

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építészmérnöki Kar

Tudományos Diákköri Konferencia

Építéstudományi Szekció

Megéri-e passzívházat építeni?

Készítette: Karlovecz Ádám

2016

Konzulens: Baráth Géza

Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék

Absztrakt

Ahogy az épületeink fenntartási költségei folyamatosan emelkednek, és a környezetterhelés okozta károk egyre pusztítóbbá válnak, úgy kerül a passzívház építés technológiája mind inkább a figyelem középpontjába. Mint minden új technológiánál, a passzívházak esetén is felvetődik a kérdés, hogy miben különbözik a hagyományos építési rendszertől, megéri-e egyáltalán passzívházat építeni, és ha igen, akkor hány év a megtérülési ideje.

Dolgozatom célja összegyűjteni azokat az ismérveket, melyek a fenti kérdésekre hatással vannak, illetve számszerűsített mutatókkal azokat megválaszolják. Felépítését tekintve, dolgozatomban először a passzívházak elméleti hátterét járom körül: mit nevezünk passzívháznak, milyen kritériumai vannak, mióta épülnek, illetve mennyire terjedtek el. Rávilágítok továbbá arra, miért is fontos nekünk ezzel a témával foglalkozunk, milyen céljai vannak az Európai Uniónak és Magyarországnak az energiafelhasználás terén. A dolgozat második felében leszűkítem a kört, mivel egy konkrét épület kerül a középpontba. Egy általam tervezett fiktív családi házat elemzek: milyen különbségekkel szembesülnénk, ha a házat a hagyományos építési módszerek szerint, illetve a passzívháznak megfelelően építenénk meg.

A dolgozat fő vizsgálati szempontja a passzívház pénzügyi megtérülése, melyet kibontva a következő kérdéseket fogalmaztam meg: Mennyi a passzívház építési többletköltsége? Mik lesznek a várható energiaárak a megtérülés időszakában? Ezáltal mi lesz a hagyományos épületnek az üzemeltetési többletköltsége? A pénzügyi megtérülés mellett kitérek a környezetterhelésre, illetve a számszerűsített tényezőkkel nehezen mérhető egyéb szubjektív ismérvekre is, melyek elengedhetetlenek annak vizsgálatához, hogy megéri-e passzívházat építeni.

Abstract

As the maintenance cost of our buildings together with the environmental damages are constantly rising, so is the technology of passive house getting more and more into the center of attention. Just like by every other new technology, the questions raise, what a passive house means, how it differs from the traditional construction method, whether it is worth it to build, and if so, how many years its payback period is.

My study aims to collect all the criteria that effect the above questions and answer them with quantified indicators. According to its synthesis, first I try to formulate the theoretical background of the passive houses: what we call a passive house, what are its criteria, since when passive houses are built and how widespread they are. Furthermore, I try to point out why it is important that we deal with this issue, what are the objectives of the European Union and Hungary regarding energy efficiency. The second part of the thesis narrows it down to a specific building. I analyze a fictional family house, designed by myself, and focus on the differences, as if it was built according to both the passive house and the traditional construction method.

The main aspect of the study is the financial return of a passive house, of which the following questions are formulated: What is the additional building cost of a passive house? What will be the expected energy prices in the payback period? What will be the additional operating cost of the building according to the traditional construction method? In addition to the financial return, I try to analyze the environmental load and also the factors, that are difficult to measure with quantified indicators, but are inevitable in order to decide, whether it is worth it to build a passive house.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
2. Passzívházak.....	8
2.1. A passzívház fogalma.....	8
2.2. A passzívházak történeti áttekintése	11
3. Környezetvédelmi célkitűzések.....	13
3.1. Az EU céljai	13
3.2. Magyarország céljai	14
4. Megéri-e passzívházat építeni?	15
4.1. Az összehasonlítás módszerének bemutatása	15
4.2. Követelmények és azoknak megfelelő építőanyagok	18
4.2. Építési költségek	19
4.2.1. Azonos költségek	20
4.2.2. A 2006-os követelményeknek megfelelő épület	21
4.2.3. A költségoptimalizált követelményeknek megfelelő épület	21
4.2.4. A passzívház követelményeinek megfelelő épület	22
4.2.5. Összesítés	22
4.4. Energiaigény.....	23
4.5. Energiaárak várható alakulása	25
4.5.1. Földgáz	25
4.5.2. Áram	26
4.6. Megtérülés kiszámítása	27
4.7. Pályázati lehetőségek, állami támogatások.....	29
5. Környezetterhelés	30
6. SWOT elemzés	32
6.1. Erősségek	33
6.2. Gyengeségek.....	34
6.3. Lehetőségek	35
6.4. Veszélyek.....	35
7. Összegzés	36
Irodalomjegyzék.....	37
Mellékletek.....	40

1. Bevezetés

Ahogy az épületeink fenntartási költségei folyamatosan emelkednek, és a környezetterhelés okozta károk egyre pusztítóbbá válnak, úgy kerül a passzívház építés technológiája mind inkább a figyelem középpontjába. Mint minden új technológiánál, a passzívházak esetén is felvetődik a kérdés, hogy miben különbözik a hagyományos építési rendszertől, megéri-e egyáltalán passzívházat építeni, és ha igen, akkor hány év a megtérülési ideje. Dolgozatom célja összegyűjteni azokat az ismérveket, melyek a fenti kérdésekre hatással vannak, illetve számszerűsített mutatókkal azokat megválaszolják.

Egy átlagos magyar család jövedelmének a második legnagyobb részét (az élelmiszerek után), 22%-ot lakásfenntartásra költi, míg a megtakarításaira csupán 4% jut [1; 2]. A rezsin belül a fűtés részaránya 39%-ot tesz ki, így könnyedén kiszámolható, hogy egy átlagos magyar háztartás több mint kétszer annyit költ fűtésre, mint amennyit félre tud tenni. Nyilvánvaló, hogy a hőszigetelés megnövelésével és a fűtés korszerűsítésével az ezáltal lecsökkentett energiaszükséglet nemcsak a háztartások színvonalasabb életvitelét idézné elő, hanem az egész magyar gazdaságra pozitív hatással lenne.

Mivel a földgáz nem megújuló energiahordozónak számít, a készletek csökkenésével párhuzamosan annak ára is folyamatosan növekedni fog. A magyar lakosságnak közel 60%-a földgázból fedezi fűtését, annak ellenére, hogy a földgáz importfüggőségünk 80% feletti [3; 4]. Ebből az következik, hogy egyrészt más országok döntésein áll, hogy egy átlagos magyar háztartásban mennyiért lesz idén télen a fűtés, másrészt óriási pénzüsszegek folynak ki a magyar gazdaságból, csupán a fűtés miatt.

Környezetterhelés tekintetében ma már a tudósok szinte egyöntetűen állítják, hogy a globális felmelegedés az emberi tevékenységeknek „köszönhetően” gyorsult fel az elmúlt 150 évben. Ennek egyik legszembetűnőbb hatása a jégsapkák olvadása, melynek következtében 1880 óta több mint 20 cm-rel emelkedett a tengerszint [6]. A felgyorsult globális felmelegedésért legnagyobb részben az üvegházhatású gázok tehető felelőssé, melyek az olyan fosszilis energiahordozók elégetésekor képződnek, mint amilyen a földgáz.

Az előző három bekezdésből egyértelműen kiderül, hogy a hagyományos gázkazánok ideje lejárt. Nyilvánvaló, hogy Magyarországon mind gazdasági, mind környezetterhelési oldalról megvizsgálva, a földgázzal való fűtés káros. Erre kíván alternatívát nyújtani a passzívház technológiája, mely megfelelő építészeti koncepcióval, megnövelt hőszigeteléssel és szellőztető berendezéssel biztosítja, hogy az épületben elhagyható legyen az aktív temperálási forrás, mint amilyen a gázkazán.

Témaválasztásomat részben az indokolja, hogy a mind a magyar gazdaságnak, mind az emberi kizsákmányolástól szenvedő Földünknek égető szüksége lenne egy megmentőre, mely gyorsan, széles köröket megmozgatva, radikális változásokat tudna hozni. Én ezt a megmentőt a passzívházakban látom, különösen azért, mivel Ausztriában és Németországban már bizonyította pozitív hatásait.

Témaválasztásom másik alapja, hogy építészeti tanulmányaim mellett gazdasági tanulmányokat is folytattam, amely számomra új oldalról közelítette meg az épített környezetünk ránk gyakorolt hatását. Véleményem szerint, a jelenlegi felgyorsult világunkban, csak akkor válhat valakiből jó szakember, ha a holisztikus szemléletnek megfelelően, nemcsak a saját kiragadott szakterületével foglalkozik, hanem a teljes „nagy egész” céljai szerint tevékenykedik. Ennek megfelelően úgy gondolom, hogy egy jó építőipari szakember csak akkor lehet igazán elégedett a házaival, ha az alapvető építészeti követelményeken túl (használhatóság, tartósság, szépség) az épülete megfelel a gazdaságosság és a környezetkímélés szempontjainak is.

Felépítését tekintve, dolgozatomban először a passzívházak elméleti hátterét járom körül: mit nevezünk passzívháznak, milyen kritériumai vannak, mióta épülnek, illetve mennyire terjedtek el. Rávilágítok továbbá arra, miért is fontos nekünk ezzel a témával foglalkozunk, milyen céljai vannak az Európai Uniónak és Magyarországnak az energiafelhasználás terén.

A dolgozat második felében leszűkítem a kört, mivel egy konkrét épület kerül a középpontba. Egy általam tervezett fiktív családi házat vizsgálom meg: milyen különbségekkel szembesülnénk, ha a házat a hagyományos építési módszerek szerint, illetve a passzívháznak megfelelően építenénk meg.

Az első, egyben fő vizsgálati szempont a pénzügyi megtérülés, melyet kibontva a következő kérdéseket fogalmaztam meg: mennyi az egyes épülettípusok megépítési költsége, mennyivel kerül a passzívház többbe. Milyen energiaszükséglete van egy gázkazánnak, illetve a passzívház szellőztető berendezésének. Várhatóan mennyibe fog kerülni a jövőben a földgáz és a villamos energia, és milyen állami támogatásokat lehet új építésű háznál igénybe venni. Ezek meghatározásával kiderül, a passzívház építéskor milyen pénzügyi többletköltségre kell számítani, illetve hogy megtérül-e egyáltalán belátható időn belül.

A következő szempont a környezetterhelés, melyet legjobban az épület életciklusi szakaszaival lehet megvizsgálni. Kiderül, hogy a passzívház okozta magasabb építési, karbantartási és bontási környezetterhelés milyen arányban van a hagyományos épület magasabb üzemeltetési környezetterhelésével.

Végül egy SWOT elemzés keretében, a passzívházak számokkal nehezen mérhető ismérveit próbálom felírni. Mivel olyan épületekről van szó, amit emberek jellemzően otthonnak vagy munkahelynek használnak, így számos olyan szubjektív tényező van, amiket nem lehet számszerűsített értékekkel bemutatni. Ha a korrekt választ keressük arra a kérdésre, hogy megéri-e passzívházat építeni, akkor azt is meg kell vizsgálnunk, hogy a tapasztalatok alapján hogyan viszonyulnak a lakók ehhez az építési koncepcióhoz. Ugyanis egy technológia csak akkor tud széles körökben elterjedni, ha az a számítások mellett az érzelmi, pszichológiai, egészségügyi és komfortérzeti szempontoknak is maradéktalanul megfelel.

2. Passzívházak

2.1. A passzívház fogalma

A passzívház nem egy márkanév, hanem egy építési koncepció, egy követelményrendszer. Irányelve a hőveszteség csökkentése és az energiaszükséglet majdnem nullára történő redukálása, a beltérben való nagyfokú komfortérzet megtartása mellett [6].

A passzívház hivatalos megfogalmazása szerint *„olyan épület, melyben a termikus komfortérzet (ISO 7730) egyedül azon friss levegő-térfogatáram utánfűtésével vagy utánhűtésével biztosítható, mely a kielégítő levegőminőség (DIN 1946) eléréséhez szükséges - további egyéb levegő felhasználása nélkül.”* [7]

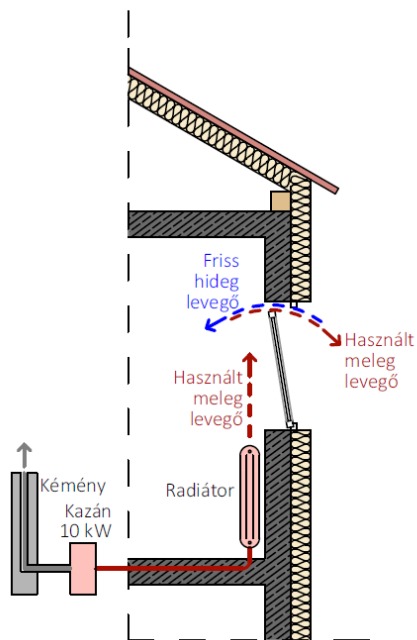
A definíció értelmezéséhez először érdemes a megfogalmazásban szereplő két szabványt bővebben kifejteni. A DIN 1946 német szabvány meghatározza, hogy egy embernek bizonyos időn belül mennyi friss levegőre van szüksége a komfortérzet megtartása mellett. Ez az érték $30 \text{ m}^3/\text{óra}$, elérését a különböző funkciójú és méretű helyiségekben a szellőztető-berendezés előre beállított intenzitásokkal tudja kielégíteni [8]. Az ISO 7730 nemzetközi szabvány a termikus komfortérzetre vonatkozik, mely meghatározza egy helyiség kellemes hőmérsékletét. Ennek az értéknek is több összetevője van, függ a belső operatív hőmérséklettől, a légmozgás sebességétől, a páratartalomtól, a helyiséget használók testhőmérsékletétől, öltözetétől, tevékenységétől [9; 10].

A definíció további értelmezéséhez vizsgáljuk meg a hagyományos épületek temperálási és szellőzési elvét. A lakásban található elhasznált levegő a nyílászárók kinyitásával, csukott esetben a nyílászárók illesztésénél, illetve a mérsékelt szigetelt falakon, padlón és tetőn keresztül tud távozni, ahogy a friss levegő is ugyanígy tud bejönni. A transzmissziós hőáramokból adódóan a fűtő-, vagy hűtőberendezésre van szükségünk a megfelelő hőmérséklet eléréséhez, amit egy aktív külső energiaforrásból (pl. gázzal működő kazán szobákban elhelyezett radiátorokkal) tudunk biztosítani [11].

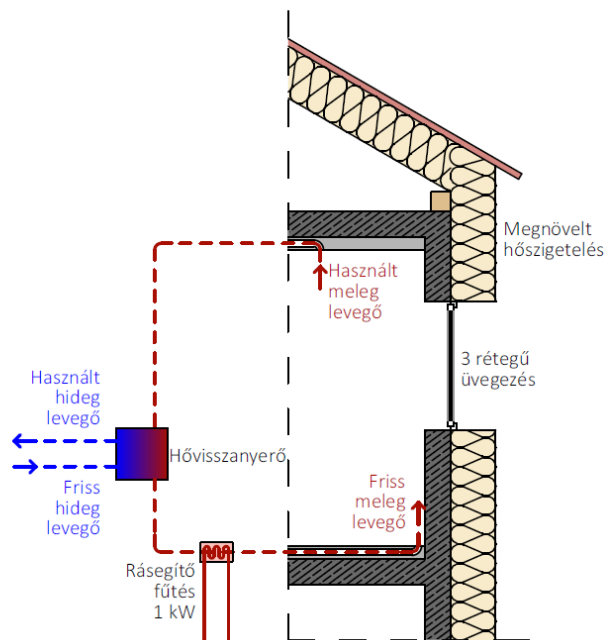
A passzívház attól passzív, hogy az aktív temperálási rendszerekhez képest (mint amilyen a gázkazán) egy nagyságrendekkel kisebb teljesítményű hőszivattyú biztosítja a lakásban szükséges hőmérsékletet, amit a közel nulla fogyasztás miatt passzívnek neveznek. Ezen kívül fontos szerepet tölt be a passzívházak temperálásában a belső hőnyereség maximalizálása, azaz a világítás, háztartási gépek, emberek, állatok által leadott hő minél hatékonyabb megtartása. A hőszivattyú alacsony teljesítményéből egyértelműen következik, hogy a rendszer csak akkor tud hatékonyan működni, ha a bevezetendő friss levegő hőmérséklete a lehető legközelebb van a begyűjtött használt levegő hőmérsékletéhez. Ehhez elengedhetetlen, hogy az épület hővesztesége a lehető legkisebb legyen, emiatt van szükség a megnövelt hőszigetelésre, és az alacsonyabb hőátbocsátási tényezővel rendelkező nyílászárókra [7].

A különbségeket az aktív és passzív temperálás között az 1. számú rajzos ábra szemlélteti legjobban.

Hagyományos épület



Passzívház



1. ábra: A hagyományos épületek és a passzívházak temperálási elve

Forrás: [7]

A passzívház konkrét tervezési szempontjait a gyorsabb megértés érdekében célszerű táblázatba rendezni. Ezt kívánja bemutatni az 1. számú táblázat.

Építészeti szempontok	Épület megfelelő tájolása (lakóterek délen, kiszolgáló helyiségek északon)
	Kompakt tömegalkotás (optimális házforma: kocka)
	Déli oldalon nagy üvegfelületek
	Északi oldalon a lehető legkevesebb üvegfelület
	Megfelelő árnyékolás
Épületszerkezeti szempontok	Megnövelt hőszigetelés (Magyarországon 30-40 cm)
	Végigfutó légzáró réteg (Légtömörség)
	Hőhidak minimalizálása
	3 rétegű nyílászárók
	Ablaktok méretének minimalizálása az üvegfelülethez képest
Épületgépészeti szempontok	Megfelelő szellőztető-berendezés
	Megfelelő hővisszanyerő
	Megfelelő talajvíz hőszivattyú
	Napkollektorok (opcionális)

1. táblázat: A passzívház építési szempontjai

Forrás: [6]

Érdemes megjegyezni, hogy a passzívházat, mint építési koncepciót nemcsak a fent említett technológiai működés alapján határozták meg, hanem számszerűsített épületfizikai mutatókkal is. Eleinte az épület fűtési energiaigényének maximális értéke volt a fő mutató, melyet max. 15 kWh/m²-év-ben határoztak meg. Ezzel az adattal megkapjuk, a fűtési rendszernek mennyi energiát kell a használati térben leadnia, hogy az a veszteségeket pótolni tudja. Később, ahogy a passzívházak kezdtek elterjedni Németországon kívül is, a különböző klimatikus viszonyok miatt szükség volt egy új követelményrendszerre, melyet 2007-ben alkottak meg. A német Passzívház Intézet létrehozott egy olyan algoritmust, mely több mutató alapján értékeli az épületet a Passzívház Tervezési Csomag (PHPP) számítógépes szoftver segítségével [12].

2.2. A passzívházak történeti áttekintése

Alacsony energiaigényű házakat először Skandinávia területén kezdtek el építeni az 1970-es, 80-as években, a radikálisan növekvő energiaárak és a környezetszennyezés káros hatásairól megjelenő első hírekkel párhuzamosan. A passzívházak szempontjából az áttörést Bo Adamson svéd, és Wolfgang Feist német fizikusok munkái adták, akik a svéd Lund Egyetemen kidolgozták a fűtés nélküli épületek elméleti modelljét. Kutatásaik szerint, megfelelő tájolással, kompakt tömeggel, légtömörséggel, megnövelt hőszigeteléssel és megfelelő szellőzőkkel a hagyományos fűtőberendezések elhagyhatók [13].

Az elméletet 1990-ben ültették át a valóságba: az első passzívházat a németországi Darmstadt-Kranichsteinben adták át, az építés megkezdése után egy évvel, 1991-ben. Az építkezést állami támogatásból finanszírozták, ami elengedhetetlen volt a megvalósítás szempontjából, ugyanis a rengeteg egyedileg legyártott alkatrész óriási költségeket emésztett fel. A prototípust éveken át tudományos megfigyelések alatt tartották, míg nem 1996-ban elegendő információval rendelkeztek ahhoz, hogy passzívház követelményeit pontosan le tudják fektetni, illetve annak a megfigyelésére a Passzívház Intézetet (Passivhaus Institut) létre tudják hozni. Az intézet élére a már említett Wolfgang Feist professzor került, aki posztját azóta is betölti [13].

Az 1990-es évek végén megkezdődött a passzívházak szélesebb körökben való elterjedése, ekkorra tudtak ugyanis a szükséges építőanyagok elérhető áron a fogyasztókhoz kerülni. 1999-ben 300, 2006-ban 6000, 2008-ban 15 000, 2010-ben 25 000, manapság mintegy 50 000 megépült passzívház lehet, zömmel osztrák, német és skandináv területeken [14; 15; 16; 17]. Ezek a számok csak becslések, a hitelesített passzívházaknak a száma ezeknél lényegesen alacsonyabb. Ennek oka, hogy a hitelesítés nem kevés pénzzel és utánajárással jár, így sokan nem törődnek már vele a ház megépülte után. A számokból azonban így is kitűnik, hogy a passzívházépítés exponenciális tendenciát mutat, így már csak emiatt is érdemes vele foglalkozni.

A mérföldköveket tekintve, az első passzív irodaház 1998-ban épült a németországi Marburgban, míg az első passzív szociális társasház 2000-ben, a szintén németországi Kasselben [18; 19]. A tengerentúlon 2003-ban volt az első ilyen jellegű beruházás, egy illinois-i családi ház keretein belül [20]. Habár számottevő észak-amerikai térhódításról egyelőre még nem beszélhetünk, érdemes azonban megemlíteni, hogy a 2010-es vancouver-i téli olimpián több létesítményt is a passzívház szerinti szabvány szerint építettek [21]. Léptékét tekintve jelent mérföldkőnek a 2012-ben átadott bécsi irodaház, mely 21 ezer négyzetméterével és 80 méteres magasságával új lehetőségeket nyitott meg a passzívház-építészetben [22]. 2014-ben már beszélhetünk minősített passzívházakról Dél-kelet Ázsiából, Dél-Amerikából és Ausztráliából is [23].

Németország és Ausztria közelsége ellenére, Magyarországon csak jóval később kezdődött meg a passzívházépítés. Az első hitelesített épületet 2009-ben adták át a Pest megyei Szadán, azóta folyamatosan épül be a köztudatba ez az újfajta építési koncepció [24]. Habár minősített passzívházak közül csak 21 van jelenleg az országban, a valós számuk ennél lényegesen magasabb, elég csak az utóbbi időben megjelenő több tucat passzívházépítésre szakosodott vállalkozásra gondolni [25].

Emellett érdemes még megjegyezni, hogy ma már nem csak családi házakról beszélhetünk a magyar passzívház viszonylatban. 2012-ben átadták az ország első passzív óvodáját, majd 2014-ben az első passzív szociális társasházát. A Budapest XIII. kerületi önkormányzat által épített 100 lakásos tömb jelenleg a legnagyobb passzívház Kelet-Közép-Európában [26].

3. Környezetvédelmi célkitűzések

3.1. Az EU céljai

„Elejét kell venni a veszélyes méreteket öltő éghajlatváltozásnak.” [27]

„Épületekkel kapcsolatos az Unió teljes energiafogyasztásának 40 %-a.” [28]

„Intézkedésekre van szükség az olyan épületek számának növeléséhez, amelyek nemcsak teljesítik az energiahatékonyságra vonatkozó jelenlegi minimumkövetelményeket, hanem energiahatékonyabbak is, és ily módon csökkentik mind az energiafogyasztást, mind a széndioxid-kibocsátást.” [28]

A környezetterhelés csökkentése évtizedek óta az Európai Unió egyik legfontosabb célkitűzése. Az EU-s környezetvédelmi politika először az 1970-es évek közepén bocsátott ki meghatározott idő alatt elérendő cselekvési programot, mely minden tagállamra érvényes. Jelenleg a 7. ilyen programban vagyunk, melynek részét képezi az Éghajlatváltozási és Energiaügyi Csomag, hétköznapi nyelven csak EU 20-20-20 [27]. Eszerint három környezetvédelmi paramétert kell 2020-ra 20%-kal javítani, bázisévnek 1990-et tekintve: a megújuló energiatermelés 20%-ra növekedését, az üvegházhatású gázkibocsátás 20%-os csökkentését, illetve a primerenergia-felhasználás 20%-os csökkentését. A javaslatnak egyik fő célja az EU energiafüggőségének minimalizálása, amihez szükséges a tagállamok energiafelhasználásának racionalizálása, ezáltal az épületállomány energiaigényének csökkentése.

Ebbe az irányba kapcsolódik be az Unió 2002/91/EK és a 2010/31/EU rendelete, mely már kimondottan az épületek energiahatékonyságával foglalkozik [28; 29]. A rendeletek megkövetelik az egyes tagállamoktól az olyan építési követelményszintek megfogalmazását, amivel hozzájárulnak az EU energiahatékonyságra vonatkozó céljaihoz.

A fenti rendeletekből egyértelműen kiderül, hogy az EU az alacsony energiaigényű épületek irányába kívánja terelni a tagállamok épületállományát. Ennek tükrében aggasztó, hogy jelenleg Magyarországon semmilyen állami támogatás nem érhető el kifejezetten az alacsony energiaigényű épületekre, de erről a későbbiekben lesz szó.

3.2. Magyarország céljai

„Magyarországnak elő kell segítenie az építőiparban az energiahatékony épületekre irányuló európai kezdeményezés megvalósulását, amely a zöldtechnológiák támogatására, valamint új és felújított épületekben az energiahatékony rendszerek és anyagok fejlesztésére irányul.” [30] Ezek a sorok A Nemzeti Együttműködés Programja – Munka, Otthon, Család, Egészség, Rend című 2010-es kormányzati nyilatkozatból származnak, melynek célja egy új társadalmi és gazdasági rendszer, a Nemzeti Együttműködés Rendszerének alapjait lefektetni.

Ezekből a hangzatos szavakból egyértelműen kiderül, hogy Magyarország épületállományát energetikai szempontból az alacsony energiaigényű épületek irányába kívánják terelni. Ennek oka összefügg az EU-s irányelvekkel, mely szerint az új középületeknek 2019-től, míg az egyéb új épületeknek, beleértve a lakóépületeket, 2021-től a közel nulla energiaigényű követelményeknek kell megfelelniük. A célok biztosabb és hatékonyabb elérése érdekében az energetikai követelményeket Magyarországon többlépcsős folyamatban kívánják bevezetni [31; 32].

A 2015-ös Nemzeti Épületenergetikai Stratégia szerint a fokozatos átállást többek között a következők biztosítják [31]:

- Új épületek és felújítások épületenergetikai követelményeinek jövőbeli hatálybalépésekkel való fokozatos szigorítása (ez 2015-ben meg is történt)
- A hatóságok által használt vagy tulajdonukban levő új épületek évi minimum 3%-ának korszerűsítése
- Új támogatási és finanszírozási konstrukciók kidolgozása a lakóépületek és a középületek energiahatékonyági projektjeihez
- Megújuló energia alapú energiaellátás (napkollektorok, biomassza, hőszivattyú) alkalmazásának elősegítése az épületek hőellátásában, hűtésében
- Épületenergetikai szakmai képzés, oktatás továbbfejlesztése a felsőfokú és a szakmunkás képzésben.

4. Megéri-e passzívházat építeni?

4.1. Az összehasonlítás módszerének bemutatása

Egy hagyományos épület és egy passzívház költségközpontú összehasonlítását legszemléletesebben egy konkrét épület példáján keresztül lehet bemutatni. Dolgozatom keretein belül terveztem egy egyszerű, fiktív, 110 m²-es, szabadon álló családi házat, mely a lehető legjobban igyekszik reprezentálni egy átlagos magyar család lakhatási körülményeit.

A családmodell tipikus: két szülő és két gyermek, a korábbi szűkös lakásukat kinőve, szeretnék egy újépítésű családi házba költözni, egy kertvárosias, alacsony beépítésű övezetbe. Hosszú távra terveznek, így szeretnék tudni, vajon kifizetődő lenne-e nekik passzívházat építeni.

Dolgozatomban hagyományos épületnek azt az épülettípust nevezem, mely a jelenlegi jogszabályok épületenergetikai követelményeinek éppen megfelel. A ma aktuális rendeletet 2006-ban fogadták el, érvényessége 2017. december 31.-ig tart. 2018. január 1.-től egy szigorúbb épületenergetikai követelményrendszer fog életbe lépni, melynek neve *költségoptimalizált követelményszint* [32].

Mivel az építőiparban gyakran előfordul, hogy különböző okok miatt elhúzódik a tervezési és engedélyezési folyamat, így jelen családuknak esetében is megeshet, hogy 2017-ig nem sikerül új házukat elfoglalni. Ennél az életszerűségnél fogva úgy gondolom, hogy a passzívházat mind a jelenlegi, mind a 2018-tól esedékes követelményrendszerrel érdemes összehasonlítani.

A passzívház kifizetődőségének meghatározásához először a három épület megépítési költségét kell összehasonlítani. Ezt a legpontosabban a szükséges építőanyagok és berendezések mennyiségével, illetve árával tudjuk meghatározni.

Az építési költségek meghatározása után a három épülettípus várható energiaigényét kell összehasonlítani, fókuszálva az egyes energiahordozókra: a hagyományos épületek esetén az éves földgáz felhasználásra, míg a passzívház esetén az éves villamos energia

felhasználásra. Ezeket az értékeket az épületgépészeti berendezések fajtájából és azok fogyasztásából tudjuk meghatározni.

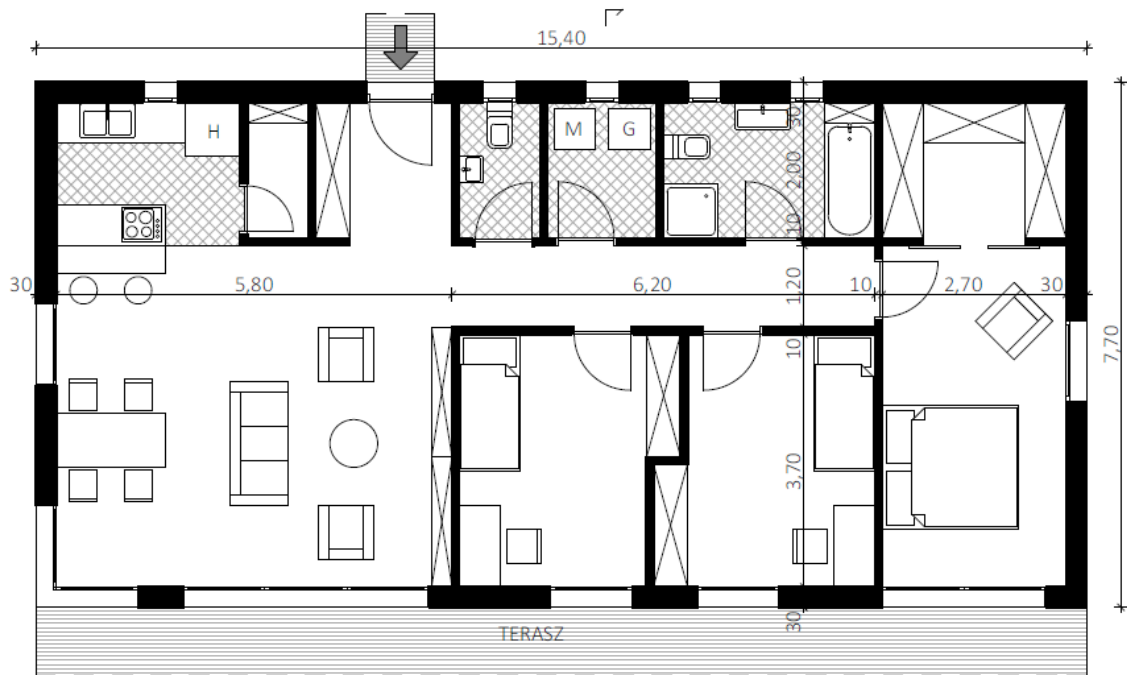
Az egyes épülettípusok energiaigényeinek birtokában az üzemeltetési költséget kell meghatározni, melyekhez a földgáz és a villamos energia jövőbeli árát szükséges megbecsülnünk. Ehhez először az árak múltbéli alakulását érdemes megfigyelnünk, majd ezekből a jövőben várható trendeket leírunk.

A megtérülés kiszámítását úgy tudjuk elvégezni, ha a mérleg egyik oldalára helyezzük a passzívház építésével járó többletköltséget, illetve annak a kumulált villamos energiafogyasztását, míg a mérleg másik oldalára a hagyományos épületek kumulált földgáz fogyasztását tesszük. Mivel az építési költség egy jelenérték, a fenntartási költség pedig jövőérték, így azokat csak a megfelelő diszkontfaktorial történő diszkontálás után lehet egy egyenletbe helyezni.

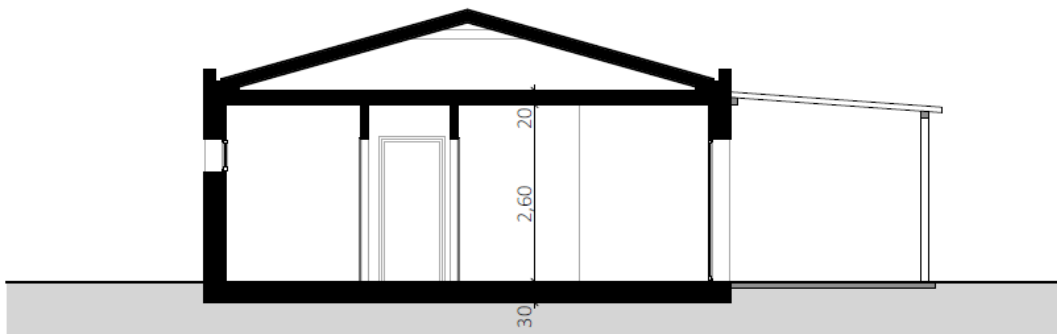
Az eredmények összehasonlítása után kiderül, vajon megéri-e a 4 fős családnak passzívházat építenie, és ha igen, akkor hány év megtérülés kell hozzá.

Az építési költségek tételes meghatározásához elengedhetetlen a ház pontos ismerete. A 2.-4. számú ábrák bemutatják a családi ház felépítését, melyekből az egyes tételek szükséges mennyiségét tudjuk meghatározni.

Az építészeti tervek szerint, egy kelet-nyugati irányban elterülő, téglalap alaprajzú egyszintes épületről beszélünk, a passzívház építészeti szempontjait figyelembe véve. Az északi oldalon a ház bejárata található, ahogy a kiszolgáló funkciók is, mint a konyha, a vendég WC, a háztartási helyiség, a fürdőszoba és a gardrób. Ezeknek a helyiségeknek a lehető legkevesebb bevilágítás is elegendő, így az északi homlokzaton csak 5 db 50/50 cm-es ablak kerül kialakításra. Az épület déli oldalán található a fő helyiségek, mint a nappali-étkező és a lakószobák, amiket délről egy nagyméretű terasz határol. A megnyitást ezen az oldalon maximalizálni kell, így déli homlokzaton 8 db 140/210 cm-es üvegezett teraszajtó jelenik meg. A terasz az épület termikus burkában nem vesz részt, annak kialakítása fa deszkázattal történik, amire rá kerül az árnyékoló pergola, felfuttatott növényzettel.



2. ábra: A vizsgált épület alaprajza



3. ábra: A vizsgált épület metszete



4. ábra: Látványkép a vizsgált épületről

4.2. Követelmények és azoknak megfelelő építőanyagok

A fiktív családi ház vizsgálatokor célszerűnek tűnik a legáltalánosabb építőanyagok használata, hogy egyrészt a lehető legéletszerűbb körülményeket biztosítsuk, másrészt ne veszítsük el a fókuszot a passzívházak megtérüléséről. Az alaplemez és a zárófödém monolit vasbetonból, a külső falak 30 cm-es vázkerámiából, a tetőfedés cserépből készül. Az építési költség becsléséhez jó kiindulópontot ad az Építőipari Költségbecslési Segédlet első fejezete, mely szerint jelen épület nettó építési költsége 180 000 Ft/m², tehát a 110 m²-re levetítve 19,8 millió Ft [33].

Az összehasonlítás érdekében számunkra jóval pontosabb adatokra van szükség, így érdemes megvizsgálni, hogy az építés mely folyamataiban tér el egymástól a három különböző követelménynek megfelelő épületünk. A 2. számú táblázat azokat a kiragadott épülethatároló szerkezeteket mutatja be követelményekkel és azoknak megfelelő építőanyagokkal együtt, mely a három épülettípus építési költségkülönbözeteire hatással van.¹

	2006-os követelmény (2017-ig)		Költségoptimalizált követelmény (2018-tól)		Passzívház	
Szerkezet	Max. U érték [W/m ² K]	Választott építőanyag	Max. U érték [W/m ² K]	Választott építőanyag	Max. U érték [W/m ² K]	Választott építőanyag
Külső fal	0,45	30 cm téglafal 6 cm EPS	0,24	30 cm téglafal 16 cm EPS	0,15	30 cm téglafal 22 cm EPS
Padlásfödém	0,3	20 cm mon vb 12 cm XPS	0,17	20 cm mon vb 22 cm XPS	0,15	20 cm mon vb 24 cm XPS
Homlokzati üvegezett nyílászárók PVC kerettel	1,6	4/16/4 2-rétegű Low-E üvegezés	1,15	4/12/4/12/4 3-rétegű Low-E+Argon üvegezés	0,8	4/16/4/16/4 3-rétegű Low-E+Argon üvegezés
Talajon fekvő padló	0,5	30 cm mon vb 8 cm XPS	0,3	30 cm mon vb 10 cm XPS	0,15	30 cm mon vb 24 cm XPS

2. táblázat: Épülettípusok követelményei és választott építőanyagok

Forrás: [33; 34; 35; 36]

¹ Épületenergetikai követelményrendszerek esetén a határolószerkezeteket a hőátbocsátási tényezővel [U] lehet legjobban jellemezni. Az „U” érték azt a hőmenyiséget határozza meg, amely az adott szerkezet 1 m² felületén 1 másodperc alatt átáramlik, amikor a külső és belső hőmérséklet különbsége 1 Kelvin. Az alacsonyabb érték kedvezőbb hőtechnikai jellemzőt jelent.

4.2. Építési költségek

A pontos számításhoz elengedetlen az építési folyamatok – ezáltal a költségek – tételes felírása. A módszertan és az összehasonlítás objektivitása érdekében az egyes építési költségek szintén a 2015-ös Építőipari Költségbecslési Segédletből származnak [33]. Az adatokat célszerű úgy csoportosítani, hogy mely tételek jelentkeznek azonosan mindhárom épülettípusnál, és melyek típusspecifikusak, akárcsak a fix és változó költségek felírásánál.

Gépészeti rendszerüket tekintve az első két kategóriánál az épületekben központi fűtés található. A háztartási helyiségben felszerelt földgázüzemű kondenzációs kazán táplálja meleg vízzel a szobákban elhelyezett lapradiátorokat, melyek a helyiségek hőveszteségét hivatottak pótolni. A fűtés mellett, a gázkazán az épületet használati melegvízzel is ellátja. Technológiájából adódóan a kazánhoz kémény is tartozik, ami a költségek tételes felírásánál a gépészeti munkálatoknál szerepel [37].

A passzívház esetén a fűtést-hűtést a szellőztető rendszer biztosítja. Egy átlagos családi ház esetén ennek építési költsége 3 millió Ft-ra tehető, ahogy az a tételes kimutatásban is szerepel.

Fontos még megjegyezni, hogy a következő táblázatokban megjelenő árak nettó árak, tartalmazzák az anyag bekerülési költségét, illetve a szükséges munkadíjat. A végösszegek semmiképpen sem egyenlők az épület teljes bekerülési költségével, ugyanis az a tervezési és engedélyezési díjakat nem tartalmazza, ahogy az illetekeket és az áfát sem. Emellett a telemek ára és a ház alapvető bútorozása sem elhanyagolható tételek, amennyiben egy épület kulcsrakész eladási árára vagyunk kíváncsiak.

4.2.1. Azonos költségek

A mindhárom épülettípuson azonosan jelentkező feladatokat és azok költségeit a 3. számú táblázat tartalmazza.

#	Feladat	Mennyiség	Egységár	Összeg
1	Terület előkészítése	200 m ² építési terület	800.-/m ²	160 000
2	Alap kiásása, földmunka	60 m ³ kiásandó föld	2000.-/m ³	120 000
3	Szerelőbetonozás	5 m ³ beton	25 000.-/m ³	125 000
4	Épület alatti csövek elhelyezése	200 m gépészeti csövek	500.-/fm	100 000
5	Alapozás	40 m ³ vasbeton	40 000.-/m ³	1 600 000
6	Vízszigetelés	120 m ² alapozásra	2000.-/m ²	240 000
7	Teherhordó falak falazása	120 m ² 30 cm vtg. falazat	14 000.-/m ²	1 680 000
8	Nyílás áthidalók beépítése	17 db áthidaló a főfalban	8000.-/db	102 000
9	Födém elkészítése	120 m ² 20 cm-es vb. födém	18 000.-/m ²	2 160 000
10	Tető ácsmunka	120 m ² tetővetület	7000.-/m ²	840 000
11	Tető lécezés	120 m ² tetővetület	700.-/m ²	84 000
12	Tető vízszigetelés, párazárás	120 m ² tetővetület	1500.-/m ²	180 000
13	Kémény megépítése	4 m magasságú kémény	35 000.-/fm	140 000
14	Tetőfedés	120 m ² cserép	6000.-/m ²	720 000
15	Ereszcsatornázás	32 folyóméter	5000.-/fm	160 000
16	Válaszfalak falazása	110 m ² 10 cm vtg. falazat	7000.-/m ²	770 000
17	Villanyszerelés	Vezetékezés, villámvédelem	-	360 000
18	Belső vakolás	340 m ² falfelületre	700.-/m ²	238 000
19	Aljzatbeton	120 m ² 5 cm beton	3000.-/m ²	360 000
20	Bejárati ajtó beszerelése	1 db	120 000.-/db	120 000
21	Külső vakolás	120 m ² falfelületre	2000.-/m ²	240 000
22	Mázolás, festés	460 m ² falfelületre	900.-/m ²	414 000
23	Hideg burkolás	40 m ² fürdő, konyha	5000.-/m ²	200 000
24	Meleg burkolás	100 m ² lakóhelyiségek	6000.-/m ²	600 000
25	Terasz	60 m ² kavicságy, deszkázat	15 000.-/m ²	900 000
26	Szaniterek beszerelése	2 wc, 3 mosdó, kád, zuh.	-	500 000
27	Belső ajtók beszerelése	9 db ajtó	60 000./db	540 000
Összesen			13 653 000 Ft	

3. táblázat: Azonos költségek

Forrás: [33; 38; 39]

4.2.2. A 2006-os követelményeknek megfelelő épület

A 4. számú táblázat azokat a feladatokat és költségeket mutatja be, melyek kizárólag a 2006-ban lefektetett és 2017-ig hatályos követelményrendszernek megfelelő épületen jelentkeznek.

#	Feladat	Mennyiség	Egységár	Összeg
1	Külső fal hőszigetelése	120 m ² 6 cm EPS hőszig.	4000.-/m ²	480 000
2	Padlásfödém hőszigetelése	120 m ² 12 cm XPS hőszig.	7400.-/m ²	888 000
3	Padláhőszigetelés, úsztató réteg	120 m ² 8 cm XPS hőszig.	4700.-/m ²	564 000
4	Üvegezett nyílászárók	30 m ² 2 rétegű Low-E	45 000.-/m ²	1 350 000
5	Gépészet	110 m ² , radiátoros rendszer	17 000.-/m ²	1 870 000
Összesen				5 152 000 Ft

4. táblázat: A 2006-os követelményeknek megfelelő épület specifikus költségei *Forrás: [33]*

A 3. és a 4. eredményeket összesítve megkapjuk, hogy az épület építési költsége nettó 18,805 millió Ft. Ez valamivel kevesebb, mint a fent elvégzett 19,8 millió Ft-os gyors becslés, aminek az oka az épület kompaktságában keresendő.

4.2.3. A költségoptimalizált követelményeknek megfelelő épület

Az 5. számú táblázat a 2018-tól hatályos jogszabály szerinti épület specifikus építési feladatait és annak költségeit mutatja be.

#	Feladat	Mennyiség	Egységár	Összeg
1	Külső fal hőszigetelése	120 m ² 16 cm EPS hőszig.	5200.-/m ²	624 000
2	Padlásfödém hőszigetelése	120 m ² 22 cm XPS hőszig.	13 100.-/m ²	1 572 000
3	Padláhőszigetelés, úsztató réteg	120 m ² 12 cm XPS hőszig.	5800.-/m ²	696 000
4	Üvegezett nyílászárók	30 m ² 3 rétegű Low-E+Argon	60 000.-/m ²	1 800 000
5	Gépészet	110 m ² , radiátoros rendszer	15 000.-/m ²	1 650 000
Összesen				6 342 000 Ft

5. táblázat: A költségoptimalizált köv. megfelelő épület specifikus költségei *Forrás: [33]*

A 3. és az 5. eredményeket összesítve megkapjuk, hogy az épület építési költsége nettó 19,995 millió Ft. Míg a megnövelt hőszigetelés többbe, a kisebb kapacitású kazán kevesebbe kerül a jelenlegi követelményeknek megfelelő épülethez képest.

4.2.4. A passzívház követelményeinek megfelelő épület

Az 6. számú táblázat a passzívház specifikus építési feladatait és annak költségeit mutatja be.

#	Feladat	Mennyiség	Egységár	Összeg
1	Külső fal hőszigetelése	120 m ² 22 cm EPS hőszig.	7100.-/m ²	852 000
2	Padlásfödém hőszigetelése	120 m ² 22 cm XPS hőszig.	13 100.-/m ²	1 572 000
3	Padlóhőszigetelés, úsztató réteg	120 m ² 22 cm XPS hőszig.	13 100.-/m ²	1 572 000
4	Üvegezett nyílászárók	30 m ² 3 rétegű Low-E+Argon	70 000.-/m ²	2 100 000
5	Gépészet	110 m ² , szellőztetőrendszer	30 000.-/m ²	3 300 000
Összesen				9 396 000 Ft

6. táblázat: A passzívház specifikus költségei

Forrás: [33]

A 3. és az 5. eredményeket összesítve megkapjuk, hogy az épület építési költsége nettó 23,049 millió Ft. Jól látható, hogy a három épülettípus közül a passzívház építése kerül a legtöbbbe.

4.2.5. Összesítés

Az eddigi számítások egyszerűbb értelmezéséhez a 7. számú összesítő táblázat nyújt segítséget.

	2006-os követelmény (2017-ig)	Költségoptimalizált követelmény (2018-tól)	Passzívház
Nettó építési költség	18,8 millió Ft	20 millió Ft	23 millió Ft

7. táblázat: Összesítő táblázat az építési költségekről

4.4. Energiaigény

A három épülettípus különböző energiaigényét elsősorban a fűtés határozza meg, így minden más energiát igénylő tevékenységet (használati melegvíz, háztartási energia) érdemes a számításból kivonni, és kizárólag a fűtést biztosító energiára fókuszálni.

A hagyományos építési rendszerű épületekbe kondenzációs kazánt szerelnek be, mely földgázzal működik. A rendszerhez tartozik egy elektromos termosztát, mely az időjárási viszonyokhoz és a család napirendjéhez igazodva önműködően üzemelteti a hőközpontot. A két hagyományos típusú épületbe az eltérő méretű hőszigetelések miatt különböző teljesítményű kazánok kellenek, amelyeknek értelemszerűen a fogyasztása sem ugyanakkora. Az egyes épülettípusokba szerelendő kazánok fogyasztását a legegyszerűbben a WinWatt fűtéstechnikai programcsomaggal lehet meghatározni. A fent megjelenített épületet annak geometriai formájával és rétegrendjeivel a programba betáplálva a következő adatokat kapjuk: a 2006-os követelményszintnek megfelelő épület fűtésre vonatkoztatott primer energiafogyasztása $110 \text{ m}^2 \times 119,9 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{év} = 13189 \text{ kWh/év}$, a költségoptimalizált követelményszintnek megfelelő épületnek pedig $110 \text{ m}^2 \times 83,5 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{év} = 9185 \text{ kWh/év}$ [1. és 2. számú mellékletek]. Fontos megjegyezni, hogy ebben az értékben nincs benne a használati melegvízkészítéséhez szükséges energia, így ez az érték nem tekinthető az épület teljes földgázfogyasztás energetikai tanúsítványának. Mivel a jelenlegi értéket kilowattórában (kWh) kaptuk meg, a gázkazánok fogyasztását köbméterben (m^3), a földgáz árát pedig megajoule-ban (MJ) szokás megadni, így érdemes mindent az $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ m}^3$, illetve a $1 \text{ m}^3 = 34 \text{ MJ}$ képletekkel egységesíteni [40; 41]. Tehát a fenti fogyasztás megajoule-ban a következőképpen alakul:

2006-os követelményszintnek megfelelő épület:	47 480 MJ/év
Költségoptimalizált követelményszintnek megfelelő épület:	33 066 MJ/év

A passzívházak esetében gázfogyasztásról nem beszélhetünk, a szellőztető berendezés és a hőszivattyú villamosárammal működik. Ahogy az a passzívház definíciójánál is szerepel, a minősítés egyik kritériuma, hogy az épület fűtési energiaigénye ne legyen több, mint 15 kWh/m²·év. Tételezzük fel, hogy a vizsgált épületünk a kritériumnak éppen megfelel, annál jobb eredményeket nem produkál. Mivel a gázkazánok esetén primer energiafogyasztást számoltunk, így a fenti fűtési energiaigényt a szükséges veszteségi tényezővel meg kell szoroznunk és a hőszivattyú jóságfokával (COP) el kell osztanunk, hogy korrekt, összehasonlítható értékeket kapjunk.

Egy szintén az idei Tudományos Diákköri Konferenciára készült tanulmányban (Horváth Bence (2016): A passzívház és a közel-nulla energiaigényű épület követelményrendszerének összehasonlítása) a passzívháztervező programcsomagban (PHPP) megadott értékek szerint, a veszteségi tényező 109%, a hőszivattyú jóságfoka pedig 4,2, így érdemes ezeket az értékeket itt is alkalmazni [42].

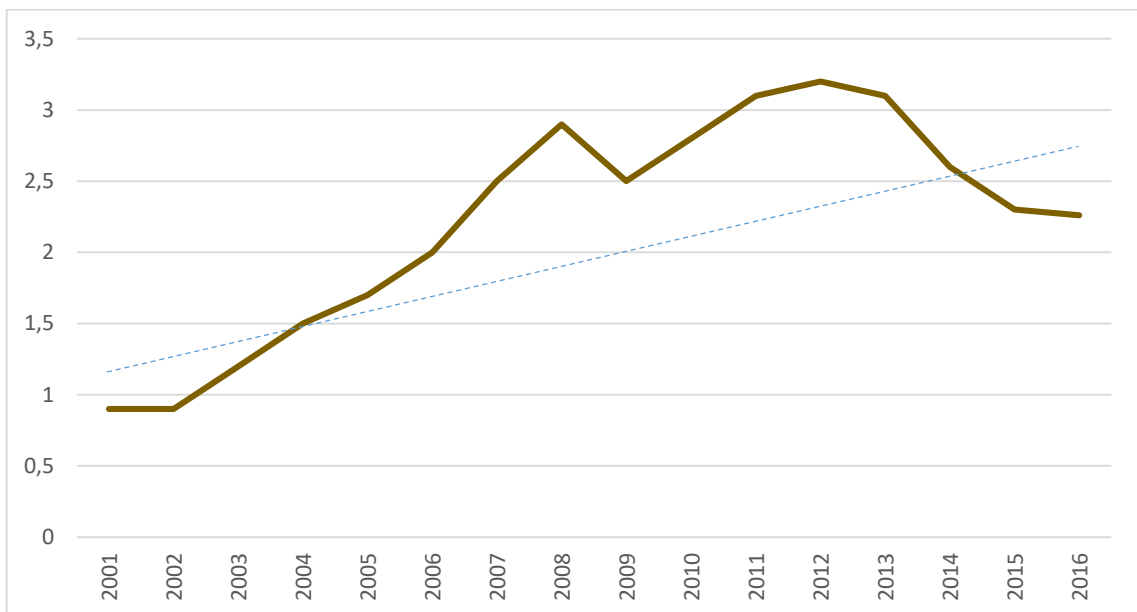
A tervezett épület alapterülete 110 m², így a passzívház fűtési primer energiafogyasztása az alábbiak szerint alakul:

$$110 \text{ m}^2 \times \frac{15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{év} \times 109\%}{4,2} = 428,2 \text{ kWh/év}$$

4.5. Energiaárak várható alakulása

4.5.1. Földgáz

A földgáz jövőbeli árának legpontosabb várható értékét a múltbéli árak alapján lehet meghatározni, így először azokat érdemes megvizsgálni. Az elmúlt 15 évben a lakossági földgáz megajoule-ra vetített nettó árának alakulását az 5. számú ábra mutatja be.



5. ábra: Lakossági földgáz nettó árának alakulása (Ft/MJ)

Forrás: [43]

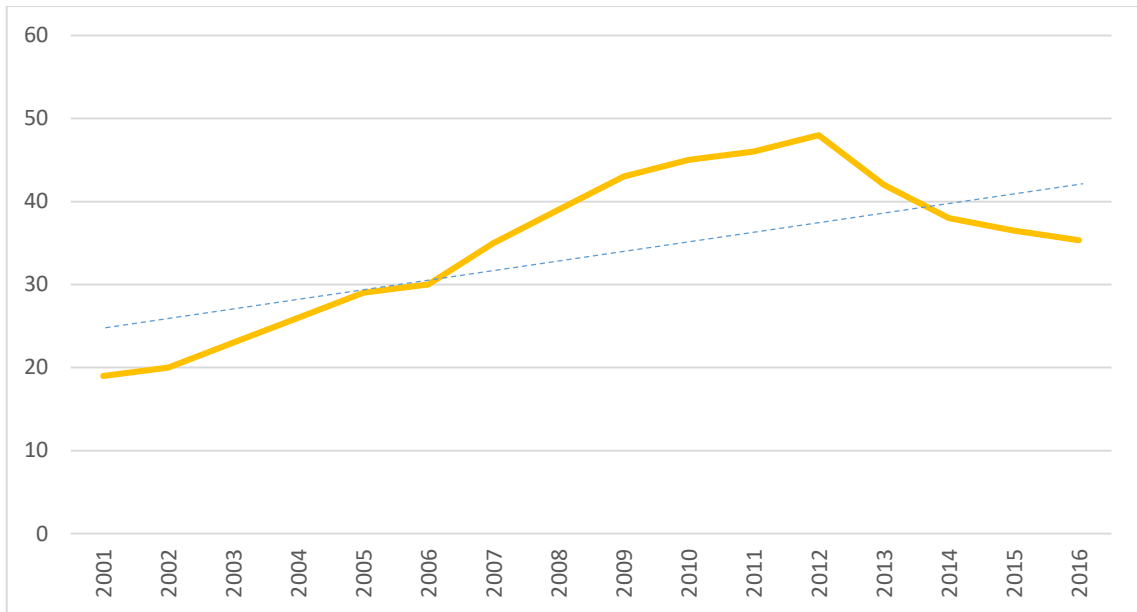
A grafikonon elhelyezett illeszkedési görbe meredeksége alapján megállapítható, hogy az átlagos lakossági gázárnövekedés évente 7%. Ezzel az értékkel tudjuk a földgáz árának jövőbeli alakulását megbecsülni, amit a 8. számú táblázat mutat be.

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
2,26	2,42	2,59	2,77	2,96	3,17	3,39	3,63	3,88	4,15	4,44

8. táblázat: Lakossági földgáz nettó árának várható alakulása (Ft/MJ)

4.5.2. Áram

A passzívház üzemeltetési költségének kiszámításához a várható villamosenergia árakat is ki kell számolni. Ennek múltbéli alakulásáról a 6. számú ábra nyújt tájékoztatást.



6. ábra: A lakossági villamosenergia nettó árának alakulása (Ft/kWh)

Forrás: [44; 45]

A grafikonra ráillesztett görbe szerint az áram árának éves növekedése 5%. Így a jövőben várható árak a következőképpen alakulnak (9. táblázat).

2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
35,3	37,1	39,0	40,9	42,9	45,1	47,3	49,7	52,2	54,8	57,5

9. táblázat: Villamosenergia nettó árának várható alakulása (Ft/kWh)

4.6. Megtérülés kiszámítása

A 7. számú összesítő táblázatban kiszámolt építési költségek alapján, a passzívház nettó 4,2 millió Ft-tal kerül többbe, mint a 2017-ig érvényben lévő követelményrendszer, és nettó 3 millió Ft-tal drágább, mint a költségoptimalizáltnak nevezett követelményszint. Fontos megjegyezni, hogy ezt az értéket a jelenben kell az épületre költenünk, míg az épület üzemeltetési költsége csak a jövőben fog jelentkezni. Mivel közgazdasági alapkoncepció, hogy „*ma 1 Ft többet ér, mint holnap 1 Ft*”, így ezt a fenti összeget diszkontálnunk kell, hogy a jövőértékét megkapjuk. Az elmúlt 15 év inflációjának éves átlaga 3,1% [46], így ez az érték lesz a diszkontfaktor.

A 10. számú táblázat a három épülettípus egymáshoz viszonyított költségkülönbözeteit mutatja be, évek szerinti bontásban. A hagyományos épületek esetében a földgáz éves nettó költsége kerül kumulálásra, melyeknek képlete az egyes épülettípusok szerint:

$$1) \sum \left(\left(47\,480 \text{ MJ} \times 2,26 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}} \right) \times 1,07^é \right), \text{ illetve}$$

$$2) \sum \left(\left(33\,066 \text{ MJ} \times 2,26 \frac{\text{Ft}}{\text{MJ}} \right) \times 1,07^é \right), \text{ ahol „é” az eltelt éveket jelenti.}$$

A passzívháznál az összes többletköltség két tételből áll: az épület nettó áramfogyasztásának éves költségéből és a ház megépítéséhez szükséges nettó többletköltségnek a diszkontált értékéből. Képletei:

$$3) \sum \left(\left(\left(428,2 \text{ kWh} \times 35,3 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \right) \times 1,05^é \right) + (4\,200\,000 \text{ Ft} \times 1,031^é) \right), \text{ illetve}$$

$$4) \sum \left(\left(\left(428,2 \text{ kWh} \times 35,3 \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \right) \times 1,05^é \right) + (3\,000\,000 \text{ Ft} \times 1,031^é) \right).$$

A képletek előtti számok a 10. számú táblázatban elfoglalt helyüket mutatja.

Évek		Hagyományos épület (2017-ig)		Hagyományos épület (2018-tól)		Passzívház					
Eltelt évek	Évszám	Éves gázköltség	1	2	Diszkontált építési többletköltség a 2017-es épülethez képest	Diszkontált építési többletköltség a 2018-as épülethez képest	A passzívház éves áramköltsége	Kumulált áramköltség	3	4	
			Éves gázköltség	Éves gázköltség							
0	2016	107 305	107 305	74 729	4 200 000	3 000 000	15 115	15 115	4 215 115	3 015 115	
1	2017	114 816	222 121	79 960	4 330 200	3 093 000	15 871	30 987	4 361 187	3 123 987	
2	2018	122 853	344 974	85 557	4 464 436	3 188 883	16 665	47 651	4 512 088	3 236 534	
3	2019	131 453	476 427	91 546	4 602 834	3 287 738	17 498	65 150	4 667 983	3 352 888	
4	2020	140 655	617 082	97 955	4 745 522	3 389 658	18 373	83 522	4 829 044	3 473 181	
5	2021	150 501	767 582	104 812	4 892 633	3 494 738	19 292	102 814	4 995 447	3 597 552	
6	2022	161 036	928 618	112 148	5 044 304	3 603 075	20 256	123 070	5 167 375	3 726 145	
7	2023	172 308	1 100 926	119 999	5 200 678	3 714 770	21 269	144 339	5 345 017	3 859 109	
8	2024	184 370	1 285 296	128 399	5 361 899	3 829 928	22 332	166 672	5 528 570	3 996 599	
9	2025	197 275	1 482 571	137 387	5 528 118	3 948 655	23 449	190 121	5 718 238	4 138 776	
10	2026	211 085	1 693 656	147 004	5 699 489	4 071 064	24 621	214 742	5 914 231	4 285 806	
11	2027	225 861	1 919 517	157 294	5 876 173	4 197 267	25 853	240 595	6 116 768	4 437 861	
12	2028	241 671	2 161 188	168 304	6 058 335	4 327 382	27 145	267 740	6 326 075	4 595 122	
13	2029	258 588	2 419 776	180 086	6 246 143	4 461 531	28 502	296 242	6 542 386	4 757 773	
14	2030	276 689	2 696 465	192 692	6 439 774	4 599 838	29 928	326 170	6 765 944	4 926 008	
15	2031	296 057	2 992 522	206 180	6 639 407	4 742 433	31 424	357 594	6 997 001	5 100 027	
16	2032	316 781	3 309 303	220 613	6 845 228	4 889 449	32 995	390 589	7 235 817	5 280 038	
17	2033	338 956	3 648 259	236 056	7 057 430	5 041 022	34 645	425 234	7 482 664	5 466 256	
18	2034	362 683	4 010 942	252 579	7 276 211	5 197 293	36 377	461 611	7 737 822	5 658 904	
19	2035	388 071	4 399 013	270 260	7 501 773	5 358 409	38 196	499 807	8 001 580	5 858 217	
20	2036	415 236	4 814 249	289 178	7 734 328	5 524 520	40 106	539 913	8 274 241	6 064 433	
21	2037	444 302	5 258 551	309 421	7 974 092	5 695 780	42 111	582 024	8 556 116	6 277 804	
22	2038	475 403	5 733 954	331 080	8 221 289	5 872 349	44 217	626 241	8 847 530	6 498 590	
23	2039	508 682	6 242 636	354 256	8 476 149	6 054 392	46 427	672 668	9 148 817	6 727 060	
24	2040	544 289	6 786 925	379 054	8 738 910	6 242 078	48 749	721 417	9 460 327	6 963 495	
25	2041	582 390	7 369 315	405 587	9 009 816	6 435 583	51 186	772 603	9 782 419	7 208 186	
26	2042	623 157	7 992 472	433 979	9 289 120	6 635 086	53 746	826 349	10 115 469	7 461 435	
27	2043	666 778	8 659 250	464 357	9 577 083	6 840 774	56 433	882 782	10 459 865	7 723 556	
28	2044	713 452	9 372 702	496 862	9 873 973	7 052 838	59 255	942 036	10 816 009	7 994 874	
29	2045	763 394	10 136 096	531 642	10 180 066	7 271 476	62 217	1 004 254	11 184 320	8 275 729	
30	2046	816 832	10 952 927	568 857	10 495 648	7 496 891	65 328	1 069 582	11 565 230	8 566 473	
31	2047	874 010	11 826 937	608 677	10 821 013	7 729 295	68 595	1 138 176	11 959 189	8 867 471	
32	2048	935 190	12 762 127	651 285	11 156 464	7 968 903	72 024	1 210 201	12 366 665	9 179 104	
33	2049	1 000 654	13 762 781	696 875	11 502 315	8 215 939	75 625	1 285 826	12 788 141	9 501 765	
34	2050	1 070 699	14 833 481	745 656	11 858 886	8 470 633	79 407	1 365 233	13 224 119	9 835 866	
35	2051	1 145 648	15 979 129	797 852	12 226 512	8 733 223	83 377	1 448 610	13 675 122	10 181 833	
36	2052	1 225 844	17 204 973	853 702	12 605 534	9 003 953	87 546	1 536 156	14 141 690	10 540 109	
37	2053	1 311 653	18 516 626	913 461	12 996 305	9 283 075	91 923	1 628 079	14 624 385	10 911 155	
38	2054	1 403 469	19 920 094	977 403	13 399 191	9 570 851	96 519	1 724 599	15 123 790	11 295 449	
39	2055	1 501 711	21 421 806	1 045 821	13 814 566	9 867 547	101 345	1 825 944	15 640 510	11 693 941	
40	2056	1 606 831	23 028 637	1 119 029	14 242 817	10 173 441	106 413	1 932 357	16 175 174	12 105 798	

10. táblázat: A megtérülési idő kiszámítása

A táblázatból könnyedén leolvasható, hogy a hagyományos épületek vizsgált költségei a 32. évben illetve a 33. múlják felül a passzívházét, így a jelen körülmények ennyi idő lenne a megtérülési idő. Mivel egy családi ház esetében nem szoktunk ilyen hosszú időtávlatokban gondolkodni, így kijelenthető, hogy külső beavatkozás nélkül, pusztán a gépészeti berendezések fogyasztásának árából, mikrokörnyezetben a passzívház nem térül meg.

4.7. Pályázati lehetőségek, állami támogatások

Ha a Magyarországon megépült passzívházak számát a szomszédos osztrák mutatókkal hasonlítjuk össze, láthatóvá válik, hogy nagyságrendbeli különbségek vannak. Ennek fő oka a két ország kormányzati hozzáállásban keresendő. Míg 2007-től a nyugat-ausztriai Vorarlberg-ben minden önkormányzati lakóépület a passzívház szabványai szerint épül, a mai Magyarországon csak elvétve jelennek meg a passzívház építést támogató pályázati lehetőségek.

A múltbéli hazai támogatások közül mindenképpen kiemelkedik a 2010-ben, 1 éven át meghirdetett Zöld Beruházási Rendszer Klímabarát Otthon pályázata, melynek célja a lakossági szén-dioxid kibocsátás csökkentése volt. Ennek keretében a Környezetvédelmi Minisztérium 2 milliárd Ft-ot osztott szét meglévő épületek korszerűsítésére, illetve új házak építésére [47].

Az alacsony energiaigényű épületek támogatásának szempontjából érdemes még a 2012-es Lakásépítési Támogatást is megemlíteni, mely egészen a most aktuális Családi Otthonteremtési Kedvezmény (CSOK) bevezetéséig tartott. E rendelet, hasonlóan a CSOK-hoz, a gyermekeket vállaló fiatal házaspárokat célozta meg. A támogatási összeg a szociális helyzet és a gyermekek számának függvényében 800 ezer és 2,5 millió Ft közötti összeget jelentett. A passzívház szempontjából fontos kiemelni, hogy a rendelet magasabb támogatást biztosított az alacsony energiaigényű házak építőinek: „A” energia besorolású épületnél 1,1-szeres, „A+”-nál 1,2-szeres, passzívház esetében 1,3-szoros szorzóval növekedett a korábban megállapított támogatási összeg. A dolgozatban vizsgált család esetében ez a támogatási többlet 2-300 ezer Ft-ra tehető.

A jelenleg aktuális rendelet (16/2016. (II. 10.)), mely a CSOK-ot is kimondja, sajnos nem rendelkezik külön az alacsony energiaigényű épületekről [48]. Ez azt jelenti, hogy a korábban említett magyarországi és uniós célokkal ellentétben, a magyar állam nem biztosít külön támogatást a drágább, energiatakarékos házak építőinek.

A fejezet lezárásaként megállapíthatjuk, hogy anyagi szempontból mikrokörnyezetben, a mai magyar viszonyok között nem éri meg passzívházat építeni.

5. Környezetterhelés

Egyrészt ismert a tény, hogy a Föld környezetterhelési tűrőképessége véges. Ez azt jelenti, hogy amíg népesség, a nem megújuló energiafogyasztás és a környezetszennyezés növekedő trendet ír le, addig folyamatosan közelítünk egy olyan pont felé (hacsak már el nem értük), amikor a bioszféra nem lesz képes tökéletesen megújítani önmagát. A visszafordíthatatlan állapot, vagyis az irreverzibilitás elérése teljesen szembemegy azzal az alapvető emberi céllal, mely szerint az ember egy jobb világot szeretne a gyermekeire hagyni, mint amelyet ő a szüleitől örökölt. Ez a gondolatmenet megkerülhetetlenül jelen van az élet szinte minden területén, ahogy a lakhatásunk kérdésénél is. Sokan éppen a környezetterhelés miatt látják a jövőt az alacsony energiaigényű és passzívházak építésében [49].

Másrészt viszont, gyakori kritikaként fogalmazódik meg a passzívházakkal szemben, hogy a megnövelt hőszigetelés, a háromrétegű ablakok és a szellőztető-berendezés előállításakor több káros anyag képződik, és több energia kerül felhasználásra, mint amennyit az épület a maga életciklusa alatt meg tudna spórolni [50]. Az egymással szembemenő vélemények miatt, érdemes a passzívházat a környezetterhelés szempontjából is megvizsgálni.

Egy épület életútjának megismeréséhez az LCA modellt (life-cycle assessment, életciklus analízis) tudjuk felhasználni, mely szerint egy épületet 4 életciklus szakaszra tudunk bontani [51]:

1. *Építés:* alapanyag bányászat, építőanyagok gyártása, szállítása, kivitelezés
2. *Üzemeltetés:* fűtés, használati melegvíz készítés, szellőzés, hűtés, világítás
3. *Karbantartás:* javítások, az elemek cseréje azok hasznos élettartamának végén
4. *Bontás:* épület bontása, anyagok elszállítása, esetleges újrahasznosítása.

Egy épület környezetterhelésének meghatározása egy soktényezős algoritmus eredményeként írható fel, melyre az *Ecoinvent* számítógépes szoftver és adatbázis kínál

megoldást.² Jelen tanulmány középpontjában a pénzügyi megtérülés áll, így a pontos környezetterhelési számítás túlmutatna a dolgozat keretein. Azonban a passzívház környezeti kifizetődősége olyannyira fontos témakör, hogy érdemes a korábbi számításokat szemügyre venni és azokból következtetéseket levonni.

Egy 2012-es számításban [51], melyben egy passzívház környezetterhelési mutatóit hasonlították egy 2006-os követelményszint szerint megépült hagyományos épület mutatóihoz, a következőkre jutottak: még ha csekély mértékben is, de a passzívház valóban jobban terheli a környezetet az építési, karbantartási és bontási ciklusokban, mint a hagyományos épület, tehát a korábban megfogalmazott kritika nem volt teljesen alaptalan. Fontos azonban tudni, hogy az életciklus analízisben az üzemeltetés okozta környezetterhelés teszi ki a teljes környezetterhelésnek a legnagyobb hányadát. Számítások szerint a passzívház üzemeltetése során mintegy 63%-kal kevésbé terheli a környezetet, ami leegyszerűsítve azt jelenti, hogy üzemeltetési környezetterhelése közel egyharmada a hagyományos épületnek. A teljes életciklus alatt, 40%-kal kevésbé terheli a passzívház a környezetet, mint a hagyományos, 2006-os követelményszint szerinti épület.

Még ha a mások által elvégzett számításokat csak durva becsléseként és iránymutatóként is fogjuk fel, megállapítható, hogy környezetterhelés tekintetében nagyságrendbeli különbségek vannak. Összegezve kijelenthetjük, hogy a passzívház egy lényegesen környezetkímélőbb építési koncepció, mint a hagyományosnak nevezett építési követelményrendszerek, tehát környezetterhelés szempontjából megéri passzívházat építeni.

² Az *Ecoinvent* svájci szoftver és adatbázis, mely több ezer termék környezeti adataiból tudja kiszámítani a környezetterhelést.

6. SWOT elemzés

A passzívház valójában sokkal több, mint egy építési követelményrendszer. Az épület olyan mértékben befolyásolja tulajdonosának a lakhatási körülményeit, hogy a passzívház akár egy életformaként is definiálható. Éppen ezért, több olyan tényező is van, amit számszerűsített mutatókkal nem lehet reprezentálni, viszont nagyban közrejátszanak abban, hogy megéri-e passzívházat építeni. A SWOT elemzés jó lehetőséget nyújt ezeknek az ismérveknek az összegzésére.³

		Belső tényezők	
Pozitív		Erősségek <ul style="list-style-type: none"> ▪ alacsonyabb üzemeltetési költség ▪ környezetkímélés ▪ eggyel kevesebb számla ▪ mindig friss levegő ▪ világos szobák ▪ társadalmi reputáció 	Gyengeségek <ul style="list-style-type: none"> ▪ építési többletköltség ▪ építési környezetterhelés ▪ kötött építészeti formálás ▪ tervezési többletköltség ▪ „gépben élés” ▪ helyes használat megtanulása ▪ hosszú távú tapasztalat hiánya ▪ minősítés procedúrája ▪ kivitelezői tapasztalat hiánya
		Lehetőségek <ul style="list-style-type: none"> ▪ állami támogatás ▪ építőanyagok csökkenő ára ▪ szemlélet javulása ▪ tervezési, kivitelezési rutinosodás 	Veszélyek <ul style="list-style-type: none"> ▪ technológia gyors elavulása ▪ negatív pszichológiai hatás ▪ gazdasági helyzet romlása
		Külső tényezők	
		Negatív	

7. ábra: SWOT elemzés a passzívházakról

³ A SWOT elemzés egy piac, termék, szolgáltatás, stb. életképességének feltérképezésére szolgál, egy üzleti vagy stratégiai terv elengedhetetlen része. A SWOT angol mozaikszó, összetétele a strengths, weaknesses, opportunities és threats szavakból áll, azaz erősségek, gyengeségek, lehetőségek és veszélyek (Chikán, 2008).

6.1. Erősségek

A passzívház előnyeit tekintve fontos szempont az alacsonyabb üzemeltetési költség, mely az alacsonyabb energiaszükségletből következik. A földgáz és a villamosenergia prognosztizált árainak grafikonjaira ráhelyezett meredekségi görbék alapján kiderült, hogy a földgáznak gyorsabban megy fel az ára. Ezáltal a passzívház évről évre egyre nagyobb összegeket takarít meg tulajdonosainak.

Környezetterhelés tekintetében is lényegesen jobb mutatókkal rendelkezik egy passzívház, mint egy hagyományos épület. Az 5. fejezetből világossá vált, hogy egy épület teljes életciklusát vizsgálva, az építéssel járó energiaigény eltörpül a ház üzemeltetése során felhasznált energiához képest. Ennél fogva hiába terheli a passzívház mind az építéssel, mind a bontással jobban a környezetet, összességében lényegesen környezetkímélőbb, mint egy hagyományos épület.

A passzívházba épített szellőztető berendezés a nap 24 órájában biztosítja az egyes helyiségeket a friss levegő utánpótlással, így zárt ablakok mellett sem marad az elhasznált levegő órákig a szobában. Emellett az épületnek elengedhetetlen kellékei a déli nagy üvegfelületek, ezáltal a világos, napfényes helyiségek, ami bizonyítottan jó hatással van az ember közérzetére, nevezhetjük ezt akár a passzívház élettani, pszichológiai erősségének is.

Ahogy a fejlett országokban, úgy Magyarországon is egyre nagyobb a környezetkímélés társadalmi reputációja. A szelektív hulladékgyűjtés kiépítése, vagy akár az elektromos autók térhódítása mind jól mutatják azt az irányt, ami felé a fejlett, progresszív világ tartani szeretne. Ebbe az irányba tökéletesen beleillik a passzívház, így elképzelhető, hogy lesznek olyanok, akik a pusztán státusz miatt fogják a passzívházat választani.

6.2. Gyengeségek

Jelen gazdasági helyzetben érthető, hogy a passzívházzal járó építési többletköltség az egyik legnagyobb visszatartó ereje a passzívházak széleskörű elterjedésének. Egy átlagos magyar család feltehetőleg előbb fog egygyel több szobás házat egy drágább telken építeni, mint passzívházat.

Emellett fontos megjegyezni, hogy mivel egy új technológiáról van szó, sokan úgy vélik, hogy a passzívház építés még teszt folyamatban van, és legtöbben nem szeretnék a kísérleti alanyok lenni. Érthető, hogy egy családi ház építésénél, ami egyrészt jelentős pénzüsszeget igényel, másrészt nagyban befolyásolja a lakók komfortérzetét, sokan csak a biztosat merik bevállalni. Szintén visszatartó erő, hogy Magyarországon egyelőre kevés számú kivitelező vállal passzívház építést, és aki vállal, valószínűleg annak sincs túl sok tapasztalata e téren.

Vannak bizonyos ismeretek, amiket el kell sajátítani a passzívházba való költözés előtt, amit sokan csak felesleges tehernek és nyűgnek érznek. A falakat például nem lehet akárhol megfűrni, sem a légtömörség, sem az áthaladó szellőzőcsövek miatt. Emellett a meghibásodott gépészetet vagy nyílászárót is csak hivatalos szakértő javíthatja meg, ellenkező esetben elveszik a tanúsítás.

A 2014-ben átadott XIII. kerületi 100 lakásos passzívház egy lakójának az volt a furcsa legújabb otthonában, hogy nincs fűtőtest, amire a párologtatót vagy a vizes törölközőjét tudná tenni. Sokan érzik úgy, hogy a passzívház közelebb áll egy gépezethez, mint egy épülethez, és nem akarnak egy sci-fi film díszletei között élni, ahol a gép uralja a tulajdonosát. Természetesen ez egy nagyon radikális vélemény, azonban érthető, hogy egyesek nem szeretnék a külvilágtól hermetikusan elzárva élni.

Végül nem elhanyagolható, hogy egy passzívház építése mennyi utánajárással és körülményes ügyintézéssel jár, kezdve az alkalmas tervező kiválasztásával egészen a minősítés procedúrájáig. Akik nem szeretnek, vagy nem tudnak hivatali ügyekben eljárni, azok valószínűleg már a passzívház tervezési szakaszában elvéreznek.

6.3. Lehetőségek

A passzívház legnagyobb lehetősége egyértelműen az állami támogatásokban van. A dolgozatból is kiderült, hogy mikrokörnyezetben, anyagi szempontból nem éri meg passzívházat építeni. Viszont makrokörnyezetben, az országos fűtésszámla, környezetterhelés és földgázfogyasztás viszonylatában nagyon is megérné passzívházat építeni. Éppen emiatt aggasztó, hogy jelenleg miért nem érhető el Magyarországon kimondottan alacsony energiaigényű épületekre vonatkozó állami támogatás. Érthetetlen, hogy egy olyan nagyszabású lakhatási támogatási programban, mint a Családi Otthonteremtési Kedvezmény, miért nincs külön rendelkezés az egyes energiatakarékossági szintekről.

Az privát építkezésekre vonatkozó állami támogatás mellett óriási lehetőség rejlik még önkormányzati lakások terén is. Az osztrák és a német példának megfelelően Magyarországon is lehetne annak létjogosultsága, hogy az önkormányzati és szociális bérlakások a passzívház, de legalább az alacsony energiaigényű építési koncepció szerint épüljenek. Már egy ilyen rendelet is nagyban befolyásolná az ország makrogazdasági mutatóit.

6.4. Veszélyek

Ahogy most a kisméretű téglá vagy a paneles építkezés, valószínűleg a passzívház is egyszer elavult technológiának fog számítani. Felgyorsult világunkban nap, mint nap hozakodnak elő újító ötletekkel, így nem nehéz elképzelni, hogy a jövőben megjelenik egy új építési rendszer, ami olcsóbb, jobb, vagy környezetkímélőbb lesz, mint a passzívház.

A hosszú távú tapasztalatok hiányában szintén elképzelhető, hogy valamilyen szakmai csoport megállapítja, hogy a passzívház okozta lakhatási körülmények pszichológiailag negatív hatással vannak az emberre. A termikus burok, és a gépészet által biztosított friss levegő miatt a természet eltávolodik az embertől, így elképzelhető, hogy ennek hosszú távon káros hatásai vannak.

7. Összegzés

Napjainkra világossá vált, hogy az emberi önzőség felülmúlta Földünk regenerálódási sebességét, a környezetterhelés jelenlegi trendjeinek folytatásával egy sérült, felborult bioszférát fogunk utódainkra hagyni. Az épületeink energiefelhasználása kellőképpen nagy volumenű ahhoz, hogy annak globális racionalizálásával a negatív trendeket visszajára fordítsuk.

Magyarországi viszonylatban, a passzívházak elterjedésével nemcsak a hazai környezetterhelést tudnánk csökkenteni, hanem földgáz importfüggőségünket is, ami jelentős pénzmennyiséget az országban tartana. A jelenlegi gazdasági helyzet indokolná, hogy a magyar társadalom a fűtésre költött pénzével ne a gáznagyhatalmú országok kontójára dolgozzon.

A dolgozat számításából kiderül, hogy mikrokörnyezetben a jelenlegi építőanyagok árai mellett belátható időn belül a passzívház anyagi szempontból nem terül meg. Ezt egy kellőképpen átfogó állami támogatási rendszerrel lehetne orvosolni, a nyugat-európai példának megfelelően. A kormányzat részéről szükséges egyrészt egy célzottan alacsony energiaigényű épületekre vonatkozó anyagi támogatás, másrészt megfelelő kommunikációval a társadalom szemléletének a megreformálása.

Összesítve úgy gondolom, hogy a passzívház egy forradalmi találmány. Amikor országunk gazdasága és bolygónk fennmaradása a tét, akkor nem szabad rövidtávon gondolkozni. A passzívház kellően hosszú távon növelné az egyén lakhatási színvonalát, hozzáállását a kifogyóban lévő földi javakhoz, csökkentené az ország környezetterhelését és más országoktól való függőségét, és biztosítaná a bolygónk regenerálódását, a bioszféra fennmaradását. Ennél fogva kijelenthető, hogy megéri passzívházat építeni.

Irodalomjegyzék

- [1] KSH (2016): *Statisztikai tükör; A háztartások fogyasztása, 2015*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/haztfogy/haztfogy1512.pdf>
- [2] HVG (2014): *A rezsi és az étel szinte mindent elvisz*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://hvg.hu/gazdasag/20140123_A_rezsi_es_az_etel_szinte_mindent_elvisz
- [3] KSH (2008): *A háztartások energiafelhasználása, 2008*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/pdf/haztartenergia08.pdf>
- [4] Regionális Energiagazdasági Kutatóközpont (2008): *Egyoldalú földgázimportfüggőség: egy új európai energiaellátás biztonsági probléma*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.rekk.eu/sos/images/stories/download/fg_impordfgg_eu_ellbirt_prob.pdf
- [5] National Geographic (2012): *Sea Level Rise*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://ocean.nationalgeographic.com/ocean/critical-issues-sea-level-rise/>
- [6] Sommer, Adolf-W. (2009): *Passzívházak*. Passzívházak Mindenkinék Kft., Budapest.
- [7] Passivhaus Institut (2013): *Passivhaus Definition*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.passivhaustagung.de/Passive House E/passivehouse_definition.html
- [8] Lindab (2004): *Légtechnikai tervezési segédlet*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.lindab.com/hu/Documents/Ventilation/HU-Lindab_TS.pdf
- [9] iso.org: *ISO 7730:2005, Ergonomics of the thermal environment*. Letöltve 2016-10-22, forrás: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=39155
- [10] Dr. Magyar Zoltán: *Komfortelmélet*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.egt.bme.hu/szikra/w_oktatas/epuletgepeszeti/pdf/EPGEP_1_Komfortelmélet_Bevezetes_1_MaZo.pdf
- [11] Dr. Zsebik Albin: *Vezetékes Energiaellátás, Távhőszolgáltatás*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: ftp://ftp.energia.bme.hu/pub/energ/Jegyzet_Tavho_03.pdf
- [12] Graf, Anton (2008): *Passzívházak*. TERC Kft., Budapest.
- [13] Passivhaus Institut (2013): *Passivhaus Definition*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.passivhaustagung.de/Passive House E/passivehouse_definition.html
- [14] Hantos Zoltán, Huszár Gyula, Karácsonyi Zsolt, Lonsták Nóra, Oszwald Ferenc Nándor, Szabó Péter (2009): *Bevezető a passzívházak világába*. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron.
- [15] The New York Times (2008): *No Furnaces but Heat Aplenty in 'Passive Houses'*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.nytimes.com/2008/12/27/world/europe/27house.html>
- [16] The New York Times (2010): *Can We Build in a Brighter Shade of Green?* Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.nytimes.com/2010/09/26/business/energy-environment/26smart.html>
- [17] Passzívházépítők Országos Szövetsége (2015): *Passzívházak: enyhülnek a masszív előítéletek*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://paosz.hu/hu/passzivhazak-enyhulnek-a-massziv-eloitetelek-n56/>

- [18] Wagner, R. (1998): *Verwaltungsgebäude nach Passivhausstandard: Meßtechnische Begleitung und systemtechnische Untersuchungen*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.archiv.solarbau.de/monitor/doku/proj02/dokuproj/wagner01.pdf>
- [19] Zeit Online (2006): *Selbst ist der Heizkörper*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.zeit.de/2006/05/Energiesparhaus>
- [20] Treehugger (2008): *A Passiv Haus in Urbana, Illinois*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.treehugger.com/sustainable-product-design/a-passiv-haus-in-urbana-illinois.html>
- [21] Meinhold, Bridgette (2013): *Rainbow Prefab Duplex is the First Certified PassivHaus in British Columbia*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://inhabitat.com/rainbow-prefab-duplex-is-the-first-certified-passivhaus-in-british-columbia/>
- [22] Lang Consulting (2013): *Weltweit erster „Passiv-Büroturm“ erhält Zertifikat*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://www.langconsulting.at/index.php/de/news-de/245-weltweit-erster-%E2%80%9Epassiv-b%C3%BCroturm%E2%80%9C-erh%C3%A4lt-zertifikat>
- [23] Passivhaus Institut (2014): *Zahl der zertifizierten „Passivhaus-Quadratmeter“ erreicht eine Million*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.ig-passivhaus.de/upload/2014_12_09_Passivhaus-Million_Pressemitteilung.pdf
- [24] Építészforum (2009): *Szadai passzív családi ház*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://epiteszforum.hu/szadai-passziv-csaladi-haz>
- [25] Passivhaus-Datenbank (2016): *Passivhaus in Ungarn*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: http://www.passivhausprojekte.de/index.php#s_bd93e7f47491fa89421fbd9d8418221c
- [26] Építészforum (2014): *Százlakásos passzív ház*. Letöltve: 2016-10-22, forrás: <http://epiteszforum.hu/szazlakasos-passzivhaz>
- [27] European Commission (2016): *Europe 2020 in Hungary*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-your-country/magyarorszag/country-specific-recommendations/index_en.htm
- [28] *Az Európai Parlament és a Tanács 2010/31/EU Irányelve (2010. május 19.) az épületek energiateljesítményéről (átdolgozás)*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: https://www.lakcimke.hu/sites/default/files/2010_31_EU_ujEPBD_HU.PDF
- [29] *Az Európai Parlament és a Tanács 2002/91/EK Irányelve (2002. december 16.) az épületek energiateljesítményéről*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=EN>
- [30] *Nemzeti Együttműködés Programja – Munka, Otthon, Család, Egészség, Rend (2010)*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: <http://www.parlament.hu/irom39/00047/00047.pdf>
- [31] *Nemzeti Épületenergetikai Stratégia (2015)*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: <http://www.kormany.hu/download/d/85/40000/Nemzeti%20E%CC%81pu%CC%88letenergetika%20Strate%CC%81gia%20150225.pdf>
- [32] *7/2006. (V. 24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról*. Letöltve: 2016-10-23, forrás: http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A0600007.TNM
- [33] *Építőipari Költségbeadási Segédlet (2015)*. Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft., Budapest
- [34] Pannon épületenergetika (2016): *Hőszigetelés kalkulátor*. Letöltés: 2016-10-15, forrás: <http://www.pannonmuhely.hu/energetika/hoszigeteles-kalkulator.php#>

- [35] *Ablak hőszigetelés Uw érték számoló kalkulátor*. Letöltés: 2016-10-15, forrás: <http://ablak-hoszigeteles-u-ertek.nyilaszarobeepites.hu/index.html>
- [36] Passzívház akadémia (2016): *Minőségi követelmények passzívházak számára*. Letöltés: 2016-10-15, forrás: http://www.passzivhaz-akademia.hu/index/minosegi_kovetelmenyek_passzivhazak_szamara.html
- [37] *Villanyszerelő gyorskalkulátor*. Letöltve: 2016-10-15, forrás: <https://www.xn--villanyszerels-nkb.com/>
- [38] Kardos és Társai Kft.: *Letölthető prospektusok*. Letöltve: 2016-10-15, forrás: http://ajtobolt.hu/prospektusok_letoltheto_katalogusok
- [39] hajduker.hu (2016): *Megtakarítás*. Letöltve: 2016-10-15, forrás: <http://hajduker.hu/megtakaritas.pdf>
- [40] *Energia átváltó (2016)*. Letöltve: 2016-10-25, forrás: <http://atvalto.hu/energia.html>
- [41] E-on (2016): *Segítünk átváltani*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: http://www.eon.hu/Uzleti_egyetemes_foldgaz_atvalto
- [42] Horváth Bence (2016): *A passzívház és a közel-nulla energiaigényű épület követelményrendszereinek összehasonlítása*. TDK dolgozat, BME Építészmérnöki Kar, 2016
- [43] *Energiaárak alakulása Magyarországon és az OECD államokban*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: http://www.academia.edu/17123572/Energia%C3%A1rak_alakul%C3%A1sa_Magyarorsz%C3%A1gon_%C3%A9s_az_OECD_%C3%A1llamokban
- [44] Magyar László (2015): *A magyarországi lakossági villamosenergia-árak növekedésének okai az elmúlt két évtizedben*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: https://www.energiaklub.hu/sites/default/files/energiaar_tanulmany_web_0.pdf
- [45] *Lakossági áramfogyasztás kalkulátor (2016)*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: <https://szamoldki.hu/hu/kalkulator/lakossagi-aramfogyasztas-kalkulator>
- [46] Magyar Nemzeti Bank: *Inflációs jelentés*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: <https://www.mnb.hu/kiadvanyok/jelentesek/inflacios-jelentes>
- [47] Vértesy Mónika (2010): *3 250 000 Ft támogatás passzívházra*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: <http://www.csaladhaztervezes.hu/blog/3-250-000-ft-tamogatas-passzivhazra>
- [48] CSOK: *A Kormány 16/2016. (II. 10.) Korm. rendelete az új lakások építéséhez, vásárlásához kapcsolódó lakáscélú támogatásról*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/MKPDF/hiteles/mk16016.pdf>
- [49] Tenk Antal (2010): *Környezetgazdálkodás alapjai*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0027_TEK5/ch01s06.html
- [50] Hegedűs Attila (2013): *Passzívházak alapkérdései*. Letöltve: 2016-10-16, forrás: <http://epiteszforum.hu/passzivhazak-alapkerdesei>
- [51] Horváth Sára (2012): *Épületek életciklusra vetített környezetterhelés számítása*, Letöltve: 2016-10-16, forrás: <http://slideplayer.hu/slide/1957066/>

Mellékletek

1. melléklet: WinWatt számítás a 2006-os követelményszintnek megfelelő épület fűtési primer energiafogyasztásáról

Energetikai minőségtanúsítvány

1

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: Megéri-e passzívházat építeni?

Megrendelő:

Tanúsító: Karlovecz Ádám

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

119.9 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

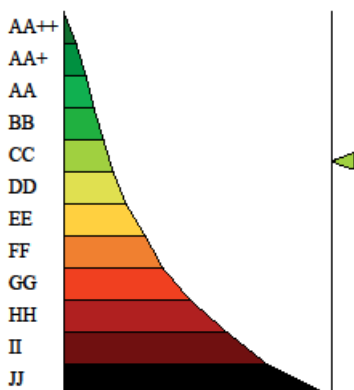
100.0 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

119.9 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

CC (Korszerű)



Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány az egyszerűsített számítási módszerrel készült.

Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.25.

Aláírás

C:\Users\samsung_02\Desktop\passzívház.wwp

2016.10.25.

WinWatt golya 7.43 (2016. 3. 3.) Copyright © Bausoft Pécsváradi Kft.

<http://www.bausoft.hu>

2. melléklet: WinWatt számítás a költségoptimalizált követelményszintnek megfelelő épület fűtési primer energiafogyasztásáról

Energetikai minőségtanúsítvány

1

Energetikai minőségtanúsítvány összesítő

Épület: Megéri-e passzívházat építeni?

Megrendelő:

Tanúsító: Karlovecz Ádám

Az épület(rész) fajlagos primer energiafogyasztása:

83.5 kWh/m²a

Követelményérték (viszonyítási alap):

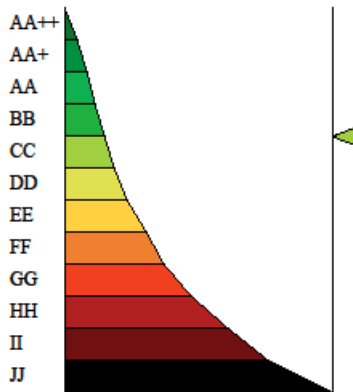
100.0 kWh/m²a

Az épület(rész) energetikai jellemzője a követelményértékre vonatkoztatva:

83.5 %

Energetikai minőség szerinti besorolás:

CC (Korszerű)



Épület védettsége: Nem védett

Épület fűtött szintjeinek száma: 1

A tanúsítvány az egyszerűsített számítási módszerrel készült.

Tanúsítvány azonosító tanúsítónál:

Kelt: 2016.10.25.

Aláírás

C:\Users\samsung_02\Desktop\költség optimum.wwp

2016.10.25.

WinWatt golya 7.43 (2016. 3. 3.) Copyright © Bausoft Pécsvárad Kft.

<http://www.bausoft.hu>