a hőszigetelés továbbítaná a vasbeton födém irányába. Tekintettel kell lenni viszont arra, ahogy a 29. ábrán is szemléltetve van, hogy a tetőrétegtrend kialakítása miatt a padlás erősen kitett az időjárási viszonyoknak, így a csapadéknak is.

Emiatt az elsődleges javaslatom, amire méretezni is fogok az egy teherbíró XPS hőszigetelés kialakítása, OSB lemezborítással, mely az időjárási és használhatósági követelményeknek is megfelel, elkészítése pedig szakember segítsége nélkül is elvégezhető.

Gyártó szempontjából az Austrotherm hőszigetelő lemezek közül az XPS TOP 30-as típust választom ki, mely kedvező mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, hővezetési tényezője $0,04 \text{ W/mK}$ és könnyen beszerezhető a piacon. Először azt a rétegvastagságot keresem, amellyel az alapjáraton $1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ rétegtrendi hőátbocsátási tényezőt le tudom csökkenteni a határértéknek megfelelő $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ értékre. Ehhez a számításom szerint 18 cm XPS hőszigetelés és a 1,2 cm vastag OSB lemez összessége megfelel. Természetesen lehetne optimalizálni nagyobb hőszigetelésre a réteget, hiszen a jelenlegi követelményérték csak egy aktuális mutató a hőátbocsátásra, melynek érdemes fölé kerülni, hiszen a gyakorlatban ennél kedvezőbb energetikai értéket is kaphatunk. Viszont figyelembe kell venni az eredetileg nem erre a födémvastagságra tervezett padlásteret, ahol az attikafal és talpszelemen magassága miatt a járófelület felső szintjét nem lehetséges 24 cm felé emelni, az eddig számolt vastagítással pedig már 19,2 cm-t elértünk. A maximalizálás érdekében

megvizsgálom, hogy mennyi többletköltséggel és mekkora teljesítménynövekedéssel járna, ha a hőszigetelés vastagságát 18 cm helyett 22 cm-re venném fel.

Számítás szerint a plusz 4 cm-es XPS növekménnyel a rétegrendi hőátbocsátás mértéke lecsökkenne $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re. Az összképet nézve érdemes összevetni a rétegrend transzmissziós hőveszteségének csökkenéseit, az épületre vetített összesített energetikai jellemző változását, a felújításra fektetett anyagi kiadások mértékét, illetve azt a megtérülést, amit az energiahordozók becsült fogyasztásának várható csökkenésével tapasztalunk. Előbb viszont egy harmadik felújítási javaslatot is szeretnék megvizsgálni, ami a padlásfödém nem felső bővítését, hanem alsó bővítését jelentené. Tekintettel arra, hogy az ablakkialakítások miatt a belmagasság a szokásosnál nagyobbak mondható, rendelkezésünkre áll az a megoldás, hogy egy 12 cm-es szerkezeti vastagságú álmennyezetet alakítsunk ki egységesen, melyet 10 cm-es üveggyapot hőszigeteléssel ellátva növelni lehet a zárófödém hőtechnikai tulajdonságait, illetve csökkenteni lehet a belső fűtött térfogatot egyaránt.

Itt többletmunka és többletköltség az álmennyezet kialakítása, ezzel szemben csökkenthető a padlástérbe tervezett XPS mennyisége, melyet 10 cm-re veszek fel a kedvező táblaméret megtartása miatt. A fűtött térfogat csökkenése nagyjából 5%-ra tehető mindössze, a rétegrend hőátbocsátása pedig $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ -re tehető, melybe az álmennyezet kialakításánál fennálló hőhidakat nem veszek külön figyelembe. A rétegrend kialakítása miatt viszont megnő a valószínűsége a rétegrenden belüli párakondenzációnak, melyet mérlegelni kell.

Költségeit tekintve az első megoldásnál szakember segítsége nélkül mindössze a hőszigetelés és a lemezborítás költségeit kell számolni, mely jelenlegi piaci árakon erős becsléssel (XPS: $13.300 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$, OSB: $3150 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$) 1,9 millió forintra tehető. A második megoldás vastagabb hőszigeteléssel (XPS: $16.200 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$, OSB: $3150 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$) 2,23 millió forintra tehető. A harmadik megoldás ahol már szakipari segítséggel is számolni kell, (XPS: $7.400 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$, OSB: $3150 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$, Üveggyapot: $1140 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$, Álmennyezet anyag + munkadíj: $9500 \text{ Ft/m}^2 \cdot 115 \text{ m}^2$) 2,44 millió forintra becsülhető. A három megoldás közötti különbségeket a 3. és 4. számú táblázat tartalmazza.

	Rétegrend hőátbocsátása [W/m ² K]	Éves rétegrendi hővesztesség [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]
Eredeti állapot	1,14	8739,39	517,94
XPS 18 cm	0,17	1281,91	428,88
XPS 22 cm	0,14	1080,64	426,47
XPS 10 cm + Üveggyapot 10 cm	0,16	1221,62	424,20

3. táblázat - Padlásfödém felújítási opciók energetikai összevetése

	Felújítási becsült költségek [Ft]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	-	996.000
XPS 18 cm	1.900.000	829.500
XPS 22 cm	2.230.000	824.000
XPS 10 cm + Üveggyapot 10 cm	2.440.000	820.000

4. táblázat - Padlásfelújítási opciók költségbecslési összevetése

Az összevetésből azt a következtetést vonhatjuk le, hogy bármelyik opció jelentős energetikai hatékonyságnöveléssel járna, viszont műszakilag kis differenciális változás van közöttük. Anyagi megfontolásból a 4 cm-rel nagyobb hőszigetelés nem jelentene annyival nagyobb előnyt, mint amennyi ráfordítást igényel. Az első és harmadik megoldás között nagyobb költség ráfordításából kedvezőbb lehet az utóbbi módszer, viszont bonyolultsága és párovezetési esetleges problémák miatt ha javasolnom kellene egy megoldást a felsoroltakból, akkor az elsőt választanám. Az alkalmazott anyagok jelentős többletköltsége miatt érdemes lehet megvizsgálni azokat a lehetőségeket, melyek a tetőtér felújításával járnak, ide értve a csapadék elleni védekezést és a nem járható padlástér gondolatát, melyek a felújítási költségeket jelentősen csökkentenék.

Homlokzati fal

A homlokzati fal vizsgálásánál egy olyan helyszíni probléma áll fenn, ami korlátozza a gyakorlatban is alkalmazható szigetelés vizsgálatok mennyiségét. A helyszíni fotókból is láthatóan az épület beépítettsége miatt nem lehet tetszőleges vastagsággal növelni a rétegrendet, hiszen az érintkező lépcsők, kapuk és melléképületek jelentős átalakítása és bontása lenne szükséges ehhez, ami jelen dolgozatban nem vizsgálok. Így előzetesen meghatározva, amennyiben a jelenlegi külső vakolat csiszolásra kerül, maximum 12,5 cm-mel növelhető a vastagsága a falnak.

Hőtechnikai tulajdonságai miatt az Austrotherm Grafit reflex EPS homlokzati szigetelést választom, amely hővezető tényezőjének $0,03 \text{ W/mK}$ tervezési értéke egyéb homlokzatszigetelési rendszerekkel összevetve igen kedvezőnek mondható. A ragasztással és vakolással hozzáadódó abszolút vastagság miatt 10 cm-es EPS vastagságot engedhetek meg a tervezésnél. Ezzel kiegészítve az eredeti rétegrendet pont a jelenlegi követelményértéknek megfelelő $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ -es rétegrendi hőátbocsátási tényezőt tudja elérni a homlokzati fal.

A teljes homlokzat hőszigetelésére hozzá kell számolni a külső méretek miatt keletkezett többletfelületet, mely így 144 m^2 -re vehető fel. Ebben a felületben benne van a mellékhelyiség által takart külső felület is, illetve hiányzik még a lábazati fal külső felülete, melyet eddig hőhíd számolásnál a vonalmenti hőveszteség miatt felületét tekintve nem vettem figyelembe. Az egyszerűség kedvéért jelen kalkulációnál mindkettőt elhanyagolom és csak a megállapított 144 m^2 -rel számolok tovább.

Költségeit tekintve a hőszigetelő táblákon túl a rögzítés anyagmennyiségével, a vakolattal és a szakmunka díjával is számolnom kell. Ezzel a felbontással becsülve a költségeket (EPS: $5000 \text{ Ft/m}^2 \cdot 150 \text{ m}^2$, Rögzítéstechnika $\sim 200.000 \text{ Ft}$, Vakolat $\sim 400.000 \text{ Ft}$, Munkadíj $\sim 1.750.000 \text{ Ft}$) a felújítás becsült kiadása nagyjából 2,56 millió forintba tehető. Az eredeti állapottal történő összevetést az 5. és 6. számú táblázat tartalmazza.

	Rétegrend hőátbocsátása [W/m ² K]	Éves rétegrendi hővesztés [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]
Eredeti állapot	0,99	9668,36	517,94
EPS Grafit 10 cm	0,24	2300,10	429,94

5. táblázat - Homlokzati hőszigetelés energetikai teljesítménye

	Felújítási becsült költségek [Ft]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	-	996.000
EPS Grafit 10 cm	2.560.000	831.683

6. táblázat - Homlokzati hőszigetelés anyagi összevetése

Következtetésként levonható, hogy a várható teljesítménynövekedés hasonló mértékű a padlásszigeteléshez, kis mértékben kedvezőtlenebb áron. Ez viszont a tényleges épület esetén egy becsült érték a korábban ismertetett egyszerűsítések miatt.

Talajon fekvő padló

A homlokzati falhoz hasonlóan a talajon fekvő padló vizsgálatánál is geometriai korlátok nehezítik a tervezést. Amennyiben feltétlen szeretnénk ennek a szerkezetnek a hőtechnikai tulajdonságait javítani, fel kell bontani az eredeti rétegrendben a burkolaton kívül a perlitbeton réteget is a vízszigetelésig. Szigetelésnek itt is egy Austrotherm terméket, az UNIPLATTE XPS lemezeket alkalmaznám, melyet a gyártó kifejezetten padló utólagos hőszigetelésére javasol a kedvező méretkialakítás miatt. Itt a ragasztással és a felszíni aljzatkiegyenlítéssel együtt a 4 cm vastag lemezeket tervezem be a padlórétegrendbe, mely így a burkolat felületkialakításával együtt nem haladja meg az eredeti padlószint magasságát.

Ezzel a rétegrendi módosítással a melegburkolati padló rétegrendi hőátbocsátási tényezője 0,73 W/m²K-re javul, a hidegburkolattal ellátott padló (ide besorolva a korábban külön számolt kamra padlót is) 0,78 W/m²K-re változik.

Költségek tekintetében ez egy komplexebb terület, ugyanis jelen esetben számolni kell a bontási munkálatok (kb. 4500 Ft/m²*110 m²) a szigetelési munkálatok (kb. 5000 Ft/m²*110 m²) és a burkolási munkálatok (kb. 7500 Ft/m²*110 m²) költségeivel is. Ezen felül a

különleges hőszigetelés anyagkölségeivel ($15.300 \text{ Ft/m}^2 \cdot 110 \text{ m}^2$) és a parkettaburkolat (kb. $4000 \text{ Ft/m}^2 \cdot 110 \text{ m}^2$) és hidegburkolat (kb. $5000 \text{ Ft/m}^2 \cdot 110 \text{ m}^2$) árával is, ami összesen becsülve 4,5 millió Ft lehet kiadások tekintetében. Jelen esetben a számítási módszerek esetén a részletes számítás alapértékeiből kell kiindulnom, ugyanis az veszi figyelembe a padló felületi rétegrendjének módosulását számottevően. Az eredeti állapottal történő összevetést a 7. és 8. számú táblázat tartalmazza.

	Rétegrend hőátbocsátása [W/m ² K]	Éves rétegrendi hővesztesség [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]
Eredeti állapot (meleg és hidegburkolat esetén)	1,62 és 1,85	4395,24	547,17
UNIPLATTE XPS (meleg és hidegburkolat esetén)	0,73 és 0,78	2866,4	511,52

7. táblázat - Utólagos padló hőszigetelés energetikai teljesítménye

	Felújítási becsült költségek [Ft]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot (meleg és hidegburkolat esetén)	-	1.053.808
UNIPLATTE XPS (meleg és hidegburkolat esetén)	4.500.000	978.222

8. táblázat - Utólagos padló hőszigetelés anyagi összevetése

A táblázatokból az látszik, hogy a rétegrend hőátbocsátásánál és az éves rétegrendi hővesztésnél ilyen vékony hőszigeteléssel is el lehetett érni jelentősebb változásokat, viszont az összesített energetikai jellemző és a becsült fogyasztásnál mérsékelt javulást lehet tapasztalni. Érdekes tehát mérlegelni, hogy ilyen jelentős felújítási összegek mellett mennyire élvez prioritást a padlórétegrend bolygatása. Visszont megfordítva a felvetést, amennyiben az ingatlan burkolatcserén esne át, érdemes lehet mérlegelni a szigetelés letételét is.

Nyílászárók

Utolsó épületszerkezeti felújítási javaslatként a homlokzati nyílászárók cseréjét vizsgálom. A korszerűtlen, régi fa ablakokat korszerű műanyag ablakokra cserélem, jelen esetben a tokméreteket megtartva, bár érdemes lehet vizsgálni esetlegesen az üvegezett felületek csökkentésének lehetőségét is. Az ablakok 6 légkamrás műanyag profillal készülnek, fémmerevítéssel, kétrétegű üvegezéssel, melyek Low-e bevonattal és argon gázos kitöltéssel készülnek.

Bejárati ajtónál egy hasonló üvegezett felülettel készített, műanyag ajtót választok, a teraszajtónál pedig teljesen üvegezett, kétszárnyú műanyagajtót tervezek a felújítási javaslatba. Ezeknek a gyári hőátbocsátási értéke megfelel az előírt követelményeknek, a program által számítva a tájolást is figyelembe véve viszont pár tized W/m^2K -nel magasabb lesz az átbecsátása, melyet tovább már nem optimalizálok.

Költségbecslés kapcsán több gyártó hasonló termékeit összevetve az ablakok költségének összegéhez (120*150: 1 db * kb.70.000 Ft, 180*150: 2 db * kb.120.000 Ft, 270*150: 2db * kb.190.000 Ft, 60*60: 3 db * 35.000 Ft) hozzáadom a bejárati ajtók anyagköltségét (kb. 130.000 + 220.000 Ft) a szállítási és bontási, beépítési munkálatok díjával együtt (kb. 90.000 Ft) ami nagyjából 1,25 millió forintos beruházási költséggel érdemes számolni jelenleg.

Amennyiben az épület jelenlegi állapotán csak a fenti nyílászárócserével szeretnénk javítani energetikai szempontokból, a 9-10. táblázat szerinti változásokat tapasztalhatnánk, hőveszteség esetén a transzmissziós és filtrációs veszteséggel együtt számolva.

	Nyílászárók hőátbocsátása [W/m ² K]	Éves hőveszteség [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]
Eredeti állapot	2-2,35 (ajtók 7,5-8)	9171,39	517,94
Nyílászárócserével	1,2-1,5	1904,15	435,93

9. táblázat - Nyílászárócseré energetikai teljesítménye

	Felújítási becsült költségek [Ft]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	-	996.000
Nyílászárócserével	1.250.000	844.000

10. táblázat - Nyílászárócseré anyagi összevetése

A táblázatokból látszik, hogy igen kedvező lehet a nyílászárók cseréje, amihez erősen hozzájárul a jelenleg beépített, erősen tömítettlen nyílászárók filtrációs hővesztése is.

Épületgépészeti felújítás

Személyes véleményem, hogy bár az alkalmazott épületgépészeti rendszerek fogyasztásban és hatékonyságban is cserére szorulnának az épületben, az energetikai javítást először a hővesztések csökkenésével kell kezdeni a korábban ismertetett épületszerkezeti javításokkal, utána érdemes a fűtési és melegvízellátási rendszer felülvizsgálatát végrehajtani.

Az épület esetén arra a következtetésre kell jutnom, hogy mértékadó javulás eléréséhez nem elegendő 1-1 komponens cseréje vagy korszerűsítése, így jelen példánál egy komplex hálózati felújításra és újra gondolásra teszek javaslatot. Primer fűtési rendszernél a vegyestüzelésű kazán fa fűtőanyaggal történő hőtermelését alapszáron jónak vélem. Megújuló energiaforrás kategóriába lehet sorolni a fatüzelést, ezt vidéki környezetben a jelenlegi formájában nem is cserélném, mindössze az általa termelt és leadott hő hatékonyságnövelésében látom az elsődleges lépést a rendszer cseréjének.

A jelenleg statikus szabályozással működtetett öntöttvas radiátorok manapság elavultnak tekinthető részben teljesítményük, részben üzemeltetési tulajdonságaik miatt. Felfűtésük több időbe kerül, valamint kialakításuk miatt az alacsonyabb fűtési hőfokon működtetett hőtermelők beüzemelése sem opcionális. A felújítás első lépéseként ezeknek a radiátoroknak a lecserélését javaslom, acéllemezes lapradiátorokra, melyek szélesebb hőfoklépcsőn tudnak jó teljesítményen működni.

Második lépésként az állandó hőmérsékletű gázkazán kivételét javaslom a rendszerből. Ennek helyére egy zárt égésterű kombi gázkazán beüzemelését javasolnám a fűtött téren belül a fürdő helyiségbe beépíteni. Ez másodlagos fűtési rendszerként időjáráskövető szabályozással és a használati melegvíz rendszer elsődleges hőtermelőjeként megfelelő párosítást alkotna a vegyes tüzelésű kazánal, optimalizált fogyasztással és szabályozott fűtésével.

A felújítás költségként anyagdíj a radiátorok cseréje (kb. 300.000 Ft), a kazán cseréje (kb. 350.000 Ft), illetve a szerelvények, kémény és termosztát anyagdíja (kb. 250.000 Ft). Munkadíjként a teljes felújítás a radiátorok le és felszerelése, rendszer átalakítása, kazán

beépítése egy jelentősebb munkára számolható fel (kb. 800.000 Ft), amik összegzéseként a teljes rendszerátalakítás díja kb. 1,7 millió forintra tehető.

Külön a gépészeti felújítás hatását nem vizsgálom az eredeti épületre, ennek a korszerűsítésnek az előnyeit a továbbiakban az eddig ismertett szerkezeti felújítások kombinációjánál fogom vizsgálni. A fűtési és melegvíz rendszer felújításán túl az áramhálózat korszerűsítését is vizsgálni lehetne, illetve a fatüzelésen túl egyéb megújuló energiatermelők beüzemelését is lehetne javasolni (pl. napelem, hőszivattyú), viszont az épület állagát tekintve úgy vélem, hogy az eddig ismertett lehetőségek is jelentős pozitív változást okozhatnak, melyek javasolt együttes alkalmazásait mutatom be a továbbiakban.

Korszerűsítési javaslatok kombinációja

Bár a korábban bemutatott felújítási javaslatok egyenként is jelentősen javíthatnak az épület energetikai hatékonyságán, a kombinált és komplex korszerűsítés ad érdemi javulást az épület energetikai hatékonyságában. Példának okán előrelépés, ha a padlás hőszigetelése miatt a födémén keresztül nem tud távozni a belső hő, de annak ellenére a szigetetlen falakon és a régi nyílászárókon keresztül továbbra is hőveszteséggel kell számolni. Természetesen előfordulhat, hogy a szükséges korszerűsítések anyagi kiadásaira nem feltétlen tud az ingatlan tulajdonosa teljes mértékben reagálni, így érdemes vizsgálni azokat a lehetőségeket, amikor csak bizonyos felújítások beruházása valósul meg, hogy azok esetén mekkora teljesítménynövekedéssel lehet számolni. Az alábbi példákban ezek összevetését fogom szemléltetni.

Első esetben az érdemi bontással nem járó szigetelések kombinációját vizsgáltam, amikor egyszerre történik meg a zárófödém és a homlokzati falak hőszigetelése, melynek összehasonlítását az eredeti állapottal a 11. táblázat tartalmazza.

	Épület éves hővesztesége [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	42842,56	517,94	996.000
Födém- és homlokzatszigeteléssel	27361,77	333,05	630.000

11. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye

A nagyjából 4,4-4,5 millió forintba becsült beruházás a kalkulált értékek alapján az éves hőveszteséget kevesebb, mint az eredeti érték kétharmadára csökkentheti, a jelenleg alkalmazott fűtési rendszerek és az aktuális energiaköltségek tekintetében hozzávetőlegesen 12 éven belül térülne meg konstans értékekkel számolva. Érdekes viszont megnézni, hogyha az épületszerkezetek ilyen mértékű javítása mellett a korábban javasolt épületgépészeti módosítások is megvalósulnának, akkor az eredeti állapothoz képest milyen javulást tapasztalhatunk, melyet a 12. táblázat szemléltet.

	Épület éves hővesztesége [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	42842,56	517,94	996.000
Födém- és homlokzatszigeteléssel, gépészeti módosítással	25506,38	268,06	526.000

12. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye épületgépészeti felújításokkal

Ahogy látható az éves hőveszteség a korszerűbb gépészeti kialakítás mellett nem csökken érdemben, ami várható is volt, hiszen az épületszerkezetek, amik nem kerülnek így továbbra sem javításra továbbra is engedik a hő kifelé terjedését. Ezzel szemben az épület összesített energetikai jellemzője nagyobb mértékben javulna az optimálisabb fűtésnek köszönhetően.

Mivel az alapvető célom, hogy a veszteségeket csökkentsem, vissza kell kanyarodnom az épületszerkezeti felújítások lehetőségeihez, mely további racionalizálásra szorul. Gyakorlatiasabb szemmel nézve amennyiben a költségkeret engedi, célszerű lenne a homlokzati falak felújításával egyidőben a nyílászárók cseréjét is elvégezni, mely nem jelentene utólagos szerkezetbontási feladatokat. Így a következő esetben a födém- és homlokzati szigetelésekkel egyidejű nyílászárócseré hatását vizsgálom, melyet a 13. táblázatban szemléltetek.

	Épület éves hővesztése [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	42842,56	517,94	996.000
Födém- és homlokzatszigeteléssel, nyílászárócserevel	17684,31	256,90	471.000

13. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye nyílászárócserevel együtt

A táblázatból olvasott értékek azt mutatják, hogy az előző opciónál alacsonyabb becült beruházási keretből megvalósított felújítás az épület teljes hővesztéseinek hozzávetőlegesen 60%-os csökkentésével járna, illetve az összesített jellemző és az energiafogyasztási költségek terén is megtérülőbb lenne. Ettől függetlenül továbbra sem érdemes hosszútávon meghagyni az elavult épületgépészeti rendszert, így a 14. táblázatban már azok az értékek kerülnek szembe az eredeti állapot jellemzőivel, mely a födém- illetve homlokzatszigeteléssel egybekötött nyílászárócsere után az épületgépészeti rendszer felújításával keletkeznének.

	Épület éves hővesztése [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	42842,56	517,94	996.000
Födém- és homlokzatszigeteléssel, nyílászárócserevel, gépészeti felújítással	15915,88	189,46	367.000

14. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye nyílászárócserevel és gépészeti felújítással együtt

Ebben az esetben az épület energetikai besorolása már elérné az átlagosnál jobb (EE) osztályt is, melyhez képest az eredeti állapot jellemzője háromszor magasabb. Ez természetesen az általam vázolt gépészeti felújítással alakulna így, melyet más módszerek esetén még tovább is lehetne javítani akár energiafogyasztási költségek terén is, viszont a dolgozat során javasolt kialakításnál is lehetne még vizsgálni külön azokat a faktorokat, melyek nem kerültek számszerűsítésre, mint például a komfortérzet alakulása vagy a fűtés során befektetett manuális befektetett munka igénye. Utolsó példának azt az esetet is

megvizsgálom, mely során az előbbi eseten túl az épület padló rétegrendjében is változásokat eszközölünk, hogy milyen javulást lehetne még elérni a jelenlegi padozat bontásával és utólagos hőszigetelésével, amit a 15. táblázat mutat.

	Épület éves hővesztesége [kWh/a]	Épület összesített energetikai jellemzője [kWh/m ² a]	Becsült energiafogyasztási költségek [Ft/év]
Eredeti állapot	42842,56	517,94	996.000
Komplex felújítás után	15032,66	179,61	347.000

15. táblázat - Komplex felújítás eredménye

Amennyiben a korábban bemutatott padló felújítási javaslat szerint történik a felújítás, az előző példához képest már mértékadó javulást nem feltétlen tud adni a beruházás. Természetesen ebben az esetben is lehetne más megoldásokat vizsgálni, melyek több bontással vagy jóval költségesebb szigetelés alkalmazásával járnának (pl. aerogél szigetelés), hiszen akkor teljesítményben nagyobb javulást lehet elérni, kérdés hogy a belefektetett munka, szerkezeti módosítás és az okozott összköltségek mekkora mértékben térülnének meg egy ilyen utólagos szigetelésnél.

Javaslatok összegzése

Az előzőekben bemutatott felújítási kombinációkat az eredeti állapothoz képest összegezve táblázatosan összehasonlítottam, melyet a 9. számú melléklet tartalmaz. Ebből látható, hogy a képletesen számolható hőveszteség és energetikai jellemző kapcsán viszonylag hasonló százalékos eltéréseket tapasztalhatunk.

A beruházások megtérülését kizárólag az eredeti becsült éves energiafogyasztási költségek különbözetéből kalkuláltam, ami így konstans fogyasztást és ártartást feltételez, a valóságban a felhasznált energiahordozók ár növekedése, illetve a piaci árak változása és az infláció mértéke befolyásolja a megtérülési időt. A teoretikus számítások szerint a komplex felújításon kívül nagyjából azonos megtérüléssel lehet viszont számolni, ami 12 (+/- 1) év. Ebből arra lehet következtetni, hogy amennyiben rendelkezésre áll a felújításokra a szükséges keret, nem érdemes tolni az egyes felújítási fázisokat évekig.

8. Összefoglalás

A dolgozatom során vizsgált épület bizonyos tekintetben egyedinek feltételezhető, hiába ismertettem egy korábbi fejezetben a kockaházak sablonszerű kialakításának és építési trendjének a hasonlóságát. Azért mondanám egyedinek, hiszen az épület bemutatásánál is említett belmagassági kialakítás, a helyiségek elhelyezkedése, tájolása és funkciója, a jelenleg is használatban lévő fűtési rendszer nem feltétlen igaz a többi kockaházra. Az építések a kor szellemében hőszigetelési szempontú perlithabarc és perlitbeton rétegek sem feltétlen kerültek más kockaházaknál kialakítva, továbbá az ingatlan mikroklímája és benapozottsága sem hasonlítható össze a maga dél-békési elhelyezkedésével például egy nógrádi völgyben található hasonló kockaházzal. Arról nem is beszélve, hogy régióként és településenként is ugyanennek az ingatlannak más piaci értéke lenne, a jelenleg nagyjából 8-10 millió forintos ingatlanár helyett például az ország észak-nyugati részén akár 3-4x-es növekedéssel lehetne számolni, míg a felújításra becsült költségek közel azonosak maradnának.

Ettől függetlenül erős feltételezések alapján mégis érdemes lehet akár országos következtetéseket tenni az energiahatékonyság javításának érdekében. A 2.2-es fejezetben hivatkozott feltételezésben azzal éltem, miszerint ha az országban található „Kádár-kockákat” közel nulla energiaszintűre fel lehetne újítani, akkor azzal 31,2 PJ energiát lehetne megtakarítani, ami a 2021-es lakossági végsőenergiafelhasználásának közel 12%-át jelentené”. A vizsgált épületnél nem sikerült elérni a javasolt felújításokkal a közel nulla energiaszintet, viszont érdemes megnézni, ha a jelenleg is üzemeltetés alatt álló 850.000-1.000.000 kockaházaknak akár csak a fele hasonló energetikai besorolásban található és közel azonos felszereltséggel rendelkezik, akkor mennyi energiát lehetne megspórolni nemzetgazdaságilag éves szinten az általam vázolt felújítási mértékekkel.

A vizsgált épületünk jelenlegi nettó fűtési energiaigénye 35.014 kWh évente, ami átszámolva nagyjából 126,1 GJ energiát jelent, ez ha csak a jelenlegi becsült kockaházállomány felére igaz, az éves szinten 50,5 PJ energiát jelent. A felújított épületmodell számítása szerint ez lecsökkenhet 10.357 kWh/a értékre is, mely 15 PJ éves energiaigényt jelent a feltételezett állományra. Az általam számolt 35,5 PJ-os csökkenés nagyobb a kutatás szerinti értéknél még úgy is, hogy a felújítással nem érné el a kockaház a közel nullás szintet, így ezt szigorúan csak spekulációként szabad értelmezni, viszont ha

ténylegesen ekkora csökkenést lehetne elérni országos szinten, az energiaértékben átszámolva nagyjából 1 milliárd köbméternyi földgázzal lenne egyenértékű, ami a Magyarország éves fogyasztásának nagyjából 10-11%-ával egyezik meg.

Ezzel szemben az összes ingatlanra vetített beruházási költség elméleti szinten 3000 milliárd forinttal egyezne meg, bár hiú ábrándokat nem kergetve egy teljesen ekkora volumenben megvalósuló felújítási program esetén piaci leszabályzás nélkül (például árstop rendszer) ez az összeg a közgazdaságtan szabályai szerint növekedne.

Arról viszont nem szabad elfeledkezni, hogy bár hozzávetőlegesen számszerűsíthető a kockaházak hazai állományszáma, a korábbiakban ismertetett eltérések mellett nem lehet statisztikailag azt sem számszerűsíteni, hogy az építésük óta melyik épületeknél volt olyan tulajdonos, aki akár az energiahatékonyság jegyében, akár egyéb megfontolásból már végzett a saját épületén ilyen célú felújításokat, akár szigetelés akár nyílászárócseré vagy gépészeti felújításokat ide értve, melyekre nem érvényesek a spekulált számok.

Az egy lakásra vetített felújítási költségek és az abból származó energiaspórolás viszont rávilágít arra is, hogy a jelenlegi ingatlanárak mellett megéri befektetni elhelyezkedéstől függetlenül Kádár-kocka vásárlásba. Amennyiben valaki családi ház vételre adja a fejét, hiszen látható, ha az állaga miatt alacsonyabb árú korszerűtlen ingatlan vásárlási ára mellett a becsült felújítási költségeket és időt is hajlandó rááldozni az ember, majdnem hogy korszerű épületet képes a 40-60 éves házból varázsolni, egy új ingatlan árának töredékéért. Emellett külön érdemes lehet megvizsgálni azt is, hogy ezzel még egy kedvező LCA adatokkal is rendelkező új építésű ingatlan vételével szemben mennyivel környezetbarátabb a már meglévő lakásállomány felújítása és vásárlása.

Visszatérve a ténszerűségek mezejére, akár a vizsgált épületre vonatkozóan, akár a típusát tekintve megállapítható, hogy jelentős energiamegtakarítási és felújítási potenciállal rendelkezik a kockaház. Ismerve az építőanyagait és az épület kialakítását pedig könnyen tervezhető az energiahatékonysági rehabilitációja. A vizsgált lehetőségekkel és kombinációkkal pedig a beavatkozás mértékével arányosan hozzá lehet járulni a tulajdonságainak javításához. Érdemes lehet ezen felül viszont más fejlesztési módszereket és területeket is vizsgálni, amikre a dolgozat során sajnos nem jutott idő. Ide értve más szigetelési módok és anyagok alkalmazását, a vizsgálat során alkalmazott jogszabályi pontoknak megfelelő megújuló energia felhasználásának mértékén túl azokat a felújításokat, melyek kifejezetten ilyen irányba mutatnának, például napenergia vagy geotermikus energia

felhasználásának terén. Ezeket leszámítva úgy gondolom, hogy a kutatás elérte a célját és számszerűen, valamint teoretikus jelleggel is hasznos következtetéseket sikerült levonni a Kádár-kockák energiahatékonysági lehetőségeivel kapcsolatban.

9. Abstract

In my thesis I, summarized the development of the building industry in Hungary, as well as how today's residential norms formed, along with trends of the last decades. I made evaluations on the topic of sustainable development and energy efficiency and created a detailed extract on the legal background of energy calculations.

I analyzed the topic of the so-called "Kádár Square Houses" in several aspects. Starting at the history and the name of it and finishing up with an own, individual example. I worked with a software, which was made for specifically energy calculations, and checked quite a few possible renovation options with detailed numbers on savings. I compared most of the possibilities and made several proposals depending on the budget of the owner.

10. Irodalom- és forrásjegyzék

- [1] KSH, *A háztartások és lakások megoszlása, a lakások mennyiségi és minőségi mutatói régió és településtípus szerint, 2010-2020.* (https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0048.html)
- [2] KSH, *Lakásállomány, laksűrűség, január 1., 1990-2023.* (https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0002.html)
- [3] KSH, *Lakás- és üdülőépítés, 1960-2022.* (https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0007.html)
- [4] Forrás: Magyar Energhatékonyági Intézet (<https://mehi.hu>, megtekintve: 2023.10.13.)
- [5] Kiss Dániel (2017): *Parasztház, Kádár-kocka, panel vagy lakópark – hol lakik a magyar?*, Lechner Tudásközpont
- [6] Mészáros Ábel (2017): *Útkeresés a 70-es évek lakásépítésében I.*, Lechner Tudásközpont
- [7] Tóth Anita Eszter: *Ha felépül végre a házunk...*, archivnet.hu, 5. évfolyam 2. szám 2005. (megtekintve: 2023. 11.01.)
- [8] Winkler Márk (2021): *„Ha így nézem polgári, ha úgy nézem szocialista.” – interjú Tamáska Mátéval a kockaházak múltjáról és jelenéről*, epiteszforum.hu (megtekintve: 2023. 11.01.)
- [9] Hornyik Sándor: *A posztkommunista „magyar kocka”*, MÉ Utóirat 2014/4.
- [10] Tóth Zoltán: *Melyik ház a „kockaház”?*, Korall 40. 2010. 5-44.
- [11] Tóth Tünde Krisztina: *kockasors – Magyarország kockaházak épületállományának kialakulása, átalakulása és jövőbeni újraértelmezése a társadalmi és szociális változások hatására*, TDK, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar, 2018.
- [12] Hulesch Máté, Winkler Márk (2021): *A Kádár-kockákban rejlő energiahatékonyági felújítási potenciál* (epiteszforum.hu, megtekintve 2023.11.03.)
- [13] Forrás: Lakáskultúra (<https://www.lakaskultura.hu/hirek/kockahaz-kadar/>, megtekintve: 2023.11.03.)
- [14] Bajmócy Péter, Györki Andrea: *A szuburbanizáció virágkora és hanyatlása Magyarországon*, Településföldrajzi Tanulmányok Évf. 1. szám 2/2012
- [15] Plöchl Kara, Obádovics Csilla: *A CSOK-támogatást igénylők vizsgálata az előzetes gyermekvállalás és az ingatlanszerzés mértéke szempontjából egy hitelintézet adatai alapján*, Hitelintézeti Szemle, 20. évf. 3. szám, 2021. szeptember, 80-109.
- [16] Futó Péter (2023): *Így élünk 2023-ban Magyarországon - Tíz látványos ábra a hazai lakásállományról* (portfolio.hu, megtekintve 2023.10.06.)
- [17] KSH, *Jövedelem és fogyasztás* (<https://www.ksh.hu/stadat?lang=hu&theme=jov>)
- [18] KSH, *Egy lakás átlagos négyzetméterára régió és épülettípus szerint, 2007-2022.* (https://www.ksh.hu/stadat_files/lak/hu/lak0028.html)
- [19] Portfolio (2023): *3,5%-kal csökkent a reálbér Magyarországon* (portfolio.hu, megtekintve 2023.10.06.)
- [20] KSH, *Lakás* (https://www.ksh.hu/stadat_files/?lang=hu&theme=lak)

- [21] KSH, *Egy főre jutó bruttó és nettó jövedelem régió és településtípus szerint* (https://www.ksh.hu/stadat_files/jov/hu/jov0045.html)
- [22] KSH, *Fenntartható fejlődési célok, 2022.* (<https://ksh.hu/s/kiadvanyok/fenntarthato-fejlodes-indikatorai-2022/2-7-sdg-5#1-abra>)
- [23] KSH, *A foglalkoztatottak távmunkavégzésének alakulása, 2019-2023.* (https://www.ksh.hu/stadat_files/mun/hu/mun0117.html)
- [24] Forrás: Bankmonitor (<https://bankmonitor.hu/csok-feltetelei/>, megtekintve: 2023.10.08.)
- [25] Forrás: Magyar Energiahatékonysági Intézet (<https://mehi.hu/az-energiahatekonysagrol-magyarorszagon/>, megtekintve: 2023.10.13.)
- [26] Sáfian-Farkas Fanni (2021): *Ezermilliárdokat dobtunk ki 5 év alatt az ablakon a rossz lakásfelújításokkal* (masfelfok.hu, megtekintve: 2023.11.05.)
- [27] Szalay Zsuzsa (2022): *Egy Kádár-kocka is lehet fenntartható és egy új építésű társasház szennyező. Anyagválasztás, felújítás és beépített kibocsátások* (masfelfok.hu, megtekintve: 2023.11.05.)
- [28] Hulesch Máté, Winkler Márk (2021): *A kockaházakról építész szemmel* (epiteszforum.hu, megtekintve 2023.11.03.)
- [29] Baji Gál Imréné Szarvas Nóra (2022): *Megéri felújítani, ha emelkednek a rezsiköltségek* (mnb.hu, megtekintve: 2023.11.05.)
- [30] 176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet az épületek energetikai jellemzőinek tanúsításáról.
- [31] Energiaügyi Minisztérium (2023): *Épületek energetikai jellemzőinek meghatározása – számítási módszer* (<https://kormany.hu/dokumentumtar/epuletek-energetikai-jellemzoinek-meghatarozasa-szamitasi-modszer-2>, megtekintve: 2024.01.03.)
- [32] BPMK (2023): *Változott az épületenergetikai és a tanúsítási rendelet* (<https://bpmk.hu/index.php/component/k2/item/1447-valtozott-az-epuletenergetikai-es-a-tanositasi-rendelet>, megtekintve: 2024.01.03.)
- [33] Keszthelyi István (2021): *Jó esélyek nyílnak a fatüzelés előtt* (e-gepesz.hu, megtekintve: 2023.01.05.)
- [34] Wikipédia: *Tótkomlós* (<https://hu.wikipedia.org/wiki/T%C3%B3tkoml%C3%B3s>, megtekintve: 2023.01.07.)
- [35] *Tótkomlós népessége* (<http://nepesseg.com/bekes/totkomlos>, megtekintve: 2023.01.07.)
- Bársony István, Magasépítéstan I., Szega Books Kft., Pécs, 2008.
- Dr. Tóth Elek, Építéstechnológia I. előadás, Műegyetem, 2018.
- Dr. Nagy Balázs, Többdimenziós projektelemzés előadás, Műegyetem, 2021.
- Puskely Gergő Pál, hallgatói jegyzetek, MATE, 2023.

11. Ábra- és táblázatjegyzék

1. ábra - Hazai épületek energiahatékonysága [4].....	4
2. ábra - A hazai lakásállomány leggyakoribb építési időszaka szerinti megoszlása az előző évtizedben (forrás: Lechner Tudásközpont).....	5
3. ábra - A lakásállomány időbeli alakulása Magyarország településein (forrás: Lechner Tudásközpont).....	6
4. ábra - Házgyári technológiával épülő Óbudai lakótelep a régi Óbudai házakkal (forrás: Fortepan Nr. 47357 Óbudai Múzeum)	7
5. ábra - Kockaházak történeti idővonala [9]	8
6. ábra - Kertes és ólas kockaház típusok (forrás: Tóth Tünde Krisztina - kockasors, TDK).....	10
7. ábra - Végso energiafelhasználás megoszlása az egyes ágazatok között, 2021 (forrás: Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve)	11
8. ábra - Épített lakások száma Magyarországon 1981-2010 (forrás: KSH).....	14
9. ábra - Lakások számának alakulása az elmúlt évtizedben (forrás: KSH)	15
10. ábra - Lakásépítések számadatai 2011-2023 (forrás: KSH)	16
11. ábra - Reálkereset alakulása [forrás: KSH, Portfolio][19]	16
12. ábra - Használt lakások átlagos négyzetméter ára régió szerint (forrás: KSH).....	17
13. ábra - Új lakások átlagos négyzetméter ára régió szerint (forrás: KSH)	18
14. ábra - Nettó jövedelem régióként 2021-ben (forrás: KSH)[21]	18
15. ábra - Távmunkában dolgozók aránya 2010-2021 között (forrás: KSH)[22]	20
16. ábra - Foglalkoztatottak távmunkavégzésének alakulása 2019-2023 (forrás: KSH)[23].....	20
17. ábra - Otthonról dolgozók aránya az Európai Unióban 2021-ben (forrás: KSH).....	21
18. ábra - CSOK feltételek aktuális rendszerük szerint[24]	22
19. ábra - Energhatékonyág előnyei (forrás: mehi.hu)	24
20. ábra - Lakóépületeink energiafelhasználása (forrás: mehi.hu).....	25
21. ábra - Kádár kockák lépcsőzetes felújításának üteme költségek és megtérülés szerint (forrás: MNB)	28
22. ábra - Fajlagos hővesztégtényező követelményértéke	34

23. ábra - Összesített energetikai jellemző követelményértéke	35
24. ábra - Épület energetikai besorolása [33]	35
1. táblázat - Vizsgált épület helyiséglistája	37
25. ábra - Az épület utcafronti homlokzata	37
26. ábra - Homlokzati és lábazati falak	38
27. ábra - Külső fal és padló csatlakozása	39
28. ábra - Padlásfödém kialakítása	40
29. ábra - Tetőszerkezet kialakítása	40
30. ábra - Hagyományos fa ajtó típus	41
31. ábra - Ablak szerkezeti kialakítása	42
32. ábra - Vegyes tüzelésű kazán	43
33. ábra - Atmoszférikus gázkazán	43
34. ábra - Öntöttvas radiátor	43
35. ábra - HMV termelő villanybojler	44
2. táblázat - Transzmissziós és filtrációs hőveszteségek	47
36. ábra - Fűtési lefedési arányok egyszerűsített számítás során	48
37. ábra - Fűtési lefedési arányok részletes számítás során	48
38. ábra - Az épület éves hőveszteségének eloszlása	50
3. táblázat - Padlásfödém felújítási opciók energetikai összevetése	53
4. táblázat - Padlásfelújítási opciók költségbecslési összevetése	53
5. táblázat - Homlokzati hőszigetelés energetikai teljesítménye	55
6. táblázat - Homlokzati hőszigetelés anyagi összevetése	55
7. táblázat - Utólagos padló hőszigetelés energetikai teljesítménye	56
8. táblázat - Utólagos padló hőszigetelés anyagi összevetése	56
9. táblázat - Nyílászárócsere energetikai teljesítménye	57
10. táblázat - Nyílászárócsere anyagi összevetése	57
11. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye	59

12. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye épületgépészeti felújításokkal	60
13. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye nyílászárócserevel együtt	61
14. táblázat - Födém- és homlokzati falak szigetelésének eredménye nyílászárócserevel és gépészeti felújítással együtt	61
15. táblázat - Komplex felújítás eredménye	62

12. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Puskely Gergő Pál

A Hallgató Neptun kódja: ZWSFLN

A dolgozat címe: Épületenergetikai állapotfelmérés és korszerűsítési javaslat készítése 80-as években épület Kádár-kocka esetén

A megjelenés éve: 2024.

A konzulens tanszék neve: Dr. Szabó Márta, MATE, Műszaki Intézet

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

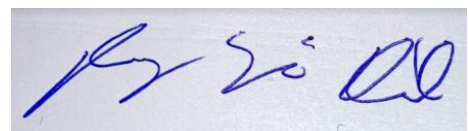
Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítotam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkor szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2024. 01. 26.



Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Puskely Gergő Pál (hallgató Neptun azonosítója:) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024 év január hó 30 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

13. Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani minden személynek és szervezetnek, akik valamilyen formában hozzájárultak jelen szakdolgozat elkészítéséhez. Hálás vagyok a képzés oktatóinak, akik a szakmai ismereteimet bővítették a létesítményenergetika területén a félévek alatt. Emellett ezúton is szeretném kifejezni hálámat a korábbi tanulmányaim alatt tanító oktatóimnak, akik megindították érdeklődésemet az épületenergetika irányába, kiváltképp Dr. Nagy Balázsnak, akinek a szakterülettel kapcsolatos alapismereteimet köszönhetem.

Külön köszönettel tartozom egyetemi konzulensemnek, Dr. Szabó Mártának, aki a dolgozat elkészítése alatt fellépő számtalan nehézség ellenére is segítette, hogy megvalósulhasson ez a dokumentum és egy lépéssel közelebb kerüljek a szakmérnöki képzés elvégzéséhez.

Ezen kívül szintén kiemelten szeretném megköszönni páromnak, Szajkó Szilviának, hogy a gondoskodása és a zavartalan munkakörülményeim megteremtése mellett mérnöki szaktudásával konzulensként is segített a szakdolgozat elkészítésében.

14. Mellékletek

- 1. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti alaprajza**
- 2. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti metszetrajza**
- 3. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti homlokzati tervei**
- 4. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti méretkimutatásai**
- 5. számú melléklet – Vizsgált épület eredeti költségvetése**
- 6. számú melléklet – Vizsgált épület felmérési vázlatterve**
- 7. számú melléklet – Vizsgált épület egyszerűsített energetikai számítása**
- 8. számú melléklet – Vizsgált épület részletes energetikai számítása**
- 9. számú melléklet – Felújítási javaslatok összevetése**